LUT
Lappeenranta
University of Technology

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Lappeenranta University of Technology
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

TEKNIIKAN KANDIDAATIN JA
DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINNOT

Opinto-opas 2013–2014

Energiatekniikka | Kemiantekniikka | Konetekniikka | Sähkötekniikka
Teknillinen fysiikka ja matematiikka | Ympäristötekniikka

Julkaisija

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Skinnarilankatu 34
PL 20
53851 Lappeenranta

0294 462 111 (vaihde)
www.lut.fi

Oppaan toimitus

LUT Opintopalvelut
Hyvönen Judy
Lehtinen Marjaana
Loikkanen Minna
Pettinen Tarja
Riipinen Marjo
Taipale Päivi

Sisällysluettelo

LUT - RATKAISEMME YHDESSÄ GLOBAALEJA HAASTEITA 6
YLIOPISTON LUKUVUOSI 2013-2014 7

1. OPISKELU LAPPEENRANNAN TEKNILLISELLÄ YLIOPISTOLLA 8
Opinto-oppaat 8
Uni-portaali 8
Opinto-oikeus ja lukuvuosi-ilmoittautuminen 8
WebOodi 9
Ilmoittautuminen kursseille 9
Ilmoittautuminen kuulusteluihin ja välikokeisiin 10
Noppa ja Moodle 10
Opintosuoritusten arvostelu 10
Opintoja ja opiskelua koskevat säädökset 11
Koulutusohjelman ja yliopiston vaihto 11
Tutkintotodistukset 11
Täydennyskoulutus 12
JOO-opinnot 13
Avoin yliopisto-opetus 13

2. OPINTONEUVONTA JA OPISKELIJOIDEN TUKIPALVELUT 14
Tiedekuntien opintopalvelut ja opintoneuvonta 14
Kielikeskus 14
Opintotoimisto 14
Kansainväliset palvelut 15
Urapalvelut 15
Lappeenrannan tiedekirjasto 15
Origon palvelupiste 16
Opintopsykologipalvelut 16

3. TEKNIIKAN ALAN TUTKINNOT LUT:SSA 17
Opintojen mitoitus 17
Pääaineet 17
Sivuaineet 17
Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS) 17
Opintojen ja osaamisen hyväksiluku 18
Työharjoittelu 18
Kypsyysnäytteet 18
Kandidaatintyö 18
Diplomityö 19
Täydentävät opinnot suoraan DI-tutkintoon hyväksytyille 19
Tohtoriopinnot 19

4. TEKNILLISEN TIEDEKUNNAN OPETUSSUUNNITELMAT JA OPINTOJAKSOT 20
4.1 LUT Energia 20
4.1.1 Energiatekniikka 20
Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op) 21
A. Yleisopinnot 23
B. Pääaine 24
C. Ympäristötekniikan sivuaineet energiatekniikan opiskelijoille 24
D. Valinnaiset opinnot 24
Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op) 25
A. Yleisopinnot 27
B. Pääaine 28
C. Sivuaineet energiatekniikan opiskelijoille 28
D. Valinnaiset opinnot 30
Ohjeita opiskelijoille 30

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille ... 31
Master's Degree Programme in Energy Technology ... 31
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 33
Energiatekniikan opintojaksot ... 35
4.1.2 Sähkötekniikka ... 76
Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op) ... 78
A. Yleisopinnot ... 80
B. Sähkötekniikan pääaineen suuntautumiskohteet ... 81
C. Sivuaineet sähkötekniikan opiskelijoille ... 82
D. Valinnaiset opinnot ... 83
Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op) ... 84
A. Yleisopinnot ... 85
B. Pääaineet ... 85
C. Sivuaineet sähkötekniikan opiskelijoille ... 89
D. Valinnaiset opinnot ... 92
Ohjeita opiskelijoille ... 92
Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille ... 93
Master's Degree Programme in Energy Technology ... 94
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 95
Sähkötekniikan opintojaksot ... 97
4.1.3 Ympäristötekniikka ... 136
Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op) ... 137
A. Yleisopinnot ... 140
B. Pääaine ... 141
C. Sivuaineet ympäristötekniikan opiskelijoille ... 141
D. Valinnaiset opinnot ... 143
Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op) ... 144
A. Yleisopinnot ... 146
B. Pääaine ... 146
C. Sivuaineet ympäristötekniikan opiskelijoille ... 147
D. Valinnaiset opinnot ... 149
Ohjeita opiskelijoille ... 150
Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille ... 151
Master's Degree Programme in Energy Technology ... 151
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 153
Ympäristötekniikan opintojaksot ... 154

4.2 LUT Kemia ... 176
4.2.1 Kemiantekniikka ... 176
Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op) ... 178
A. Yleisopinnot ... 181
B. Kemiantekniikan pääaineen suuntautumiskohteet ... 182
C. Sivuaineet kemiantekniikan opiskelijoille ... 183
D. Valinnaiset opinnot ... 184
Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op) ... 184
A. Yleisopinnot ... 187
B. Pääaineet ... 187
C. Sivuaineet kemiantekniikan opiskelijoille ... 188
D. Valinnaiset opinnot ... 190
Ohjeita opiskelijoille ... 190
Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille ... 191
Master's Degree Programme in Chemical and Process Engineering ... 192
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 193
Kemiantekniikan opintojaksot ... 195

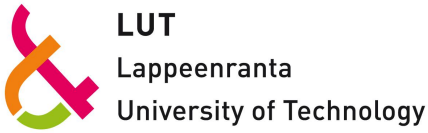
4.3 LUT Kone ... 244
4.3.1 Konetekniikka ... 244
Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op) ... 245
A. Yleisopinnot ... 247
B. Pääaine ... 249
C. Sivuaineet konetekniikan opiskelijoille ... 249

D. Valinnaiset opinnot ... 249
Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op) ... 249
A. Yleisopinnot ... 252
B. Pääaineet ... 252
C. Sivuaineet konetekniikan opiskelijoille ... 253
D. Valinnaiset opinnot ... 255
Ohjeita opiskelijoille ... 256
Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille ... 257
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering ... 257
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 258
Konetekniikan opintojaksot ... 260
4.4 LUT Mafy ... 314
Teknillinen fysiikka ja matematiikka ... 314
4.4.1 Technomathematics (Sovellettu matematiikka) ... 315
4.4.2 Technical Physics (Teknillinen fysiikka) ... 316
4.4.3 Master's Degree Programme in Technomathematics and Technical Physics ... 317
Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille ... 318
Matematiikan ja fysiikan opintojaksot ... 321

5. MUUT SIVUAINEKOKONAISUUDET ... 362

6. OPISKELU JA TYÖHARJOITTELU ULKOMAILLA JA MUITA OPISKELUMAHDOLLISUUKSIA ... 365
Kansainvälinen opiskelijavaihto ... 365
Kansainvälinen työharjoittelu ... 365
LUT:n International Business and Technology Management (IBTM) -ohjelma ... 365
JOO-sopimukseen perustuvat opinnot ... 365
Verkostoyliopistot ja joustavan opiskelun tietopalvelu ... 366

7. OPINNÄYTEOHJEET ... 368



RATKAISEMME YHDESSÄ GLOBAALEJA HAASTEITA

Vihreä energia. Kansainvälinen talouskriisi. Puhtaan veden riittävyys. Ilmastonmuutos. Kestävä kilpailukyky.

Nämä haasteet ovat globaaleja teemoja. Niiden ratkaiseminen edellyttää tekniikan ja talouden asiantuntemusta. Tieteellisellä tutkimuksella ja akateemisella koulutuksella me Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa (Lappeenranta University of Technology, LUT) tuotamme ratkaisuja ja ratkaisijoita näihin haasteisiin. Sinä olet yksi tulevaisuuden haasteiden ratkaisijoista.

LUT:n toiminnan painopistealueet ovat vihreä energia ja teknologia, kestävän kilpailukyvyn luominen sekä toimiminen kansainvälisenä Venäjä-yhteyksien rakentajana. Nämä vahvuutemme varmistavat, että yliopistostamme valmistuvilla diplomi-insinööreillä ja kauppatieteiden maistereilla sekä näiden alojen tohtoreilla on monipuoliset eväät ratkaista yhteiskunnan tulevan kehityksen kannalta tärkeitä haasteita.

LUT:n vahvuus on strategisen ketteryyden lisäksi tapamme toimia yhdessä. Teknillinen tiedekunta, tuotantotalouden tiedekunta ja kauppatieteellinen tiedekunta yhdistävät tekniikan ja talouden opit opetuksessa ja tutkimuksessa. Hyödynnä sinäkin ennakkoluulottomasti LUT:n tarjoama mahdollisuus tieteenalojen rajojen ylittämiseen.

Lähes 70 kansallisuuden tiedeyhteisömme koostuu 6500 opiskelijasta ja asiantuntijasta, joita yhdistää avarakatseinen rajojen ylittäminen ja ratkaisukeskeisyys. Olemme ylpeitä saadessamme tehdä työtä sinunkin kanssasi

YLIOPISTON LUKUVUOSI 2013-2014

Lukuvuoden 2013-2014 opetus- ja kuulustelukaudet

SYYSLUKUKAUSI 2013

Opetusperiodit

1. periodi	26.8.-11.10.2013
2. periodi	21.10.-5.12.2013

Intensiiviviikot (myös kuulusteluvko)

viikko 42	14.-18.10.2013
viikot 50 ja 51	9.-20.12.2013

Kuulusteluviikot

viikko 42	14.-18.10.2013
viikko 50 ja 51	9.-20.12.2013

Lauantaitenttipäivä 16.11.2013

KEVÄTLUKUKAUSI 2014

Opetusperiodit

3. periodi	7.1.-21.2.2014
4. periodi	3.3.-25.4.2014

(ei opetusta/kuulusteluja 15.-17.4.2014)

Intensiiviviikot (myös kuulusteluvko)

viikko 9	24.2.-28.2.2014
viikot 19, 20 ja 21	5.5.-23.5.2014

Kuulusteluviikot

viikko 9	24.2.-28.2.2014
viikot 18, 19, 20 ja 21	28.4.-23.5.2014

Lauantaitenttipäivä 15.3.2014

Opetusperiodien aikana kuulustelujärjestyksen mukaisia kuulusteluja voidaan järjestää maanantaina, tiistaina, keskiviikkona ja torstaina klo 16:15-19:15 (neljän tunnin tentit klo 16:15-20:15, viiden tunnin tentit klo 15:15-20:15).

Kuulusteluviikoilla kuulustelujärjestyksen mukaisia kuulusteluja järjestetään maanantaista perjantaihin

klo 8:30-11:30
klo 12:00-16:00 aikavälillä kielikeskuksen kuulusteluja
klo 16:15-19:15 (neljän tunnin tentit klo 16:15-20:15, viiden tunnin tentit klo 15:15-20:15)

***Pääsiäisviikolla 15.-17.4.2014 (tiistai, keskiviikko ja torstai) ei järjestetä opetusta eikä kuulusteluja.**

Lauantaipäivinä 16.11.2013 ja 15.3.2014 järjestetään mahdollisesti kuulusteluja, myöhemmin erikseen tehtävien päätösten mukaisesti.

Kuulustelujärjestys ja **lukujärjestykset** julkaistaan Uni-portaalissa.

1. OPISKELU LAPPEENRANNAN TEKNILLISELLÄ YLIOPISTOLLA

Opinto-oppaat

Lappeenrannan teknillisen yliopiston opinto-oppaisiin on koottu tiedot kandidaatin ja diplomi-insinöörin/kauppatieteiden maisterin tutkintoihin kuuluvista opinnoista. Teknillisen tiedekunnan opinto-opas sisältää tiedot energiatekniikan, kemiantekniikan, konetekniikan, sähkötekniikan, ympäristötekniikan sekä teknillisen fysiikan ja matematiikan tutkinnoista ja opintojaksoista. Tuotantotalouden tiedekunnan opinto-oppaasta löytyvät tiedot tuotantotalouden ja tietotekniikan opinnoista ja kauppatieteiden opinto-oppaassa esitellään kauppatieteiden opinnot.

Oppaisiin on koottu tutkinto-ohjelmien tutkintorakenteet, opetussuunnitelmat, opintojaksot ja muiden koulutusohjelmien opiskelijoille tarjottavat sivuaineet. Lisäksi esitellään keskeisimpiä opiskeluun liittyviä ohjeita ja käytännön asioita. Huolellinen perehtyminen opinto-oppaisiin antaa vastauksen moniin yleisiin, opintoihin liittyviin kysymyksiin.

Kieliopinnoista kerrotaan Kielikeskuksen opinto-oppaassa. LUT:n englanninkielisten maisteriohjelmien opinnot ja englanninkieliset opintojaksot on koottu Study Guideen. Kaikki opinto-oppaat löytyvät yliopiston Uni-portaalista.

Opinto-oppaissa esitettyihin tietoihin tulee aina joitakin muutoksia lukuvuoden aikana. Muutoksista tiedotetaan Uni-portaalissa.

Uni-portaali

Uni-portaali on opiskelijoiden verkkopalvelu, joka kokoaa samaan osoitteeseen opiskeluun liittyvät tiedot, ohjeet ja tietojärjestelmät. Unin personoidulla etusivulla opiskelija näkee omat tietonsa esimerkiksi Moodlesta, Nopasta ja sähköpostista, ja sivulta pääsee suoraan siirtymään näihin järjestelmiin.

Unin Uutiset-osiossa tiedotetaan yleisesti opiskeluun ja opetukseen liittyvistä ajankohtaisista asioista, joten uutisia tulee seurata aktiivisesti. Opintojaksokohtaisista ajankohtaisasioista tiedotetaan Nopassa tai Moodlessa.

Opinnot ja palvelut –osio jakautuu koulutusohjelmakohtaisiin ja kaikille opiskelijoille yhteisiin sivustoihin. Yhteiset opintopalvelut –otsikon alta löytyvät yleiset ja kaikille yhteiset opiskeluun liittyvät tiedot, kuten kuulusteluihin, lukujärjestyksiin, kieliopintoihin, vaihto-opiskeluun ja valmistumiseen liittyvät asiat. Koulutusohjelmakohtaisilta sivustoilta löytyvät ohjelmakohtaiset ohjeet ja opiskeluun ja tutkintojen suorittamiseen liittyvät tiedot.

Tutustu Uniin osoitteessa uni.lut.fi.

Opinto-oikeus ja lukuvuosi-ilmoittautuminen

LUT:n tutkinto-opiskelijoiden on vuosittain ilmoittauduttava yliopistoon joko läsnä olevaksi tai poissaolevaksi lukukausikohtaisesti. Jokaisen, joka aikoo osallistua luentoihin, harjoituksiin, kuulusteluihin tai muuhun opetustapahtumaan tai aikoo valmistua on ilmoittauduttava läsnä olevaksi sekä maksettava ylioppilaskunnan jäsenmaksu. Poissa olevaksi ilmoittautunut ei voi seurata opetusta, osallistua kuulusteluihin eikä valmistua.

Ilmoittautumisaika lukuvuodelle 2013-2014 on 1.6. – 19.8.2013. Myöhästyneestä lukuvuosi-ilmoittautumisesta peritään uudelleenkirjautumismaksu. **Ylioppilaskunnan jäsenmaksu on pakollinen kaikille läsnä olevaksi ilmoittautuville perustutkinto-opiskelijoille.** Opintojaksoille ja kuulusteluihin ei voi ilmoittautua ennen kuin on hoitanut lukuvuosi-ilmoittautumisen ja maksanut ylioppilaskunnan jäsenmaksun. Opiskelija, joka ei ole ilmoittautunut määräaikaan mennessä, merkitään opiskelijarekisterissä kirjoiltapoistetuksi.

Tutkintojen suorittamiseen käytettävissä olevaa opiskeluaikaa on yliopistolain mukaan yhteensä 7 vuotta, kun opiskelija on valittu suorittamaan sekä tekniikan kandidaatin tutkinto (180 op) että diplomi-insinöörin tutkinto (120 op). Pelkästään diplomi-insinöörin tutkintoa (120 op) suorittamaan valituilla on oikeus suorittaa tutkinto 4 vuodessa. Jos edellä mainittuihin opiskeluvuosiin sisältyy lukukausia, jolloin on ilmoittautunut poissa olevaksi, pidentää se opintoaikaa poissaololukukausien määrällä (enintään kuitenkin 2 lukuvuotta). *Opiskeluoikeuden keston rajaus ei koske opiskelijoita, jotka ovat saaneet tutkinnonsuoritusoikeuden ennen 1.8.2005.*

Lisätietoja lukuvuosi-ilmoittautumisesta ja opinto-oikeuden kestosta saa opintotoimistosta ja yliopiston Uni-portaalista.

WebOodi

WebOodi on LUT:n opiskelijoiden käyttöliittymä opetustapahtumiin ilmoittautumiseen (esim. kurssit, kuulustelut ja välikokeet), lukuvuosi-ilmoittautumiseen, omien yhteystietojen muuttamiseen opiskelijarekisterissä sekä omien opintosuoritustietojen seuraamiseen. WebOodista voi myös tilata epävirallisen opintosuoritusotteen suoraan omaan sähköpostiin. Lisäksi WebOodissa on sähköinen hops-työkalu, joka on käytössä useimmilla LUT:n eri opiskelijaryhmillä opintojen suunnittelun apuvälineenä.

WebOodi on opiskelijan ensisijainen ilmoittautumiskanava. Jos jostain poikkeuksellisesta syystä ei pääse ilmoittautumaan WebOodilla, voi ilmoittautumisaikojen puitteissa ilmoittautua opintotoimiston asiakaspalvelun kautta lähettämällä sähköpostia osoitteeseen opinto(at)lut.fi. Tarvittaessa ilmoittautuminen onnistuu myös puhelimitse tai käymällä henkilökohtaisesti opintotoimiston asiakaspalvelussa.

Opiskelijan on pidettävä opiskelijarekisterissä olevat omat yhteystietonsa ajan tasalla. Yhteystiedot (mm. osoite- ja kotikuntatiedot, sähköpostiosoite ja puhelinnumerot) tulee itse päivittää WebOodissa. Jos WebOodin käyttö ei ole mahdollista, ilmoita muutoksista opintotoimistoon.

WebOodin osoite on https://weboodi.lut.fi/oodi/ ja kätevimmin sinne pääsee suoraan Uni-portaalista.

Ilmoittautuminen kursseille

Opintojaksojen opetusajat ja –paikat löytyvät lukujärjestyksestä yliopiston Uni-portaalista.

Opintojakson suorittamista varten on ilmoittauduttava kurssille ennen sen alkua. Kurssille pitää ilmoittautua vuosittain, mikäli aikoo osallistua luennoille tai muuhun vastaavaan opetustapahtumaan tai jos aikoo osallistua opintojaksoon kuuluviin harjoituksiin. Rästikuulusteluun osallistuvat ilmoittautuvat vain kuulusteluun.

Kursseille ilmoittaudutaan WebOodin kautta.

Ilmoittautuminen syyslukukauden 2013 kursseille alkaa 1.8.2013 ja ilmoittautuminen kevätlukukauden 2014 kursseille alkaa 1.12.2013. Ilmoittautumisajat päättyvät periodikohtaisesti:

1. periodilla alkaville kursseille ilmoittautuminen päättyy	La 24.8.2013 klo 20.00
2. periodilla alkaville kursseille ilmoittautuminen päättyy	Ma 14.10.2013 klo 23.59
3. periodilla alkaville kursseille ilmoittautuminen päättyy	To 2.1.2014 klo 23.59
4. periodilla alkaville kursseille ilmoittautuminen päättyy	Ma 24.2.2014 klo 23.59

Syyslukukauden luennot ja muu opetus alkavat maanantaina 26.8.2013 ja kevätlukukauden opetus alkaa tiistaina 7.1.2014.

Kursseille ilmoittautuminen ei ole samalla kuulusteluilmoittautuminen, vaan tentteihin ja välikokeisiin on ilmoittauduttava erikseen.

Ilmoittautuminen kuulusteluihin ja välikokeisiin

Kuulustelujen (eli tenttien, välikokeiden ja kielikeskuksen kuulustelujen) ajankohdat löytyvät kuulustelujärjestyksestä yliopiston Uni-portaalista. Kuulusteluihin ilmoittaudutaan WebOodilla.

Ilmoittautumisaika kuhunkin kuulusteluun alkaa kuulustelukohtaisesti 4 viikkoa ennen kyseistä kuulustelupäivää ja päättyy viikkoa ennen kuulustelupäivää.

Opiskelijalla on käytettävissään kaksi kuulustelukertaa kustakin opintojaksosta. Jos opiskelija ei ole läpäissyt kuulustelua kahdella yrityskerralla, on hänen anottava opettajalta lisätenttikertaa. Jokainen ilmoittautuminen saman opintojakson kuulusteluun (samalla opintojaksonumerolla, eli opintojakso ei ole muuttunut) lasketaan tenttikertoihin mukaan, riippumatta siitä, minä lukuvuonna kuulusteluun osallistuu tai onko käynyt kurssia uudestaan. Ohjeet ja lomake lisätenttikerran anomiseen löytyvät Uni-portaalista.

Mikäli opiskelija on ilmoittautunut kuulusteluun, mutta ei pääsekään osallistumaan, on ilmoittautuminen peruttava WebOodin kautta viimeistään 2 työpäivää ennen tenttiä. Kuulusteluilmoittautumisen peruminen on erittäin tärkeää, koska ilmoittautuminen katsotaan yhdeksi tenttikerraksi! Mikäli opiskelija sairastuu äkillisesti perumisajan päättymisen jälkeen ja on estynyt saapumasta kuulusteluun ja opiskelija haluaa kyseisen tenttikerran uudelleen käyttöönsä, tulee hänen toimittaa lääkärin/terveydenhoitajan todistus opintotoimistoon.

Tenttipäivä	**Viimeinen ilmoittautumispäivä**	**Viimeinen perumispäivä**
Maanantai	Tenttiä edeltävän viikon maanantai	Tenttiä edeltävän viikon torstai
Tiistai	Tenttiä edeltävän viikon tiistai	Tenttiä edeltävän viikon perjantai
Keskiviikko	Tenttiä edeltävän viikon keskiviikko	Tenttiviikon maanantai
Torstai	Tenttiä edeltävän viikon torstai	Tenttiviikon tiistai
Perjantai	Tenttiä edeltävän viikon perjantai	Tenttiviikon keskiviikko

Kuulustelujärjestyksen mukaisissa kuulustelutilaisuuksissa voi osallistua vain yhteen kuulusteluun kerrallaan jokaisen kuulustelutilaisuuden aikana. Erityistapauksissa opiskelijalle voidaan perustelluista syistä antaa mahdollisuus tehdä kaksi tenttiä samalla kerralla. Tämä edellyttää opiskelijan yhteydenottoa opintotoimistoon vähintään viikkoa ennen tenttipäivää ja että erityisehdot täyttyvät. Lisätietoja saa opintotoimistosta.

Noppa ja Moodle

Opintoportaali Noppa on LUT:n opiskelijoiden ja opettajien työkalu opintojaksokohtaiseen työskentelyyn. Noppa koostuu opintojaksojen www-sivustoista, jotka sisältävät mm. opintojaksojen kuvaustiedot, aikataulut, opintomateriaalit, tiedot harjoitustöistä ja tenteistä, opintojaksojen uutiset sekä tulokset. Noppa löytyy osoitteesta noppa.lut.fi ja Uni-portaalista.

Moodle on LUT:n opetuksessa ja opiskelussa käytettävä verkko-oppimisalusta, jota käytetään useissa opintojaksoissa osana opetusta. Moodle löytyy osoitteesta moodle.lut.fi ja Uni-portaalista.

Opintosuoritusten arvostelu

Opintosuoritukset arvostellaan joko käyttämällä arvosteluasteikkoa kiitettävä (5), erittäin hyvä (4), hyvä (3), erittäin tyydyttävä (2), tyydyttävä (1) ja hylätty (0) tai käyttämällä arvosteluasteikkoa hyväksytty – hylätty. Tutkintoasetuksen edellyttämä toisen kotimaisen kielen taito arvostellaan arvosanoilla hyvä (H) ja tyydyttävä (T). Suullinen ja kirjallinen taito arvostellaan erikseen.

Opintojaksojen suoritus- ja arviointitavat ilmoitetaan opinto-oppaan opintojaksokuvauksissa. Opintojaksojen osasuoritukset ovat kaikissa LUT:n koulutusohjelmissa voimassa vähintään yhden vuoden opetuksen päättymisperiodista. Mikäli tiedekunta/koulutusohjelma on antanut osasuoritusten voimassaolosta tarkempia ohjeita, löytyvät ne opinto-oppaan koulutusohjelmakohtaisista osuuksista.

Opintosuorituksensa arvosteluun tyytymättömällä opiskelijalla on oikeus pyytää siihen kirjallisesti oikaisua arvostelun suorittaneelta opettajalta. Oikaisupyyntö on tehtävä 14 päivän kuluessa siitä

ajankohdasta, josta opiskelijalla on ollut tilaisuus saada arvostelun tulokset sekä arvosteluperusteiden soveltaminen omalta kohdaltaan tietoonsa. Oikaisupyynnön johdosta tehtyyn opettajan päätökseen tyytymättömällä opiskelijalla on oikeus tehdä oikaisupyyntö yliopiston tutkintolautakunnalle. Kirjallinen oikaisupyyntö tutkintolautakunnalle on toimitettava yliopiston kirjaamoon 14 päivän kuluessa siitä, kun opiskelija on saanut opettajan tekemästä päätöksestä tiedon. Tutkintolautakunnan antamaan päätökseen ei voi enää hakea muutosta.

Opintoja ja opiskelua koskevat säädökset

LUT on yliopistolaissa (558/2009) säännelty yliopisto.

Opetuksesta, opinnoista ja tutkinnoista on säädetty valtioneuvoston asetuksessa yliopistojen tutkinnoista (794/2004) ja LUT:n opetuksen ja opiskelun ohjeissa. Tutkintoasetus ja LUT:n opetuksen ja opiskelun ohjeet löytyvät Uni-portaalista.

LUT:n opetuksen ja opiskelun ohjeissa on määrätty tärkeimmät periaatteet, joiden mukaisesti LUT:ssa toimitaan opintoihin liittyvissä asioissa - eli kuinka järjestetään opetusta, opiskellaan ja suoritetaan tutkintoja. Ohjeet sisältävät oikeuksia ja velvoitteita niin opiskelijoille, opettajille kuin muillekin yliopiston toimijoille. Opetuksen ja opiskelun ohjeiden yhtenä tarkoituksena on taata kaikille opiskelijoille tasavertainen kohtelu opiskelijan oikeusturva toteutuen. Opiskelijan oikeuksien lisäksi ohjeet sisältävät luonnollisesti määräyksiä opiskelijan velvollisuuksista.

Säädökset ja seuraamukset vilppitapauksissa

LUT:ssa ei hyväksytä vilpillistä toimintaa opiskelussa. Vilppi (esim. lunttaaminen kuulustelutilaisuudessa tai plagiointi harjoitus-/opinnäytetöissä) johtaa opintosuorituksen hylkäämiseen ja lisäksi vilpistä voidaan kurinpidollisesti rangaista opiskelijaa. Vilpilliseksi toiminnaksi luetaan myös vilppiin avustaminen. Yliopistolaki ja LUT:n opetuksen ja opiskelun ohjeet sisältävät säädökset opiskelijan kurinpidosta.

Vilppiepäilyistä ja vilppihavainnoista ilmoitetaan yliopiston johdolle ja kaikki vilppitapaukset käsitellään. Ennen asian ratkaisemista hankitaan tarpeellinen selvitys sekä varataan opiskelijalle tilaisuus tulla asiassa kuulluksi. Mahdollinen kurinpitomenettely on käytännössä joko rehtorin päättämä opiskelijalle annettava kirjallinen varoitus tai asia viedään LUT:n hallituksen päätettäväksi ja opiskelija voidaan erottaa yliopistosta määräajaksi, enintään yhdeksi vuodeksi. Lisäksi vaihto-opiskelijoiden ja double degree -opiskelijoiden osalta asiasta voidaan ilmoittaa opiskelijan kotiyliopistoon.

Yliopistosta määräajaksi erottaminen tarkoittaa käytännössä opiskelijan merkitsemistä opiskelijarekisteriin kirjoilta poistetuksi eikä opiskelijalla ole sinä aikana minkäänlaista opinto-oikeutta LUT:ssa. Lisäksi opiskelijan atk-tunnukset suljetaan ja yliopiston kulkulupa poistetaan. Erottamisen ajalta ei voi saada opintotukea.

Koulutusohjelman ja yliopiston vaihto

Hakupalvelut hoitaa LUT:iin hakevien hakemuksia. Jos LUT:n opiskelija on hakeutumassa kokonaan toiseen yliopistoon, niin hänen tulee selvittää vaihtoa koskevat asiat kyseisen yliopiston kanssa.

LUT:n sisäisten tekniikan koulutusohjelmavaihtojen valintaperusteet ja hakulomake löytyy yliopiston Uni-portaalista.

Opiskelijalla voi olla LUT:ssa samanaikaisesti voimassa yksi tekniikan alan ja yksi kauppatieteiden alan tutkinnon opiskeluoikeus.

Tutkintotodistukset

Tekniikan kandidaatin tutkinnosta (180 op) ja diplomi-insinöörin tutkinnosta (120 op) annetaan erilliset tutkintotodistukset.

Tutkintotodistuksiin merkitään mm. tutkintonimike, koulutusohjelma, pää- ja sivuaineet sekä opinnäytetyön nimi ja arvosana.

Koko tutkinnosta annetaan yleisarvosana, joka määräytyy kaikista tutkintoon kuuluvista, numeroilla arvioiduista LUT:ssa suoritetuista opintojaksoista (lukuun ottamatta opinnäytetyötä) niiden laajuuksilla painotettuna keskiarvona. Yleisarvosana tekniikan kandidaatin tutkinnosta annetaan kuitenkin vain silloin kun tutkintoon sisältyy LUT:ssa suoritettuja, arvosteluasteikolla 1-5 arvioituja opintojaksoja vähintään 80 op (ei sisällä kandidaatintyötä). Vastaavasti yleisarvosana annetaan diplomi-insinöörin tutkinnosta kun vähintään 40 op (ei sisällä diplomityötä) tutkintoon sisältyvistä opintojaksoista on suoritettu LUT:ssa arvosteluasteikolla 1-5 arvioituna. Yleisarvosanat määräytyvät seuraavasti:

Keskiarvo	**Arvosana**
1,00 - 1,49	Tyydyttävä
1,50 - 2,49	Erittäin tyydyttävä
2,50 - 3,49	Hyvä
3,50 - 4,49	Erittäin hyvä
4,50 - 5,00	Kiitettävä

Tutkintotodistukseen kuuluu suomen- ja englanninkielinen opintosuoritusote, joissa näkyvät kaikki tutkintoa varten suoritetut opinnot ja niiden arvosanat. Opintosuoritusotteissa näkyy myös pää- ja sivuaineista annetut yleisarvosanat, jotka määräytyvät kaikista pää- tai sivuaineeseen kuuluvista, numeroilla arvioiduista LUT:ssa suoritetuista opintojaksoista niiden laajuuksilla painotettuna keskiarvona, yllä olevan taulukon mukaisesti.

Todistukseen merkitään koulusivistyskieleltään suomen- tai ruotsinkielisille opiskelijoille koulusivistyksen ja kypsyysnäytteen kieli sekä toisen kotimaisen kielen taito.

Kandidaatin (180 op) tutkintotodistukseen saa erityismaininnan tutkinnon suorittamisesta ”oivallisesti” jos tutkinnon keskiarvo on vähintään 4.00. Lisäksi edellyttäen, että hyväksi luettuja opintoja on enintään 10 op. Kansainvälisessä opiskelijavaihdossa suoritettuja opintoja ei lasketa mukaan edellä mainittuun hyväksi luettujen opintojen määrään.

Diplomi-insinöörin (120 op) tutkintotodistukseen saa erityismaininnan tutkinnon suorittamisesta ”oivallisesti” jos tutkinnon yleisarvosana on vähintään 4 ja diplomityön arvosana 5. Lisäksi edellytetään, että opiskelija on suorittanut vähintään 40 op LUT:ssa asteikolla 1-5 arvioituja opintojaksoja.

Oivallisesti tutkintonsa suorittaneet saavat LUT:n stipendin.

Tutkintotodistuksen liitteenä annetaan englanninkielinen tutkintotodistuksen liite Diploma Supplement. Mahdollisista opiskelijan suorittamista täydentävistä opinnoista annetaan tutkintotodistuksen yhteydessä erillinen liite. Lisäksi valmistuva saa pyydettäessä erillisen opintosuoritusotteen mahdollisista tutkintoon kuulumattomista LUT:ssa suoritetuista muista opintojaksoista.

Tutkintotodistusta on anottava. Lomakkeet löytyvät Uni-portaalista.

Täydennyskoulutus

LUT Executive and Professional Education tarjoaa mahdollisuuden jatkuvaan tutkinnon jälkeiseen ammattitaidon ylläpitämiseen ja kehittämiseen LUT:n eri osaamisaloilla. Palvelumuotoina ovat johdon ja asiantuntijoiden ohjelmat, henkilökohtaiset kehittymissuunnitelmat sekä yrityskohtaiset koulutukset. Työn ohessa opiskeltavaksi suunniteltu koulutus on yleensä opintopistemitoitettua, maksullista ja tapauskohtaisesti hyödynnettävissä LUT:n tutkinnoissa.

Esimerkkejä johdon ja asiantuntijoiden ohjelmista:

- LUT eMBA
- KATI - Johtamisen täydennyskoulutusohjelma
- IWE/IWT - Kansainvälinen hitsauskoordinoijan pätevöityskoulutus

- Hankintatoimen johtaminen
- Tietojohtamisen asiantuntijaohjelma
- Robottihitsauksen asiantuntijakoulutus

Johdon ja asiantuntijoiden koulutustarjonta kokonaisuudessaan löytyy osoitteesta www.lut.fi/executive. Lisätietoja saat myös asiakkuuspäällikkö Sari Valkeapäältä sari.valkeapaa(at)lut.fi tai 040 535 1935.

JOO-opinnot

Valtakunnalliseen JOO-sopimukseen perustuen muiden yliopistojen perus- ja jatkotutkinto-opiskelijat voivat anoa opinto-oikeutta suorittaa yksittäisiä opintojaksoja tai opintokokonaisuuksia LUT:ssa. JOO-opinto-oikeuden myöntö edellyttää aina ensin puoltoa omalta kotiyliopistolta.

Muiden yliopistojen opiskelijat voivat anoa JOO-opinto-oikeutta LUT:n opinto-oppaista löytyviin opintojaksoihin ja opintokokonaisuuksiin. Hakijan tulee kuitenkin täyttää opintojen mahdolliset esitietovaatimukset. Joillakin opintojaksoilla saattaa olla myös rajoituksia osallistujamäärissä, jolloin LUT:n perusopiskelijoilla on ensisijainen oikeus päästä kursseille.

LUT:n JOO-opintoihin haetaan valtakunnallisen sähköisen hakujärjestelmän kautta. Lisätietoja löytyy osoitteesta www.joopas.fi ja lisätietoja saa myös LUT:n hakupalveluista.

LUT:n omien opiskelijoiden mahdollisuudesta suorittaa JOO-opintoja muissa yliopistoissa kerrotaan tämän oppaan loppuosassa.

Avoin yliopisto-opetus

Muidenkin kuin LUT:n tutkinto-opiskelijoiden ja JOO-opiskelijoiden on mahdollista suorittaa LUT:n opintojaksoja ja opintokokonaisuuksia. Näihin opintoihin haetaan avoimen yliopiston kautta.

Avoin yliopisto-opetus on pohjakoulutuksesta riippumatta kaikille avointa LUT:n tutkintovaatimusten mukaista koulutusta ja sisällytettävissä LUT:n tutkintoon. Koulutus toteutetaan joko intensiivikursseina, ilta- ja viikonloppuopetuksena tai yliopiston perusopetukseen integroituna opetuksena.

Perusopetukseen integroidulla avoimen yliopiston tarjonnalla tarkoitetaan kaikille avointa LUT:n tutkinto-opiskelijoiden lukujärjestyksen mukaista opetusta, jolloin opetusryhmä koostuu pääosin LUT:n tutkinto-opiskelijoista ja on yleensä päiväopetusta. Tämän opinto-oppaan opintojaksokuvauksista löytyy kullekin yksittäiselle opintojaksolle varatut avoimen yliopiston opiskelijapaikkakiintiöt. Opintojaksoille haetaan avoimen yliopiston Internet-sivujen kautta.

Avoimen yliopiston intensiivikurssit tarjoavat myös LUT:n tutkinto-opiskelijoille lisämahdollisuuksia ja joustoa opintojen suorittamiseen.

Avoimen yliopiston ns. väyläopinnot suorittamalla on myös mahdollista hakea tutkinto-opiskelijaksi yliopistoon. Lisätietoa väyläopinnoista saa avoimen yliopiston toimistosta ja Internet-sivuilta.

Avoimen yliopiston ohjelmaan voi tutustua osoitteessa www.lut.fi/avoinyliopisto Lisätietoja avoimen yliopiston toimistosta sähköpostitse avoinyliopisto(at)lut.fi tai puh. 040 783 1963 ja 040 766 1710.

2. OPINTONEUVONTA JA OPISKELIJOIDEN TUKIPALVELUT

Moniin yleisimpiin opintoja koskeviin kysymyksiin löytyy lisätietoja tästä oppaasta ja yliopiston Uni-portaalista. Uusille opiskelijoille järjestetään lukuvuoden alussa infopäivät, jolloin opiskelijatuutorit opastavat fukseja opintojen alkuun liittyvissä käytännön asioissa. Yliopiston opettajat ovat luonnollisesti omien oppiaineidensa ja opintojaksojensa parhaita asiantuntijoita ja neuvovat niihin liittyvissä kysymyksissä.

Tiedekuntien opintopalvelut ja opintoneuvonta

Tiedekuntien opintopalveluissa opastetaan kaikissa opintohallinnollissa asioissa, olit sitten fuksi, tohtoriopiskelija tai henkilökunnan jäsen. Tiedekuntien opintopalveluissa neuvontaa antavat tiedekunnan opintopäällikkö/vastaava opintosuunnittelija, koulutusohjelmille nimetyt opintosuunnittelijat, opintosihteerit ja opintoneuvojat/tuutorointivastaavat.

Opintosuunnittelijat ovat tutkinto-ohjelmakohtaisten opintoasioiden asiantuntijoita ja neuvovat esim. tutkintojen rakenteisiin ja erilaisiin anomuksiin liittyvissä asioissa. Lisäksi opintoneuvontaa antavat opintoneuvojat/tuutorointivastaavat, jotka ovat itsekin kyseisen alan opiskelijoita ja auttavat opiskelijoita opintoihin liittyvissä käytännön asioissa.

Opintojen ohjausta antavat myös opettajatuutorit.

Tiedekuntasi opintopalvelujen henkilökunnan ja opettajatuutoreiden yhteystiedot löytyvät Uni-portaalista oman koulutusohjelman sivustoilta, kohdasta opintojen ohjaus.

Kielikeskus

Kielikeskuksessa opintoneuvontaa ja opintojen ohjausta antavat opintoneuvoja, opintosihteeri, opettajatuutori ja kielikeskuksen esimies. Heidän puoleensa voit kääntyä esimerkiksi opintojaksoille ilmoittautumiseen, kielten ja viestinnän lukujärjestykseen, kielten ja vieraiden kielten opintojen hyväksilukuun sekä kieli- ja viestintäopintojen suunnitteluun liittyvissä kysymyksissä. Kieli- ja opintojaksokohtaisiin kysymyksiin osaavat parhaiten vastata kunkin kielen ja opintojakson opettajat.

Kielikeskuksen henkilökunnan yhteystiedot ja vastaanottoajat löytyvät yliopiston Uni-portaalista.

Opintotoimisto

Opintotoimiston asiakaspalvelutoimistossa palvellaan ilmoittautumisiin liittyvissä asioissa (lukuvuosi-ilmoittautuminen, opintojaksoille ja kuulusteluihin ilmoittautumiset) ja sieltä saat opiskelutodistukset (läsnäolotodistukset), matka-alennustodistukset ja viralliset opintosuoritusotteet. Opintotoimistoon kannattaa ottaa yhteyttä myös silloin, jos on jotain kysyttävää esim. opinto-oikeuteen tai opintosuoritusten rekisteröintiin liittyvissä asioissa. Opintotoimiston löydät yliopiston päärakennuksesta, 1. kerroksesta.

Opintotoimiston asiakaspalvelutoimiston ovet ovat avoinna henkilökohtaista käyntiä varten pääsääntöisesti maanantaista torstaihin klo 12.00 - 15.00 ja perjantaisin klo 12.00 - 14.00. Puhelimitse voi hoitaa asioita muinakin aikoina. Puhelinnumerot ovat 029 446 3040 ja 029 446 3041 sähköpostiosoite on opinto(at)lut.fi.

Opintotukipalvelut
Yliopiston opintotukipalveluissa ratkaistaan LUT:n opiskelijoiden opintotukihakemukset ja neuvotaan kaikissa opintotukiasioissa. Opintotukipalvelut sijaitsee opintotoimiston käytävällä, päärakennuksen 1. kerroksessa, huoneissa 5122 ja 5121. Puhelinnumerot ovat 029 446 3037 ja 029 446 3032 ja sähköpostiosoite on opintotuki(at)lut.fi.

Tietoa opintotuesta saa myös osoitteesta www.kela.fi ja yliopiston Uni-portaalista.

Kansainväliset palvelut

Kansainväliset palvelut neuvoo opiskelijoita kansainväliseen opiskelijavaihtoon liittyvissä asioissa - niin lähtevien kuin saapuvienkin opiskelijoiden kohdalla. LUT suosittelee opiskelijoilleen vähintään lukukauden mittaista vaihto-opiskelujaksoa ulkomaisessa yliopistossa. Laajan ja kattavan yhteistyöverkoston ansiosta vaihtokohteita on runsaasti tarjolla eri puolilla maailmaa. Tule tutustumaan vaihto-opiskelumahdollisuuksiin yliopiston Kansainvälisiin palveluihin. Kansainvälisistä opiskelumahdollisuuksista kerrotaan lisää tämän oppaan loppuosassa.

Kansainväliset palvelut tarjoaa myös erilaisia tukipalveluja harjoittelijavaihtoon lähteville sekä saapuville opiskelijoille. Kansainvälisten palvelujen kautta voit myös hakea mm. IAESTE – harjoitteluun. KV-harjoittelun kattavan tietopaketin löydät Uni-portaalista.

Kansainväliset palvelut koordinoi myös **International Business and Technology Management** -ohjelmaa, jonka englanninkielisiä opintojaksoja voivat ulkomaalaisten vaihto-opiskelijoiden lisäksi suorittaa myös muut LUT:n opiskelijat. Opetusohjelmasta kerrotaan lisää Uni-portaalin englanninkielisillä sivuilla ja LUT:n englanninkielisessä Study Guidessa.

LUT:n Kansainväliset palvelut –yksikkö sijaitsee yliopiston päärakennuksessa, I-vaiheen 3. kerroksessa.

Urapalvelut

Urapalvelut neuvoo opiskelijoita työnhakuun ja työnhakudokumentteihin liittyvissä kysymyksissä. Työhön ja työnhakuun liittyvä kattavan tietopaketin löydä Uni-portaalista. Muistathan myös avoimet työpaikkailmoitukset Unissa! LUTassistant –palvelun tarkoituksena on tarjota opiskelijoille mahdollisuus ansaita taskurahaa.

Yliopisto tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden käyttää yritysrekisteriä, tietokonetta, puhelinta ja kopiokonetta tukemaan työnhakua. Työnhakupiste sijaitsee Kansainvälisissä palveluissa yliopiston päärakennuksessa, I-vaiheen 3. kerroksessa.

Lappeenrannan tiedekirjasto

Lappeenrannan tiedekirjasto on Etelä-Karjalan ainoa tieteellinen kirjasto. Se on kaikille avoin, julkinen kirjasto.Tiedekirjastolla on kaksi toimipistettä: Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) ja Saimaan ammattikorkeakoulun yhteisellä kampuksella Skinnarilassa ja Saimaan AMK:n tiloissa Imatran Linnalassa.
Kirjaston kokoelmien aihepiirit kattavat laajasti molempien kehysorganisaatioiden (LUT ja Saimaan AMK) opetus- ja tutkimusalat. Tarjolla on kirjallisuutta – kirjoja, lehtiä, sanomalehtiä jne. – niin painetussa kuin sähköisessäkin muodossa. Kirjasto toimii myös EU-tallekirjastona.
Lainaus, palautus ja varausten nouto toimivat kirjastossa itsepalveluna, mutta palvelupisteestä löytyy tarvittaessa apua ja neuvontaa. Lainassa oleviin teoksiin voi tehdä varauksia sähköisesti Wilma-aineistotietokantaan. Kirjaston aukioloaikojen ulkopuolella palautukset voi jättää Skinnarilassa kirjaston pääsisäänkäynnin vieressä olevaan palautusluukkuun.

Kirjaston käyttöä ja tiedonhakutaitoja opetellaan opintojen eri vaiheissa orientoivissa opinnoissa ja muun opiskelun yhteydessä. Henkilökohtaista tiedonhaun opastusta tarjotaan päivittäin päivystävän informaatikon vastaanotolla.

Materiaalia, jota ei löydy omasta kirjastosta, voi tilata kaukopalvelun kautta muista kirjastoista. Kaukopalvelu on maksullista palvelua.

Skinnarilan kampuskirjasto on avoinna lukukausien aikana ma – to klo 8.00 – 18.00, pe klo 8.00 – 15.30. Poikkeuksista ilmoitetaan kirjaston verkko- ja Facebook-sivuilla sekä tiedotteilla kirjastossa.

Kotisivu: www.lut.fi/kirjasto

Tykkää Lappeenrannan tiedekirjastosta Facebookissa, niin pysyt ajan tasalla siitä, mitä tapahtuu. Uutuuskirjoja löydät Pinterestistä ja Twitter-tilikin kirjastolta löytyy.

Origon palvelupiste

Origo tarjoaa opiskelijoille neuvontapalveluin tuetun työskentely- ja opiskeluympäristön. Origossa toimivat sekä Lappeenrannan tiedekirjasto että LUT:n opiskelijoiden Origon palvelupiste. Tilat on varustettu ajanmukaisin laittein ja ohjelmin esimerkiksi ryhmätyöskentelyä, verkko-opiskelua, sähköistä tenttimistä, tiedonhakua sekä harjoitustöiden ja opinnäytteiden tekemistä varten.

Origon palvelupisteen päivystäjään voi ottaa yhteyttä puhelimitse (040) 1590 777, sähköpostitse origo(at)lut.fi tai tulemalla paikan päälle 4. kerroksen palvelupisteeseen. Päivystäjältä opiskelijat saavat tieto- ja viestintätekniikan käytön tukea ja apua yliopiston sähköisten palvelujen käyttöön. Palvelupisteestä saa myös lainaksi erilaisia opiskelussa tarvittavia laitteita. Origon palvelupisteen päivystäjä huolehtii myös tenttiakvaarion toiminnasta. Lisätietoja löytyy Uni-portaalista.

Opintopsykologipalvelut

Opiskelu yliopistolla on hienoa aikaa, mutta toisinaan se voi olla myös hyvin stressaavaa. Yliopiston opintopsykologi pyrkii auttamaan haasteita kohtaavia opiskelijoita voittamaan nämä vaikeudet, jotka saattavat estää heitä hyötymästä kaikista yliopiston mahdollisuuksista. Opintopsykologi on tukemassa opiskelijan kehitystä ja kehittämässä koko yliopiston tasolla oppimiskeskeisempää opetuskulttuuria. Keskeisiä toimintamuotoja ovat opiskelijoiden yksilö- ja ryhmäohjaus ja monenlainen opetuksen kehittäminen. Opintopsykologi ohjaa ja tukee opiskelijoita mm. oppimiseen, motivaatioon, itsesäätelyyn, stressin hallintaan sekä opiskelukykyyn liittyvissä haasteissa.

Opintopsykologi Anne Savolaisen vastaanotto on huoneessa 7642, ja hänet tavoittaa mieluiten sähköpostilla opintopsykologi(at)lut.fi ja kiireellisissä tapauksissa puhelimitse 040 1433205. Tapaamisiin varataan aika sähköpostilla. Opintopsykologipalveluista löytyy lisätietoja yliopiston Uni-portaalista.

3. TEKNIIKAN ALAN TUTKINNOT LUT:SSA

LUT:ssa järjestetään teknistieteellistä koulutusta seuraavilla aloilla:

- energiatekniikka
- kemiantekniikka
- konetekniikka
- sähkötekniikka
- teknillinen fysiikka ja matematiikka
- tietotekniikka
- tuotantotalous
- ympäristötekniikka

Tekniikan alan tutkinnot:

Tutkinto		**Laajuus**	**Taso**
Tekniikan kandidaatti TkK	Bachelor of Science (Technology) B.Sc. (Tech.)	180 op (sis. kandidaatin työ)	Alempi korkeakoulu-tutkinto
Diplomi-insinööri DI	Master of Science (Technology) M.Sc. (Tech.)	120 op (sis. DI-työ)	Ylempi korkeakoulu-tutkinto
Tekniikan lisensiaatti TkL	Licentiate of Science (Technology) Lic.Sc. (Tech.)	40 op:n jatko-opinnot ja lisensiaatintutkimus	Tieteellinen jatkotutkinto
Tekniikan tohtori TkT	Doctor of Science (Technology) D.Sc. (Tech.)	40 op:n jatko-opinnot ja väitöskirja	Tieteellinen jatkotutkinto

Opintojen mitoitus

Opintojen laajuus ilmoitetaan opintopisteinä (op).

Opintojaksojen mitoituksessa yksi opintopiste vastaa keskimäärin opiskelijan 26 työtuntia. Opintojaksojen pisteytyksessä käytetään kokonaislukuja. Yhden lukuvuoden opintojen suorittamiseen vaaditaan työtä keskimäärin 1600 tuntia, joka vastaa 60 opintopistettä.

Pääaineet

Tekniikan kandidaatin tutkinnossa pääaineen opinnot ovat aine- ja/tai perusopintojen tasoisia. Diplomi-insinöörin tutkinnossa kaikki pääaineen opinnot ovat syventävän tasoisia.

Sivuaineet

Tekniikan kandidaatin tutkinnon sivuaineopinnot ovat laajuudeltaan vähintään 20 tai 30 op. Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelmissa sivuaine on vähintään 20 op. Tarkemmat tiedot sivuaineen laajuudesta ja valinnasta löytyvät tästä oppaasta kunkin tutkinto-ohjelman kohdalta.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS)

HOPS:ssa opiskelija esittää tutkinnon sisältämät opintojaksot ja niiden sijoittumisen tutkintorakenteeseen, opinto-oppaan tutkintorakenteiden sisältämän vapaavalintaisuuden rajoissa. Pakolliset opinnot on suoritettava opinto-oppaan mukaisesti. Tekniikan kandidaatin tutkinto suoritetaan ennen diplomi-insinöörin tutkintoa.

HOPS tehdään koko opiskeluajalle, ylemmän tutkinnon suorittamiseen asti. HOPSit tarkistetaan virallisesti kolmessa pisteessä opintojen aikana:

- ensimmäisen opintovuoden syksyllä
- kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (kandidaatin tutkintoa anottaessa)
- diplomityön aiheen anomisen yhteydessä

Lisätietoja ja HOPS-ohjeet: Uni-portaali, oman tiedekunnan opintoneuvonta.

Opintojen ja osaamisen hyväksiluku

Yliopisto- ja korkeakouluopinnot
Muissa kotimaisissa tai ulkomaisissa yliopistoissa tai korkeakouluissa suoritettuja opintoja voidaan hyväksilukea tutkintoon soveltuvin osin, yliopiston ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti. LUT:ssa diplomi-insinöörin tutkintoon voidaan sisällyttää yliopisto-opintoja. Kandidaatin tutkintoon voi anoa myös korkeakouluopintoja.

Muu osaaminen
Myös muulla tavoin kuin yliopistossa tai korkeakoulussa hankittua osaamista voidaan käyttää soveltuvin osin osana tutkintoa. Osaamisen arvioinnissa lähtökohtana on akateemiselle tutkinnolle ja tutkinnon opintojaksolle asetetut osaamistavoitteet. Opiskelija antaa osaamisesta näytön opintojakson vastuuopettajalle, joka myös päättää näyttötavasta.
Tarkempia tietoja hyväksiluvusta: Uni-portaali, oman tiedekunnan opintoneuvonta.

Työharjoittelu

Tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkintoihin voi kuulua yhteensä enintään 12 op työharjoittelua. Lisätietoja: tutkinto-ohjelman rakenne ja työharjoittelun opintojaksokuvaukset opinto-oppaassa, Uni-portaali.

Kypsyysnäytteet

Tekniikan kandidaatin tutkintoon vaaditaan kypsyysnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneisyyttä kandidaatintyön alaan sekä suomen tai ruotsin kielen taitoa. Kandidaatin tutkinnon kypsyysnäyte kirjoitetaan valvotussa tilaisuudessa ilman lähdeaineistoa.

Myös diplomi-insinöörin tutkintoon vaaditaan kypsyysnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä diplomityön alaan. Tarvittaessa tarkastetaan suomen tai ruotsin kielen taito, jollei opiskelija ole korkeakoulututkinnossa vaadittua ko. kielitaitoa aiemmin kypsyysnäytteessä osoittanut. Koulutusohjelma antaa ohjeet DI-tutkinnon kypsyysnäytteen suoritustavasta.

Kypsyysnäytteet arvostellaan arvosanoilla hyväksytty-hylätty.

Lisätietoja: Uni-portaali, ohjeet ja säännöt.

Kandidaatintyö

Kandidaatintyö on tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnäytetyö. Kandidaatintyö ja seminaari -opintojakso (10 op) kuuluu tutkinnon pääaineen pakollisiin opintoihin.

Opintojakson opettaja tai muu koulutusohjelman johtajan määräämä henkilö toimii kandidaatintyön tarkastajana. Työ arvostellaan arvosanoilla kiitettävä (5), erittäin hyvä (4), hyvä (3), erittäin tyydyttävä (2), tyydyttävä (1) ja hylätty (0).

Kandidaatintyö laaditaan yliopiston yleisten opinnäyteohjeiden mukaisesti soveltuvin osin. Ohjeet löytyvät tämän oppaan loppuosasta ja yliopiston Uni-portaalista. Tiedekunnat voivat antaa tiedekuntakohtaisia kandidaatintyön ohjeita, lisätietoja niistä saa Uni-portaalista koulutusohjelman sivuilta.

Diplomityö

Diplomityö on diplomi-insinöörin tutkinnon opinnäytetyö. Se sisältyy DI-tutkinnon pakollisiin pääaineopintoihin, ja työn laajuus on 30 op.

Kandidaatin tutkinnon tai mahdollisten täydentävien opintojen on oltava suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Tiedekunnan dekaani hyväksyy ja arvostelee diplomityön. Työ arvostellaan arvosanoilla kiitettävä (5), erittäin hyvä (4), hyvä (3), erittäin tyydyttävä (2), tyydyttävä (1) ja hylätty (0).

Opetuksesta vastaava vararehtori antaa yliopiston yhteiset, yleiset opinnäyteohjeet, joita sovelletaan diplomitöissä. Ohjeet löytyvät tämän oppaan loppuosasta ja Uni-portaalista. Tiedekunnat voivat antaa tiedekuntakohtaisia ohjeita, lisätietoja niistä saa Uni-portaalista koulutusohjelman sivuilta.

Täydentävät opinnot suoraan DI-tutkintoon hyväksytyille

Kun opiskelija on valittu suorittamaan pelkkää diplomi-insinöörin tutkintoa (120 op), koulutusohjelma voi hakijan aikaisemmasta koulutustaustasta riippuen vaatia täydentävien opintojen suorittamista. Täydentävät opinnot voivat olla enintään 60 op. Täydentävät opinnot eivät kuulu diplomi-insinöörin tutkintoon, vaan ne on suoritettava tutkintoon kuuluvien opintojen lisäksi.

Tohtoriopinnot

LUT tarjoaa hyvät mahdollisuudet tekniikan ja kauppatieteiden alojen tieteellisen jatkotutkinnon suorittamiseen. Jatkotutkintona voi suorittaa tekniikan lisensiaatin (TkL), tekniikan tohtorin (TkT), filosofian tohtorin (FT), kauppatieteiden lisensiaatin (KTL) tai kauppatieteiden tohtorin (KTT) tutkinnon.

Tohtorin tutkinnon laajuus vastaa neljän lukuvuoden ja lisensiaatin tutkinnon laajuus kahden lukuvuoden päätoimista opiskelua. Koulutus suunnitellaan ja järjestetään tutkimusalakohtaisesti. Opintojen laajuus teknistieteellisellä ja filosofian alalla on 40 opintopistettä ja kauppatieteellisellä alalla 60 op. Lisensiaatin tutkinnon suorittamiseksi on lisäksi laadittava lisensiaatintutkimus ja tohtorin tutkinnon suorittamiseksi on laadittava väitöskirja.

Kaikki LUT:n tohtorikoulutettavat kuuluvat LUT:n tutkijakouluun (LUT Graduate School), joka sisältää kaikki yliopiston tieteenalat kattavat tohtoriohjelmat yliopiston sisäisistä tohtoriohjelmista kansallisiin ja kansainvälisiin tohtoriohjelmiin. LUT:lla on myös ns. double doctoral degree-sopimuksia ulkomaisten yliopistojen kanssa.

Tohtorikoulutus LUT:ssa on ensimmäinen vaihe neliportaisella tutkijan urapolulla. Tavoitteena on valita tutkijanuralle ja muihin vaativiin asiantuntijatehtäviin soveltuvia kyvykkäitä, motivoituneita tohtoriopintoihin sekä tutkimustyöhön sitoutuneita opiskelijoita, joilla on riittäviä tutkimuksellisia valmiuksia.

Tohtoriopintoja voi suorittaa seuraavilla aloilla:

- energiatekniikka, fysiikka, kemiantekniikka, konetekniikka, matematiikka, sähkötekniikka ja ympäristötekniikka (teknillinen tiedekunta)
- tuotantotalous ja tietotekniikka (tuotantotalouden tiedekunta)
- kauppatieteet (kauppatieteellinen tiedekunta)
-

Tohtoriopintoja suunnittelevan hakijan tulee ensin ottaa yhteyttä aiotun tutkimusalan (pääaineen) professoriin eli mahdolliseen ohjaajaan, jonka kanssa neuvotellaan tohtorikoulutukseen liittyvistä perusasioista (esim. ohjaus, pääaine, rahoitus). Hakijan ja professorin neuvottelun perusteella laadittu jatko-opiskeluhakemus toimitetaan LUT tutkijakouluun.

Lisätietoja tohtoriopinnoista saa Uni-portaalista.

4. TEKNILLISEN TIEDEKUNNAN OPETUSSUUNNITELMAT JA OPINTOJAKSOT

4.1 LUT Energia

4.1.1 Energiatekniikka

Tavoitteet

Energiatekniikan opetus tarjoaa opiskelijalle mahdollisuuden saada valmiudet energiateknistä asiantuntemusta edellyttäviin tehtäviin yhteiskunnan eri toimintasektoreilla. Tavoitteena on, että opiskelija saa riittävät perustiedot eri voimalaitostyypeistä, niiden turvallisuudesta ja optimoinnista sekä oppii hallitsemaan myös energiaprosesseihin liittyvät komponentit. Yleisenä tavoitteena on energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys.

Ammatilliset tehtäväalueet

Energiatekniikka tarjoaa edellytykset tarkastella kaikkien energiamuotojen hyödyntämismahdollisuuksia eri käyttösektoreilla, kuten energian tuotannossa, rakennusten lämmityksessä, prosessiteollisuudessa, sähkötekniselläalalla ja liikennepalveluissa. Energia-alan kokonaisvaltainen tuntemus on tavaramerkki, jonka energiatekniikan koulutus haluaa antaa jokaiselle valmistuvalle diplomi-insinöörille.

Keskeisiä ammatillisia tavoitteita tekniikan kandidaatin tutkinnossa ovat:

- tuntea energian muuntoon, siirtoon, jakeluun ja käyttöön liittyvät matemaattiset ja teknistieteelliset perusteet sekä tärkeimmät sovellukset
- tuntea energiahuollon teknillisten ratkaisujen ympäristövaikutukset
- hallita tavallisimmat tehtävät energiatekniikan alalla ja kehittää tätä tehtäväaluetta sekä saada valmius diplomi-insinöörin tutkinnon opintoihin

Keskeisiä ammatillisia tavoitteita diplomi-insinöörin tutkinnossa ovat:

- tuntea kokonaiskuva energiahuollon teknillisten ratkaisujen vaikutuksista yhteiskuntaan ja ympäristöön
- tuntea yhteiskunnan energiahuollon taloudelliset perusteet
- hallita kotimarkkinateollisuuden, vientiteollisuuden, rakennusalan, valtion ja kunnan sektorien erityiskysymykset, joiden painotusalueena on ympäristö- ja energiateknologia
- teoriatuntemuksen ja käytännön tiedonhallintajärjestelmien yhteensovittaminen hallitsemalla ko. alueeseen liittyviä malleja ja menetelmiä
- kyky kehittää energiatekniikan osa-aluetta ja saada valmiudet tekniikan tohtoriopintoihin

Tutkintojen rakenteet

Energiatekniikassa suoritetaan ensin alempana korkeakoulututkintona kolmevuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto ja ylempänä korkeakoulututkintona kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto. Kandidaatin tutkintoon vaadittavien opintojen laajuus on 180 opintopistettä ja diplomi-insinöörin tutkinnon 120 opintopistettä.

Tutkinnot muodostuvat yleisopinnoista, pää- ja sivuaineopinnoista, harjoittelusta, valinnaisista opinnoista ja opinnäytetöistä.

TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP (1.–3. vuosi)	
A. Yleisopinnot yht. 102 op *Yleiset teknistieteelliset valmiudet 71 op* *Energiatekniikan yleiset valmiudet 31 op*	
B. Pääaine 40 op	C. Sivuaine 20 op (väh.)
D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)	
DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP (4.–5. vuosi)	
A. Yleisopinnot 20 op	
B. Pääaine 60 op (väh.)	C. Sivuaine 20 op (väh.)
D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)	

Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnot aloitetaan kaikille pakollisilla yleisopinnoilla. Yleisopinnot sisältävät mm. matematiikkaa, fysiikkaa, kieli- ja viestintäopintoja, harjoittelua sekä energiatekniikan opintojaksoja, jotka ovat pohjana pää- ja sivuaineopintojen suorittamiselle. Tutkintoon sisältyy myös valinnaisia opintoja. Kandidaatin tutkintoon kuuluu opinnäytetyö. Kandidaatintyö ja siihen liittyvä seminaari 10 opintopisteen laajuisena sisältyy pääaineopintoihin.

Tutkinnon osaamistavoitteet

- Energiatekniikan kandidaatin tutkinnon suoritettuaan opiskelija osaa:
- kuvata energiatekniikkaan liittyvät fysikaaliset perusilmiöt
- soveltaa lämpötekniikan perusyhtälöitä energiamuuntoon liittyvien prosessien tarkastelussa
- kuvata energiatekniikkaan liittyvien laitteiden (kattilat, turbiinit, kompressorit, puhaltimet, lämmönsiirtimet) rakenne ja toimintaperiaate
- laskea laitteiden toiminta-arvoja ja selittää laitteiden mitoitusperiaatteet
- kuvata eri energianmuuntoprosessien toimintaperiaatteet
- vertailla eri energianmuuntoprosessien soveltuvuutta käyttökohteisiin tekniseltä, taloudelliselta ja ympäristön kannalta
- hankkia tietoa eri lähteistä, arvioida lähteiden laatua ja luotettavuutta
- viestiä suullisesti ja kirjallisesti kansainvälisessä ympäristössä
- työskennellä projekteissa energiatekniikan osaajana

Pääaine

Kaikki energiatekniikan opiskelijat suorittavat tekniikan kandidaatin tutkinnon **Energiatekniikan** pääaineessa.

Energiatekniikka
Opiskelija saavuttaa energiatekniikan eli voimalaitostekniikan, poltto- ja prosessilaitetekniikan alojen teoreettiset ja käytännölliset perustiedot sekä omaksuu kokonaisnäkemyksen energian tuotantoprosesseista, menetelmistä ja laitteista. Opetuksen tavoitteena on tuottaa edellytykset syventyä diplomi-insinöörin tutkinnossa opiskelemaan energian tuotantoon, siirtoon ja käyttöön liittyvää tekniikkaa.

Sivuaine

Ympäristötekniikan tarjoamia tekniikan kandidaatin tutkinnon sivuaineita ovat **Ympäristötekniikka ja LVI-Talotekniikka. Tekniikan kandidaatin tutkinnon sivuaineen voi valita myös muiden koulutusohjelmien sivuaineista**. Energiatekniikan opiskelijoille suositellaan erityisesti sähkötekniikan ja konetekniikan sivuaineita. Teknillisen tiedekunnan koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet löytyvät kyseisen koulutusohjelman *Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille* –osuudesta. Muiden tiedekuntien tarjoamat sivuaineet löytyvät opinto-oppaan lopusta kohdasta *Muut sivuainekokonaisuudet.*

Ympäristötekniikka
Ympäristötekniikan kandidaatin tutkinnon sivuaine tarjoaa alan teoreettiset ja käytännön perustiedot ja –taidot painottuen energian tuotantoon ja käyttöön liittyvään tekniikkaan. Opinnot sisältävät alan tekniikan, johtamisen, juridiikan ja talouden perusteita. Sivuainekokonaisuus antaa valmiudet toimia energiantuotannon ja –käytön ympäristövaikutusten asiantuntemusta edellyttävissä työtehtävissä (esim. suunnittelu- ja kehitystehtävät).

LVI-Talotekniikka
LVI-talotekniikan sivuaine antaa opiskelijalle valmiudet LVI-järjestelmien suunnitteluun ja mitoitukseen siten, että rakennuksessa toteutuu käyttötarkoituksen mukaiset toiminnalliset olosuhteet. Opiskelija saavuttaa LVI-talotekniikan teoreettiset ja käytännön perustiedot sekä kyvyn tarkastella rakennusten energiakäyttöön, ympäristökuormitukseen sekä kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Sivuainekokonaisuus antaa valmiudet toimia LVI-tekniikan asiantuntemusta edellyttävissä työtehtävissä (esim. suunnittelu- ja kehitystehtävät).

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafyn opettajatuutorit antavat neuvoja soveltuvista matematiikan ja fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa koulutusohjelmassa.

Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:

- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa
- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista saa opinto-oppaan kohdasta ”Matematiikka ja fysiikka” sekä Mafyn opettajatuutoreilta: matematiikka: TkT Jouni Sampo, fysiikka: FK Jari Soininen

Kandidaatintyö ja seminaari (10 op)

Kandidaatintyö on tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnäytetyö. Työ on suppea tutkimus- tai suunnittelutehtävä, joka laajuudeltaan yhdessä seminaarin kanssa on 10 opintopistettä. Opiskelija tekee kandidaatintyön omana pääaineeseen liittyvänä opintojaksona ja työn ohjaa ja tarkastaa koulutusohjelman määräämä henkilö. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä työ itsenäisesti annettujen ohjeiden mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä suppean julkisen tutkielman. Kandidaatintyö arvostellaan arvosanoilla (0-5).

Lukuvuodesta 2012-2013 alkaen kandidaatintyön seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Tällöin opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on valmistuakseen kirjoitettava kypsyysnäyte. Kypsyysnäytteellä opiskelija osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Opiskelija kirjoittaa kypsyysnäytteen valvotusti ilman lähdeaineistoa Origon tenttiakvaariossa. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen tarkastavat kandidaatin tutkintoon kuuluvan opinnäytetyön ohjaaja LUT:ssa sekä yliopiston hyväksymä kielentarkastaja.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)lut.fi.

Energiatekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	102	op
B. Pääaine, sisältää kandidaatintyön	40	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	10 (väh.)	op
Opinnot yhteensä	180 (väh.)	op

A. Yleisopinnot

Yleiset teknistieteelliset valmiudet (71 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A0900	Energiatekniikan laboratoriotyöt	TkK 1	3-4	6
BK20A1901	Teknisen piirustuksen perusteet	TkK 1	1-2	2
BK80A0401	Lujuusopin perusteet	TkK 1	3	3
BK80A2100	Statiikan perusteet	TkK 1	1	3
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	TkK 1	1-2	3
BM20A0000	Matematiikka SäEnKeA1	TkK 1	1	3
BM20A0200	Matematiikka SäEnKeA2	TkK 1	1-2	5
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	TkK 1	3	3
BM20A0600	Matematiikka SäEnKeB2	TkK 1	3-4	2
BM20A0800	Matematiikka SäEnKeB3	TkK 1	4	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	TkK 2	1	3
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	TkK 2	2	3
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	TkK 1	4	4
BM30A0111(*	Fysiikka, osa 1: Lämpöoppi	TkK 1	1-2	5
BM30A0121(*	Fysiikka, osa 2: Aaltoliike ja valo-oppi	TkK 1	2-3	4
BM30A0131(*	Fysiikka, osa 3: Sähköoppi	TkK 1	3-4	5
BM30A0210(*	Fysiikka L, osa 1	TkK 1	1-2	5
BM30A0220(*	Fysiikka L, osa 2	TkK 1	2	2
BM30A0230(*	Fysiikka L, osa 3	TkK 1	3-4	5
BM30A0240(*	Fysiikka L, osa 4	TkK 1	4	2
CS31A0210	Yritystalouden perusteet	TkK 3	3	3
FV10A 4op	Kieliopinnot	TkK 1-3		4
FV13A0150 (**	Svenska för teknologer	TkK 1	1,2,3,4,5	2
FV13A1200(**	Teknisk svenska	TkK 2-3	1, 2, 3, 4	2
FV18A2800	Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä	TkK 2	1-2, 3-4	3
BH10A1400	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	TkK 1-3		2

*) Fysiikka ja Fysiikka L keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

**) Svenska för teknologer ja Teknisk svenska keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot. Svenska för teknologer tarkoitettu vain 1.vsk:n opiskelijoille, myöhemmin suoritetaan Teknisk svenska.

Energiatekniikan yleiset valmiudet (31 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A0001	Johdatus energiatekniikan opiskeluun	TkK 1	1-2	1
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH20A0700	Teknillisen termodynamiikan perusteet	TkK 2	2	2
BH20A0800	Teknillinen termodynamiikka	TkK 2	3-4	5

BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	TkK 1	3	2
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	TkK 3	1	3
BH40A0701	Energiatekniikan mittaukset	TkK 1	2	2
BH40A1400	Virtaustekniikka I	TkK 2	3	3
BH40A1450	Virtaustekniikka II	TkK 2	4	2
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	TkK 1	1	2
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	TkK 3	1	4
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	TkK 1	2	2

B. Pääaine

Energiatekniikka

Pakolliset opinnot (40 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A0201[*]	Energiatekniikan kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	3-4	10
BH20A0200	Termodynamiikan harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	TkK 2	2-4	3
BH20A0450	Lämmönsiirto	TkK 3	3-4	3
BH20A0500	Lämmönsiirron harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	TkK 3	1-4	3
BH30A0100	Ydinvoimatekniikan perusteet	TkK 2	3-4	3
BH40A0100	Uusiutuva energia	TkK 2	4	3
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	TkK 3	2	3
BH40A0401	Virtaus- ja lämpövoimakoneiden työkurssi	TkK 3	1-4	3
BH50A0500	Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	TkK 3	3	5
BH61A0200	Energiatalous	TkK 3	3-4	4

[*)] Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op, johon ilmoittaudutaan erikseen

C. Ympäristötekniikan sivuaineet energiatekniikan opiskelijoille

1. Ympäristötekniikka

Pakolliset opinnot (11 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	TkK 2	2	5
BH60A2600	Ilmastonmuutos	TkK 2	3 int.	3

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että yhteensä väh. 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A3400	Päästöjen ympäristövaikutukset	TkK 3	3-4	5
BH60A0901	Ympäristömittaukset	TkK 3	1	3
BH60A1800	Ympäristöoikeuden perusteet	TkK 2	4. int.	5

2. LVI-Talotekniikka

Pakolliset opinnot (20 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3
BH60A1200	Ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka	TkK 3	1-2	7
BH60A1300	Rakennusten LVI-tekniikka	TkK 2	3-4	7
BH60A1400	Rakennus ja ympäristö	TkK 1	3	3

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että tekniikan kandidaatin tutkinnon kokonaismäärä 180 opintopistettä täyttyy. Tekniikan kandidaatin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen

laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiempaan tutkintoon. Lisätietoja hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan diplomi-insinöörin tutkinto. Tutkintoon kuuluu kaikille pakollisia yleisopintoja, jotka koostuvat mm. matematiikasta, kieli- ja viestintäopinnoista sekä asiantuntijuutta syventävästä harjoittelusta. Diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineessa syvennytään energiatekniikan ammattiaineisiin yksityiskohtaisemmin ja tehdään 30 opintopisteen laajuinen diplomityö. Sivuainevalinnalla täydennetään pääaineen asiasisältöä.

Tutkinnon osaamistavoitteet

Energiatekniikan diplomi-insinöörin tutkinnon suoritettuaan opiskelija osaa:

- analysoida, suunnitella ja valita energiamuuntoprosesseja eri käyttökohteisiin tekniset, taloudelliset, ympäristö- ja yhteiskunnalliset näkökohdat huomioon ottaen
- soveltaa ja kehittää matemaattisia malleja energiateknisten ongelmien ratkaisemiseksi
- johtaa ja organisoida sekä kotimaisia että kansainvälisiä projekteja
- viestiä ja toimia yhteiskunnassa, teollisuudessa sekä tiede- ja tutkimusympäristössä

Pääaine

Kaikki energiatekniikan opiskelijat suorittavat diplomi-insinöörin tutkinnon **Energiatekniikan pääaineessa**.

Energiatekniikka
Opiskelija syventyy energian tuotannon ja käytön laite- ja prosessiteknologioihin. Opintojen osa-alueita ovat voimalaitostekniikka, ydinenergiatekniikka, energiatalous, energiakoneet ja –prosessit, energiaprosesseihin liittyvä ympäristötekniikka, rakennusten energiatekniikka, energiatehokkuus ja uusiutuvat energialähteet. Opetuksen tavoitteena on tuottaa valmiudet toimia energiatekniikan teollisuuden ja tuotannon sekä siihen liittyvien toimittaja-alojen kehitys-, käyttö- ja prosessi-insinöörien tehtävissä.

Sivuaine

Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaine on valittava seuraavista omista sivuaineista:
- Energiatalous
- Energiakoneet ja –prosessit
- Voimalaitostekniikka
- Ydinvoimatekniikka
- Modelling of Energy Systems
- Uusiutuvan energian tuotanto
- Sustainability

1. Energiatalous

Opiskelija syventyy energiantuotannon valintaperusteisiin, kustannusten laskentaan, energiaennusteiden laadintaan, hiilidioksipäästöjen laskentaan, päästökaupan vaikutukseen energian hintaan, sähkön markkinahinnan määräytymisperusteisiin sekä metsäteollisuuden energiatalouteen. Tavoitteena on kouluttaa energiatalouteen erikoistuneita diplomi-insinöörejä, joilla on valmiudet toimia energia-alan ja energiaa paljon käyttävien muiden alojen yhtiöiden ja julkisen sektorin organisaatioiden tutkimus-, kehitys-, suunnittelu- ja käyttötehtävissä. Osa sivuaineesta luennoidaan englanniksi.

2. Energiakoneet ja –prosessit

Opiskelija syventyy energiatekniikassa tarvittaviin laitteisiin kuten turbiineihin, kompressoreihin ja pumppuihin, niiden ominaisuuksiin, optimointiin ja suunnitteluun. Opetuksen tavoitteena on tuottaa valmiudet toimia voimalaitosten ja energia-alan teollisuuden ja tuotannon sekä siihen liittyvien

toimittaja-alojen energiakoneisiiin ja –prosesseihin painottuvissa kehitys-, käyttö- ja prosessi-insinöörien tehtävissä. Osa sivuaineesta luennoidaan englanniksi.

3. Voimalaitostekniikka

Tavoitteena on perehdyttää opiskelija syvällisesti lämpövoimalaitosten suunnitteluun, rakenteeseen, järjestelmiin ja toimintaan. Opiskelija saa hyvät tiedot lämpö- ja sähköenergian tuotantotavoista lähtien polttoaineiden ominaisuuksista ja päätyen jakeluverkkoon syötettävään sähkö- tai lämpöenergiaan. Myös kaukolämmön ja maakaasun jakelujärjestelmät ja kuluttajalaitteet sisältyvät sivuaineen aihepiiriin. Opiskelija saa hyvän käsityksen lämpö- ja sähköenergian kustannusrakenteesta sekä prosesseissa syntyvien päästöjen hallinnasta. Voimalaitostekniikan sivuaine antaa erinomaiset edellytykset toimintaan voimalaitosten käyttö-, kunnossapito-, suunnittelu- ja tutkimustehtävissä sekä energia-alan yrityksissä, suunnittelutoimistoissa ja tutkimuslaitoksissa. Koulutus antaa painelaitteen vastaavan hoitajan tehtävissä tarvittavat teoreettiset tiedot.

4. Ydinvoimatekniikka

Opiskelija saa monipuoliset valmiudet toimia ydinvoima-alan tehtävissä itse voimalaitoksilla, insinööritoimistoissa, ydinjätehuollossa, eri valvontaviranomaisten ja laitostoimittajien palveluksessa sekä tutkimuslaitoksissa. Hän hallitsee ydinvoimalaitosten toimintaperiaatteet, käytön turvallisuuden, luotettavuuden ja optimoinnin. Opiskelijalla on myös mahdollisuus saada eurooppalainen ydinalan ENEN-sertifikaatti suorittamalla 20 op kursseina tai diplomityönä yliopiston kansainvälisissä yhteistyöyliopistoissa. Lisätiedot: professori Riitta Kyrki-Rajamäki. Osa sivuaineesta luennoidaan englanniksi.

5. Modelling of Energy Systems

Numeerinen mallinnus on nykypäivänä yhä käytetympi työkalu suunniteltaessa erilaisia energiatekniikan prosesseja ja koneita. Sivuaineessa perehdytään energia-alan prosessien mallinnukseen käyttäen sekä olemassa olevia teollisuudessa ja tutkimuksessa käytettyjä ohjelmia että itse tehtyjä työkaluja. Opiskelija perehtyy käytettyihin malleihin ja osaa soveltaa niitä olemassa oleviin tai suunniteltaviin teollisiin ongelmiin. Sivuaine antaa erinomaiset edellytykset toimia teollisuuden tuotekehitys- ja suunnittelutehtävissä. Sivuaine luennoidaan kokonaisuudessaan englanniksi.

6. Uusiutuvan energian tuotanto

Opiskelija syventyy syvällisesti uusiutuvaan energiaan ja erityisesti tuuli- ja aurinkovoimaan, jolloin hän kykenee toimimaan laaja-alaisesti uusiutuvan energian tuotannon alueella toimivan teollisuuden tuotekehitys- ja suunnittelutehtävissä. Sivuaineessa perehdytään tuulivoimaloiden rakenteeseen ja rakentamiseen, uusiutuvan energian voimalaitosten projektointiin ja energian muuntoon tuulienergiasta. Sivuaineessa opiskelija oppii tuntemaan myös muut uusiutuvat energiantuotantomuodot kuten aurinkolämpö, aurinkosähkö, vuorovesi ja geoterminen energia sekä osaa analysoida niiden tuotanto- ja investointikustannuksia ja ymmärtää niiden rakenteen. Hän oppii myös hallitsemaan niiden käytön ympäristövaikutukset ja luotettavuuden sekä tuotantomuotojen erityispiirteistä johtuvat erikoisratkaisut. Osa sivuaineesta luennoidaan englanniksi.

7. Sustainability

Opiskelija syventyy siihen, kuinka ympäristö, ihminen ja talous otetaan tasavertaisesti huomioon energiatekniikassa. Opintojaksojen tarkoituksena on antaa opiskelijalle näkemystä siitä, miten kestävyyteen liittyviä asioita voidaan hyödyntää energiatekniikkaan liittyvän liiketoiminnan kehittämisessä. Haasteista tarjoutuu liiketoiminnalle myös mahdollisuuksia, jotka uutta teknologiaa kehitettäessä on syytä tunnistaa. Sivuaineessa opiskelija oppii tunnistamaan, huomioimaan ja hyödyntämään kestävyyteen liittyviä haasteita, mikä on tullut myös yrityksille yhä välttämättömämmäksi sekä kiristyneen ohjauksen, lainsäädännön että ympäristötietoisuuden lisääntymisen myötä.

Diplomityö ja seminaari (30 op)

Diplomityö on diplomi-insinöörin tutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti ja/tai yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Työ on tutkimustehtävä, joka vaatii noin kuuden kuukauden päätoimisen työpanoksen ja jonka laajuus tutkinnossa on 30 opintopistettä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Diplomityö arvostellaan arvosanoilla (0-5). Erillistä seminaaria ei järjestetä vaan opiskelija sopii diplomityön esittämisestä työnsä tarkastavan professorin kanssa. Diplomityötä ei voi aloittaa ennen kuin kandidaatintutkinto on hyväksytty.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon tai mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Kypsyysnäyte

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon alemman korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Mikäli opiskelija on kirjoittanut kypsyysnäytteen aiemmassa tutkinnossaan, kypsyysnäytteen sisällöllinen osuus suoritetaan työn tarkastajan kanssa sovittavalla tavalla.

Huom! AMK-tutkinnon pohjalta hyväksiluettu kypsyysnäytteen äidinkielen osuus (K2) ei korvaa kypsyysnäytteen sisällön osuutta (K1) vaan diplomityön sisällön osuus on aina suoritettava.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)lut.fi.

Energiatekniikan diplomi-insinöörin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	20	op
B. Pääaine, sisältää diplomityön	60	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	10 (väh.)	op
Opinnot yhteensä	120 (väh.)	op

A. Yleisopinnot

Pakolliset yleisopinnot (6 op)		*vsk*	*per.*	*op*
FV10A 4op	Kieliopinnot	DI 1-2		4
BH10A1500(*	DI-tutkinnon työharjoittelu	DI 1-2		2-10

*) Yleisopintoihin kuuluvan pakollisen harjoittelun osuus 2 op, pakollisen harjoittelun ylittävä osuus sijoitetaan valinnaisiin opintoihin

Talouden opinnot (valitaan 5 op)		*vsk*	*per.*	*op*
CS31A0101	Kustannusjohtamisen peruskurssi	DI 1-2	1	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	DI 1-2	1	5

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että yhteensä väh. 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BH61A0600	Bioenergy	DI 1	1	3
BM20A1300	Complex Analysis	DI 1-2	3	3
BM20A1801(*	Lineaarinen optimointi	DI 1-2	3	6
BM20A1900	Statistics II	DI 1-2	2	3
BM20A2000	Simulation	DI 1	1	4
BM20A2102(**	Differential Equations	DI 1-2	3	6
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	DI 1-2	1-2	5
BM20A2701	Numerical Methods II	DI 1	3	3
FV10A 4op	Kieliopinnot	DI 1-2		4

FV18A4500	Tiedeviestintä	DI 1-2	1-2	1-2

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-15
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-14

B. Pääaine

Energiatekniikka

Pakolliset opinnot (46 tai 48 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A1100	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BH40A0800	Termiset virtauskoneet	DI 1	2	4
BH50A0300	Voimalaitosoppi	DI 1	3-4	6
BH50A0800(1	Höyrykattilatekniikka	DI 1	1-2	8
BH70A0001(1(*	Numerical Methods in Heat Transfer	DI 1	1-2	6

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) BH70A0001 Numerical Methods in Heat Transfer -opintojaksoa suositellaan Ydinvoimatekniikan sivuaineen valinneille.

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että yhteensä väh. 60 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BH30A0200	Ydinvoimatekniikka I	DI 1	1-2	6
BH30A0300	Ydinvoimatekniikka II	DI 1	3-4	5
BH30A1300	Ydinonnettomuuksien hallinta	DI 1	4	3
BH40A0900	Virtauskoneiden suunnittelu	DI 1	3	4
BH50A0400	Vedenkäsittely	DI 1	Moodle	2
BH50A0600(*	Maakaasutekniikka	DI 1	3	4
BH50A0800	Höyrykattilatekniikka	DI 1	1-2	8
BH50A1700(**	Kaukolämmitys	DI 1	3	4
BH60A0450	Kaasumaisten päästöjen hallinta	DI 2	1-2	6
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	DI 1	3-4	6
BH70A0001	Numerical Methods in Heat Transfer	DI 1	1-2	6
BH70A0101	Advanced Modeling Tools For Transport Phenomena	DI 1	3-4	5

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015

C. Sivuaineet energiatekniikan opiskelijoille

1. Energiatalous

Pakolliset opinnot (20-21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A2000(*	Emission Trading	DI 1	3-4	3
BH60A2600	Ilmastonmuutos	TkK 2	3 int.	3
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	DI 1	3-4	6
BH61A0600	Bioenergy	DI 1	1	3
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1	1	5
BL20A1100(*	Sähkökauppa	DI 1	4	4

*) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

2. Energiakoneet ja -prosessit

Pakolliset opinnot (22 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A0500(*	Turbokonetekniikan seminaari	DI 2	1-4	5
BH40A0601(**	Turbulent flows	DI 1	3	3
BH40A0900	Virtauskoneiden suunnittelu	DI 1	3	4
BH40A1000	Virtauskoneiden työkurssi	DI 1	3-4	2
BH40A1100(*	Kaasudynamiikka	DI 1	1	4
BH40A1200(**	Turbokoneiden konstruktiotekniikka	DI 2	1	4

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014

3. Voimalaitostekniikka

Pakolliset opinnot (20 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A0701(*	Painelaitteet	DI 1	3-4	2
BH50A0600(1(*	Maakaasutekniikka	DI 1	3	4
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	DI 2	2	4
BH50A1700(1(**	Kaukolämmitys	DI 1	3	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 2	1-2	6
BH50A1900	Energiajärjestelmien kehitys	DI 2	3-4	4

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015

4. Ydinvoimatekniikka

Pakolliset opinnot (22 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH30A0600(*	Säteilysuojelu	DI 1	2	3
BH30A0700(**	Luotettavuustekniikka	DI 1	1-2	4
BH30A1300(**	Ydinonnettomuuksien hallinta	DI 1	4	3
BH30A1700	Ydinreaktorien fysiikka	DI 1	2	3
BH30A1800	Applied Reactor Physics	DI 1	3	3
BH30A1900	Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants	DI 1	3	3
BH30A2000	Ydinvoimalaitosten termohydrauliikan mallinnus	DI 1	4	3

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015
Huom! Ydinvoimatekniikan sivuaineen valinneiden tulee sisällyttää BH30A0200 Ydinvoimatekniikka I ja BH30A0300 Ydinvoimatekniikka II pääaineeseensa.

5. Modelling of Energy Systems

Pakolliset opinnot (21 ECTS cr)		*year*	*per.*	*ECTS cr*
BH40A1500	Turbulence Models	M.Sc. (Tech.) 2	3-4	4
BH70A0001	Numerical Methods in Heat Transfer	M.Sc. (Tech.) 1	1-2	6
BH70A0101	Advanced Modeling Tools For Transport Phenomena	M.Sc. (Tech.) 1	3-4	5
BH70A0200	Advanced Topics in Modelling of Energy Systems	M.Sc. (Tech.) 1	1-2	6

6. Uusiutuvan energian tuotanto

Pakolliset opinnot (15-16 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A1301(*	Power Machines in Renewable Energy	DI 2	2	5
BH40A0900(*	Virtauskoneiden suunnittelu	DI 1	3	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 2	1-2	6
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	TkK 3	3-4	5

*) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että sivuaineen minimilaajuus 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	DI 2	2	4
BH50A1200	Energy Systems Engineering	DI 1	1-2	6
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1	1	5

7. Sustainability

Pakolliset opinnot (21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	DI 2	2	5
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	DI 1-2	1-2	3
BH61A0600	Bioenergy	DI 1-2	1	3
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	DI 1-2	3-4	5

CS30A1690	Social Sustainability	DI 1-2	4	5

Jos joku sivuaineen pakollisista opintojaksoista on pakollisena muualla tutkinnossa, valitaan tilalle opintojaksoja vaihtoehtoisten listalta.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
A350A0500	Sustainable Strategy and Business Ethics	DI 1-2	2	3
BM20A1900	Statistics II	DI 1-2	2	3
FV11A9502	Independent Study	DI 1-2	1-2, 3-4	1-6

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että diplomi-insinöörin tutkinnon kokonaismäärä 120 opintopistettä täyttyy. Diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa vapaasti valittaviin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiemmin suoritettuun tutkintoon. Lisätietoja hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Ohjeita opiskelijoille

Kieli- ja viestintäopinnot

Tekniikan kandidaatin tutkintoon hyväksyttävien pakollisten kieliopintojen määrä on 6 op (ruotsia/suomea + yhtä vierasta kieltä 4 op opiskelijan valinnan mukaan). Ruotsin kielen opintojaksot FV13A0150 Svenska för teknologer ja FV13A0120 Teknisk svenska ovat keskenään vaihtoehtoiset siten, että FV13A0150 Svenska för teknologer –opintojakso on tarkoitettu 1.vuosikurssin opiskelijoille ja myöhemmin suoritetaan opintojakso FV13A0120 Teknisk svenska. Opiskelijoille suositellaan saksan, ranskan tai venäjän opiskelua. Viestinnän opintojakso FV18A2800 Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä 3 op on pakollinen tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopinnoissa. Kandidaatintyön yhteydessä suoritetaan integroituna opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytään kieliopintoja pakollisiin yleisopintoihin 4 op (yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan). Lisäksi vaihtoehtoisiin yleisopintoihin hyväksytään 4 op vieraan kielen opintoja. Huom! Ruotsin kieli ei ole vieras kieli ja ruotsin kielen opintojaksot sijoitetaan tutkintorakenteessa valinnaisiin opintoihin. Viestinnän opintojakso FV18A4500 Tiedeviestintä on diplomi-insinöörin tutkinnon vaihtoehtoisissa yleisopinnoissa valittavissa oleva opintojakso.

Muut kieli ja viestintäopinnot voidaan sisällyttää valinnaisiin opintoihin. Lisätietoja saa Kielikeskuksen opinto-oppaasta.

Työharjoittelu

Tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy pakollista työharjoittelua 2 op. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään kaikki kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Diplomi-insinöörin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy 2 op pakollista työharjoittelua. Tämän lisäksi opiskelija voi halutessaan hyväksyttää diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin työharjoittelua enintään 8 op. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä työharjoitteluksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään omaan alaan liittyvä kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Tarkempi kuvaus työharjoittelusta löytyy harjoitteluopintojaksojen BH10A1400 ja BH10A1500 kuvauksista ja ohjeet työharjoittelun suorittamisesta, anomuslomake sekä harjoitteluraportti löytyvät Uni-portaalista.

Työharjoittelusta vastaa koulutusohjelman johtaja ja harjoittelun hyväksyy harjoittelun tarkastaja, laboratorioinsinööri Simo Hammo (p. 0400 259 602, simo.hammo(at)lut.fi).

Opinnot ulkomailla tai muissa yliopistoissa
Ulkomailla tai muissa kotimaisissa yliopistoissa suoritettujen opintojen tai opintokokonaisuuksien hyväksymisestä tutkintoon päättää koulutusohjelman johtaja anomuksen perusteella. Em. opintojen sisällyttäminen tutkintoon tulee selvittää ennen opintojen aloittamista muualla.

Muualla suoritettujen opintojen hyväksyminen edellyttää opiskelijan kirjallista anomusta. Anomuslomakkeet ja ohjeistus hyväksilukemisesta ovat Uni-portaalissa. Arviointia varten opiskelija toimittaa kopiot tutkintotodistuksista sekä opintojaksokuvauksista.

Lisätietoja: opintosuunnittelija Marjaana Lehtinen, p. 040 191 9418, marjaana.lehtinen(at)lut.fi.

HOPS
Henkilökohtainen opintosuunnitelma eli HOPS on opiskelijan omien opintojen suunnittelun väline, joka mahdollistaa yksilöllisen opintokokonaisuuden rakentamisen. HOPSin tarkoituksena on hahmottaa opiskeluun käytettävää aikaa sekä selkeyttää oman opiskelun lähtökohtia ja päämääriä. HOPS laaditaan heti opintojen alussa *Johdatus energiatekniikan opiskeluun* -opintojakson yhteydessä. Opiskelija päivittää HOPS:iaan opintojensa aikana.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma tarkistetaan virallisesti kolme kertaa opiskelijan opintojen aikana:
- Johdatus energiatekniikan opiskeluun- opintojakson yhteydessä
- tekniikan kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (tekniikan kandidaatin tutkinnon anomisen yhteydessä)
- diplomityön aiheanomuksen yhteydessä
- tarvittaessa diplomi-insinööriksi valmistumisen yhteydessä

Jos opiskelija aloittaa opinnot suoraan diplomi-insinöörin tutkinnosta, tarkistetaan HOPS heti opintojen alussa.

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille

Suoraan DI-tutkintoon hyväksytyt opiskelijat eivät suorita LUT:ssa tekniikan kandidaatin tutkintoa, vaan ainoastaan tarvittavia kandidaatin tutkinnon tasoisia opintojaksoja täydentävinä opintoina. Täydentävät opinnot määritetään opiskelijalle opintojen alussa opiskelijan toimittaman tutkintotodistuksen, opintojen sisällöllisten kuvausten ja HOPS:in perusteella.

Täydentävät opinnot eivät sisälly DI-tutkintoon (120 op). Täydentävät opinnot tehdään DI-tutkinnon ohessa mahdollisimman pian opintojen alussa (kuitenkin viimeistään diplomityön aiheen anomiseen mennessä) ja LUT:n lukujärjestyksessä tarjotussa opetuksessa (tai korvaavasti esim. avoimen yliopiston kursseilla, jolloin opiskelija vastaa kustannuksista).

Jos opiskelijalla ei ole todistusta aiemmin suoritetusta tutkintoasetuksen edellyttämästä toisesta kotimaisesta kielestä, täydentäviin opintoihin lisätään suomenkielisillä LUT:n opintojakso FV13A1200 Teknisk svenska 2 op tai FV13A1600 Språkprov för teknologer 2 op.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta, kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon.

Master’s Degree Programme in Energy Technology

The Master’s Degree Programme in Energy Technology includes a wide array of advanced energy studies. From a broad energy perspective comprising the disciplines of renewable energy technology, environmental energy technology and management, nuclear energy engineering, electrical drives technology and control engineering, as well as electricity market and power

systems, the Degree Programme focuses on professional competence and provides students with various study options to specialize in their fields of interest.

The programme takes two years, corresponds to 120 ECTS credits and leads to the degree of Master of Science in Technology.

Objectives of the Master's Degree Programme

The Master's Degree Programme in Energy Technology is specifically aimed at students who wish to receive versatile and target-oriented training in energy technology. The objective of the programme is that students graduating from the programme are professionally and academically prepared to address the needs of international enterprises that are seeking for networking opportunities in a global market.

The educational objective of the Master's Degree Programme in Energy Technology is to train industrially oriented professionals with firm theoretical understanding and profound expertise in the following fields of specialization:

- Bio-Energy Technology – includes topics such as biofuel production and refining technologies, bioenergy end-use technologies and international trade of biofuels.
- Sustainable Technology and Business– focuses on reducing the environmental impacts of energy production, utilizing renewable energy production technologies and state-of-the-art pollution control technologies.
- Nuclear Energy Engineering – provides studies in design, operation and basic structures of nuclear power plants, modeling and optimization of nuclear systems, radiation and nuclear safety as well as radioactive waste management.
- Industrial Electronics – includes studies in electrical drives technology and control engineering, focusing on electromagnetism, power electronics, electromechanical and electrothermal processes, industrial applications of real-time control systems, embedded systems, digital signal processing, and on the application of these to the modeling and control of electrical drives and power electronics.
- Electricity Market and Power Systems – focuses on studies in electricity transmission and distribution technology, electricity market and electricity distribution business.

Contact Information

Industrial Electronics, Electricity Market and Power Systems:
Prof. D.Sc. (Tech.) Pertti Silventoinen, Department of Electrical Engineering
Phone +358 40 774 9930, pertti.silventoinen(at)lut.fi

Bio-Energy Technology:
Prof. D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen, Department of Energy Technology
Phone +358 40 357 8684, esa.vakkilainen(at)lut.fi

Sustainable Technology and Business:
Prof. D.Sc. (Tech.) Risto Soukka, Department of Environmental Technology
Phone +358 400 723 094, risto.soukka(at)lut.fi

Nuclear Energy Engineering:
Prof. D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki, Department of Energy Technology
Phone +358 400 508 948, riitta.kyrki-rajamaki(at)lut.fi

Study Coordinator in Charge, School of Technology:
Ms. Minna Loikkanen
Phone +358 40 824 1096, minna.loikkanen(at)lut.fi

Further information of the programme in the English version of the Study Guide.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Energiatekniikkaa voi opiskella sivuaineena eri koulutusohjelmissa oman koulutusohjelman ohjeistuksen puitteissa. Sivuaine Energiatekniikka (20-30 op) soveltuu sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkintoon. On myös mahdollista suorittaa laaja sivuaine energiatekniikasta (Energiatekniikka, laaja sivuaine 20 op). Energiatekniikka-sivuaine on laajan sivuaineen esitietovaatimuksena.

Energiatekniikka 20-30 op

Pakolliset opinnot (13 op)		*per.*	*op*
BH20A0700	Teknillisen termodynamiikan perusteet	2	2
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	3	2
BH40A1400	Virtaustekniikka I	3	3
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	1	2
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	1	4

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että sivuaineen minimilaajuus täyttyy)		*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	1-2	3
BH30A0100	Ydinvoimatekniikan perusteet	3-4	3
BH40A0100	Uusiutuva energia	4	3
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	1	3
BH40A1450	Virtaustekniikka II	4	2
BH50A0500	Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	3	5
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	2	2
BH61A0200	Energiatalous	3-4	4
BH61A0600	Bioenergy	1	3

Energiatekniikka, laaja sivuaine 20 op

Pakolliset opinnot (3 op)		*per.*	*op*
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	2	3

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että yhteensä väh. 20 op täyttyy)		*per.*	*op*
BH20A0450	Lämmönsiirto	3-4	3
BH20A0800	Teknillinen termodynamiikka	3-4	5
BH30A0200	Ydinvoimatekniikka I	1-2	6
BH30A0300	Ydinvoimatekniikka II	3-4	5
BH30A0600(*	Säteilysuojelu	2	3
BH30A0700(**	Luotettavuustekniikka	1-2	4
BH30A1300(**	Ydinonnettomuuksien hallinta	4	3
BH40A0800	Termiset virtauskoneet	2	4
BH40A0900	Virtauskoneiden suunnittelu	3	4
BH50A0300	Voimalaitosoppi	3-4	6
BH50A0600(*	Maakaasutekniikka	3	4
BH50A1700(**	Kaukolämmitys	3	4
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	2	4
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	3-4	6

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015

Kauppatieteiden opiskelijoille tarjottava sivuaine:

Energiatalous

Pakolliset opinnot (13 op)		*per.*	*op*
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	3	2
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	1	2
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	1-2	3
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	2	2

BH61A0200	Energiatalous	3-4	4

Vaihtoehtoiset opintojaksot		*per.*	*op*
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	1	4
BH50A1700	Kaukolämmitys	3	4
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	2	5
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	3-4	6
BH61A0600	Bioenergy	1	3
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	1-2	3
BL20A0400	Sähkömarkkinat	1	5
BL40A2301	Energy Efficiency	3	6
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	3-4	5

Energiatekniikan opintojaksot

Energiatekniikka yhteiset

		op
BH10A0001	Johdatus energiatekniikan opiskeluun	1
BH10A0201	Energiatekniikan kandidaatintyö ja seminaari	10
BH10A0600	Vertaistuutorointi	3
BH10A0701	Painelaitteet	2
BH10A0900	Energiatekniikan laboratoriotyöt	6
BH10A1000	Energiatekniikan erikoistyöt	4 - 7
BH10A1100	Diplomityö ja seminaari	30
BH10A1400	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	2
BH10A1500	DI-tutkinnon työharjoittelu	2 - 10
BH10A1600	Energy Technology Project Work	2 - 30
BH10A1700	Introduction to M.Sc. Studies	1

Lämpö- ja virtaustekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Timo Hyppänen		*op*
BH20A0200	Termodynamiikan harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	3
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	3
BH20A0450	Lämmönsiirto	3
BH20A0500	Lämmönsiirron harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	3
BH20A0700	Teknillisen termodynamiikan perusteet	2
BH20A0800	Teknillinen termodynamiikka	5
BH40A0100	Uusiutuva energia	3
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	3
BH40A0250	Pumput, puhaltimet ja kompressorit (Kete)	2
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	3
BH40A0401	Virtaus- ja lämpövoimakoneiden työkurssi	3
BH40A0500	Turbokonetekniikan seminaari	5
BH40A0601	Turbulent flows	3
BH40A0701	Energiatekniikan mittaukset	2
BH40A0800	Termiset virtauskoneet	4
BH40A0900	Virtauskoneiden suunnittelu	4
BH40A1000	Virtauskoneiden työkurssi	2
BH40A1100	Kaasudynamiikka	4
BH40A1200	Turbokoneiden konstruktiotekniikka	4
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	5
BH40A1400	Virtaustekniikka I	3
BH40A1450	Virtaustekniikka II	2
BH40A1500	Turbulence Models	4
BH70A0001	Numerical Methods in Heat Transfer	6
BH70A0101	Advanced Modeling Tools For Transport Phenomena	5
BH70A0200	Advanced Topics in Modelling of Energy Systems	6

Uusiutuvien energiajärjestelmien laboratorio

Johtaja: professori, TkT Esa Vakkilainen		*op*
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	2
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	4
BH50A0300	Voimalaitosoppi	6
BH50A0400	Vedenkäsittely	2
BH50A0500	Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	5
BH50A0600	Maakaasutekniikka	4
BH50A0800	Höyrykattilatekniikka	8
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	4
BH50A1200	Energy Systems Engineering	6
BH50A1300	Maintenance Management	4
BH50A1400	Steam Boilers	6

BH50A1500	Bioenergy Technology Solutions	6
BH50A1600	Waste Heat Recovery Techniques	6
BH50A1700	Kaukolämmitys	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	6
BH50A1900	Energiajärjestelmien kehitys	4
BH50A2100	Bioenergy and Biorefineries in Forest industry	3 - 6
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	2
BH61A0200	Energiatalous	4
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	6
BH61A0600	Bioenergy	3

Ydinvoimatekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki		*op*
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	2
BH30A0100	Ydinvoimatekniikan perusteet	3
BH30A0200	Ydinvoimatekniikka I	6
BH30A0300	Ydinvoimatekniikka II	5
BH30A0600	Säteilysuojelu	3
BH30A0700	Luotettavuustekniikka	4
BH30A1300	Ydinonnettomuuksien hallinta	3
BH30A1401	Nuclear Engineering	6
BH30A1501	Nuclear Safety	5
BH30A1700	Ydinreaktorien fysiikka	3
BH30A1800	Applied Reactor Physics	3
BH30A1900	Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants	3
BH30A2000	Ydinvoimalaitosten termohydrauliikan mallinnus	3
BH30A2101	Introduction to Reactor Physics	4

BH10A0001	***JOHDATUS ENERGIATEKNIIKAN OPISKELUUN*** ***1 op***
	Introduction to Studies of Energy Technology
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita Vastuuhenkilö(t): yliopisto-opettaja, TkL Aija Kivistö
Tavoitteet	Tiedekuntakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla tekniikan kandidaatin tutkinnon ja diplomi-insinöörin tutkintojen yleisrakenteet ja niihin sisältyvät osiot. Opiskelija hahmottaa opintojensa opintopolun sekä henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintopolun eri vaiheessa. Opiskelija hahmottaa tiedekunnan opintopalvelujen kokonaisuuden ja osaa etsiä omiin opintoihinsa liittyvää neuvontamateriaalia sekä neuvontahenkilöstöä. Opiskelija saa tietoa kv-harjoittelusta ja kv-opiskelijavaihdosta ja kykenee tarvittaessa hankkimaan lisätietoa. Koulutusohjelmakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija - tunnistaa energiatekniikan koulutusohjelman henkilökuntaa - osaa kuvailla energiatekniikan koulutusohjelman rakenteen ja sisällön - osaa tehdä henkilökohtaisen opintosuunnitelman (eHOPS) - tunnistaa kirjaston tarjoamat palvelut ja osaa tehdä itsenäisesti tiedonhakuja.
Sisältö	Tiedekuntakohtainen osuus (3x1h): Tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkintojen rakenteet, opintopolun käännekohdat, tiedekunnan opintopalvelut, tenttikäytännöt sekä kansainvälinen opiskelijavaihto ja harjoittelu. Koulutusohjelmakohtainen osuus (4x2h): Henkilökohtaisen opintosuunnitelman laatiminen. Tutustuminen energiatekniikan opintokokonaisuuteen, pää- ja sivuaineisiin sekä opettajatuutoreihin, opintosuunnittelijaan ja opintoneuvojaan, heidän työnkuvaansa sekä erilaisiin työtehtäviin, joissa valmistunut energiatekniikan diplomi-insinööri voi työskennellä. Energiatekniikan tiedonhaun alkeet.
Suoritustavat	1.periodi: Pakolliset luennot: tiedekuntakohtainen osuus 3 h ja koulutusohjelmakohtainen osuus 8 h, kirjastokäynti 1 h. 2.periodi: Pakollinen henkilökohtainen HOPS-keskustelu opettajatuutoreiden kanssa. Itsenäinen työ: hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet-verkkokurssilla 3 h, henkilökohtaisen opintosuunnitelman (HOPS)laatiminen ja valmistautuminen HOPS-keskusteluun 11 h. Luennot eivät ole pakolliset aiemman yliopisto- tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneille, mutta henkilökohtaisen opintosuunnitelman laatiminen, HOPS-keskustelu ja kirjastokäynti sekä hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet-verkkokurssilla ovat pakolliset. Itsenäinen työ yhteensä 14 h. Kokonaismitoitus yhteensä 26 h.
Arvostelu	Hyväksytty / hylätty
Oppimateriaalit	Moodle.

BH10A0201	***ENERGIATEKNIIKAN KANDIDAATINTYÖ JA SEMINAARI*** ***10 op***
	Bachelor Seminar of Energy Technology
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	Koulutusohjelman professorit Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - itsenäisesti viedä läpi energiatekniikan aihealueisiin liittyviä yksinkertaisia ongelmatilanteita ja kirjoittaa siitä suppean tutkielman - valita pienimuotoiseen tutkielmaan sopivat tutkimusmenetelmät - etsiä työhön sopivia lähteitä ja arvioida lähteiden kelvollisuutta ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta

	- käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein - raportoida työstään kirjallisesti tieteellisen työn periaatteiden mukaisesti energiatekniikan käytännöt huomioon ottaen - esittää tekemänsä työn suullisesti annetussa ajassa sekä - osallistua tieteelliseen keskusteluun ja antaa vertaispalautetta muiden töistä.
Sisältö	Kirjallisen kandidaatintyön laatiminen, sen suullinen esitys seminaarissa ja toisen kandidaatintyön opponointi. Kandidaatintyön laatimisen yhteydessä käydään läpi tutkimuksen suoritusvaiheet, tutkielman laatimisessa noudatettavat periaatteet ja perehdytään tutkimuksessa käytettäviin tietolähteisiin sekä kirjaston tarjoamiin tutkimusta avustaviin palveluihin.Opintojakson yhteydessä suoritetaan kielikeskuksen tuottama opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä, johon ilmoittaudutaan erikseen.
Suoritustavat	Pakollisia luentoja 6 h ja kandidaatintyön välinäyttö, 3. periodi. Kandidaatintyö, toisen opiskelijan kandidaatintyön opponointi ja kandidaatintyön esittäminen seminaarissa 4. periodissa 23.4.2014 tai 1.periodissa 22.10.2014 tai 2.periodissa 26.11.2014. Itsenäinen työ 260 h. Kokonaiskuormittavuus 270 h. Jos olet aloittanut opintojakson keväällä 2013 voit esittää kandidaatintyön seminaarissa 1. periodissa 23.10.2013 tai 2. periodissa 27.11.2013 tai 3. periodissa 12.2.2014.
Arvostelu	0-5.
Oppimateriaalit	Moodle

BH10A0600	***VERTAISTUUTOROINTI***	***3 op***
	Peer Student Tutoring	
Ajankohta	periodi 4, 1-2	
Opettaja(t)	Opintojakson toteuttamisesta vastaa opintopalvelut yhteistyössä koulutusohjelmien ja ylioppilaskunnan kanssa. Vastuuhenkilö(t): Opintotoimiston päällikkö Päivi Taipale ja koulutusohjelman vastuuopettaja	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yliopiston opiskeluympäristön kokonaisuutena ja sen keskeisimmiltä osiltaan. Hän osaa neuvoa uutta opiskelijaa LUT:n opiskelun käytännöissä ja tukea uutta opiskelijaa opinnoissa alkuun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa toimia pienryhmänohjaajana.	
Sisältö	Tuutoritoiminnan merkitys, pienryhmänohjaus- ja vuorovaikutustaidot, ajanhallinta ja motivaatio opiskelussa, uusien opiskelijoiden tutustuttaminen yliopistoon, opiskeluun ja opiskelijayhteisöön sekä opiskelussa tarvittaviin työvälineisiin.	
Suoritustavat	Tuutorit valitaan helmi-maaliskuussa, erikseen ilmoitetun haun perusteella. Koulutus alkaa 4. periodilla järjestettävillä pakollisilla koulutustilaisuuksilla ja päättyy seuraavan lukuvuoden 2. periodin lopussa. Koulutus sisältää luentoja opiskeluun ja pienryhmäohjaukseen liittyvistä asioista, toiminnallisia harjoituksia ja ryhmätyöskentelyä, verkkotehtäviä ja perehtymistä koulutusohjelmakohtaisiin asioihin. Tuutori ohjaa uusien opiskelijoiden pienryhmää syksyllä ensimmäisen periodin aikana ja kokoontuu ryhmän kanssa noin kymmenen kertaa. Tuutori vastaa palautekyselyyn, laatii kirjallisen loppuraportin ja osallistuu loppupalautetilaisuuteen. Koulutustilaisuuksia 16 h, verkkotehtävät ja muu itsenäinen työskentely 12 h 4. periodi. Koulutustilaisuus 6 h elokuun lopussa, oman pienryhmän tuutorointi 20 h, verkkotehtävät, loppuraportti ja muu itsenäinen työskentely 14 h ja palautetilaisuus 2 h 1. ja 2 periodi. Kokonaismitoitus 70 h.	
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty.	
Oppimateriaalit	Erikseen jaettava materiaali koulutuksen yhteydessä ja verkkomateriaali.	

BH10A0701	***PAINELAITTEET***	***2 op***
	Pressure Equipment **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - perustiedot painelaitteisiin liittyvästä lainsäädännöstä, - osaa periaatteet painelaitteiden mitoituksesta - tietää painelaitteisiin liittyvät tavallisimmat standardit	
Sisältö	Painelaitelaki, asetukset ja painelaitedirektiivi, PED. Painelaitteiden käytön vaatimukset. Painelaitteiden suunnittelu, valmistus ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Painelaitteiden tarkastus ja valvonta. Painelaitteen valmistajan, omistajan ja haltijan vastuu.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoitustyö. Tentti. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyö valmistautuminen ja selostus (10 h). Valmistautuminen tenttiin (11 h) ja tentti (3 h).	
Arvostelu	0-5, tentti 80 % ja harjoitustyö 20 %	
Oppimateriaalit	Suomen painelaitesäädökset sekä painelaitteisiin liittyviä ohjeita ja standardiluetteloita.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH10A0900	***ENERGIATEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT***	***6 op***
	Practical Measurements in Energy Technology	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Teknillisen tiedekunnan Teknisen palvelun henkilökunta, ydintekniikan henkilökunta Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman	
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelija - pystyy suunnittelemaan mittauksia energiatekniikan prosessehin - osaa käyttää lämpötilan, paineen, sähkön, lämmönjohtuvuuden ja säteilyn mittaamiseen tarkoitettuja mittalaitteita. - kykenee mittaamaan virtauksen massavirran ja tilavuusvirran - suorittaa lämpöpumpun ja sähkömoottorin käytännön mittaamisen - tunnistaa säteilyn perusteella alkuaineita - kykenee tekemään teknillisen raportin.	
Sisältö	Laboratoriossa tehtäviä mittauksia: lämpötila, paine, massavirta, tilavuusvirta, lämpöpumppu, sähköteho ja säteily. Tulosten käsittely, analysointi sekä raportin teko.	
Suoritustavat	Luentoja 4 h, 3-4 laboratoriotyötä, 3. periodi. 4-5 laboratoriotyötä, 4. periodi.	
Arvostelu	0-5, laboratoriotöistä tehty teknillinen raportti 100 %	
Oppimateriaalit	Siren: Ilmastointitekniikan mittaukset. Kauranen, Ropponen, Aaltonen: Tutkimusraportin kirjoittamisen opas.TKK Otaniemi, 1993 tai vastaava. Opintojakson täydentävä materiaali Moodlessa.	
Edellytykset	BH40A0701 Energiatekniikan mittaukset tai vastaavat tiedot	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH10A1000	***ENERGIATEKNIIKAN ERIKOISTYÖT***	***4 - 7 op***
	Energy Technology Project Work **Kun haluat suorittaa opintojakson, ota yhteyttä professoriin.**	

Ajankohta	DI 1, periodi 1-4
Opettaja(t)	professori, TkT Jari Backman, professori, TkT Timo Hyppänen, professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki, professori, TkT Jaakko Larjola, professori, TkT Esa Vakkilainen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - osaa soveltaa energiatekniikan eri alueiden lähtökohdista tutkimustyön metodiikkaa - pystyy laatimaan rajoitetusta alueesta kirjallisuushaun - pystyy laatimaan tutkimusraportin - omaa itsenäisen asenteen omaehtoiseen tekniseen työhön
Sisältö	Tutkielman laatiminen annetusta aiheesta, joka voi olla hankittu alan teollisuudesta. Harjoitustyön pohjaksi tehdään laaja kirjallisuustutkimus.
Suoritustavat	Syventävä harjoitus- tai seminaarityö 100-180 h 1.-4. periodi. Suoritustavasta sovitaan oman aihealueen professorin kanssa. Ei lähiopetusta.
Arvostelu	0-5, harjoitustyö 100 %.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH10A1100	***DIPLOMITYÖ JA SEMINAARI***	***30 op***
	Master's Thesis and Seminar **Englanninkielisissä maisteriohjelmissa opinnäytetyö tehdään englannin kielellä.**	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	professorit Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - asettaa tutkimusongelman, - valita tutkimusongelmaan sopivat tutkimusmenetelmät, - etsiä tutkimukseen sopivia lähteitä ja arvioida lähteiden kelvollisuutta ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta, - käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein ja - raportoida työstään kirjallisesti tieteellisen työn periaatteiden mukaisesti energiatekniikan käytännöt huomioon ottaen.	
Sisältö	Tieteellisen työn perusteet. Hyvä tieteellinen työskentelytapa tutkimusongelman asettamisessa, tutkimusmetodien valinnassa ja tieteellisessä raportoinnissa sähköalan käytännöt huomioon ottaen. Tieteellisen tiedon soveltaminen ongelmanratkaisussa. Informaatiolukutaito. Tieteellinen raportointi. Tiedonhaku. Oikeakielisyys. Diplomityön tekeminen.	
Suoritustavat	Diplomityön esittämisestä sovitaan työn tarkastavan professorin kanssa. Ei erillistä seminaaria.	
Arvostelu	0-5, diplomityö 100 %	

BH10A1400	***TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINNON TYÖHARJOITTELU***	***2 op***
	Work internship in Bachelor's degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**	
Ajankohta	TkK 1-3	
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, TkL Simo Hammo Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opiskelija tietää käytännön omakohtaisen kokemuksen avulla, mitä on palkkatyö, millaista on työskentely työnantajan palveluksessa, mitkä ovat	

	työelämän peruspelisäännöt työntekijän näkökulmasta ja miten työyhteisössä toimitaan.
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn tekniikan kandidaatin tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävän työsuhteen kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua). Yhteensä 52 h.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BH10A1500	***DI-TUTKINNON TYÖHARJOITTELU***	***2 - 10 op***
	Work internship in Master's degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**	
Ajankohta	DI 1-2	
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, TkL Simo Hammo Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opiskelijalla on perustuntemus jostakin oman alan työstä, työympäristöstä ja työyhteisöstä. Hän osaa soveltaa jo hankittuja tietoja ja taitoja johonkin oman alansa työhön.	
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä palkallisessa työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn DI-tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävien työsuhteiden kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.	
Suoritustavat	Ensimmäiset 2 opintopistettä: työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua), yhteensä 52 h. Opintopisteet 3-10: yrityksen työtehtävissä työskentelyä 26-208 h (1 op/26 h). Tutkinnon pakollisen harjoittelun määrä vaihtelee eri ohjelmissa, lisätietoja opinto-oppaan tutkintorakenneosuudesta.	
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.	

BH10A1600	***ENERGY TECHNOLOGY PROJECT WORK***	***2 - 30 ECTS cr***
	Energy Technology Project Work **The course is mainly intended for foreign visiting students. The students register for the course by contacting the supervisor.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Jari Backman, Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen, Professor, D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki, Professor, D.Sc. (Tech.) Jaakko Larjola, Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen	

	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen
Aims	Upon completion of the course the students - can apply research methodology from the different viewpoints of energy technology - can prepare a literature search on a limited topic - can prepare a research report - have an independent attitude towards working autonomously in the field of technology
Content	Preparation of a research report on a given subject which can be acquired from the industry. The report is premised on an extensive literature search.
Modes of Study	1st–4th period: Advanced special research report or seminar paper 100-780 h. Modes of study will be agreed upon with the professor responsible for the field. No contact teaching.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH10A1700	***INTRODUCTION TO M.SC. STUDIES***	***1 ECTS cr***
	Introduction to M.Sc. Studies	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Teacher tutor, D.Sc. (Tech) Aki Grönman Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - describe the content of the Degree Programme, interpret the study guide and also describe the research areas of Laboratory of Energy Technology - prepare his/her individual study plan (ePSP) and follow the progress of his studies with a help of WebOodi's personal study plan - observe the university's examination practices and degree programme practices - use the services of the library, retrieve information independently and use the information sources accordance with good practices and are also able to observe the copyrights - observe the instructions and practices of the Master's Thesis - find help as needed during his or her studies - use the Moodle learning base	
Content	LUT Energy (4x2h): 1st period: Getting to know Finnish culture. Study and exam culture in LUT. LUT library collections, databases, reference practices and copyrights. 2nd period (1x2h):. Starting the Master Thesis. Degree Programme in Energy Technology (3x2h): 1st period (2x2h): Getting to know with the Department of Energy Technology and Major Studies. ePSP workshop. 2nd period (1x2h): Research areas of Department of Energy Technology.	
Modes of Study	Obligatory lectures 10h (incl. participation in an ePSP workshop) Library visit 1h. 1st period. Obligatory lectures 4h and individual discussion with a teacher tutor 1h. 2nd period. Individual work (total approx. 10h): 1st period: An individual study plan. Assignments of information searching, library use and databases on Moodle. 2nd period: Written assignment about study- and career plans. Total workload 26 h.	
Evaluation	Pass/fail	
Study materials	Study Guide, Moodle, LUT library collections and databases.	

BH20A0200	***TERMODYNAMIIKAN HARJOITUS- JA LABORATORIOTYÖKURSSI***	***3 op***
	Laboratory Course of Thermodynamics	
Ajankohta	TkK 2, periodi 2-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tero Tynjälä	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa laatia johdonmukaisen ja selkeän tutkimusraportin ja osaa lähdeviittaamisen perusperiaatteet. Opiskelija oppii mittamaan ilmastointiprosessin tila-arvoja sekä piirtämään käytännössä mitatun ilmastointiprosessin tilapisteet, kostean ilman Mollier-piirrokseen, sekä piirtämään kostutus-lämmitys- ja puhallusprosessien energia- ja ainetaseet ja laskemaan näiden perusteella aine- ja energiavirtoja. Opiskelija oppii soveltamaan termodynamiikan teoriaa ongelmanratkaisuun.	
Sisältö	Kurssin ydinaines, täydentävä tieto ja erityistieto: Opintojaksoon kuuluu kirjallisuustyö sekä laboratorio- ja harjoitustöitä. Kirjallisuustyössä tutustutaan termodynamiikan perusilmiöihin: niiden historiaan, henkilöihin niiden takana sekä siihen, miten ilmiöt vaikuttavat nykypäivänä. Opiskelijat kirjoittavat ja esittävät valitsemastaan aiheesta tekemänsä kirjallisuustyön sekä opponoivat toisten opiskelijoiden töitä. Laboratorio- ja harjoitustöissä tutustutaan termodynaamisten suureiden mittaamiseen sekä prosessien toiminta-arvojen laskemiseen, sekä termodynamiikan soveltamiseen käytännön ongelmanratkaisuun.	
Suoritustavat	2. periodi: Johdantoluento 2 h, Ryhmässä tehtävä kirjallisuustyön tekeminen ja toisten töiden opponointi 25 h. 3. periodi: Laboratoriotyön esiselvitys 2h laboratoriotyömittaukset 2 h laboratorioraportin laadinta 25 h. 4. periodi: Henkilökohtaisen harjoitustyön laadinta 25 h. Kokonaismitoitus yhteensä 81 h.	
Arvostelu	0-5 3 arvosteltavaa harjoitustyötä painoarvo 33 % / työ.	
Oppimateriaalit	Moodle -verkko-opetusmateriaali, termodynamiikan taulukot moniste, vesihöyryn h,s-piirros. Soveltuvin osin: Moran, M.J. & Shapiro, H.N.: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5 th ed. 2004 tai uudempi.	
Edellytykset	Suositeltavat : BH20A0700 Teknillisen termodynamiikan perusteet ja BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH20A0300	***LÄMMÖNSIIRRON PERUSTEET***	***3 op***
	Fundamentals of Heat Transfer	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Hyppänen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata johtumis-, konvektio- ja säteilylämmönsiirtoon liittyvät peruslait ja ilmiöiden fysikaaliset perusteet, - soveltaa lämmönsiirron yleistä ratkaisumenetelmää ja erilaisia laskentamalleja käytännön lämmönsiirtymistapausten analysoinnissa, - soveltaa sähköverkkoanalogiaa 1-dimensionaalisissa johtumistapauksissa, - ratkaista rivoitetun pinnan johtumis- ja konvektiolämmönsiirtotapauksia sekä soveltaa tasalämpötilamallia 1-dimensionaaleissa epästationaareissa lämmönjohtumistapauksissa, - kuvailla konvektiolämmönsiirtoon liittyvien rajakerrosilmiöiden merkityksen ja omaa käsityksen säilyvyysyhtälöiden muodostamisesta rajakerrokselle, - soveltaa kokeellisia korrelaatioita pakotetun ja vapaan konvektion sekä kiehumisen ja lauhtumisen lämpöteknisten ongelmien ratkaisussa, - mitoittaa lämpöteknisesti lämmönsiirtimen sekä laskea termisen suorituskyvyn	

	arvot - laskea pinnan säteilylämmönsiirtoa yhdistetyissä lämmönsiirtotapauksissa.
Sisältö	Stationaarinen lämmönjohtuminen, ripateoria, epästationäärinen lämmönjohtuminen: tasalämpötilamalli, johdatus rajakerrosteoriaan, vapaa ja pakotettu konvektiolämmönsiirto, kiehuminen ja lauhtuminen, lämmönsiirtimet, säteilylämmönsiirron perusteet.
Suoritustavat	Luentoja 8 h, harjoituksia 8 h, 1. periodi. Luentoja 8 h, harjoituksia 8 h, 2. periodi. Tentti. Pakolliset kotitehtävät ja harjoitukset. Itsenäisen työn osuus: kotitehtävät 14 h, tenttiin valmistautuminen 29 h ja tentti 3 h. Kokonaismitoitus yhteensä 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 % ja kotitehtävät 30 %
Oppimateriaalit	Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Holman J.P.: Heat Transfer. Cengel: Heat Transfer, A Practical Approach. Vepsäläinen, A. J.: Fundamentals of Heat Transfer, Lecture Note. Noppa: Luentomateriaali
Edellytykset	BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka kuunneltuna, harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH20A0450	***LÄMMÖNSIIRTO***	***3 op***
	Heat Transfer	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Hyppänen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata lämmönjohtumiseen, konvektioon ja säteilylämmönsiirtoon liittyvät fysikaaliset ilmiöt ja säilyvyysyhtälöt. - soveltaa erilaisia ratkaisumenetelmiä käytännön lämmönsiirtymistapausten: esim. rakennukset, kattilat; analysoinnissa - määrittää pintojen ja kaasujen säteilyominaisuudet sekä soveltaa lämpövastusverkon redusointia ja lineaarisen yhtälöryhmän ratkaisua ontelossa tapahtuvan säteilylämmönsiirron tapauksissa. - ratkaista ja analysoida konvektiolämmönsiirron erikoistapausten; suihkut, rakeinen kerros; ongelmia rajakerrosteorian ja lämmönsiirtokorrelaatioiden avulla. - soveltaa numeerista ratkaisutapaa sekä käyttää kokeellisia käyrästöjä stationääreissa ja epästationääreissa lämmönjohtumisen perustapauksissa - toimia ryhmän jäsenenä teollisuussovelluksen lämmönsiirron analyysissä sekä esittää tulokset tiiviisti ja keskustella sovelluksen lämpöteknisestä suorituskyvystä.	
Sisältö	Säteilylämmönsiirto ontelossa, pölyisen kaasun säteily, konvektion jatkuvuusyhtälöt ja erikoistapauksien ratkaisu, epästationäärinen lämmönjohtuminen, numeeriset ratkaisumenetelmät stationäärisiin ja epästationäärisiin johtumistapauksiin.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h , harjoituksia 12 h, 3. periodi. Luentoja 2 h, harjoituksia 4 h, seminaari, 4. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus: pakolliset kotitehtävät 10 h, seminaari ja siihen valmistautuminen 8 h, tenttiin valmistautuminen 27 h ja tentti 3 h.Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti,kotitehtävät ja seminaari.	
Oppimateriaalit	Kuten opintojaksossa BH20A0300 Lämmönsiirron perusteet. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Cengel: Heat Transfer, A Practical Approach, Holman J.P.: Heat Transfer.	
Edellytykset	BH20A0300 Lämmönsiirron perusteet kuunneltuna, harjoitukset suoritettuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.	

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH20A0500	***LÄMMÖNSIIRRON HARJOITUS- JA LABORATORIOTYÖKURSSI***	***3 op***
	Laboratory Course of Heat Transfer	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Hyppänen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa lämmönsiirron teoriatietoa käytännön insinöörityössä ja kehittää laskentamalleja sovelluksien lämpötekniseen tarkasteluun, - kirjoittaa teknillisen raportin tuotenäkökulmaisesta lämpöteknisestä mitoituksesta ja laboratoriokokeisiin liittyvästä analyysistä, - analysoida kokeellisten mittausten tuloksia ja arvioida tulosten luotettavuutta, - soveltaa lämmönsiirtoon liittyvää lämmönsiirron opetuksesta ja kirjallisuudesta saatavaa teoreettista ja kokeellista tietoa sekä lämpöteknisen mitoituksen perusteita sovelluslähtöisesti tyypillisimmissä lämmönsiirtotapauksissa.	
Sisältö	Opintojaksoon kuuluu yhteensä kolme harjoitus- ja laboratoriotyötä.	
Suoritustavat	Laboratoriotyö 18 h: mittaukset 2 h, suullinen kuulustelu ja siihen valmistautuminen 3 h, laskenta ja raportointi 13 h, 1.periodi Harjoitustyö 30 h: Kirjallisuusosio 6 h, Mitoituslaskenta 14 h, Raportointi 8 h, vertaisarviointi 2 h, 2.periodi Harjoitustyö 30 h: Kirjallisuusosio 6 h, Mitoituslaskenta 14 h, Raportointi 8 h, vertaisarviointi 2 h, 3.periodi. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, laboratoriotyö 25 %, lämmönsiirtimen mitoitus 40 %, tulipesän mitoitus 35 %	
Oppimateriaalit	Opintojakson ohjaus ja täydentävä materiaali Nopassa. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Saari, J.: Design of Heat Exchangers, Lecture Note. Vepsäläinen, A. J.: Fundamentals of Heat Transfer, Lecture Note.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH20A0700	***TEKNILLISEN TERMODYNAMIIKAN PERUSTEET***	***2 op***
	Fundamentals of Engineering Thermodynamics	
Ajankohta	TkK 2, periodi 2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tero Tynjälä	
Tavoitteet	Opintojakson käytyään opiskelija ymmärtää energiatekniikan peruskäsitteitä, kuten lämpötila, aineen tila, taserajatarkastelu, systeemin tyypit ja erilaiset prosessit, energian muodot ja termodynamiikan pääsäännöt. Opiskelija oppii lukemaan aineominaisuuksia termodynaamisista taulukoista ja tilapiirroksista. Kurssin käytyään opiskelija ymmärtää energian eri muodot sekä osaa laatia termodynamiikan 1. pääsäännön mukaisen energiataseen yleiselle avoimelle virtaussysteemille. Opiskelija osaa laskea ideaalikaasun puristus- ja paisuntaprosesseihin liittyvän työn ja lämmön sekä entropian muutoksen. Opiskelija ymmärtää lämpövoimakoneen toimintaperiaatteen sekä Carnot-hyötysuhteen merkityksen lämpövoimakoneen teoreettiselle maksimihyötysuhteelle.	
Sisältö	1. Peruskäsitteet: tila, prosessi, systeemi 2. Aineominaisuudet, ideaali- ja reaalikaasujen tilanyhtälöt 3. Termodynamiikan 1. pääsääntö, käsitteet, energia, työ, lämpö, sisäenergia. 4. Kaasulaskut, isoterminen, isentrooppinen, adiabaattinen, polytrooppinen puristus	

	5. 2. pääsääntö, Carnot-prosessi, lämpövoimakoneet, isentrooppinen hyötysuhde. 6. Termoekonomia, eksergia.
Suoritustavat	2. periodi: Luentoja 12 h, harjoituksia 12 h. Verkkoluentomateriaaliin perehtyminen 12 h ja luentoihin liittyviin quiz-tehtäviin vastaaminen 4h, laskutehtävien harjoittelu ja tenttiin valmistautuminen 12 h, tentti 3 h. Kokonaismitoitus yhteensä 55 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, quizzit 20 %
Oppimateriaalit	Moodle-verkko-opetusmateriaali, termodynamiikan taulukot moniste, vesihöyryn h,s-piirros. Soveltuvin osin: Moran, M.J. & Shapiro, H.N.: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5 th ed. 2004 tai uudempi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH20A0800	***TEKNILLINEN TERMODYNAMIIKKA***	***5 op***
	Engineering Thermodynamics	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tero Tynjälä	
Tavoitteet	Opintojakson käytyään opiskelija osaa soveltaa termodynamiikan perusyhtälöitä erityisesti energia- ja ympäristötekniikkaan liittyvien prosessien tarkasteluun. Opiskelija ymmärtää kylmäkone- tai lämpöpumppuprosessin toimintaperiaatteen ja osaa laskea prosessin toiminta-arvoja. Opiskelija osaa laskea ideaalikaasuseosten ja kostean ilman aineominaisuuksia. Opiskelija osaa laskea ilmastointitekniikan perusprosesseja kuten ilman lämmitys ja kostutus. Opiskelija ymmärtää erilaisten energianmuuntoprosessien toimintaperiaatteen sekä osaa laskea yksinkertaisia polttomoottori-, kaasuturbiini- ja höyryvoimalaitosprosesseja. Opiskelija oppii palamiseen liittyviä käsitteitä ja oppii laskemaan palamisessa syntyvien teoreettisten savukaasujen koostumuksen ja adiabaattisen palamislämpötilan. Opiskelija osaa muodostaa kemiallisen reaktion tasapainovakion lausekkeen ja laskea reaktion tasapainokoostumuksen annetussa lämpötilassa. Opiskelija osaa laskea yksinkertaisia suutinvirtauksia ja ymmärtää äänen nopeuden merkityksen kaasun käyttäytymiseen suppenevassa ja laajenevassa suuttimessa.	
Sisältö	Kylmäkoneet ja lämpöpumput. Ideaalikaasuseokset, kostean ilman prosessit, ilmastointikoneet. Koneet ja kiertoprosessit: polttomoottori, höyryvoimalaitosprosessi, kaasuturbiiniprosessi. Kemiallinen termodynamiikka, kemiallinen tasapaino, tasapainoehto, Gibbsin funktio ja kemiallinen tasapaino, ideaalikaasuseosten tasapainovakio, samanaikaisten reaktioiden kemiallinen tasapaino, palamisprosessi. Suutinvirtaus, suuttimet ja diffuusorit, ideaalikaasun äänen nopeus.	
Suoritustavat	3. periodi: Luentoja 12 h, harjoituksia 12 h. Verkkoluentomateriaaliin perehtyminen 16 h ja luentoihin liittyviin quiz-tehtäviin vastaaminen 4 h, laskutehtävien harjoittelu ja välikokeeseen valmistautuminen 20 h, välikoe 3 h 4. periodi: Luentoja 12 h, harjoituksia 12 h. Verkkoluentomateriaaliin perehtyminen 16 h ja luentoihin liittyviin quiz-tehtäviin vastaaminen 4 h, laskutehtävien harjoittelu ja välikokeeseen valmistautuminen 20 h, välikoe 3 h. Pakolliset harjoitustehtävät tulee olla hyväksytysti suoritettu ennen tenttiä. Kokonaismitoitus yhteensä 134 h.	
Arvostelu	0-5 tentti tai 2 välikoetta 80 %, quiz-tehtävät 20 %.	
Oppimateriaalit	Moodle -verkko-opetusmateriaali, termodynamiikan taulukot moniste, vesihöyryn h,s-piirros. Soveltuvin osin: Moran, M.J. & Shapiro, H.N.: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5 th ed. 2004 tai uudempi.	

Edellytykset	BH20A0700 Teknillisen termodynamiikan perusteet
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH30A0000	***YDINENERGIAN YLEISKURSSI***	***2 op***
	Introduction to Nuclear Engineering	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3	
Opettaja(t)	professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - perusasiat säteilystä ja sen terveydellisistä vaikutuksista, - tehdä yksinkertaistettuja säteilyannostarkasteluja, - ydinenergian tuottamisen ja ydinturvallisuuden perusperiaatteet, - luokitella ydinonnettomuuksia kansainvälisellä INES-asteikolla, - perusasiat ydinpolttoainekierrosta ja ydinjätehuollosta, - vertailla ydinenergian käyttöä Suomessa ja maailmalla.	
Sisältö	Säteily ja sen esiintyminen. Säteilyn terveydelliset vaikutukset ja säteilysuojelun perusperiaatteet. Ydinenergian tuottaminen (fissio ja fuusio). Ydinvoimalaitosten perusrakenne. Ydinturvallisuuden perusteet. Polttoainekierto ja ydinjätehuolto. Onnettomuudet ja niiden luokittelu (INES-asteikko). Ydinenergian käyttö Suomessa ja maailmalla.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, ohjattuja laskuharjoituksia 8 h, harjoitukset verkkoympäristössä 4 h, itsenäisen työn osuus: tenttiin valmistautuminen 23 h ja tentti 3 h, 3. periodi. Kokonaiskuormittavuus 52 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.	
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. Luentomonisteet ja luennoilla jaettava materiaali. Soveltuvin osin STUK: Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, osa 5 Ydinturvallisuus, toim. Sandberg, J.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.	

BH30A0100	***YDINVOIMATEKNIIKAN PERUSTEET***	***3 op***
	Basics of Nuclear Engineering	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Juhani Hyvärinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - ydinreaktioiden, fissiomekanismin ja kevytvesireaktorin sydämen toimintaperiaatteen - ratkaista reaktorifysikaalisia peruslaskuja - selittää erilaisten reaktorityyppien eroavaisuudet ja vertailla niiden ominaisuuksia	
Sisältö	Ydinenergian historiaa. Neutronien aiheuttamat ydinreaktiot, erityisesti fissio ja fissiotuotteet. Ydinreaktorien fysiikan perusteita. Vaikutusalat. Reaktiivisuus. Ydinvoimalaitostyypit, erityisesti Suomessa käytössä olevat ydinvoimalaitokset. Palama. Aktinidit. Säteilymittarit. Säteilysuojelu.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h, laskuharjoituksia 12 h, itsenäisen työn osuus: välikokeeseen valmistautuminen 12 h ja välikoe 3 h, 3. periodi. Luentoja 12 h, laskuharjoituksia 12 h ja laboratoriodemonstraatio 2 h, itsenäisen työn osuus: välikokeeseen valmistautuminen 10 h ja välikoe 3 h, 4. periodi. Kokonaiskuormittavuus 78 h. Kaksi välikoetta tai tentti.	
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 100 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.	
Oppimateriaalit	Moodle käytössä.	

	Luentomonisteet. Shultis, J. K. & Faw, R. E.: Fundamentals of Nuclear Science and Engineering (2008), soveltuvin osin.
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH30A0200	***YDINVOIMATEKNIIKKA I***	***6 op***
	Nuclear Engineering I	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki ja professori, TkT Juhani Hyvärinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää ydinreaktorien suunnitteluperiaatteet. - kevytvesireaktorilaitosten rakenteen, järjestelmät ja toiminnan - raskasvesi- ja kaasujäähdytteisten reaktorien toimintaperiaatteet.	
Sisältö	Reaktorifysiikkaa, yksinkertaistettu kriittisyystehtävä. Reaktorisydämen suunnitteluperiaatteet. Kevytvesireaktorien kehityshistoria, rakenne ja toiminta, Laitosyksikön pääkomponentit, tärkeimmät turvallisuus- ja apujärjestelmät sekä instrumentointi. Katsaus eri maiden ydinenergiaohjelmiin. Opintomatka Loviisan ydinvoimalaitokselle.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 34 h, välikokeeseen valmistautuminen 7 h ja välikoe 3 h, 1. periodi. Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, opintomatka 8 h, itsenäisen työn osuus: esitelmän tekeminen 10 h, välikokeeseen valmistautuminen 7 h ja välikoe 3 h, 2. periodi. Kokonaiskuormittavuus 156 h. Harjoitustyö ja maaesitys. Kaksi välikoetta tai tentti. Opintomatka.	
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 70 %, harjoitustyö ja esitelmä 30 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.	
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. Luentomonisteet. Shultis, J. K. & Faw, R. E.: Fundamentals of Nuclear Science and Engineering (2008), soveltuvin osin.	
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi ja BH30A0100 Ydinvoimatekniikan perusteet.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH30A0300	***YDINVOIMATEKNIIKKA II***	***5 op***
	Nuclear Engineering II	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laskea reaktorikinetiikkalaskuja - keinot säätää reaktoria ja sen ylijäämäreaktiivisuutta - vertailla eri ydinvoimalaitostyyppejä keskenään, mm. nopeita reaktoreita - ydinpolttoainekierron eri vaiheiden tekniikat.	
Sisältö	Ydinvoimalaitostyyppejä. Turvallisuuskysymyksiä: reaktorikinetiikkaa, reaktiivisuusonnettomuus. Polttoainekierto. Opintomatka Olkiluodon voimalaitokselle tai vastaavaan kohteeseen.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 30 h, välikokeeseen valmistautuminen 7 h ja välikoe 3 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, opintomatka 14 h, itsenäisen työn osuus: esitelmän tekeminen 10 h, välikokeeseen valmistautuminen 7 h ja välikoe 3 h, 4. periodi. Kokonaiskuormittavuus 130 h.	
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 70 %, harjoitustyö ja esitelmä 30 %. Harjoituksilla	

	mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. Luentomonisteet sekä soveltuvin osin Shultis, J. K. & Faw, R. E.: Fundamentals of Nuclear Science and Engineering (2008).
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi, BH30A0100 Ydinvoimatekniikan perusteet ja BH30A0200 Ydinvoimatekniikka I
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH30A0600	***SÄTEILYSUOJELU***	***3 op***
	Radiation Protection **Luennoidaan vuorovuosina opintojakson BH30A0700 Luotettavuustekniikka kanssa.** **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 2	
Opettaja(t)	professori, TkT Juhani Hyvärinen	
Tavoitteet	Opintojakson lopussa opiskelijan odotetaan pystyvän - toimimaan säteilylaissa edellytetyn säteilyn käytön vastaavana johtajana.	
Sisältö	Luentoja säteilysuojelusta ja -turvallisuudesta. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Luentoja 24 h, laskuharjoituksia 10 h, laboratoriomittaukset 4 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 25 h, tenttiin valmistautuminen 12 h ja tentti 3 h, 2. periodi. Kokonaiskuormittavuus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.	
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. STUK:n säteily- ja ydinturvallisuus kirjasarja, soveltuvin osin sekä voimassaoleva säteilylainsäädäntö sekä siihen liittyvät ST-ohjeet.	
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH30A0700	***LUOTETTAVUUSTEKNIIKKA***	***4 op***
	Reliability Engineering **Luennoidaan vuorovuosina opintojakson BH30A0600 Säteilysuojelu kanssa.** **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laskea yksittäisten komponenttien ja yksinkertaisten järjestelmien luotettavuussuureita - muodostaa järjestelmän vika- ja tapahtumapuut - arvioida inhimillisen tekijän vaikutuksen.	
Sisältö	Johdatus luotettavuustekniikkaan. Boolen algebra. Komponenttien luotettavuussuureet. Järjestelmien luotettavuusteknillinen rakenne, esimerkkejä eri aloilta. Rakennefunktio, luotettavuuslohkokaavio, vikapuut, tapahtumapuut, minimi-katkosjoukot. Järjestelmien luotettavuussuureet ja niiden määrääminen eri menetelmin. Vioittumis- ja vaikutusanalyysi. Parametrien ja trendien määritys vikahavainnoista. Järjestelmän käyttövarmuuden parantaminen. Ihminen järjestelmän osana. Yhteisviat, epätarkkuusanalyysi ja tärkeysmitat. Rakenteiden luotettavuus. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	

Suoritustavat	Luentoja 15 h, harjoituksia 12 h, 1. periodi. Luentoja 15 h, harjoituksia 12 h, 2. periodi. Itsenäisen työn osuus: tenttiin valmistautuminen 47 h ja tentti 3 h. Kokonaiskuormittavuus 104 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. McCormick, Norman J.: Reliability and risk analysis: Methods and nuclear power applications, Academic Press, 1981. Pages, Gondran: System Reliability Evaluation and Prediction in Engineering 1986, North Oxford Academic Publishers. Henley & Kumamoto: Probabilistic Risk Assessment, IEEE Press 1992. Villemeur, A.: Reliability, Availability, Maintainability and Safety Assessment, John Wiley, 1992. Birolini A.: Reliability engineering: Theory and Practice, Berlin: Springer, 1999.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH30A1300	***YDINONNETTOMUUKSIEN HALLINTA***	***3 op***
	Management of Nuclear Accidents **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juhani Hyvärinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija - ymmärtää ydinvoimaonnettomuuksien eri aiheutumis- ja estomekanismit - ymmärtää ydinpolttoaineessa mallinnettavat ilmiöt - ymmärtää vakavaan onnettomuuteen liittyvät fysikaaliset ilmiöt ja niiden lieventämismekanismit - osaa muodostaa ketjun ydinvoimalaitospäästöstä ja sen leviämisestä yksilöiden säteilyannoksiin asti - ymmärtää turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteet.	
Sisältö	Ydinvoimalaitosonnettomuuksien oletetut syyt. Ydinpolttoaineen ilmiöt ja niiden mallinnus. Vakavien onnettomuuksien ilmiöt ja mallinnus. Ydinvoimalaitospäästön leviämismallit ja biologisten säteilyannosten synty. Harjoitustyö. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Luentoja 15 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 43 h, tenttiin valmistautuminen 17 h ja tentti 3 h, 4. periodi. Kokonaiskuormittavuus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitustyö 20 %	
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. Luentomoniste.	
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi, BH30A0100 Ydinvoimatekniikan perusteet, BH30A0200 Ydinvoimatekniikka I.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH30A1401	***NUCLEAR ENGINEERING***	***6 ECTS cr***
	Nuclear Engineering **The course will be lectured during the academic year 2014-2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Juhani Hyvärinen	
Aims	Upon completion of the course the student can - explain design principles of nuclear power reactors - functionality, main systems and components of light water reactors	

	- elements of health effects of ionizing radiation and radiation protection
Content	History of nuclear energy utilisation. Light water reactor design features, main components and their design. Reactor fuel and fuel cycle. Safety and auxiliary system design. Health physics and radiation protection considerations.
Modes of Study	1st period: 28 h of lectures, 14 h of tutorials, independent assignments 34 h, preparation for examination 7 h and written interim examination 3 h. 2nd period: 28 h of lectures, 14 h of tutorials, preparation of a presentation 18 h, preparation for examination 7 h and written interim examination 3 h. Total workload 156 h. One independent assignment and a country presentation, two interim exams or one final exam.
Evaluation	0-5, examination 70 %, assignments and presentations 30 %. Possible to raise grade by tutorials.
Study materials	Moodle in use. Lamarsh & Baratta, Introduction to Nuclear Engineering, as applicable

BH30A1501	***NUCLEAR SAFETY***	***5 ECTS cr***
	Nuclear Safety **The course will be lectured during the academic year 2014-2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Juhani Hyvärinen	
Aims	Upon completion of the course the students understand - The causes oif nuclear accidents; accident prevention, management and mitigation - Dominating accident phenomena, fuel response, containment response - Radiation source term, dispersion, dose calculations - Safety systems and structures design basis - International classification of nuclear accidents, communications aspects	
Content	Lessons learned from nuclear accidents. Defense-in-depth as design philosophy. Design basis: anticipated operational transients, reactivity accidents, disruption of core cooling. Inherent threats. Core melt accident phenomena and containment functionality. Extreme natural and man-made hazards. Source term, radioactivity dispersion, dose calculations. Emergency response. Independent assignment. Suitable for postgraduate studies.	
Modes of Study	3rd period: 28 h of lectures, 14 h of tutorials, 25 h of independent assignment, preparation for interim examination 7 h and written examination 3 h. 4th period: 28 h of lectures, 14 h of tutorials, preparation for interim examination 7 h and interim written examination 3 h. One independent assignment, two interim exams or one final exam. Total workload 129 h.	
Evaluation	0-5, examination 70 %, assignments and presentations 30 %. Possible to raise grade by tutorials.	
Study materials	Moodle in use. Literature:	
Prerequisites	BH30A1401 Nuclear Engineering	

BH30A1700	***YDINREAKTORIEN FYSIIKKA***	***3 op***
	Nuclear Reactor Physics	
Ajankohta	DI 1, periodi 2	
Opettaja(t)	professori, TkT Riitta Kyrki-Rajamäki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää ydinreaktorin toiminnan reaktoridynamiikan kannalta. - käyttää erilaisia laskentamenetelmiä neutronin vuorovaikutuksille ja kuljetusyhtälölle.	
Sisältö	Neutronien ja aineen väliset vuorovaikutukset. Neutronien kuljetusyhtälö. Monte-Carlo -menetelmä. Neutronien diffuusio. Neutronien hidastuminen.	

	Termiset neutronit. Kaksi- ja moniryhmädiffuusioteoria. Reaktoridynamiikka. Reaktorifysiikan numeeriset menetelmät. Polttoaineen käytön suunnittelu. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 14 h, mikroharjoituksia 4 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 30 h, tenttiin valmistautuminen 13 h ja tentti 3 h, 2. periodi. Kokonaiskuormittavuus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyö 30 %.
Oppimateriaalit	Moodle käytössä. Luentomonisteet. Reuss: Neutron Physics, Duderstadt & Hamilton: Nuclear Reactor Analysis, Stacey: Nuclear Reactor Physics, soveltuvin osin.
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi, BH30A0100 Ydinvoimatekniikan perusteet, BH30A0200 Ydinvoimatekniikka I ja BH30A0300 Ydinvoimatekniikka II
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH30A1800	***APPLIED REACTOR PHYSICS***	***3 ECTS cr***
	Applied Reactor Physics	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki	
Aims	Upon completion of the course the students - can utilise different numerical methods of reactor physics - understand nuclear fuel cycle.	
Content	Numerical methods of reactor physics. Management of nuclear fuel cycle.	
Modes of Study	3rd period: 14 h of lectures, 10 h of tutorials, 4 h of computer calculations, study excursion 8 h, preparation for examination 39 h and written examination 3 h. Total workload 78 h. Study excursion to the research reactor of the Technical Research Centre of Finland in Otaniemi, Espoo.	
Evaluation	0-5, examination 100 %. Possible to raise grade by tutorials.	
Study materials	Moodle in use. Reuss: Neutron Physics, Duderstadt & Hamilton: Nuclear Reactor Analysis, Stacey: Nuclear Reactor Physics	
Prerequisites	BH30A0000 Introduction to Nuclear Engineering, BH30A0100 Basics of Nuclear Engineering, BH30A0200 Nuclear Engineering I and BH30A0300 Nuclear Engineering II, BH30A1700 Nuclear Reactor Physics, BH30A2101 Introduction to Reactor Physics.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH30A1900	***THERMAL HYDRAULICS OF NUCLEAR POWER PLANTS***	***3 ECTS cr***
	Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3	
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Juhani Hyvärinen	
Aims	Upon completion of the course the students - master the basic equations for two-phase flow thermal hydraulics, - can utilise the basic equations in manual calculations, - understand the basic equations used in computer models, - has preliminary skills for use of both the system codes (APROS/TRACE) to run simple calculation models.	
Content	The normal use, as well as the thermo hydraulic phenomena in disturbance and accident situations, of the reactor circuit of a nuclear power plant. Two-phase flow calculations. Short introductory to the use of APROS and TRACE software. This course is also suitable for postgraduate students.	
Modes of Study	3rd period: 12 h of lectures, 12 h of tutorials, 4 h of computer calculations, preparation for examination 47 h and written examination 3 h. Total workload	

	78 h.
Evaluation	0-5, examination 100 %. Possible to raise grade by tutorials.
Study materials	Moodle in use. Todreas, Kazimi: Nuclear Systems I & II, where applicable. Winterton: Thermal Design of Nuclear Reactors, where applicable. Wallis: One-dimensional Two-phase flow.
Prerequisites	BH30A0000 Introduction to Nuclear Engineering, BH30A0100 Basics of Nuclear Engineering, BH30A0200 Nuclear Engineering I and BH30A0300 Nuclear Engineering II
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH30A2000	***YDINVOIMALAITOSTEN TERMOHYDRAULIIKAN MALLINNUS*** ***3 op***
	Modelling of Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants
Ajankohta	DI 1, periodi 4
Opettaja(t)	Lab. Ins. Juhani Vihavainen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juhani Hyvärinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - ymmärtää tietokonemallinnukseen käytettävät perusyhtälöt ja termohydrauliikan erityispiirteet - on selvillä tietokonemallien rakenteesta - osaa käyttää molempia opintojaksolla käytettäviä systeemikoodeja (APROS/TRACE) pystyen niillä laatimaan harjoitustyötason malleja ja käyttämään laajempiakin laskentamalleja.
Sisältö	Ydinvoimalaitoksen reaktoripiirin normaalikäytön sekä häiriö- ja onnettomuustilanteiden termohydrauliset ilmiöt. Kaksifaasivirtauksen laskenta. Kokeellisen tutkimuksen ja mittaustekniikan esittely. Ydinvoimalaitoksen keskeisten prosessien mallinnus APROS- ja TRACE -tietokoneohjelmilla. CFD-sovellukset ydintekniikassa. Kaksi harjoitustyötä. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin. Opintomatka Loviisan voimalaitoksen koulutussimulaattorille.
Suoritustavat	Luentoja 12 h, tietokoneharjoituksia 12 h, opintomatka 8 h, itsenäisen työn osuus: harjoitustyön tekeminen 30 h, tenttiin valmistautuminen 13 h ja tentti 3 h, 4. periodi. Kokonaiskuormittavuus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyö 30 %. Harjoituksilla mahdollisuus korottaa opintojakson arvosanaa.
Oppimateriaalit	Moodle käytössä Luentomateriaalit, Todreas, Kazimi: Nuclear Systems I & II, soveltuvin osin.
Edellytykset	BH30A0000 Ydinenergian yleiskurssi,BH30A0100 Ydinvoimatekniikan perusteet,BH30A0200 Ydinvoimatekniikka I,BH30A0300 Ydinvoimatekniikka II ja BH30A1900 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants

BH30A2101	***INTRODUCTION TO REACTOR PHYSICS*** ***4 ECTS cr***
	Introduction to Reactor Physics **The course will be lectured during the academic year 2014-2015.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki
Aims	Upon completion of the course the student can - nuclear reactions, nuclear fission, and the basic principle of a nuclear core - calculate simple criticality geometries - explain the life cycle of neutron generations in the thermal nuclear reactor core
Content	Neutron induced nuclear reactions, particularly fission. Basic reactor physics, simplified criticality calculations. Concept of reactivity and reactor dynamic

	response.
Modes of Study	1st period: 24 h of lectures, 10 h of tutorials, independent assignments 34 h, preparation for examination 7 h and written interim examinations 7 h. 2nd period: 24 h of lectures, 10 h of tutorials, preparation of a presentation 26 h, preparation for examination 7 h and written interim examinations 7 h. Total workload 156 h. One independent assignment and a country presentation, two interim exams or one final exam.
Evaluation	0-5, examination 70 %, assignments and presentations 30 %. Possible to raise grade by tutorials.
Study materials	Moodle in use. Reuss: Neutron Physics, as applicable

BH40A0100	***UUSIUTUVA ENERGIA***	***3 op***
	Renewable Energy	
Ajankohta	TkK 2, periodi 4	
Opettaja(t)	professori, TkT Jaakko Larjola	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - uusiutuvan energian määrittelyn, - vesivoiman, vesiturbiinien, - tuulivoiman ja tuuliturbiinien, aaltovoiman, - biomassavoimaloiden, biokaasuvoimaloiden, - aurinkovoimaloiden, - polttokennojen ja vetytalouden toimintaperiaatteen ja perusmitoituksen. - eri uusiutuvien energialähteiden suhteellisen tärkeyden - kykenee vertaamaan niiden etuja ja haittoja perinteisiin voimaloihin ja ydinvoimaloihin.	
Sisältö	Vesivoima, vesiturbiinityypit, tuulivoima, tuuliturbiinityypit, vetytalous ja polttokennot, aaltovoima, biomassan ja biokaasun hyödyntäminen, aurinkovoima.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h, harjoituksia 12 h, itseopiskelua, 4. periodi. Tentti.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Muu materiaali ilmoitetaan luentojen yhteydessä.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A0200	***PUMPUT, PUHALTIMET JA KOMPRESSORIT***	***3 op***
	Pumps, Blowers, Fans and Compressors	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1	
Opettaja(t)	professori, TkT Jaakko Larjola ja tutkijaopettaja, TkT Ahti Jaatinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - pumppujen, puhaltimien ja kompressorien rakenteen ja toimintaperiaatteen - valita näistä sopivia tyyppejä eri käyttökohteisiin - näistä riittävät tiedot myös taloudellista optimointia ja osto- tai myyntineuvotteluita varten. - perustiedot ko. laitteiden suunnitteluun ja päämittojen valintaan.	
Sisältö	Pumpputyypit ja toimintaperiaatteet, keskipakoispumpun laskenta ja ominaisuudet virtapiirissä. Kompressorityypit ja toimintaperiaatteet, radiaalikompressorin laskenta. Puhallintyypit ja toimintaperiaatteet. Prosessisovellutukset, valintakriteerit ja säätö.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Tentti.Itsenäisen työn osuus 50 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Lisäksi: Ryti, Henrik: Koneoppi, osa 1. Staattiset koneet. Airila, Mauri et al.: Kompressorikirja. Wirzenius, A.: Keskipakopumput. Larjola, Jaakko: Radiaalikompressorit.	

Edellytykset	Suositellaan BH40A1400 Virtaustekniikka I kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A0250	***PUMPUT, PUHALTIMET JA KOMPRESSORIT (KETE)*** ***2 op***
	Pumps, Blowers, Fans and Compressors **Luennot opintojakson BH40A0200 yhteydessä.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 1
Opettaja(t)	professori, TkT Jaakko Larjola
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - pumppujen, puhaltimien ja kompressorien rakenteen ja toimintaperiaatteen - valita näistä sopivia tyyppejä eri käyttökohteisiin - näistä riittävät tiedot myös taloudellista optimointia ja osto- tai myyntineuvotteluita varten - perustiedot ko. laitteiden suunnitteluun ja päämittojen valintaan.
Sisältö	Pumpputyypit ja toimintaperiaatteet, keskipakoispumppu virtapiirissä. Kompressorityypit ja toimintaperiaatteet. Puhallintyypit ja toimintaperiaatteet. Prosessisovellutukset, valintakriteerit ja säätö. Ero laajempaan kurssiin BH40A0200 nähden: kineettisiä kompressoreja ja keskipakoispumppua ei käsitellä yksityiskohtaisesti.
Suoritustavat	Luentoja 10 h, harjoituksia 10 h, 1. periodi. Tentti.Itsenäisen työn osuus 32 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Airila, Mauri et al.: Kompressorikirja. Wirzenius, A.: Keskipakopumput. Seppänen, O.: Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto (puhaltimet). Larjola, Jaakko: Radiaalikompressorit.
Edellytykset	Suositellaan BH40A1400 Virtaustekniikka I kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A0300	***ENERGIANMUUNTOPROSESSIT*** ***3 op***
	Applied Thermodynamics
Ajankohta	TkK 3, periodi 2
Opettaja(t)	professori, TkT Jaakko Larjola
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - polttomoottorivoimaloiden, - höyryvoimalaitosten, - kylmäkoneiden, - kaasuturbiinivoimaloiden, - kombivoimaloiden, - Strirling-, Kalina- ja ORC-voimaloiden toimintaperiaatteen, optimoinnin perusteet ja mitoitusperiaatteet. - valita näistä kuhunkin käyttökohteeseen parhaiten sopivan prosessin - myös kylmäntekotavat ilman kiertoprosessia.
Sisältö	Polttomoottorit, kylmäkoneet, lämpöpumput, höyry- ja kaasuturbiinit, Rankine- ja Braytonprosessi, ORC- ja Stirlingprosessi.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus 50 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Lisäksi: Larjola, Jaakko: Turbokoneet, suunnittelun ja laskennan perusteet, Aalef. Eerola, Oiva: Polttomoottorit I ja II. Pitkänen, Jorma: Polttomoottoritekniikan perusteet. Aittomäki, Antero (toim.) Kylmätekniikka. Ryti, Henrik: Koneoppi, osa 1. Staattiset koneet.

	Tekniikan käsikirja 8. p. I, II, ja IV osa soveltuvin osin. Lee, J.F.: Theory and design of steam and gas turbines.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A0401	***VIRTAUS- JA LÄMPÖVOIMAKONEIDEN TYÖKURSSI***	***3 op***
	Applied Thermodynamics Laboratory Course	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Pekka Punnonen tutkijaopettaja, TkT Petri Sallinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jaakko Larjola	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - mitata käytännössä keskipakopumpun ja aksiaalikompressorin, - laskea niiden mittaustuloksista keskeisimmät suorituskykyä kuvaavat suureet, - arvioida tehtyjen mittausten tarkkuuden vaikutuksen, - mitoittaa keskipakopumpun, - laskea pumpun keskeisimmät tunnusluvut.	
Sisältö	Laboratoriotyöt: keskipakopumpun toiminta-arvojen mittaaminen ja aksiaalikompressorin mittaaminen. Harjoitustyö: keskipakopumpun mitoitus.	
Suoritustavat	Laboratoriotyöt. Mittaukset. 2 h + 2 h. Esi- ja jälkiselostukset. Harjoitustyö aloituspalaveri 2 h, välinäyttö.	
Arvostelu	0-5, laboratorio- ja harjoitustyö 100 %	
Oppimateriaalit	Gülich, J.F. 2010: Centrifugal pumps. Karassik, I. J. 2008: Pump handbook. Wirzenius, A. 1978: Keskipakopumput. Saravanamuttoo H.I.H., Rogers G.F.C., Cohen H. 2001: Gas turbine theory. Moodle.	
Edellytykset	Suositellaan BH40A0200 Pumput, puhaltimet ja kompressorit sekä BH40A0300 Energianmuuntoprosessit.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A0500	***TURBOKONETEKNIIKAN SEMINAARI***	***5 op***
	Turbomachinery Workshop **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Pekka Röyttä ja tutkijaopettaja, TkT Ahti Jaatinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jaakko Larjola	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tehdä tieteellisen julkaisun oikeaoppiseen julkaisuformaattiin - esittää ko. julkaisun suullisesti yleisölle - tiedonhaun, tieteellisen tekstin kirjoituksen, formaatin käytön - suulliseen esitykseen tarvittavan kalvosarjan teon - opponoinnin; opiskelijat opponoivat toistensa suullisia esityksiä.	
Sisältö	Opiskelijoiden laatimia seminaaritöitä virtaus- ja turbokonetekniikasta. Yleisimmät aiheet ovat käsitelleet kompressoreita, turbiineja, pumppuja tai kiertoprosesseja sekä niihin liittyvää mittaustekniikkaa tai numeerista virtauslaskentaa. Kurssilla jaetaan kaikille Journal of Thermal Science –lehden julkaisuformaatti. Artikkeli kirjoitetaan englanniksi, mutta ”kapulaenglanti” hyväksytään. Esitelmäaiheet ovat turbokonepainotteisia (myös omia aiheita voi ehdottaa). Seminaaritöistä tehdään luentomoniste. Työt esitetään 4. periodilla turbokonepäivillä. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Tiedonhaku, tiedonhankinnan raportointi 20 h, 1. periodi.	

	Seminaarityön tekeminen, työn ohjausta 100 h, 2.-3. periodi. Seminaariesitelmien pito 8 h, 4. periodi. Hyväksytyn seminaarityön laadinta sekä tentti / tehtävä. Kurssiin on mahdollisuus integroida kieliopintoja.
Arvostelu	0-5, seminaarityö 60 %, esitys 20 %, opponointi 10 %, tehtävä 10 %
Oppimateriaalit	Riippuu opiskelijan valitsemasta seminaariaiheesta ja tiedonhaun tuloksista. Tiedonhakua ja kirjallisuuden valintaa ohjataan. JTS julkaisuformaatti jaetaan. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan (ei vaadita): BH40A0200 Pumput, puhaltimet ja kompressorit, BH40A0300 Energianmuuntoprosessit,BH40A0400 Virtaus- ja lämpökoneiden työkurssi ja BH40A0800 Termiset virtauskoneet. Edellytetään valmiuksia englanninkielisen tieteellisen tekstin tuottamiseen.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A0601	***TURBULENT FLOWS***	***3 ECTS cr***
	Turbulent flows **Replaces the course BH40A0600 Rajakerrosteoria** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3	
Teacher(s)	Research Scientist, D.Sc. (Tec.) Pekka Röyttä Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Jaakko Larjola	
Aims	Upon completion of the course the students - know the concept of turbulence, types of turbulence and the measurement of turbulence, - know the impact of turbulence on the flow field and to heat transfer, - can handle data from turbulent flow field, - know the concept of boundary layer and the basics of boundary layer calculations.	
Content	Turbulence, structure of turbulence. The concept of boundary layer, turbulent and laminar boundary layers, boundary layer separation, boundary layer calculations of flow over a flat plate, and practical applications of boundary layers. Lays background for studies in turbulence modelling. This course is also suitable for postgraduate students.	
Modes of Study	3rd period: 20 h of self-study, 22 h of contact lectures, laboratory work, and homework. Written examination.	
Evaluation	0-5, examination 80 %, self-study and laboratory work 20 %	
Study materials	P.A. Durbin & B.A. Petterson-Reif: Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows, 2nd ed. White, F.M.: Viscous fluid flow, 3rd ed. S.B. Pope: Turbulent flows. Complementary material on Moodle.	
Prerequisites	Recommended: BH40A1400 Fluid Dynamics I and BH40A1450 Fluid Dynamics II attended.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH40A0701	***ENERGIATEKNIIKAN MITTAUKSET***	***2 op***
	Measurements in Energy Technology	
Ajankohta	TkK 1, periodi 2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Pekka Punnonen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tunnistaa energiatekniikan prosesseissa tarvittavat lämpötilan, paineen,	

	tilavuusvirran, virtausnopeuden ja ilmankosteuden mittauslaitteet - tehdä mittauksissa tarvittavat laskelmat - arvioida tuloksista mittauksen epävarmuuden
Sisältö	Paineen mittaus, lämpötilan mittaus, kosteuden mittaus, virtausnopeuden mittaus, tuulitunneli sekä mittausten luotettavuus. Yliopiston tutkimuksissa saatu mittauskokemus.
Suoritustavat	Itseopiskelua 24 h, luennot 10 h, 2. periodi. Tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Luennoille tehdyt testit vaikuttavat loppuarvosanaan.
Oppimateriaalit	Siren: Ilmastointitekniikan mittaukset. Opintojakson täydentävä materiaali Moodlessa.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A0800	***TERMISET VIRTAUSKONEET***	***4 op***
	Turbomachinery	
Ajankohta	DI 1, periodi 2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija - tietää miten nykyaikaiset turbokompressorit, höyry- ja kaasuturbiinit sekä turboahtimet suunnitellaan - osaa laskea termisten virtauskoneiden toiminta-arvot. - on perillä kaasuturbiinivoimalaitoksen tärkeimmistä ominaisuuksista ja optimoinnista. - osaa laskea lentomoottorin työntövoiman. - pystyy määritelemään höyryturbiinin paisuntakäyrän sekä vastapaine- että lauhdutusvoimalaitoksissa.	
Sisältö	Turbokonetyypit. Kaasuturbiinit ja turboahtimet. Turbiinien ja ahtimien mekaaninen rakenne. Teollisuuskaasuturbiinien toiminta. Lentomoottorien toimintaperiaate ja rakenne. Höyryturbiinin erikoispiirteet.	
Suoritustavat	Itseopiskelua 32 h, oppimistapahtumat 16 h, 2. periodi. Tentti.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 % tehdään Tenttiakvaariossa. Loppuarvosanaan vaikuttavat opintojakson aikana Moodlessa tehdyt tehtävät 20 %.	
Oppimateriaalit	Larjola: Turbokoneet, suunnittelun ja laskennan perusteet, osa I ja II. Dixon, S. L.: Fluid Mechanics, thermodynamics of turbomachinery. Wilson, D. G.: The design of high-efficiency turbomachinery and gas turbines. Lisäkirjallisuutta annetaan luennoilla. Osa opintojakson suorituksista ja opintomateriaali Moodlessa.	
Edellytykset	BH20A0700 Teknillisen termodynamiikan perusteet kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A0900	***VIRTAUSKONEIDEN SUUNNITTELU***	***4 op***
	Design of Turbomachinery	
Ajankohta	DI 1, periodi 3	
Opettaja(t)	professori, TkT Jari Backman ja TkT Aki-Pekka Grönman	
Tavoitteet	Opiskelija osaa - suunnitella aksiaalisen kompressorin, aksiaalisen turbiinin, radiaalisen kompressorin ja radiaalisen turbiinin - määrittää tärkeimmät geometriset mitat ja turbokoneen suorituskyvyn. - valita oikeantyyppisen turbokoneen käyttötarkoitukseen.	
Sisältö	Aksiaalisen ahtimen suunnittelun perusteet. Turbiinin suunnittelun perusteet. Profiili-, siipi-, rajakerros- ja siipihilateoriaa. Kaasuturbiiniprosessin tarkka laskenta. Radiaaliahtimen ja -turbiinin laskenta. Aerodynamiikan merkitys siipisuunnittelussa.	
Suoritustavat	Opintojakso suoritetaan käyttäen ongelmaperusteista oppimista. Luentoja ja harjoituksia 14 h, ongelmanratkaisuasettelua 12 h, itseopiskelua 32 h, Moodle Quiz-tehtäviä 4 h, 3. periodi.	

Arvostelu	0-5, ongelmanratkaisut 80 %, testit 20 %.
Oppimateriaalit	Larjola: Turbokoneet, suunnittelun ja laskennan perusteet, osa I ja II. Dixon, S.L.: Fluid Mechanics, thermodynamics of turbomachinery. Wilson, D.G.: The design of high-efficiency turbomachinery and gas turbines. Lisäkirjallisuutta annetaan luennoilla. Osa opintojakson suorituksista ja opintomateriaali Moodlessa.
Edellytykset	Suositellaan BH40A0800 Termiset virtauskoneet kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A1000	***VIRTAUSKONEIDEN TYÖKURSSI***	***2 op***
	Practical Design of Turbomachinery	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	TkT Aki-Pekka Grönman Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija - osaa suunnitella kaasuturbiinin käyttökohteeseen - mitata virtaus- ja turbokoneita. - osaa käyttää mitattavaa konetta ja sen mittauslaitteita - pystyy laskemaan mittaustuloksista koneiden suorituskyvyn - kykenee arvioimaan mittauksen epävarmuuden.	
Sisältö	Kaasuturbiiniprosessin tarkka laskenta. Radiaaliahtimen laskenta.	
Suoritustavat	Harjoitustyö: Kaasuturbiiniprosessin laskenta, 4. periodi. Laboratoriotyö: Suihkumoottorin koeajo, 4. periodi.	
Arvostelu	0-5, harjoitus- ja laboratoriotyö 100 %	
Oppimateriaalit	Larjola: Turbokoneet, suunnittelun ja laskennan perusteet, osa I ja II. Dixon, S. L.: Fluid Mechanics, thermodynamics of turbomachinery. Wilson, D. G.: The design of high-efficiency turbomachinery and gas turbines. Opintojakson ohjaus ja täydentävä materiaali Moodlessa.	
Edellytykset	Suositellaan BH40A0800 Termiset virtauskoneet ja BH40A0900 Virtauskoneiden suunnittelu kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A1100	***KAASUDYNAMIIKKA***	***4 op***
	Gas Dynamics **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 1	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Teemu Turunen-Saaresti, tutkijaopettaja, TkT Ahti Jaatinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laskea kokoonpuristuvan ali- ja ylisoonisen virtauksen suuttimissa, tuulitunneleissa ja raketeissa. - huomioida laskelmissa tiivistys- ja paisunta-aaltojen käyttäytymisen.	
Sisältö	Kokoonpuristuvan virtauksen perusyhtälöt, Machin luku, kohtisuora ja vino tiivistysaalto, heijastusaalto ja paisunta-aalto. Suutinvirtaus ja diffuusorit. Kaasudynamiikan historian kehittäjät. Verkkolinkit. Differentiaaliset perusyhtälöt. Ylisoonisen tuulitunnelin mitoittaminen. Siipiprofiilin nosto- ja vastusvoimakertoimien tarkka laskenta ylisoonisessa virtauksessa. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Opintojakso suoritetaan käyttäen ongelmaperusteista oppimista. Luentoja ja harjoituksia 14 h, ongelmanratkaisuasettelua 12 h, itseopiskelua 60 h, laskutehtäviä (testit) 14 h, Moodle Quiz-tehtäviä 4 h, 1. periodi.	
Arvostelu	0-5, ongelmanratkaisut 80 %, testit 20 %.	
Oppimateriaalit	Anderson, J.D.: Modern Compressible flow with historical perspective. 2.nd ed.	

	Liepmann H.W., Roshko, A.: Elements of gasdynamics. Opintojakson suoritustavat- ja harjoitusmateriaali Moodlessa.
Edellytykset	Suositellaan BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka ja BH40A1400 Virtaustekniikka I sekä BH40A1450 Virtaustekniikka II suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A1200	***TURBOKONEIDEN KONSTRUKTIOTEKNIIKKA 4 op***
	Construction Technology in Turbomachinery **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**
Ajankohta	DI 2, periodi 1
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Petri Sallinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jari Backman
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - valita oikeanlaiset laakerit ja tiivisteen turbokoneisiin. - laskea juoksupyörän ja roottorin lujuudet. - tulkita pyörivien osien värähtely- ja lujuuslaskelmien tulokset.
Sisältö	Turbokoneen siipien, roottorin ja rungon rasitukset, värähtelyt ja rakenneratkaisut. Turbokoneen osissa käytettävät materiaalit, suojakerrokset ja valmistusmenetelmät. Turbokoneen laakerointi sekä säätö- ja suojausjärjestelmät. Turbokoneen vaurioiden korjaus. LUT:n tutkimuksesta saatu kokemus, verkosta saatavilla olevat sivut. Värähtelylaskenta. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Itseopiskelua 32 h, oppimistapahtuma 20 h, 1. periodi. Kaksi laboratoriotyötä. Tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, laboratoriotyöt 30 %. Oppimistapahtumassa tehdyt testit vaikuttavat loppuarvosanaan.
Oppimateriaalit	Kirjallisuusmateriaali annetaan opiskelijoille opintojakson alkaessa. Opintojakson täydentävä materiaali Moodlessa.
Edellytykset	Suositelllaan BH40A0800 Termiset virtauskoneet ja BH40A0900 Virtauskoneiden suunnittelu.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH40A1301	***POWER MACHINES IN RENEWABLE ENERGY 5 ECTS cr***
	Power Machines in Renewable Energy
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Jari Backman and D.Sc. (Tech.) Aki-Pekka Grönman
Aims	Upon completion of the course the students will be able - to choose and calculate the main performance of wind turbines - to explain where wind turbines, gas turbines, steam turbines and organic rankine cycles can be used to utilize renewable energy, - to understand where fuel cells can be used.
Content	Gas turbines, micro turbines, wind turbines, fuel cells.
Modes of Study	2nd period: 16 h of lectures and tutorials. The students are expected to familiarize themselves in advance with the Material Notebook and Moodle, to make the expected exercises and quizzes.
Evaluation	0-5. The evaluation is based on the quizzes and final exam, which will be done in the Exam Aquarium. Approved (50%) performance in the quizzes and exercises may add extra points to the final exam assessment.
Study materials	Material Notebook, Moodle course material: summary, exercises, quizzes
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH40A1400	***VIRTAUSTEKNIIKKA I***	***3 op***
	Fluid Dynamics I	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3	
Opettaja(t)	professori, TkT Jaakko Larjola ja tutkijaopettaja, TkT Ahti Jaatinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jaakko Larjola	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - virtaustekniikan perusteet - virtauslaskennan perusyhtälöt - nestestatiikan perusteet - laskea erilaisten putkistojen painehäviön ja optimoida ne - laivan vakavuuden periaatteet - laskea hydrostaattisen paineen - valita sopivan mittalaitteen nopeuden ja tilavuusvirran mittaamiseen.	
Sisältö	Johdanto, nestestatiikka, jatkuvuus- ja liikemääräyhtälöt, Bernoullin yhtälö, virtausmittaus ja diffuusorit, virtaus putkistoissa. Noste, hydrostaattinen paine, virtausmittaus.	
Suoritustavat	Luentoja 16 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus 47 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Lisäksi: White, F. M.; Fluid mechanics. 5th ed. Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T.H.: Fundamentals of Fluid Mechanics. Bohl, W.: Teknillinen virtausoppi (Technische Strömungslehre)	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A1450	***VIRTAUSTEKNIIKKA II***	***2 op***
	Fluid Dynamics II	
Ajankohta	TkK 2, periodi 4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Pekka Punnonen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jaakko Larjola	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - dimensioanalyysin - laskea useimpien kappaleiden nostovoiman ja vastuksen - kokoonpuristuvan virtauksen perusyhtälöt - laskennallisen virtausmekaniikan (CFD) perusteet.	
Sisältö	Dimensioanalyysi, nostovoima ja vastus, virtaustekniikan sovellutuksia ja kokoonpuristuva virtaus.	
Suoritustavat	Luentoja 8 h, harjoituksia 6 h, 4. periodi. Laboratoriotyö. Tentti. Itsenäisen työn osuus 38 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Lisäksi: White, F.M.; Fluid mechanics. 5th ed. Munson, B.R., Young, D.F., Okiishi, T.H.: Fundamentals of Fluid Mechanics. Bohl, W.: teknillinen virtausoppi (Technische Strömungslehre).	
Edellytykset	BH40A1400 Virtaustekniikka I kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH40A1500	***TURBULENCE MODELS***	***4 ECTS cr***
	Turbulence Models	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Teemu Turunen-Saaresti	
Aims	Upon completion of the course the students are able to recognize the characteristics of turbulence models, and to estimate the suitability of different	

	turbulence models to various fluid mechanical problems. In addition, the students are able to interpret the physical basis and the theory of turbulence models.
Content	Navier-Stokes equations, RANS equations, eddy viscosity, algebraic, one equation and two equation models, Reynolds stress model and Large Eddy Simulation. This course is also suitable for postgraduate students.
Modes of Study	3rd period: 12 h of lectures, 12 h of tutorials 4the period: 12 h of lectures, 12 h of tutorials. Homework 36 h, preparation to exam 16 h, written examination 3 h.
Evaluation	0-5, examination 50%, homework 50%.
Study materials	David C. Wilcox: Turbulence models for CFD. Noppa portal (noppa.lut.fi)
Prerequisites	BH70A0001 Numerical Methods in Heat Transfer
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH50A0001	***ENERGIATEKNIIKAN PERUSKURSSI***	***2 op***
	Introduction to Energy Technology	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	professori, TkT Esa Vakkilainen, DI Kari Luostarinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tunnistaa maailman energiavarat ja niiden käyttöön vaikuttavat keskeiset tekijät - kuvata Suomen energiajärjestelmän rakenteen - esittää tavallisimmat voimalaitostyypit - tunnistaa energiatekniikkaan liittyviä laitteistoja ja sanastoa	
Sisältö	Maailman energiavarat ja energian tarve. Suomen energiahuollon pääpiirteet. Energianmuuntoprosessit ja prosessilaitteet. Energian siirto- ja jakelujärjestelmät. Energiatekniikan ympäristövaikutukset.	
Suoritustavat	Luentoja 10 h, 1. periodi. Itsenäisen työn osuus: Valmistautuminen tenttiin ja tentti (8 + 3 h). Materiaaliin tutustuminen (31 h).	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %	
Oppimateriaalit	Toimituskunta Kara,Mikko et al.: Energia Suomessa: Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset, Edita, 2004. Moodle.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH50A0200	***VOIMALAITOSOPIN PERUSTEET***	***4 op***
	Introduction to Power Plant Engineering	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää lämpövoimalaitosten (paitsi ydinvoima) perusprosessit ja eri tekijöiden vaikutuksen prosessien hyötysuhteeseen - soveltaa massa- ja energiataseita energian tuotantoprosesseissa - laskea perusvoimalaitosprosessien toiminta-arvot sekä energiantuotannon kustannukset	
Sisältö	Lämpövoimalaitosten toiminta ja voimalaitosprosessit. Kiertoprosessien laskentamenetelmät. Lauhdutusvoimalaitokset, vastapainevoimalaitokset, lämmitysvoimalaitokset, kaasuturbiinilaitokset, kombilaitokset. Tuotantokustannusten laskenta.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, demonstraatioluentoja 7 h, harjoituksia 12 h, 1. periodi. Harjoitustyö. Tentti sekä ennen tenttiä hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset ja harjoitustyö. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen (20 h).	

	Valmistautuminen tenttiin 14 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 34 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitustyö 20 %
Oppimateriaalit	Huhtinen, Markku et al.: Voimalaitostekniikka, Opetushallitus, 2008. Luentomonisteet. Moodle.
Edellytykset	BH20A0700 Teknillisen termodynamiikan perusteet tai BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A0300	***VOIMALAITOSOPPI***	***6 op***
	Power Plant Engineering	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää lämpövoimalaitosten (paitsi ydinvoima) kehittyneitä prosesseja - kuvata energiantuotannon päästöjen vähentämiseen käytettäviä menetelmiä - arvioida miten voimalaitosten säätö vaikuttaa käytön talouteen ja käytettävyyteen - soveltaa termodynamiikkaa sekä massa- ja energiataseita energiaprosessien hyötysuhteen ja toiminnan parantamiseen - suunnitella voimalaitosprosesseja sähkön- ja lämmöntuotantoon ja valita voimalaitoksen apulaitteet - kuvata voimalaitoshankkeiden toteutuksen vaiheet	
Sisältö	Voimalaitostyyppien erityispiirteet. Voimalaitosten ja hajautettujen energiajärjestelmien suunnittelu, simuloinnin ja laskentamallien käyttö. Voimalaitoshankkeiden toteutus. Laitosten käyttö ja säätö, päästöjen rajoittaminen. Tulevaisuuden energiajärjestelmät.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, harjoituksia 10 h, 3. periodi. Suunnittelutehtävän ohjausta, 4. periodi. Suunnittelutehtävä ryhmätyönä. Tentti sekä ennen tenttiä hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset ja suunnittelutehtävä. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen (32 h). Valmistautuminen tenttiin 14 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 72 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, suunnittelutehtävä 20 %	
Oppimateriaalit	Luentomonisteet. Moodle.	
Edellytykset	BH50A0200 Voimalaitosopin perusteet kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH50A0400	***VEDENKÄSITTELY***	***2 op***
	Water Treatment **Opintojaksolle ilmoittaudutaan sähköpostitse assistentille.**	
Ajankohta	TkK 3, periodi Moodle	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata voimalaitoksissa käytettävän veden valmistusmenetelmät - vedenkäsittelyn kemian perusteet - kuvata veden laadun mittausmenetelmät - tunnistaa veden epäpuhtauksien aiheuttamat haitat ja vaaratilanteet - soveltaa tietojaan energiantuotannon kannalta keskeisiin vedenkäsittelyn prosesseihin	
Sisältö	Vedenkäsittelyn perusteet lyhyesti. Vesianalytiikka. Prosessiveden valmistus, erityisesti voimalaitosten lisäveden valmistus. Epäpuhtauksien vaikutus vesihöyrykiertoon. Voimalaitoksen säilöntä.	

Suoritustavat	Itsenäisen työn osuus: Valmistautuminen tenttiin 8 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 41 h. Itseopiskeluna ja Moodle-tenttinä.
Arvostelu	0-5, Moodle-tentti 100 %
Oppimateriaalit	Buecker, Brad, Fundamentals of steam generation chemistry, PennWell, 2000. Materiaali Moodlessa.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A0500	***POLTTO- JA KATTILATEKNIIKAN PERUSTEET 5 op***
	Introduction to Combustion and Boiler Technology
Ajankohta	TkK 3, periodi 3
Opettaja(t)	professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata mitä tapahtuu polttoprosesseisssa - kertoa miten eri polttoaineita käyttävät tyypillisimmät kattilat toimivat - tietää vesihöyrykierron perusperiaatteet ja rakennevaihtoehdot - ymmärtää haitallisten päästökaasujen muodostumisen ja tyypilliset rajoittamismenetelmät.
Sisältö	Polttoaineiden ominaisuudet. Palamisreaktioiden laskentamenetelmät. Vesihöyryjärjestelmän toiminta. Kattilan hyötysuhteen määritys. Kattilatyypit. Polttomenetelmät ja polttolaitteet. Kaasutus. Polttoaineiden ja polttomenetelmien vaikutus päästöjen muodostumiseen.
Suoritustavat	Luentoja 14 h ja laskuharjoituksia 14 h, 3. periodi. Harjoitus- ja laboratoriotyö. Hyväksytysti suoritettu kirjallinen tentti sekä ennen tenttiä hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset, harjoitus- ja laboratoriotyöt. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen 13 h. Harjoitus- ja laboratoriotöihin valmistautuminen 13 h ja selostukset 2 h. Valmistautuminen tenttiin 12 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 59 h.Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyö 10 %, laboratoriotyö 10 % ja laskuharjoitukset 10 %
Oppimateriaalit	Luentomonisteet. Poltto ja Palaminen, 2. painos, IFRF-Suomen kansallinen osasto. Teir, Sebastian: Steam Boiler Technology, 2nd ed. 2006. Höyrykattilatekniikka/Markku Huhtinen... [et.al.]
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A0600	***MAAKAASUTEKNIIKKA 4 op***
	Natural Gas Technology **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**
Ajankohta	DI 1, periodi 3
Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata maakaasun käyttömahdollisuuksia ja ympäristövaikutuksia energian tuotannossa - selittää miten maakaasujärjestelmät mitoitetaan ja suunnitellaan sekä miten niitä käytetään - tunnistaa maakaasun käyttöön liittyvät vaarat ja turvallisuusperusteet - soveltaa maakaasun käyttöön liittyviä lakeja, säädöksiä ja ohjeita
Sisältö	Maakaasun asema energiahuollossa, esimerkkejä käyttösovelluksista. Tuotanto-, siirto- ja jakelutekniikka. Maakaasun koostumus, ominaisuudet ja ympäristövaikutukset. Kaasun palaminen, kattilat ja polttimet. Sähkön ja

	lämmön tuotanto maakaasulla. Maakaasun suorat käyttösovellukset lämmitykseen ja kuivatukseen. Käyttöturvallisuus, säännökset ja määräykset.
Suoritustavat	Luentoja 10 h, 3.periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen 10 h. Valmistautuminen tenttiin 12 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 69 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitukset 20 %
Oppimateriaalit	Riikonen, Arto: Maakaasun ja nestekaasun koostumus ja ominaisuudet (M1), Gasum, 1993. Riikonen, Arto: Kaasun käyttökohteiden putkistot sekä käyttölaitteiden sijoittaminen ja varustelu, Gasum (M5), 1998. Riikonen, Arto: Maakaasun ja nestekaasun palaminen, Gasum (M6), 1997 Riikonen, Arto: Maakaasun jakelu- ja käyttöputkisojen mitoitus (M18), Gasum, 1997. Maakaasukäsikirja, Suomen Kaasuyhdistys, 2010. Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A0800	***HÖYRYKATTILATEKNIIKKA***	***8 op***
	Steam Boilers	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laajat valmiudet ymmärtää polttoaineiden aiheuttamat vaatimukset polttotekniikkaan ja –laitteisiin - kuvata tyypilliset biomassaa polttavat kattilatyypit - osaa mitoittaa höyrykattiloiden lämpöpinnat ja ymmärtää miten kattiloiden koko skaalautuu - omaa valmiudet kattiloiden poltto- ja virtauslaitteiden lämpö- ja virtaustekniseen mitoitukseen - ymmärtää painerungon valmistukseen ja mekaaniseen rakenteeseen liittyvät yleiset perusteet - kuvata kattiloiden pääsäädöt - kertoa kattiloiden tyypillisimmät apulaitteet - tunnistaa kattiloiden käytön kannalta tyypilliset ongelmat	
Sisältö	Voimalaitospolttoaineiden ominaisuudet kattilan kannalta. Kemiallinen tasapaino ja reaktiokinetiikka sekä palamisen epätäydellisyys. Syttymisilmiön teoreettinen tarkastelu. Liekin stabiilius. Kattilan hyötysuhteeseen vaikuttavat tekijät. Tulipesän, tulistimien ja esilämmittimien mitoitusperiaatteet. Kaasumaisten, nestemäisten ja kiinteiden polttoaineiden polttotekniikat ja polttolaitteet. Päästöjen syntyminen. Polttotekniset keinot ja savukaasujen puhdistustekniikat päästöjen vähentämiseksi. Lämpöpintojen likaantuminen, korroosio ja eroosio. Nuohouslaitteet. Kattilan säätöperiaatteet. Soodakattila, lämmöntalteenottokattila, uudet kattilatekniikat.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 14 h, 2. periodi. Hyväksytysti suoritettu kirjallinen tentti sekä ennen tenttiä hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset sekä harjoitus- ja laboratoriotyö. Itsenäisen työn osuus: Harjoitus- ja laboratoriotyöt, niihin valmistautuminen 42 h ja selostukset 4 h. Valmistautuminen tenttiin 14 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 89 h. Kokonaismitoitus 208 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, Harjoitustyö 10 %, laboratoriotyö 10 % ja laskuharjoitukset 10 %	
Oppimateriaalit	Luentomonisteet. Teir, Sebastian: Steam Boiler Technology, 2nd ed. 2006. Poltto ja Palaminen, 2. painos, IFRF-Suomen kansallinen osasto. Moodle.	
Edellytykset	Suositellaan BH20A0300 Lämmönsiirron perusteet. BH50A0500 Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.	

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A0900	***KUNNOSSAPITOTEKNIIKKA***	***4 op***
	Maintenance Management	
Ajankohta	DI 2, periodi 2	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata miten tuotantolaitosten ja erityisesti voimalaitosten kunnossapito on organisoitu - selittää keskeisimmät vikaantumismekanismit - käyttää erilaisia menetelmiä kunnossapidon jaksojen valinnassa - määrittää järjestelmien luotettavuuden ja käytettävyyden - kuvata kunnossapidon strategioiden periaatteet ja toteutuksen vaiheet - tunnistaa kunnossapidon diagnoosimenetelmiä sekä tietojärjestelmiä.	
Sisältö	Kunnossapidon käsitteistö. Kunnossapidon organisointi ja tietojärjestelmät. Vikaantumismekanismit, deterministiset ja stokastiset menetelmät. Järjestelmien luotettavuus. Kunnossapitostrategiat. Diagnoosimenetelmät.	
Suoritustavat	Luentoja ja laskuharjoituksia 28 h, 2. periodi. Tentti ja hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset. Itsenäisen työn osuus: Valmistautuminen tenttiin 12 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 61 h. Kokonaismitoitus 104 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, laskuharjoitukset 30 %.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste, Kunnossapito (Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10), KP-Media, 2007. Moodle.	
Edellytykset	Suositellaan BH50A0200 Voimalaitosopin perusteet ja BH50A1800 Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH50A1200	***ENERGY SYSTEMS ENGINEERING***	***6 ECTS cr***
	Energy Systems Engineering	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen	
Aims	Upon completion of the course the students - are able to describe different types of energy production processes, - are able to utilize thermodynamics and heat and mass balances in the design of small scale energy systems, - are able to use “Systems Engineering” type approach to define design values for energy production processes, - are able to define small scale bioenergy production projects, - understand how plant requirements affect the planning and implementation phases of small energy systems, - are able to define economic constraints to small scale energy processes.	
Content	History and fundamentals of thermodynamics and energy engineering. Modern problems of power plant engineering, combined heat and power production, especially from biomass. Fundamentals of steam and gas turbines in energy production. Systems engineering. Planning and implementation of energy systems. Economic optimization of energy system projects.	
Modes of Study	14 h of lectures and case exercises,1st period. 14 h of lectures and case exercises,2nd period. Written assignment, written examination. Independent study approximately: Written assignment 80 h. Preparation for exam 12 h and exam 3 h. Studying given material 33 h.	
Evaluation	0-5, examination 70%, written assignment 30%.	
Study materials	Lecture notes. Noppa.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH50A1300	MAINTENANCE MANAGEMENT	4 ECTS cr
	Maintenance Management	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Juha Kaikko Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen	
Aims	Upon completion of the course the students - are able to identify terminology used in maintenance management, - are able to explain maintenance strategies, - are able to describe failure mechanisms, - are able to utilize the concepts of reliability and availability, - are able to describe how maintenance management is organized in power industry, - know how to use maintenance information systems.	
Content	Terminology. Maintenance strategies and monitoring. Failure mechanisms and reliability. Organisation and functions of maintenance management. Preventive maintenance. Spare part management. Maintenance information systems.	
Modes of Study	14 h of lectures and case exercises,1st period. 6 h of lectures and case exercises, 2nd period. Written assignment. Written examination. Independent study approximately: Written assignment 32 h. Preparation for exam 12 h + exam 3 h. Studying given material 37 h.	
Evaluation	0-5, written assignment 30%, examination 70%.	
Study materials	Dhillon, B.S.: Engineering Maintenance: A Modern Approach, CRC Press, 2002. Moodle.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH50A1400	STEAM BOILERS	6 ECTS cr
	Steam Boilers	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen	
Aims	Upon completion of the course the students - are able to list typical biomass fuels and their properties, - understand terminology used in maintenance management, - understand steam generation processes, especially from biomass, - are able to describe the construction of steam boilers, - are able to apply different types of steam boilers using different types of fuels, - realize restrictions caused by corrosion, erosion and fouling.	
Content	Characteristics of fuels, especially of biofuels. Combustion and gasification. Design of a steam boiler and its components. CCS. Energy balances. Solving steam boiler problems by mathematical modeling and algorithmization. Operation and maintenance of boilers: Corrosion, Fouling, Emissions.	
Modes of Study	1st period: 14 h of lectures and case exercises. 2nd period: 14 h of lectures and case exercises. Written assignment. Independent study approximately: Written assignment 48 h. Preparation for exam 14 h and exam 3 h. Studying given material 63 h.	
Evaluation	0-5, examination 70%, written assignment 30%.	
Study materials	Lecture notes. Noppa Teir, Sebastian: Steam Boiler Technology, 2nd ed. 2006.	
Prerequisites	Recommended: BH50A1200 Energy Systems Engineering	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH50A1500	BIOENERGY TECHNOLOGY SOLUTIONS 6 ECTS cr
	Bioenergy Technology Solutions
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 2-3
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen
Aims	Upon completion of the course the students - are able to discuss the EU bioenergy policies including the effects of carbon trading, Res and energy efficiency, - understand the role and limitations of bioenergy use in Europe, - are able to create a strategic vision for any country to use bioenergy, - understand different bioenergy generation technologies, - are able to list how biofuels are produced.
Content	Comparison of various bioenergy visions. Technological solutions and case studies from biomass supply and biofuel refining, end-use technologies of biofuels in different sectors. This course is suitable also for postgraduate students.
Modes of Study	14 h of lectures. Gropu assignment, seminar presentation. Written examination. Independent study approximately: Written assignment 48 h. Preparation for exam 14 h + exam 3 h. Studying given material 77 h.
Evaluation	0-5. Examination 60 %, assignment 40 %.
Study materials	Lecture notes.Noppa.
Prerequisites	BH61A0600 Bioenergy
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH50A1600	WASTE HEAT RECOVERY TECHNIQUES 6 ECTS cr
	Waste Heat Recovery Techniques **Tenttiin voi vastata myös suomeksi**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen
Aims	Upon completion of the course the students will be able - to discuss the role of waste heat in different industries, - to dimension simple waste heat recovery equipment, - to conduct and manage an energy efficiency study, - to describe in detail different waste heat recovery techniques.
Content	Energy efficiency. Opportunities and drivers to recover waste heat. Dimensioning of waste heat recovery equipment. Economics of heat recovery units. Heat recovery in heating and ventilation systems. Managing industrial energy efficiency programs. This course is suitable also for postgraduate students.
Modes of Study	12 h of lectures, seminar work, written assignment, written examination. Independent study approximately: Written assignment 40 h. Preparation for exam 14 h + exam 3 h. Studying given material 87 h.
Evaluation	0-5, examination 70%, seminar work and written assignment 30 %.
Study materials	Course material will be announced during lectures. Noppa.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH50A1700	KAUKOLÄMMITYS 4 op
	District Heating Technology **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**
Ajankohta	DI 1, periodi 3

Opettaja(t)	dosentti, TkT Juha Kaikko Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - perustiedot kaukolämmityksestä maailmassa ja Suomessa - kuvata kaukolämmön teknisiä ratkaisuja yksityiskohtaisella tasolla - mitoittaa lämpötehon ja vuotuisen lämpöenergian tarpeen erilaisille lämmityskohteille - mitoittaa kaukolämpöjärjestelmän ja laskea sen häviöt - perustiedot kaukolämpöverkon ja lämmöntuotannon suunnittelusta ja käytöstä
Sisältö	Kiinteistöjen energiantarpeen muodostuminen ja kulutusvaihtelun arviointi. Kuluttajalaitteet, kytkennät ja energianmittaus. Putkistorakenteet sekä verkoston suunnittelu ja säätö. Kaukolämmön tuotanto, lämpökeskukset ja lämmitysvoimalaitokset. Kaukolämmön kustannusrakenne ja tariffit.
Suoritustavat	Luentoja 10 h, omasuoritteisia harjoituksia 10 h, 3. periodi. Itsenäisen työn osuus: Valmistautuminen tenttiin 12 h ja tentti 3 h. Materiaaliin tutustuminen 69 h. Kokonaismitoitus 104 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, omasuoritteiset harjoitukset 30 %
Oppimateriaalit	Koskelainen, Lasse et al.: Kaukolämmön käsikirja, Energiateollisuus, 2006. Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A1800	***ENERGIAJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELUN PERUSTEET*** ***6 op***
	Fundamentals of Energy Systems Planning **Korvaa opintojakson BH50A1100 Energiajärjestelmien suunnittelu yhdessä opintojakson BH50A1900 Energiajärjestelmien kehitys kanssa.**
Ajankohta	DI 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - käyttää ”Systems engineering”-tyyppistä lähestymistapaa energiajärjestelmäprojektien lähtötietojen määrittämiseen - pystyy kuvaamaan energiajärjestelmäprojektien esiselvityksen vaiheet - omaa käytännön valmiudet energiajärjestelmäprojektien suunnitteluun, johtamiseen ja toteutukseen sekä järjestelmän ympäristövaikutusten arviointiin.
Sisältö	Järjestelmätuotteen (energiaa tuottava höyry-, tuuli- tai aurinkovoimalaitos) kehittäminen tiimi- ja projektityöskentelynä. Opintojaksolla noudatetaan "Systems Engineering" -tyyppistä menetelmää, johon kuuluu tuotteelle asetettavien vaatimusten määrittely, testaus, validointi, vaihtoehtojen arviointi ja vertailu, osakokonaisuuksien hallinta ja määrittely, riskikartoitus, luotettavuusanalyysi, toteutuksen optimointi ja dokumentointi. Opiskelija valitsee yhden tiimin tehtävistä; projektipäällikkö, suunnittelija, ympäristöekspertti, taloushallinta. Projektisuunnittelu ja -toteutus. Kustannusanalyysi. Ympäristöarviointi. Tietokoneohjelmien käyttö suunnittelun apuna.
Suoritustavat	Luentoja ja suunnitteluharjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja ja suunnitteluharjoituksia 14 h, 2. periodi. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen 80 h. Esityksen valmistelu 14 h. Materiaaliin tutustuminen 34 h. Suunnitteluharjoitus tehdään ryhmätyönä. Arvosana määräytyy suunnitteluharjoituksen (70 %) ja esityksen (30 %)perusteella.
Arvostelu	0-5, suunnitteluharjoituksen kirjallinen raportointi 70 %, suullinen esitys 30 %
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Noppa.
Edellytykset	Suositellaan BH50A0200 Voimalaitosopin perusteet sekä BH50A0800 Höyrykattilatekniikka.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A1900	*ENERGIAJÄRJESTELMIEN KEHITYS* *4 op*
	Planning of Energy Systems **Korvaa opintojakson BH50A1100 Energiajärjestelmien suunnittelu yhdessä opintojakson BH50A1800 Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet kanssa.**
Ajankohta	DI 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Esa Vakkilainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tietää miten energiajärjestelmäprojekteissa tehdään tekniseen mitoittamiseen, voimalaitosprojektin läpivientiin, voimalaitoksen sijoittamiseen ja ympäristövaikutusten minimointiin tehtävää työtä - omaa valmiudet osallistua ympäristövaikutusten arviointiin, lupa-asioihin ja energiajärjestelmäprojektien päätöksentekoon - pystyy optimoimaan voimalaitosta ja sen komponentteja - osaa vertailla voimalaitoksen kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä
Sisältö	Järjestelmätuotteen (höyry-, aurinko- tai tuulivoimalaitos) jatkokehittäminen tiimi- ja projektityöskentelynä. Opintojaksolla noudatetaan "Systems Engineering" -tyyppistä menetelmää, johon kuuluu tuotteelle asetettavien vaatimusten määrittely, testaus, validointi, vaihtoehtojen arviointi ja vertailu, osakokonaisuuksien hallinta ja määrittely, riskikartoitus, luotettavuusanalyysi, toteutuksen optimointi ja dokumentointi. Opiskelija valitsee yhden tiimin tehtävistä; projektipäällikkö, suunnittelija, ympäristöekspertti, taloushallinta. Projektisuunnittelu ja -toteutus. Kustannusanalyysi. Ympäristöarviointi. Voimalaitoksen mallintaminen suunnittelua varten. Voimalaitoksen komponentit. Komponenttien mitoitus ja optimointi. Virtaustekninen mitoitus. Lämpötekninen simulointi. Tietokoneohjelmien käyttö suunnittelun apuna.
Suoritustavat	Luentoja ja suunnitteluharjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja ja suunnitteluharjoituksia 14 h, 4. periodi. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen 50 h. Esityksen valmistelu 14 h. Materiaaliin tutustuminen 12 h. Suunnitteluharjoitus tehdään ryhmätyönä. Arvosana määräytyy suunnitteluharjoituksen 70 % ja esityksen 30 % perusteella.
Arvostelu	0-5, suunnitteluharjoituksen kirjallinen raportointi 70 %, suullinen esitys 30 %
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Noppa.
Edellytykset	BH50A0800 Höyrykattilatekniikka
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH50A2100	*BIOENERGY AND BIOREFINERIES IN FOREST INDUSTRY* *3 - 6 ECTS cr*
	Bioenergy and Biorefineries in Forest industry **LUT Summer School course, intensive course 29.7 – 2.8.2013**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period int.
Teacher(s)	Jim Frederick, Professor-Emeritus, Table Mountain Consulting, US Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen
Aims	By the end of the course the student is expected to be able to: - explain how energy is produced and used in forest industry - recognize the political, economic and technological challenges of bioenergy and biofuels production - describe what energy efficiency and biofuels production means for business - describe and compare the various sources, technologies and systems for bioenergy and biofuels production

Content	The course focuses on various means of bioenergy and biofuels production and gives the attendees the ability to evaluate the economics of various new biorefineries. The course accesses the effect of new trends in energy to pulp and paper industry. Today and increasingly in the future, forest-based industries play an important role as providers of heat and electricity and producers of wood-based bio-fuels, by becoming biorefineries, able to switch production according to varying feed-stock supplies and output demands, thus contributing to more efficient use of wood both for energy and forest products.
Modes of Study	Lectures 24 h. Group Essay exercise on a given topic to be returned by the end of the module course. Work load 54h. Total workload 78 h.
Evaluation	Final grade 0 – 5. The course attendees receive 3 ECTS credits upon successfully completed the exam and meeting the mandatory presence requirements. Students have also an opportunity to receive additional credits upon completing mutually agreed voluntary additional work on a subject. The amount of additional credits varies from 1 to 3 depending on the extent of the additional work.
Study materials	Lecture notes
Prerequisites	Successfully completed Bachelor or higher level studies in some field of applicable technology or in Industrial Management.

BH61A0000	***ENERGIATALOUDEN JOHDANTOKURSSI 2 op***
	Fundamentals of Energy Economics
Ajankohta	TkK 1, periodi 2
Opettaja(t)	professori, TkT Tapio Ranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa -soveltaa vaihtoehtoisia investointilaskentamenetelmiä energiainvestoinneissa -laskea polttoaineiden energiasisällöt eri energiayksiköissä -kuvata energian tuotantomenetelmien pääperiaatteet ja niihin soveltuvat polttoainevaihtoehdot -kuvata polttoaineiden hinnan määräytymisperusteet -tunnistaa energiahuollon turvaamisen perusteet.
Sisältö	Suomen energiatalous. Perusteet investointilaskentamenetelmistä. Keskeiset energiayksiköt ja polttoaineiden energiasisältö. Polttoaineiden energiaketju. Energiantuotantomenetelmien pääperiaatteet ja hyötysuhteet. Polttoaineiden hinnat ja päästökaupan vaikutus. Huolto ja toimitusvarmuus.
Suoritustavat	Luentoja 14 h ja laskuharjoituksia 12 h, 2. periodi. Tentti. Opintojakson kokonaiskuormittavuus 52 h, josta opiskelijan itsenäisen työn osuus 23 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %
Oppimateriaalit	Toimituskunta Mikko Kara et. al.: Energia Suomessa: Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset 2004, kpl 3. Materiaali Moodle-verkko-oppimisympäristössä.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH61A0200	***ENERGIATALOUS 4 op***
	Energy Economics
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Tapio Ranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää energiataloudellisia laskentamenetelmiä ja osaa laskea päästökaupan aiheuttaman lisähinnan energian tuotantokustannuksiin. Opiskelija osaa kuvata Suomen energiatalouden peruskäsitteet ja selittää Suomen energiaverotuksen rakenteen ja laskea polttoaineille energiaverot. Opiskelija ymmärtää energiatariffien rakenteen sekä osaa muodostaa energian kulutuskäyrästä pysyvyyskäyrän.

Sisältö	Energiatilasto. Energian tarpeen vaihtelu ja pysyvyyskäyrät. Energiantuotantokustannusten laskentamenetelmät, Energiaprojektien kannattavuus. Energiantuotannon ympäristövaikutukset erityisesti CO2-päästöt. Energiamarkkinat, Päästökaupan vaikutus sähköenergian hintaan ja energiatariffit. Energiaverotus ja maakaasun hinnoittelujärjestelmä. Suomen energiatalous. Sähköntuotantoinvestointien tarve. Ilmastostrategia. Polttoainetalous. Energiaskenaariot.
Suoritustavat	Luentoja 12 h, laskuharjoituksia 12 h, 3. periodi. Luentoja 12 h, laskuharjoituksia 12 h, 4. periodi. Tentti. Opintojakson kokonaiskuormittavuus 104 h, josta opiskelijan itsenäisen työn osuus 53 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %
Oppimateriaalit	Toimituskunta Mikko Kara et. al.: Energia Suomessa: Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset 2004, kpl 6 ja 8. Materiaali Moodle verkko-oppimisympäristössä.
Edellytykset	BH61A0000 Energiatalouden johdantokurssi kuunneltuna. Suositellaan: BH50A0200 Voimalaitosopin perusteet.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH61A0500	***PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN ENERGIATALOUS*** ***6 op***
	Energy Economics in Wood Processing Industry
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Aija Kivistö Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Tapio Ranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija tunnistaa metsäteollisuuden merkityksen Suomen kansantaloudessa, osaa kuvailla metsäteollisuuden tuotantoprosessit ja arvioida ja vertailla eri tuotantoprosessien energiankulutusta, selittää energiahankinta metsäteollisuuslaitoksissa. Tunnistaa energian tehokkaaseen käyttöön ja tuotantoon liittyvät tekijät.
Sisältö	Kemiallisen metsäteollisuuden prosessien erityisesti sulfaattisellun valmistuksen pääperiaatteet ja prosessien energian ominaiskulutus. Lämmön- ja sähkönhankinta metsäteollisuudessa erityisesti sellutehtailla. Biopolttoaineiden merkitys metsäteollisuudessa. Energian taloudelliseen käyttöön ja energian säästöön liittyvät toimenpiteet kemiallisessa metsäteollisuudessa.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoitustyön ohjausta 12 h, Opintomatka 4 h 3. periodi. Harjoitustyön ohjausta 12 h, 4. periodi. Harjoitustyö. Tentti. Itsenäinen työ: Harjoitustyön laskenta ja raportin kirjoittaminen 81 h, tenttiin valmistautuminen 30 h ja tentti 3 h. Itsenäinen työ yhteensä 114 h. Kokonaismitoitus yhteensä 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 % ja harjoitustyö 20 %
Oppimateriaalit	Esa Vakkilainen, Aija Kivistö: Energy consumption trends and energy consumption in modern mills in forest industry Seppälä, Markku, J. (toim.): Kemiallinen metsäteollisuus 1, Paperimassan valmistus. Moodle verkko-oppimisympäristö.
Edellytykset	BH61A0200 Energiatalous kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH61A0600	BIOENERGY 3 ECTS cr
	Bioenergy
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Tapio Ranta
Aims	After the course student understands what are bioenergy, alternative biomass resources, supply methods, refining and end-user applications. Student knows the quality properties of solid biofuels and how they are measured and evaluated by using standards. Student can explain what means the sustainability in bioenergy systems.
Content	The role of bioenergy in the EU energy policy, incentive programmes and future plans. Raw-material sources of bioenergy, potential resources and current use. Biomass supply systems and logistics. Refined biofuel commodities, biogas and liquid biofuels. Biomass international trade. Quality properties of solid biofuels, quality measurement and standards. Sustainable bioenergy.
Modes of Study	Lectures 14 h. Written examination. Total workload 78 h, containing 61 h of self-study.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Moodle. Energy Visions 2050, VTT. 2009. Chapters 2, 4,4, 5.2-5.4. Additional material will be announced later during lectures.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH70A0001	NUMERICAL METHODS IN HEAT TRANSFER 6 ECTS cr
	Numerical Methods in Heat Transfer
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Teemu Turunen-Saaresti Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen
Aims	This course acquaints students with the key numerical methods in heat and mass transfer and with the use of these methods. After completing this course, students will be able to solve the different kind of heat transfer and fluid dynamic problems using numerical methods. Students are also able to explain theory and limitations of studied numerical methods and they are able to form equations using the finite volume method. Students will be able to use numerical software for the computation of simple cases and interpret and analyze gained results.
Content	Numerical solution methods for the conservation of mass, momentum and energy. Solutions for heat conduction and convection. The finite volume method. Formulation of discretised conservation equations. The solution of equation sets. Unsteady Stability analyses. Setting boundary conditions. The basics of fluid dynamics software: the grid generation, solution and post-processing of results. This course is also suitable for postgraduate students.
Modes of Study	Lectures 12 h, exercises 12 h, 1st period. Lectures 12 h, exercises 12 h, 2nd period. Homeworks 24 h, Project work 74 h, preparing to examination 8 h, Oral examination 1 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Noppa –portaali (noppa.lut.fi) Patankar, Suhas V.: Numerical Heat Transfer and fluid flow. Versteeg, H.K.: An introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method.
Prerequisites	BH20A0450 Lämmönsiirto and BH40A1400 Virtaustekniikka I

BH70A0101	***ADVANCED MODELING TOOLS FOR TRANSPORT PHENOMENA*** ***5 ECTS cr***
	Advanced Modeling Tools For Transport Phenomena
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Payman Jalali Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen
Aims	Transport phenomena are dealing with the heat, mass and momentum transfer in engineering and science. In this course, advanced modeling tools and methods are introduced for students of energy technology and other departments with related background in heat transfer and fluid dynamics. Students will learn how the related computer packages such as FLUENT, COMSOL Multiphysics and MATLAB can be used to solve and analyze heat transfer and fluid flow problems using computational fluid dynamics (CFD). This course provides a mathematical basis for problem formulation, and coding/solving using the above-mentioned computational packages. Students will learn how to solve simple transport problems using their own codes in MATLAB. Then more complex problems will be taught to solve using COMSOL and FLUENT packages. After this course, they will be able to start working on various topics in heat and fluid flow engineering for advanced designs or analysis.
Content	Introduction to 'transport phenomena' and related problems, feeding problems into CFD algorithms and methods (discretization of equations and domains, transforming differential equations into algebraic equations etc.), diffusion and convection equations solved by finite difference and finite volume methods, complexities due to property variation, geometry and boundary conditions, application of computational packages (such as MATLAB, FLUENT, COMSOL Multiphysics etc.) in solving transport phenomena problems. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 12 h, exercises 12 h, 3rd period. Lectures 12 h, exercises 12 h, 4th period. Total workload of 130 h. 3-6 homeworks and 2 projects
Evaluation	0-5, examination 40%, homeworks and projects 60%.
Study materials	J.D. Anderson: Computational Fluid Dynamics, McGraw-Hill, Inc. 1995. D.A. Anderson, J.C. Tannehill, R.H. Pletcher: Computational Fluid Mechanics and HeatTransfer, McGraw-Hill, Inc. 1984. J.H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag 1996. C. Hirsch: Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume 1: Fundamentals of Numerical Discretization, John Wiley & Sons, 1988. MATLAB user manual. FLUENT user manual. COMSOL Multiphysics manual. Moodle
Prerequisites	Basic knowledge on programming using MATLAB or any other language. Basic Fluid Mechanics and Heat Transfer courses passed.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH70A0200	***ADVANCED TOPICS IN MODELLING OF ENERGY SYSTEMS*** ***6 ECTS cr***
	Advanced Topics in Modelling of Energy Systems
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen, Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen, Docent, D.Sc. (Tech.) Teemu Turunen-Saaresti,Docent, D.Sc. (Tech.) Juha Kaikko, D.Sc. (Tech.) Jouni Ritvanen, Researcher/Teacher, D.Sc. (Tech.) Tero Tynjälä and Lic.Tech. Juhani Vihavainen

	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - create stationary and time dependent mass, momentum and energy balances for various kinds of energy systems. - perform design tasks, to utilize mathematical software in calculation, and to analyze the characteristics of energy systems. - include material property definitions to mathematical software or to own code when simulating energy systems. - create, solve and analyze the set of stationary and time dependent balance equations using Excel and MATLAB. - create, solve and analyze stationary energy systems with IPSEpro software package - create, solve and analyze time dependent energy systems with APROS software package
Content	To introduce advanced problems in modeling of energy systems needed by engineers and researchers. The course lectures provide mathematical basis for problem formulation, and exercises providing a chance to work with various computational packages.
Modes of Study	Lectures 12 h and case exercises 12 h, 1st period. Lectures 10 h, case exercises 10 h and seminar 4 h, 2nd period. Individual work: Written assignments 60 h. Seminar work 48h. Total individual work 108 h. Total workload 156 h.
Evaluation	0-5, written assignments 70%, seminar work 30%.
Study materials	Moodle.
Prerequisites	BH20A0450 Heat transfer (Recommended) BH20A0800 Engineering Thermodynamics (Recommended) BH40A1450 Fluid Dynamics II (Recommended)
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

4.1.2 Sähkötekniikka

Tavoitteet

Tavoitteena on kouluttaa tekniikan kandidaatteja ja diplomi-insinöörejä sähköteknisen teollisuuden, tutkimuslaitosten ja näitä aloja sivuavien yritysmaailman ja julkishallinnon tarpeisiin. Sähkötekniikan koulutus antaa kokonaiskuvan nykyaikaisen yhteiskuntamme sähkö-, elektroniikka- sekä energiajärjestelmistä ja niiden teknologisesta kehityksestä.

Sähkötekniikan kandidaatin tutkinnon suorittanut henkilö hallitsee tekniikan matemaattis-luonnontieteelliset perusteet ja keskeiset sähkötekniikan lainalaisuudet sekä kykenee seuraamaan alan kehittymistä ja soveltamaan taitojaan työelämässä. Opiskelijan sähkötekninen osaaminen syventyy kandidaatintutkinnon pää- ja sivuaineissa. Jo kandidaatinopintojen aikana opiskelijalla on mahdollisuus työskennellä mukana tutkimushankkeissa, ja siten hankkia niin käytännön työkokemusta kuin tuntumaa tieteelliseen tutkimustyöhön.

Sähkötekniikan diplomi-insinööritutkinnon suorittanut henkilö kykenee itsenäiseen tieteelliseen työskentelyyn, tiedonhakuun ja analyyttiseen ongelmanratkaisuun. Hänellä on kyky toimia ryhmän jäsenenä, suunnitella, toteuttaa ja johtaa erilaisia hankkeita sekä kommunikoida niihin liittyen. Sähkötekniikasta valmistunut on tietoinen alansa eettisistä ulottuvuuksista sekä yhteiskunnallisista vaikutuksista, ja hän kykenee arvioimaan kriittisesti myös alansa tulevaisuutta.

Sähkötekniikasta valmistuneella henkilöllä on valintansa mukaan syvälliset tiedot sähkönkäyttötekniikan, sulautettujen järjestelmien, elektroniikan tai sähkömarkkinoiden alueelta. Hänellä on kyky soveltaa sähkötekniikan keskeisiä teorioita käytännön sähköteknisiin ja elektronisiin laitteisiin. Opinnot suorittanut henkilö kykenee soveltamaan tietojaan ja taitojaan alan tuotekehitykseen, tutkimukseen ja markkinointiin liittyvissä tehtävissä sekä näiden johtamisessa. Koulutus antaa valmiudet myös tieteelliseen jatkokoulutukseen ja itsenäiseen opiskeluun. Teknisten valmiuksien lisäksi opintojaan voi täydentää laajemmilla talouden opinnoilla. Yrityshenkiset opiskelijat voivat sisällyttää opintoihinsa esimerkiksi talouden opintoja oman yrityksen perustamiseksi. Kansainvälisestä toiminnasta ja kieliopinnoista kiinnostuneille yliopistomme tarjoaa laajan kielivalikoiman sekä erinomaiset mahdollisuudet lähteä opiskelijavaihtoon tai -harjoitteluun ulkomaille.

Ammatilliset tehtäväalueet

Diplomi-insinöörin opinnoissa opiskelija hankkii monipuoliset valmiudet erilaisiin ongelmaratkaisutilanteisiin, ja sähkötekniikan opinnot suorittaneet ovat työllistyneet hyvin. Esimerkkejä sähkötekniikan diplomi-insinöörin tehtäväkuvista ja työnimikkeistä on koottu seuraavaan listaan:

- *Suunnittelu ja tuotekehitys*: sähkösuunnittelija, tuotekehitysinsinööri, software engineer/specialist, elektroniikkasuunnittelija
- *Tuotanto- ja käyttötehtävät*: huoltoinsinööri, sähkökäytönjohtaja, automaatioinsinööri, verkostosuunnittelija
- *Johtotehtävät*: projektipäällikkö, toimitusjohtaja, tuotantoesimies, maajohtaja, huoltopäällikkö, toimialajohtaja
- *Myynti ja markkinointi*: markkinointijohtaja, tekninen myyjä, myyntipäällikkö, key account manager
- *Tutkimustehtävät*: tutkija, tutkimuspäällikkö, erikoistutkija
- *Asiantuntijatehtävät*: järjestelmäasiantuntija, patentti-insinööri, tuulivoima-asiantuntija, kehitysjohtaja, menetelmäasiantuntija, keksintöasiamies

Tutkintojen rakenteet

Sähkötekniikassa suoritetaan ensin alempana korkeakoulututkintona kolmevuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto ja ylempänä korkeakoulututkintona kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto. Tekniikan kandidaatin tutkinnon laajuus on 180 op ja diplomi-insinöörin tutkinnon laajuus 120 op.

TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP (1.–3. vuosi)	
B. Yleisopinnot yht. 106 op	
B. Pääaine 45 op	C. Sivuaine 20 op (väh.)
D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)	
DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP (4.–5. vuosi)	
A. Yleisopinnot 20 op	
B. Pääaine 60 op (väh.)	C. Sivuaine 20 op (väh.)
D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)	

Ensimmäisien vuosien aikana opiskelija keskittyy matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kartuttamiseen, teknisen yleissivistyksen hankkimiseen ja ammatillisiin perusopintoihin. Opiskelija syventää ja terävöittää sähköteknistä osaamistaan kandidaatin tutkinnon pää- ja sivuaineopinnoissa. Tekniikan kandidaatin tutkinto suoritetaan **Sähkötekniikan pääaineessa**. Pääaineen suuntautumiskohteet ovat:

1. **Sähkötekniikka ja elektroniikka**
2. **Sähköenergiatekniikka**

Opiskelija valitsee kandidaatin tutkinnon suuntautumiskohteen toisen opintovuoden keväällä. Hän voi jatkaa kummastakin kandidaatin tutkinnon suuntautumiskohteesta mihin tahansa sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineeseen. Sähkötekniikan opiskelijoilleen tarjoamat sivuainevaihtoehdot kandidaatin tutkinnossa ovat ***Säätötekniikka ja signaalinkäsittely*** sekä ***Elektroniikka.*** Valittavana ovat myös muiden koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet.

DI-opintojensa jälkeen opiskelijalla on syvälliset tiedot ja taidot valitsemastaan erikoisalasta eli pääaineesta. Pääaineopinnoissa hankkimaansa osaamista opiskelija täydentää valitsemillaan sivuaineopinnoilla. Diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineet sähkötekniikassa ovat seuraavat:

1. **Sulautetut järjestelmät**
2. **Sovellettu elektroniikka**
3. **Sähkökäytöt ja koneet**
4. **Sähkömarkkinat**

Sähkötekniikan opiskelijoilleen tarjoamat sivuaineet ovat ***Tehoelektroniikka ja sähkökäytöt, Sulautetut järjestelmät, Sovellettu elektroniikka, Säätötekniikka, Uusiutuvan energian tuotanto*** ja ***Sustainability***.

Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineiden lyhyt esittely on seuraavassa:

Sulautetut järjestelmät

Sulautetussa järjestelmässä mikroprosessoritekniikkaa sovelletaan kiinteänä osana laitetta tai konetta. Useimmiten sulautettu järjestelmä ohjaa, säätää ja valvoo laitteen toimintaa sekä tarjoaa esimerkiksi rajapintoja tietoliikennettä ja käyttöliittymiä varten. Sulautettuja järjestelmiä sisältyy nykyisin lähes kaikkiin laitteisiin sekä teollisuus- että kuluttajasovelluksissa. Tällaisia ovat esimerkiksi

autot, pesukoneet, tulostimet, televisiot ja matkapuhelimet. Sulautettujen järjestelmien merkitys kasvaa jatkuvasti, koska niiden avulla voidaan parantaa laitteen suorituskykyä ja ominaisuuksia sekä pienentää valmistuskustannuksia. Esimerkiksi mikroprosessoritekniikkaan pohjautuvien ajoneuvon moottorinohjausjärjestelmien avulla pystytään merkittävästi kasvattamaan moottorista saatavaa tehoa ja samalla pienentämään polttoaineenkulutusta. Pääaineopinnot suorittanut diplomi-insinööri kykenee sulautettujen järjestelmien kehitystyöhön ja osaa soveltaa työssään automaatio- ja viestintäjärjestelmien sekä digitaalisen signaalinkäsittelyn keskeisiä periaatteita. Opintokokonaisuuden suorittaneella on valmiudet työskennellä monipuolisissa teollisuus- ja kuluttajaelektroniikan sekä automaatio- ja viestintäjärjestelmien suunnittelutehtävissä.

Sovellettu elektroniikka

Sovelletun elektroniikan opinnot on tarkoitettu opiskelijoille, jotka ovat kiinnostuneita elektroniikkalaitteiden ja elektronisten järjestelmien suunnittelusta. Opinnot diplomi-insinöörităutkintoonsa sisällyttäneellä henkilöllä on syvälliset tiedot ja taidot analogisten ja digitaalisten elektroniikkalaitteiden suunnitteluvälineistä, keskeisistä komponenteista sekä elektroniikkalaitteiden ja järjestelmien häiriösuojaustekniikasta. Vaikka elämmekin alati digitalisoituvassa maailmassa, meitä ympäröivät ilmiöt ovat analogisia. Analogista ympäristöstämme tulevaa informaatiota on ennen sen digitalisointia käsiteltävä analogisen signaalinkäsittelyn menetelmin. Sovelletun elektroniikan opinnot suorittaneella on hyvät valmiudet analogiaelektroniikan ja analogisen signaalinkäsittelyn suunnittelu- ja tutkimustehtäviin. Sovelletun elektroniikan diplomi-insinöörin työkuvaan kuuluvat mm. erilaiset asiantuntija-, myynti- ja suunnittelutehtävät.

Sähkökäytöt ja -koneet

Sähkömekaanisten ja –magneettisten laitteiden suunnittelu, ohjaus ja säätö kuuluvat keskeisesti sähkökone- ja sähkökäyttöinsinöörin tehtäviin. Sähkökäyttöjen ja –koneiden pääaineopinnot suoritettuaan diplomi-insinöörillä on valmiudet toimia näissä tehtävissä. Perinteisten teollisuussähkökäyttöjen lisäksi sähkökone- ja sähkökäyttöinsinööri voi toimia mm. hajautettuun energiantuotantoon (esim. tuulivoima), liikkuviin työkoneisiin ja sähköautojärjestelmiin liittyvissä tehtävissä. Sähkökone- ja sähkökäyttöinsinööri voi myös työskennellä modernien sähkökäyttöjärjestelmien kehitystehtävissä tavoitteenaan järjestelmien ja komponenttien energiatehokkuuden parantaminen ja ympäristörasitusten pienentäminen. Tiiviiden teollisuuskontaktiemme ansiosta sähkökäyttötekniikka on suosittu jatko-opintokohde, ja sähkökäyttötekniikan jatko-opinnot ovatkin varteenotettava vaihtoehto sähkökäyttöjen ja –koneiden pääaineopinnot menestyksekkäästi suorittaneelle opiskelijalle.

Sähkömarkkinat

Sähkömarkkinat muodostuvat sähkön tuotannosta, siirrosta, jakelusta ja myynnistä. Sähköverkot muodostavat markkinapaikan sähkölle, mikä tekee sähkömarkkinoista erityislaatuisen tekniikan ja talouden yhdistelmän. Sähkömarkkinoiden pääaineen opinnoissa opiskelija kartuttaa osaamistaan molemmilla osa-alueilla: opinnot suoritettuaan hän on perehtynyt siirto- ja jakelujärjestelmien tekniikkaan ja liiketoimintaan sekä sähkön tukku- ja vähittäismarkkinoiden toimintaan ja päästökaupan vaikutuksiin sähkömarkkinoilla ja kykenee työssään soveltamaan näitä tietoja. Sähkömarkkinoiden opiskeluun sisältyy paljon käytännönläheistä pienryhmäopetusta, jossa opiskelija pääsee tutustumaan uusimpaan tutkimustietoon. Sähkömarkkinoiden diplomi-insinöörin tutkinto tarjoaa monipuolisia työllistymismahdollisuuksia. Mahdollisia työnantajia ovat mm. sähkö- ja energiayhtiöt, sähköteknisiä tuotteita valmistava teollisuus, tietojärjestelmätoimittajat, konsulttitoimistot sekä energiaintensiivinen teollisuus yleisesti. Myös yliopisto tarjoaa mielenkiintoisia työtehtäviä alan tutkimuksen kärjessä.

Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op)

Tekniikan kandidaatin tutkintoon johtava opiskelu sähkötekniikassa aloitetaan kaikille yhteisillä yleisopinnoilla. Yleisopinnoissa opiskelija hankkii pää- ja sivuaineopinnoissa tarvittavat matemaattis-luonnontieteelliset ja yleiset valmiudet; yleisopinnot sisältävät mm. matematiikkaa, fysiikkaa, kieli- ja viestintäopintoja, sähkötekniikan opintoja sekä harjoittelua. Pää- ja sivuaineissa opiskelija syventyy valitsemiinsa sähkötekniikan osa-alueisiin ja rakentaa omaa ammatillista osaamistaan. Tekniikan kandidaatin tutkintoon kuuluu 10 opintopisteen laajuinen kandidaatintyö ja seminaari sekä valinnaisia opintoja.

<table>
<tr><th colspan="2">TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot yht. 106 op
- Yleiset teknistieteelliset valmiudet 62 op
- Sähkötekniikan yleiset valmiudet 32 op
- Vaihtoehtoiset yleisopinnot 12 op (väh.)</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine Sähkötekniikka 45 op (sis. kandidaatintyö ja seminaari 10 op)

Suuntautumiskohteet
- Sähkötekniikka ja elektroniikka
- Sähköenergiatekniikka</td><td>C. Sivuaine 20 op (väh.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)</td></tr>
</table>

Pääaine ja sivuaineet

Tekniikan kandidaatin tutkinnon pääaine on **Sähkötekniikka** ja pääaineen suuntautumiskohteet ovat **Sähkötekniikka ja elektroniikka** sekä **Sähköenergiatekniikka**. Opiskelija valitsee suuntautumiskohteensa toisen opintovuoden keväällä, ja valinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja. Sähkötekniikan omat sivuaineet ovat **Säätötekniikka ja signaalinkäsittely** sekä **Elektroniikka**. Sivuaineen voi valita myös muiden koulutusohjelmien tarjoamista sivuaineista.

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafyn opettajatuutorit antavat neuvoja soveltuvista matematiikan ja fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa koulutusohjelmassa.

Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:

- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa
- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista saa opinto-oppaan kohdasta ”Matematiikka ja fysiikka” sekä Mafyn opettajatuutoreilta: matematiikka: TkT Jouni Sampo, fysiikka: FK Jari Soininen

Kandidaatintyö ja seminaari (10 op)

Kandidaatintyö on tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnäytetyö. Työ on omaan pääaineeseen liittyvä tutkimus- tai suunnittelutehtävä, jonka laajuus tutkinnossa on 10 opintopistettä yhdessä siihen liittyvän seminaarin kanssa. Opiskelija tekee kandidaatintyön omana pääaineeseen liittyvänä opintojaksona ja sen ohjaa ja tarkastaa koulutusohjelman määräämä henkilö. Kandidaatintyöllään opiskelija osoittaa kypsyyttä tehdä itsenäisesti tieteelliset kriteerit täyttävä opinnäytetyö. Opiskelija kirjoittaa työstä julkisen tutkielman. Kandidaatintyö arvostellaan arvosanoilla (0-5).

Lukuvuodesta 2012-2013 alkaen kandidaatintyön seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Tällöin opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on valmistuakseen kirjoitettava kypsyysnäyte. Kypsyysnäytteellä opiskelija osoittaa perehtyneisyyttään opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Opiskelija kirjoittaa kypsyysnäytteen valvotusti ilman lähdeaineistoa Origon tenttiakvaariossa. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen tarkastavat kandidaatin tutkintoon kuuluvan opinnäytetyön ohjaaja LUT:ssa sekä yliopiston hyväksymä kielentarkastaja.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)lut.fi.

Sähkötekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	106	op
B. Pääaine, sisältää kandidaatintyön	45	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	10 (väh.)	op
Opinnot yhteensä	*180 (väh.)*	*op*

A. Yleisopinnot

Yleisopinnoissa opiskelija rakentaa pohjan sähkötekniikan opinnoilleen ja kartuttaa ammatillista yleissivistystä, jonka avulla hän selviää työelämässä ja myöhemmissä opinnoissaan. Opiskelijalla on yleisopinnot suoritettuaan matemaattis-luonnontieteelliset valmiudet ja tekniset valmiudet omalta alaltaan. Hänellä on tiedot liiketoiminnan perusteista ja työelämässä tarvittavat sosiaaliset ja viestintätaidot.

Matemaattis-luonnontieteellisiin valmiuksiin kuuluu, että opiskelija osaa ratkaista ongelmia sopivien matemaattisten menetelmien avulla, hän tuntee keskeiset fysiikan lait ja osaa soveltaa niitä erilaisiin fysikaalisiin prosesseihin, ymmärtää fysikaalisia ilmiöitä ja osaa ratkaista ilmiöihin liittyviä tehtäviä, tehdä mittauksia ja raportoida niistä.

Sähkötekniikan opinnoissa opiskelija tutustuu keskeisiin sähköntuotanto- ja jakelutapoihin ja tärkeimpiin sähkönkäyttökohteisiin. Opiskelija osaa nimetä ja kuvata tärkeimpiä sähkötekniikan ja elektroniikan sovelluksia ja toimintaperiaatteita. Opiskelija tuntee sähköturvallisuuden keskeiset periaatteet. Opiskelija osaa käyttää tavallisimpia mittausjärjestelmiä ja tietotekniikkaa ja tehdä sähköisiin piireihin liittyviä laskelmia ja mittauksia.

Yleisiin työelämävalmiuksiin kuuluu, että opiskelija tuntee yritystoiminnan perusteet ja kustannuslaskennan peruskäsitteet ja osaa tulkita tilinpäätöstä ja keskeisiä yrityksen tunnuslukuja. Opiskelija tuntee johtamisen ja markkinoinnin perusteet. Yleisiin ammatillisiin taitoihin kuuluu myös, että opiskelija osaa viestiä suullisesti ja kirjallisesti äidinkielellään ja vieraalla kielellä. Näitä taitoja opiskelija kartuttaa myös käytännön työharjoittelussa.

Yleiset teknistieteelliset valmiudet (62 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BM20A0000	Matematiikka SäEnKeA1	TkK 1	1	3
BM20A0200	Matematiikka SäEnKeA2	TkK 1	1-2	5
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	TkK 1	3	3
BM20A0600	Matematiikka SäEnKeB2	TkK 1	3-4	2
BM20A0800	Matematiikka SäEnKeB3	TkK 1	4	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	TkK 2	1	3
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	TkK 2	2	3
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	TkK 1	4	4
BM30A0210	Fysiikka L, osa 1	TkK 1	1-2	5
BM30A0220	Fysiikka L, osa 2	TkK 1	2	2
BM30A0230	Fysiikka L, osa 3	TkK 1	3-4	5
BM30A0240	Fysiikka L, osa 4	TkK 1	4	2
BM30A0310	Fysiikan laboratoriotyöt (SÄTE)	TkK 1	3-4	6
BK20A1901	Teknisen piirustuksen perusteet	TkK 1	1-2	2

CS31A0210	Yritystalouden perusteet		3	3
FV10A 4op	Kieliopinnot			4
FV13A0150 (*	Svenska för teknologer	TkK 1	1,2,3,4,5	2
FV13A1200(*	Teknisk svenska	TkK 2-3	1, 2, 3, 4	2
FV18A2800	Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä	TkK 2	1-2, 3-4	3
BL10A7000	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	TkK 1-3		2

*) Svenska för teknologer ja Teknisk svenska keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot. Svenska för teknologer tarkoitettu vain 1.vsk:n opiskelijoille, myöhemmin suoritetaan Teknisk svenska.

Sähkötekniikan yleiset valmiudet (32 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A0000	Johdatus sähkötekniikan opiskeluun	TkK 1	1	1
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	TkK 1	1-2	3
BL30A0000	Sähköiset piirit	TkK 1	2-3	4
BL30A0100	Piirianalyysi	TkK 2	1	3
BL30A0200	Sähkötekniikan työkurssi	TkK 1	1-4	3
BL30A0300	Sähkömagnetismi	TkK 2	3-4	6
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	TkK 2	1-2	3
BL40A0200	Säätötekniikan perusteet A	TkK 2	3-4	4
BL50A0010	Elektroniikan perusteet A	TkK 1	2-3	5

Vaihtoehtoiset yleisopinnot (valitaan väh. 12 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH20A0700	Teknillisen termodynamiikan perusteet	TkK 2	2	2
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	TkK 3	1	3
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	TkK 2	2	5
BH60A2600	Ilmastonmuutos	TkK 2	3 int.	3
BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	TkK 2	3-4	3
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	TkK 3	1-2	6
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	TkK 2	1-2	5
BJ80A0001	Yleinen kemia	TkK 1	1	3
BK20A2000	Valmistustekniikan perusteet	TkK 1	2	2
BK65A0700	Teknisen suunnittelun perusteet	TkK 2	1	2
BK80A0401	Lujuusopin perusteet	TkK 1	3	3
BK80A2100	Statiikan perusteet	TkK 1	1	3
BK90C1800	Green Fiber Materials	DI 1	4	5
BM30A0400	Moderni fysiikka	TkK 2-3	1-2	6
BM30A0910	Materiaalifysiikka A	TkK 3	3	3
FV10A 2op	Kieliopinnot			2

B. Sähkötekniikan pääaineen suuntautumiskohteet

1. Sähkötekniikka ja elektroniikka

Pääaineen opiskelija osaa nimetä ja kuvata keskeiset digitaalisen ja analogisen elektroniikan komponentit sekä suunnitella ja analysoida yksinkertaisia analogisia ja digitaalisia järjestelmiä. Lisäksi opiskelija osaa nimetä ja kuvata keskeiset sähköturvallisuuteen, asennuksiin ja sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen liittyvät ohjeet ja määräykset. Opiskelija osaa kuvata myös tyypillisten sähkökoneiden toiminnan ja ohjauksen periaatteet. *Pääaineen suuntautumiskohteen vastuuhenkilö on professori Pertti Silventoinen.*

Pakolliset opinnot (41 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A1001(*	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3		10
BL10A3001	Sähköturvallisuus	TkK 3	3-4	5
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	TkK 3	2	3
BL40A0400	Signaalien digitaalinen käsittely	TkK 3	1-2	5
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	TkK 2	1-2	6

BL50A0100	Analogiatekniikka	TkK 2	3-4	5
BL50A0200	EMC	TkK 2	1	2
CT60A0200	Ohjelmoinnin perusteet	TkK 1	1-2	5

*) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op, johon ilmoittaudutaan erikseen

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 4 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL20A0700	Sähköverkkotekniikan peruskurssi	TkK 3	1	4
BL20A0900	Tiede, teknologia ja yhteiskunta	TkK 1-3	1-2	4
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	TkK 3	3-4	5
BL40A0501	Digitaalisäädön perusteet	TkK 3	1-2	4
BM20A1300	Complex Analysis	DI 1-2	3	3
BM20A2600	Integral Transforms	TkK 3	4	3
BM20A4100	Vektorianalyysi teknillisessä laskennassa	TkK 3	1	4
BM30A0910	Materiaalifysiikka A	TkK 3	3	3
BM30A0920	Materiaalifysiikka B	TkK 3	4	3
CT30A2003	Tietoliikennetekniikan perusteet	TkK 1	1-2	5

2. Sähköenergiatekniikka

Sähköenergiatekniikan pääaineen suorittanut opiskelija osaa nimetä ja kuvata energian tuotannon, siirron, käytön ja jakelujärjestelmien toimintatavat sekä talouslaskelmat. Opiskelija osaa esittää myös tyypillisten sähkökoneiden toiminnan ja ohjauksen periaatteet. Lisäksi opiskelija osaa nimetä ja kuvata keskeiset sähköturvallisuuteen ja asennuksiin liittyvät ohjeet ja määräykset. Pääainetta tukevilla opinnoilla opiskelija voi täydentää osaamistaan mm. energiatekniikan tai elektroniikan opinnoilla. *Pääaineen suuntautumiskohteen vastuuhenkilö on professori Jarmo Partanen.*

Pakolliset opinnot (24 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	TkK 1	2	2
BL10A1001(*	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3		10
BL10A3001	Sähköturvallisuus	TkK 3	3-4	5
BL20A0700	Sähköverkkotekniikan peruskurssi	TkK 3	1	4
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	TkK 3	2	3

*) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op, johon ilmoittaudutaan erikseen

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	TkK 1	3	2
BH40A0100	Uusiutuva energia	TkK 2	4	3
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	TkK 3	2	3
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	TkK 1	1	2
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	TkK 3	1	4
BH60A1300	Rakennusten LVI-tekniikka	TkK 2	3-4	7
BL20A0900	Tiede, teknologia ja yhteiskunta	TkK 1-3	1-2	4
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	TkK 3	3-4	5
BL40A0400	Signaalien digitaalinen käsittely	TkK 3	1-2	5
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	TkK 2	1-2	6
BL50A0100	Analogiatekniikka	TkK 2	3-4	5
BL50A0200	EMC	TkK 2	1	2
BM20A4100	Vektorianalyysi teknillisessä laskennassa	TkK 3	1	4
CT60A0200	Ohjelmoinnin perusteet	TkK 1	1-2	5

C. Sivuaineet sähkötekniikan opiskelijoille

Sivuaineopinnot tukevat valittuja pääaineopintoja joltakin opiskelijan valitsemalta alalta. Sähkötekniikan omien sivuaineiden lisäksi suositellaan erityisesti energiatekniikan, konetekniikan, teknillisen fysiikan ja matematiikan sekä ympäristötekniikan sivuaineita. Teknillisen tiedekunnan

koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet löytyvät kyseisen koulutusohjelman *Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille* –osuudesta. Muiden tiedekuntien tarjoamat sivuaineet löytyvät opinto-oppaan lopusta kohdasta *Muut sivuainekokonaisuudet.*

Jos joitakin seuraavassa esiteltävien sivuaineiden pakollisista opinnoista on sisällytetty jo muihin opintoihin, tilalle valitaan jokin toinen opintojakso vaihtoehtoisista opinnoista.

1. Säätötekniikka ja signaalinkäsittely

Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn sivuaineessa opiskelija perehtyy mm. digitaalisäätöön, mikroprosessoreihin ja niiden ohjelmointiin. Sivuaineen suoritettuaan opiskelija osaa suunnitella yksinkertaisia digitaalisäätimiä sekä analysoida ja ratkaista säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn ongelmia matemaattisia ohjelmistoja käyttäen. Opiskelija osaa selittää sulautettujen järjestelmien toteutukseen käytettävien mikroprosessorien toiminnan ja osaa ohjelmoida niitä C-kielellä. Vaihtoehtoisilla opinnoilla opiskelija voi täydentää osaamistaan esimerkiksi mekatroniikan, elektroniikan tai tietoliikennetekniikan opintojaksoilla. Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn sivuainetta suositellaan erityisesti niille, jotka aikovat suorittaa DI-tukinnon pääaineen Sulautetut järjestelmät.

Pakolliset opinnot (15 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A0501	Digitaalisäädön perusteet	TkK 3	1-2	4
BL40A1811	Johdanto sulautettuihin järjestelmiin	TkK 3	3-4	6
CT60A0210	Käytännön ohjelmointi	TkK 1	3-4	5

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh.5 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK60A0001	Mekatroniikan peruskurssi	TkK 1	3-4	5
BL50A0502	Elektroniikan laboratoriotyöt 1	TkK 3	1-4	3-6
CT30A2003	Tietoliikennetekniikan perusteet	TkK 1	1-2	5
CT60A2410	Olio-ohjelmointi	TkK 2	1-2	5

2. Elektroniikka

Elektroniikan sivuaineen suoritettuaan opiskelija osaa käyttää keskeisiä elektroniikan mittalaitteita ja ratkaista yksinkertaisia analogisen ja digitaalisen elektroniikan teoreettisia ja käytännön ongelmia prototyyppirakentamisessa. Opiskelija osaa kuvata mikroprosessorien rakenteen, toiminnan ja keskeiset suunnittelutyövälineet. Opiskelija osaa selittää radioaaltojen etenemisen, tunnistaa ja kuvata keskeiset siirtotiet, radiotekniikan komponentit ja antennityypit. Vaihtoehtoisissa opinnoissa opiskelija voi perehtyä mm. opto- tai mikroelektroniikkaan.

Pakolliset opinnot (11 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A1811	Johdanto sulautettuihin järjestelmiin	TkK 3	3-4	6
BL50A0300	RF-tekniikan perusteet	TkK 3	1	2
BL50A0502	Elektroniikan laboratoriotyöt 1	TkK 3	1-4	3-6

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että sivuaineen minimilaajuus 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	TkK 2	1-2	6
BL50A0100	Analogiatekniikka	TkK 2	3-4	5
BM30A0601	Optoelectronics	DI 1	1	6
BM30A2100	Microelectronics Processing Technology	DI 1	1-2	2
BM30A2200	Semiconductor and Superconductor Physics	DI 1	1-2	6
CT60A0210	Käytännön ohjelmointi	TkK 1	3-4	5

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että tekniikan kandidaatin tutkinnon kokonaismäärä 180 opintopistettä täyttyy. Opiskelija voi sisällyttää tekniikan kandidaatin tutkinnon valinnaisiin opintoihin mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toisen sivuaineen. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja

muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sijoitettu aiemmin suoritettuun tutkintoon.

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon suorittamisen jälkeen ovat vuorossa diplomi-insinöörin tutkinnon opinnot. Tutkintoon kuuluu kaikille yhteisiä, ammattiin valmentavia yleisopintoja, jotka koostuvat mm. matematiikasta, kieli- ja viestintäopinnoista sekä asiantuntijuutta syventävästä harjoittelusta. Diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineessa opiskelija syventyy sähkötekniikan ammattiaineisiin yksityiskohtaisemmin ja tekee 30 opintopisteen laajuisen diplomityön.

<table>
<tr><th colspan="2">DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot 20 op</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine (väh.) 60 op, sis. diplomityö ja seminaari 30 op
- Sähkökäytöt ja koneet
- Sulautetut järjestelmät
- Sovellettu elektroniikka
- Sähkömarkkinat</td><td>C. Sivuaine 20 op (väh.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)</td></tr>
</table>

Pää- ja sivuaineet DI-tutkinnossa

Opiskelija valitsee tekniikan kandidaatin tutkinnon kolmannen opintovuoden keväällä oman erikoistumisalueensa eli DI-tutkinnon pääaineen. Pääainevalinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja.

Sähkötekniikan pääaineet diplomi-insinöörin tutkinnossa ovat:

1) **Sähkökäytöt ja -koneet**
2) **Sulautetut järjestelmät**
3) **Sovellettu elektroniikka**
4) **Sähkömarkkinat**

Sähkötekniikan omille opiskelijoille tarjoamat sivuaineet diplomi-insinöörin tutkinnossa ovat ***tehoelektroniikka ja sähkökäytöt, sulautetut järjestelmät, sovellettu elektroniikka, säätötekniikka, uusiutuvan energian tuotanto ja sustainability.***

Sivuaine voidaan valita myös muiden koulutusohjelmien tarjoamista sivuaineista. Sähkökaupan syventymiskohteen opiskelija suorittaa pakollisena sivuaineena kauppatieteellisen tiedekunnan sivuaineen **Liiketoimintaosaaminen.**

Diplomityö ja seminaari (30 op)

Diplomityö on diplomi-insinöörityökinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävään aiheeseen. Työ on tutkimus- tai suunnittelutehtävä, jonka laajuus tutkinnossa on 30 opintopistettä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä opinnäyteohjeiden mukaisen opinnäytetyön. Diplomityöstä annetaan arvosana (0-5). Erillistä seminaaria ei järjestetä vaan opiskelija sopii diplomityön esittämisestä työnsä tarkastavan professorin kanssa.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon ja mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Kypsyysnäyte

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon alemman korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Mikäli opiskelija on kirjoittanut kypsyysnäytteen aiemmassa tutkinnossaan, kypsyysnäytteen sisällöllinen osuus suoritetaan työn tarkastajan kanssa sovittavalla tavalla.

Huom! AMK-tutkinnon pohjalta hyväksiluettu kypsyysnäytteen äidinkielen osuus (K2) ei korvaa kypsyysnäytteen sisällön osuutta (K1) vaan diplomityön sisällön osuus on aina suoritettava.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)fi.

Käytönjohtajan pätevyys

Sähkötekniikan koulutusohjelmassa opiskelijan on mahdollista suorittaa käytönjohtajan pätevyyteen vaadittavat opinnot. Tarkempia tietoja vaadittavista opinnoista saa prof. Juha Pyrhöseltä.

Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	20	op
B. Pääaine, sisältää diplomityön	60 (väh.)	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	10 (väh.)	op
Opinnot yhteensä	*120 (väh.)*	*op*

A. Yleisopinnot

Pakolliset yleisopinnot (17 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH61A0200	Energiatalous	TkK 3	3-4	4
BL10A8000[*]	DI-tutkinnon työharjoittelu	DI 1-2		2-10
BL30A0800	Sähkömagneettiset komponentit	DI 1	1	3
BL40A2301	Energy Efficiency	DI 1	3	6
FV10A 2op	Kieliopinnot			2

[*)] Yleisopintoihin kuuluvan pakollisen harjoittelun osuus on 2 op. Pakollisen harjoittelun ylittävä osuus sijoitetaan valinnaisiin opintoihin.

Vaihtoehtoiset yleisopinnot (valitaan väh.3 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK60A0001	Mekatroniikan peruskurssi	TkK 1	3-4	5
BL20A0100	Terminen laitesuunnittelu	DI 1	3	3
BL30A1101	Sähkövoimatekniikan työkurssi	DI 1	1-4	3-8
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	TkK 3	3	6
BM20A1900	Statistics II	DI 1-2	2	3
BM20A2000	Simulation	DI 1	1	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	TkK 3	1-2	5
BM20A2701	Numerical Methods II	DI 1	3	3
BM20A3001	Statistical Analysis in Modelling	DI 1	2	5
FV10A 4op	Kieliopinnot			4
FV18A4500	Tiedeviestintä	DI 1-2	1-2	1-2

B. Pääaineet

1. Sähkökäytöt ja -koneet

Pääaineen suoritettuaan opiskelija hallitsee sähkökäyttöjen järjestelmäkokonaisuuksia (sis. mm. taajuudenmuuttaja, sähkömoottori tai -generaattori ja mekaaninen kuorma). Painotettuaan opintojaan eri alueille opiskelija osaa esim. suunnitella sähkökoneita, tehoelektroniikan päävirtapiiriratkaisuja eri sovelluskohteisiin tai kehittää taajuudenmuuttajan ohjaus- ja säätöalgoritmeja sekä sovellustason ohjelmia. Kaikkien tulisi hallita sähkömekaanisten järjestelmien

ja sen osien simulointityökalujen käyttöä. Myös numeerisen kenttäratkaisun osaamisen voi sisällyttää opintoihin.

Sähkökoneen suunnitteluun painottuvalle opiskelijalle suositellaan oheisopintoja esim. kone- tai lämpötekniikasta. Tehoelektronisten sähkökäyttöjen tuotekehitykseen painottuvalle opiskelijalle suositellaan oheisopintoja säätötekniikasta ja sulautetuista järjestelmistä. Käytännön sähkökäyttötekniikkaan painottuvalle suositellaan oheisopintoina koneautomaation, mekatroniikan, hydrauliikan tai energiatekniikan opiskelua. *Pääaineen vastuuhenkilö on professori Juha Pyrhönen.*

Pakolliset opinnot (44-46 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A2000	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BL30A1001	Electrical Drives	DI 2	2-3	8
BL30A1101(*	Sähkövoimatekniikan työkurssi	DI 1	1-4	3-8

*) Suoritetaan 6-8 op.

Vaihtoehtoiset (valitaan siten, että 60 op pääaineopintoja täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BL20A0100	Terminen laitesuunnittelu	DI 1	3	3
BL30A0400	Design of an Electrical Machine	DI 1	1	6
BL30A0600	Power Electronics	DI 1	1-2	6
BL30A0900	Tehoelektroniikan komponentit	DI 1	3-4	4
BL30A1200	Numerical Methods in Electromagnetism	DI 2	3	4
BL50A0600	Electromagnetic Compatibility in Power Electronics	DI 1	1	2

2. Sulautetut järjestelmät

Sulautettujen järjestelmien pääaineen vaihtoehtoiset opinnot on jaettu kolmeen ryhmään: sulautetut järjestelmät, digitaalinen signaalinkäsittely sekä säätö- ja automaatiotekniikka. Ryhmittelyn tarkoituksena on ohjata opiskelijoita valitsemaan toisiaan tukevia opintojaksoja. Ryhmittely on vain ohjeellinen.

Sulautetuissa järjestelmissä älykkäät laskenta-algoritmit, signaalinkäsittely ja tiedonsiirto ovat keskeisessä roolissa. Korkean tason ohjelmointi- ja kuvauskielten sekä käyttöjärjestelmien osaaminen on keskeisessä asemassa elektroniikkalaiteiden suunnittelussa. Sulautettujen järjestelmien pääaineesta valmistuneet diplomi-insinöörit kykenevät tehokkaasti käyttämään näitä työkaluja sulautetuissa järjestelmissä ja hyödyntämään esimerkiksi signaalinkäsittelyn ja säätötekniikan algoritmeja sovelluksissaan. Pääaineen keskeisiä osa-alueita ovat digitaalielektroniikka, laiteläheinen ohjelmointi, digitaalinen säätö sekä signaalinkäsittely. Sulautettujen järjestelmien opinnot mahdollistavat monipuolisen sijoittumisen teollisuuselektroniikka- ja tietoliikennealan eri suunnittelu-, tutkimus- ja tuotekehitystehtäviin. Kokonaisuutta tukevat hyvin sivuainepaketit joltain soveltavan tekniikan osa-alueelta.

Automaatiojärjestelmät perustuvat yhä joustavampaan hajautettuun älyyn. Teollisuuselektroniikkaa ja automaatiotuotteita kehittävät yritykset panostavat voimakkaasti uusiin älykkäisiin tekniikoihin. Pääaineen lukija voi yhdistää automaatiotekniikan ja säätötekniikan alaan kuuluvia opintojaksoja, mikä antaa erinomaiset valmiudet esimerkiksi prosessien ohjaukseen ja säätöön. Teollisuuden eri tason tieto- ja automaatiojärjestelmät integroituvat avoimien tietoliikenneprotokollien ja ohjelmistorajapintojen avulla yhä laajemmiksi kokonaisuuksiksi. Yhdistämällä automaatiotekniikan opiskelun sekä tietoteknisten ja tietoliikenneaineiden opiskelun voi alan insinööri hallita edellä mainittuja kokonaisuuksia. Automaatiotekniikan ja mikroprosessoritekniikan sekä sovelletun elektroniikan tiedot mahdollistavat toimimisen automaatiolaitteiden tai automaatiota sisältävien sulautettujen laitteiden asiantuntijana. *Pääaineen vastuuhenkilöt ovat professori Jero Ahola ja professori Olli Pyrhönen.*

Pakolliset opinnot (40 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A2000	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BL40A1100	Embedded System Programming	DI 1	1-2	4
BL40A2700	System Engineering Project Work	DI 2	1-2	6

Opiskelija valitsee vaihtoehtoisia opintoja alla olevista kolmesta kokonaisuudesta siten, että 60 opintopistettä pääaineopintoja täyttyy.

Sulautetut järjestelmät (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A1000	Real-time Operating Systems and Programs	DI 2	1-2	5
BL40A1601	Embedded System Design	DI 1	1-2	6

Digitaalinen signaalinkäsittely (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A0600	Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn työkurssi	DI 1	1-4	2-6
BL40A0701	Digital Filters	DI 1-2	3-4	5

Säätö- ja automaatiotekniikka (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A1201	Digital Control Design	DI 1	1-2	5
BL40A1500	Säätötekniikan erikoiskurssi	DI 1-2	1-2	5
BL40A2800	Electrical Motion Control Systems	DI 1	3-4	6
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	DI 1	3-4	6

3. Sovellettu elektroniikka

Opinnot hyväksytysti suoritettuaan opiskelijalla on keskeiset tiedot ja taidot elektroniikkasuunnitteluprojektin läpiviemiseksi. Hän osaa hyödyntää keskeisimpiä elektroniikkasuunnittelun työkaluja ja käyttää elektroniikan perusmittalaitteita tuotekehitys- ja tutkimustyössä. Opiskelija osaa käyttää analogiaelektroniikan peruskomponentteja mm. analogisen signaalinkäsittelyn sovelluksissa ja soveltaa modernia analogiaelektroniikkaa elektronisen laitteen ja järjestelmän suunnittelussa. Opiskelija osaa soveltaa sähkömagnetismin perusilmiöitä laitteiden ja järjestelmien häiriösuojauksen suunnittelussa. Vaihtoehtoisissa opinnoissa opiskelija voi täydentää osaamistaan mm. digitaalisen piirisuunnittelun, tietoliikenteen ja radiotekniikan tai tehoelektroniikan opinnoilla. *Pääaineen vastuuhenkilö on professori Pertti Silventoinen.*

Pakolliset opinnot (54 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A2000	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BL50A0801	Laite- ja järjestelmäsuunnittelu	DI 1	3-4	6
BL50A0900	Analogiasignaalin käsittely	DI 1-2	3-4	6
BL50A1200	Sovelletun elektroniikan erikoistyö	DI 2	1-4	6
BL50A1400	Analogiaelektroniikka	DI 1	1-2	6

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 6 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL30A0600	Power Electronics	DI 1	1-2	6
BL30A0900	Tehoelektroniikan komponentit	DI 1	3-4	4
BL40A1601	Embedded System Design	DI 1	1-2	6
BL50A0600	Electromagnetic Compatibility in Power Electronics	DI 1	1	2
BL50A1300	Advanced Course in Electronics	DI 1	3-4	6
BL50A1500	Teholähdetekniikan projektityö	DI 2	1-4	6
BL50A1600	Elektroniikan laboratoriotyöt 2	DI 1-2		3-6
BM30A0601	Optoelectronics	DI 1	1	6
BM30A2200	Semiconductor and Superconductor Physics	DI 1	1-2	6

4. Sähkömarkkinat

Sähkömarkkinoiden pääaineessa opiskelija voi syventyä valintansa mukaan joko sähkökauppaan tai sähköverkkoihin.

Sähkökaupan syventymiskohteekseen valinnut opiskelija hallitsee opinnot suoritettuaan sähköenergiamarkkinoiden kokonaisuuden, jossa painotusalueena ovat sähkökaupan erityispiirteet, kaupankäyntimekanismit, riskien hallinta ja rahoituskeinot. Sähkökaupan syventymiskohteessa

opiskelija suorittaa pakollisena sivuaineena kauppatieteellisen tiedekunnan Liiketoimintaosaaminen -sivuaineen.

Sähköverkot syventymiskohteekseen valinnut opiskelija osaa suunnitella ja käyttää sähkönjakeluverkkoja sekä hyödyntää sähkönjakelun automaatiojärjestelmiä ja niihin liittyviä tietojärjestelmiä. Teknisten asioiden lisäksi opinnot antavat hyvät valmiudet talouskysymysten käsittelyyn. Sähköverkkojen syventymiskohteessa sivuaineiksi suositellaan tehoelektroniikan ja sähkökäyttöjen, sovelletun elektroniikan, energiatekniikan, tietotekniikan tai tuotantotalouden sivuainetta. Uraa sähköteollisuudessa suunnitteleville suositellaan tietotekniikan tai elektroniikan valinnaisia opintoja tai sivuainetta. Sähkö- ja energiayhtiöihin suuntautuville suositellaan talouden ja energiatekniikan sivuaineita tai opintoja.

Pakolliset opinnot (43 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL10A2000	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1	1	5
BL20A0500	Sähkönjakelutekniikka	DI 1	2-3	8

a) <u>Sähkökauppa</u>:

Syventymiskohteen opinnoissa opiskelija perehtyy sähköenergiamarkkinoiden kokonaishallintaan, erityisesti kilpailtujen sähkön tukkumarkkinoiden toimintaan, sähköverkkotoiminnan sääntelyyn sekä päästökaupan vaikutuksiin sähkömarkkinoilla. Sähkökaupan opintokokonaisuuden suorittaneella opiskelijalla on vapailla sähkömarkkinoilla tarvittavat perustiedot sähkökaupan erityispiirteistä ja sähkökaupassa sovellettavista kaupankäyntimekanismeista, sähköverkkojen roolista sähkön markkinapaikkana sekä riskienhallinnasta ja rahoituksesta vapailla markkinoilla yleisesti.
Syventymiskohteen vastuuhenkilö on professori Satu Viljainen.

Sähkökaupan syventymiskohteen pääaineopinnot

Vaihtoehtoiset (valitaan väh. 17 op)		*vsk*	*per.*	*op*
A220A0100	Financial Risk Management	KTM 2	1	6
BH60A2000	Emission Trading	DI 1	3-4	3
BL20A0200	Sähkökaupan pörssipeli	DI 1	2-3	3
BL20A1100	Sähkökauppa	DI 1	4	4
BL30A1101[*]	Sähkövoimatekniikan työkurssi	DI 1	1-4	3-8

[*] Suoritetaan 8 op

Sähkökaupan syventymiskohteen opiskelija suorittaa **pakollisena** sivuaineena kauppatieteellisen tiedekunnan sivuaineen **Liiketoimintaosaaminen**.

Liiketoimintaosaaminen 20 op

Pakolliset opintojaksot (12 op)		*vsk*	*per.*	*op*
A130A0300	Kansantaloustieteen perusteet	DI 1-2	1	6
A370A0000	Johtamisen perusteet	DI 1-2	2, int.	6

Vaihtoehtoiset opintojaksot, valitaan kaksi seuraavista:		*vsk*	*per.*	*op*
A130A0200	Hankintatoimen perusteet	DI 1-2	3	6
A130A0250	Kansainvälisen markkinoinnin perusteet	DI 1-2	1-2	6
A130A0450	Laskentatoimen ja rahoituksen johdantokurssi	DI 1-2	1-2	6
A130A0700	Yritysjuridiikan perusteet	DI 1-2	4	6
A380A0000	Cross-Cultural Issues in International Business	DI 1-2	3	6
A380A0050	Global Sourcing	DI 1-2	4	6
A380A0200	Promotion and Sales Management	DI 1-2	4	6

b) <u>Sähköverkot</u>:

Syventymiskohteen opinnoissa opiskelija perehtyy sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmien tekniikkaan, tietojärjestelmiin ja liiketoimintaan. Sivuaineopinnoiksi soveltuvat tehoelektroniikan ja sähkökäyttöjen, sovelletun elektroniikan, energiatekniikan, tietotekniikan tai tuotantotalouden

sivuaine. Sähköteollisuuden palvelukseen haluavalle suositellaan sivuaineen tai valinnaisiksi opinnoiksi tietotekniikan ja elektroniikan opintojaksoja. Sähkö- ja energiayhtiöihin haluavalle suositellaan talouteen ja energiatekniikkaan liittyviä sivuaineen opintojaksoja.
Syventymiskohteen vastuuhenkilö on professori Jarmo Partanen.

Sähköverkot syventymiskohteen pääaineopinnot

Vaihtoehtoiset (valitaan väh. 17 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL20A0300	Suurjännitetekniikka	DI 1-2	4	5
BL20A0600	Sähkönsiirtotekniikka	DI 1	2	5
BL20A1001	Sähköverkkojen suojaus	DI 2	3	5
BL30A1101(*	Sähkövoimatekniikan työkurssi	DI 1	1-4	3-8

*) Suoritetaan 8 op.

C. Sivuaineet sähkötekniikan opiskelijoille

1. Tehoelektroniikka ja sähkökäytöt

LUT Energian laaja keskittyminen tehoelektroniikkaan ja sähkökäyttöihin tarjoaa mahdollisuuden muiden pääaineiden opiskelijoille tutustua tähän suomalaisen teollisuuden kannalta erittäin tärkeään osa-alueeseen. Tämän sivuaineen suorittaneen elektroniikka- tai säätöinsinöörin voidaan ajatella toimivan esim. kotimaisen tehoelektroniikka- ja sähkökäyttöteollisuuden tuotekehitystehtävissä.

Pakolliset opinnot (8 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL30A1001	Electrical Drives	DI 2	2-3	8

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 12 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL20A0100	Terminen laitesuunnittelu	DI 1	3	3
BL30A0400	Design of an Electrical Machine	DI 1	1	6
BL30A0600	Power Electronics	DI 1	1-2	6
BL30A0900	Tehoelektroniikan komponentit	DI 1	3-4	4
BL30A1101	Sähkövoimatekniikan työkurssi	DI 1	1-4	3-8
BL30A1200	Numerical Methods in Electromagnetism	DI 2	3	4
BL50A0600	Electromagnetic Compatibility in Power Electronics	DI 1	1	2

2. Sulautetut järjestelmät

Sulautettujen järjestelmien sivuaineen suorittanut osaa suunnitella ja toteuttaa ohjelmistopainotteisia elektroniikkalaitteita. Sivuaineessa opiskeltavaksi opiskelija voi valita sulautettujen järjestelmien, säätötekniikan ja digitaalisen signaalinkäsittelyn kursseja. Sivuainepaketin opiskellut osaa toteuttaa erilaisia järjestelmiä mikroprosessorilla tai ohjelmoitavilla logiikkapiireillä.

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 20 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A0600	Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn työkurssi	DI 1	1-4	2-6
BL40A0701	Digital Filters	DI 1-2	3-4	5
BL40A1000	Real-time Operating Systems and Programs	DI 2	1-2	5
BL40A1100	Embedded System Programming	DI 1	1-2	4
BL40A1201	Digital Control Design	DI 1	1-2	5
BL40A1500	Säätötekniikan erikoiskurssi	DI 1-2	1-2	5
BL40A1601	Embedded System Design	DI 1	1-2	6
BL40A2700	System Engineering Project Work	DI 2	1-2	6
BL40A2800	Electrical Motion Control Systems	DI 1	3-4	6

3. Sovellettu elektroniikka

Sovelletun elektroniikan sivuaineen suorittanut opiskelija osaa hyödyntää keskeisimpiä elektroniikkasuunnittelun työkaluja ja käyttää elektroniikan perusmittalaitteita tuotekehitys- ja

tutkimustyössä. Opiskelija osaa käyttää analogiaelektroniikan peruskomponentteja mm. analogisen signaalinkäsittelyn sovelluksissa ja soveltaa modernia analogiaelektroniikkaa elektronisen laitteen suunnittelussa.

Pakolliset opinnot (18 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BL50A0801	Laite- ja järjestelmäsuunnittelu	DI 1	3-4	6
BL50A0900	Analogiasignaalin käsittely	DI 1-2	3-4	6
BL50A1400	Analogiaelektroniikka	DI 1	1-2	6

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 2 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BM30A0601	Optoelectronics	DI 1	1	6
BL40A1601	Embedded System Design	DI 1	1-2	6
BL50A0600	Electromagnetic Compatibility in Power Electronics	DI 1	1	2
BL50A1200	Sovelletun elektroniikan erikoistyö	DI 2	1-4	6
BL50A1300	Advanced Course in Electronics	DI 1	3-4	6
BL50A1500	Teholähdetekniikan projektityö	DI 2	1-4	6

4. Säätötekniikka

Säätötekniikan sivuaineessa opiskelija perehtyy opintojaksovalintansa mukaan digitaalisen säädön suunnitteluun, epälineaarisiin järjestelmiin ja niiden säätöön ja/tai automaatiotekniikkaan. Opintoja on mahdollista täydentää soveltuvilla matemaattisilla opintojaksoilla. Sivuaineen hyväksytysti suoritettuaan opiskelija osaa opintojaksovalinnasta riippuen suunnitella digitaalisia säätimiä ja toteuttaa ne mikroprosessorilla sekä analysoida epälineaarisia järjestelmiä ja suunnitella niille yksinkertaisia säätimiä. Automaatiotekniikkaa opiskeltuaan opiskelija tuntee automaation laitteet ja osaa soveltaa niitä prosessin ohjauksessa.

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh. 20 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	DI 1	3-4	6
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	DI 1-2	1-2	5
BM20A3001	Statistical Analysis in Modelling	DI 1	2	5
BM20A3101	Fuzzy Sets and Fuzzy Logic	DI 1-2	1-2	6
BM20A3202	Fuzzy Engineering	DI 1-2	3-4	6
BL40A0501	Digitaalisäädön perusteet	DI 1-2	1-2	4
BL40A0600	Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn työkurssi	DI 1	1-4	2-6
BL40A1201	Digital Control Design	DI 1	1-2	5
BL40A1500	Säätötekniikan erikoiskurssi	DI 1-2	1-2	5
BL40A2800	Electrical Motion Control Systems	DI 1	3-4	6

5. Uusiutuvan energian tuotanto

Uusiutuvan energian merkitys kasvaa sähkö- ja energiatekniikan laite- ja järjestelmäsuunnittelussa sekä energian tuotantojärjestelmissä. Uusiutuvan energiantuotannon sivuaineen suoritettuaan opiskelija pystyy toimimaan näillä tehtäväalueilla. Sivuaineen suorittanut opiskelija osaa kuvata uusiutuvan energiantuotannon laitetekniikkaa sekä tunnistaa uusiutuvan energiantuotannon projekteihin ja liiketoimintaan liittyviä kysymyksiä. Pääpaino laitetekniikassa on tuuli- ja aurinkoenergiajärjestelmien sähköteknisissä ratkaisuissa sekä komponentti- että järjestelmätasolla. Tämän lisäksi opiskelija osaa kuvata ja selittää muita uusiutuvan energian muuntoprosesseja sekä kykenee investointi- ja projektisuunnitteluun. Vaihtoehtoisissa opinnoissa opiskelija voi painottaa sivuainetta järjestelmäsuunnittelun, sähkömarkkinoiden tai kunnossapidon alueille.

Pakolliset opinnot (17 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	DI 2	2	5
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 2	1-2	6
BL40A2401(*	Electrical Engineering in Wind and Solar Systems	DI 2	3-4	6

*) Luennoidaan joka toinen lukuvuosi, seuraavan kerran lv.2013-2014

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan väh.3 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	DI 2	2	4
BH50A1200	Energy Systems Engineering	DI 1	1-2	6
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1	1	5

6. Sustainability

Sivuaineen opinnot suoritettuaan opiskelijalla on näkemys siitä, miten kestävyyteen liittyviä asioita voidaan hyödyntää sähkötekniikkaan liittyvän liiketoiminnan kehittämisessä. Toimintaympäristön haasteet tuovat liiketoimintaan myös mahdollisuuksia, jotka uutta teknologiaa kehitettäessä on syytä tunnistaa. Sivuaineen suoritettuaan opiskelija osaa havaita, ottaa huomioon ja hyödyntää kestävyyteen liittyviä haasteita. Näihin haasteisiin vastaaminen on tullut myös yrityksille yhä tärkeämmäksi sekä kiristyneen ohjauksen, lainsäädännön että kasvaneen ympäristötietoisuuden myötä.

Pakolliset opinnot (8 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	DI 1-2	1-2	3
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	DI 1-2	3-4	5

Vaihtoehtoiset opinnot valitaan alla olevista kokonaisuuksista siten, että sivuaineen laajuus 20 op täyttyy.

Energiatekniikka (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A0100	Uusiutuva energia	DI 1-2	4	3
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	DI 1-2	2	5
BH50A1200	Energy Systems Engineering	DI 1-2	1-2	6
BH50A1400	Steam Boilers	DI 1-2	1-2	6
BH50A1500	Bioenergy Technology Solutions	DI 1-2	2-3	6
BH50A1600	Waste Heat Recovery Techniques	DI 1-2	3-4	6
BH50A1700	Kaukolämmitys	DI 1-2	3	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 1-2	1-2	6
BH61A0600	Bioenergy	DI 1-2	1	3

Mafy (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	DI 1-2	3	6
BM20A1900	Statistics II	DI 1-2	2	3
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	DI 1-2	1-2	5
BM20A3401	Design of Experiments	DI 1-2	4	4
BM20A3900	Modelling Methodology in Process Engineering	DI 1-2	1-2	6
BM20A4400	Sovelletun matematiikan erikoiskurssi	DI 1-2	1-4	3-5

Kauppatieteet (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
A350A0500	Sustainable Strategy and Business Ethics	DI 1-2	2	3

Konetekniikka (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BK20A0101	Materials Engineering	DI 1-2	1-2	6
BK30A0900	Additive Manufacturing	DI 1-2	3-4	5
BK50A2000	Legislation on Packaging, Interaction of Package and the Content, Environmental Issues and Sustainability	DI 1-2	3-4	5
BK50A2200	Design Methodologies and Applications of Machine Element Design	DI 1-2	1-2	5
BK90C1800	Green Fiber Materials	DI 1-2	4	5

Tietotekniikka (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
CT10A7000	Green IT and Sustainable Computing	DI 1-2	3-4	4

Tuotantotalous (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
CS10A0770	Cleaner Technologies and Markets	DI 1-2	3-4	5
CS30A1690	Social Sustainability	DI 1-2	4	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	DI 1-2	1	5

Ympäristötekniikka (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	DI 1-2	2	5
BH60A3000(*	Yritysvastuu ja johtaminen 2	DI 1-2	3-4	5
BH60A3101	Introduction to Green Chemistry	DI 1-2	1	4
BH60A3201	Advanced Course on Green Chemistry	DI 1-2	2	4
BH60A3300	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology	DI 1-2	3-4	6
BH60A4500	Corporate Responsibility and Management 1	DI 1-2	1-4	3

*) Rajoitettu opiskelijamäärä (max. 25 opiskelijaa)

Kielikeskus (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
FV11A9502	Independent Study	DI 1-2	1-2, 3-4	1-6
FV12A5202	Saksan itseopiskelukurssi	DI 1-2	1, 2, 3, 4	1-2
FV12A5600	Deutsch und Technik	DI 1-2	1-2, 3	1-2

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että diplomi-insinöörin tutkinnon kokonaismäärä 120 opintopistettä täyttyy. Opiskelija voi sisällyttää valinnaisiin opintoihin mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toisen sivuaineen. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiemmin suoritettuun tutkintoon. Lisätiedot opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Ohjeita opiskelijoille

Kieli- ja viestintäopinnot
Tekniikan kandidaatin tutkintoon hyväksyttävien pakollisten kieliopintojen määrä on 6 op (ruotsia/suomea + yhtä vierasta kieltä 4 op opiskelijan valinnan mukaan). Ruotsin kielen opintojaksot FV13A0150 Svenska för teknologer ja FV13A0120 Teknisk svenska ovat keskenään vaihtoehtoiset siten, että FV13A0150 Svenska för teknologer –opintojakso on tarkoitettu 1.vuosikurssin opiskelijoille ja myöhemmin suoritetaan opintojakso FV13A0120 Teknisk svenska. Lisäksi vaihtoehtoisiin yleisopintoihin voi sisällyttää 2 op vieraan kielen opintoja. Viestinnän opintojakso FV18A2800 Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä 3 op on pakollinen tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopinnoissa. Kandidaatintyön yhteydessä suoritetaan integroituna opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Diplomi-insinöörin tutkinnossa on pakollisena 2 op:n laajuinen vieraan kielen opinto. Lisäksi vaihtoehtoisiin yleisopintoihin voi sisällyttää 4 op vieraan kielen opintoja. Viestinnän opintojakso FV18A4500 Tiedeviestintä 1-2 opintopisteen laajuisena kuuluu diplomi-insinöörin tutkinnon vaihtoehtoisiin yleisopintoihin. **Huom! ruotsin kieli ei ole vieras kieli, joten ruotsin kielen opintojaksot sijoitetaan tutkinnossa valinnaisiin opintoihin.**

Muut kieli ja viestintäopinnot voidaan sisällyttää tutkinnon valinnaisiin opintoihin. Lisätietoja Kielikeskuksen opinto-oppaasta.

Työharjoittelu
Tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy pakollista työharjoittelua 2 op. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään kaikki kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Diplomi-insinöörin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy 2 op pakollista työharjoittelua. Tämän lisäksi opiskelija voi halutessaan hyväksyttää diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin työharjoittelua enintään 8 op. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä työharjoitteluksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään omaan alaan liittyvä kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Tarkempi kuvaus työharjoittelusta löytyy harjoitteluopintojaksojen BL10A7000 ja BL10A8000 kuvauksista ja ohjeet työharjoittelun suorittamisesta, anomuslomake sekä harjoitteluraportti löytyvät Uni-portaalista.

Työharjoittelusta vastaa koulutusohjelman johtaja ja harjoittelun hyväksyy harjoittelun tarkastaja, laboratorioinsinööri Simo Hammo (p. 0400 259 602, simo.hammo(at)lut.fi).

Opinnot ulkomailla tai muissa yliopistoissa
Ulkomailla tai muissa kotimaisissa yliopistoissa suoritettujen opintojen tai opintokokonaisuuksien hyväksymisestä tutkintoon päättää koulutusohjelman johtaja anomuksen perusteella. Em. opintojen sisällyttäminen tutkintoon tulee selvittää ennen opintojen aloittamista muualla.

Muualla suoritettujen opintojen hyväksyminen edellyttää opiskelijan kirjallista anomusta, Anomuslomakkeet ja ohjeistus hyväksilukemisesta löytyvät Uni-portaalista. Arviointia varten opiskelija toimittaa kopiot tutkintotodistuksista sekä opintojaksokuvauksista.

Lisätietoja: opintosuunnittelija Marjaana Lehtinen, p. 040 191 9418, marjaana.lehtinen(at)lut.fi.

HOPS
Henkilökohtainen opintosuunnitelma eli HOPS on opiskelijan omien opintojen suunnittelun väline, joka mahdollistaa yksilöllisen opintokokonaisuuden rakentamisen. HOPSin tarkoituksena on hahmottaa opiskeluun käytettävää aikaa sekä selkeyttää oman opiskelun lähtökohtia ja päämääriä. HOPS laaditaan heti opintojen alussa *Johdatus sähkötekniikan opiskeluun* -opintojakson yhteydessä. Opiskelija päivittää HOPS:iaan opintojensa aikana.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma tarkistetaan virallisesti kolme kertaa opiskelijan opintojen aikana:
- Johdatus sähkötekniikan opiskeluun -opintojakson yhteydessä
- tekniikan kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (tekniikan kandidaatin tutkinnon anomisen yhteydessä)
- diplomityön aiheanomuksen yhteydessä
- tarvittaessa diplomi-insinööriksi valmistumisen yhteydessä

Jos opiskelija aloittaa opinnot suoraan diplomi-insinöörin tutkinnosta, tarkistetaan HOPS heti opintojen alussa.

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille

Suoraan DI-tutkintoon hyväksytyt opiskelijat eivät suorita LUT:ssa tekniikan kandidaatin tutkintoa, vaan ainoastaan tarvittavia kandidaatin tutkinnon tasoisia opintojaksoja täydentävinä opintoina. Täydentävät opinnot määritetään opiskelijalle opintojen alussa opiskelijan toimittaman tutkintotodistuksen, opintojen sisällöllisten kuvausten ja HOPS:in perusteella.

Täydentävät opinnot eivät sisälly DI-tutkintoon (120 op). Täydentävät opinnot tehdään DI-tutkinnon ohessa mahdollisimman pian opintojen alussa (kuitenkin viimeistään diplomityön aiheen anomiseen mennessä) ja LUT:n lukujärjestyksessä tarjotussa opetuksessa (tai korvaavasti esim. avoimen yliopiston kursseilla, jolloin opiskelija vastaa kustannuksista).

Jos opiskelijalla ei ole todistusta aiemmin suoritetusta tutkintoasetuksen edellyttämästä toisesta kotimaisesta kielestä, täydentäviin opintoihin lisätään suomenkielisillä LUT:n opintojakso FV13A1200 Teknisk svenska 2 op tai FV13A1600 Språkprov för teknologer 2 op.

Tohtoriopiskelu

Tohtoriopiskelusta tai suorasta reitistä suomalaisen sähköteollisuuden palvelukseen kiinnostuneille koulutusohjelma tarjoaa oivallisia mahdollisuuksia. Tohtoriopiskelijoiden käytettävissä on osaston koordinoiman valtakunnallisen sähkötekniikan tutkijakoulun järjestämä tohtorikoulutus. Tutkijakoulun toimintaperiaatteet ja sen järjestämä tohtoriopinto-ohjelma löytyvät tutkijakoulun kotisivuilta. Myös Carelian Drives and Motor Centre (CDMC) ottaa jatkuvasti pystyviä nuoria teollisuuden tehoelektroniikkaa ja sähkökäyttöjä lähellä oleviin pitkäjänteisiin tutkimushankkeisiin. Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta, kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon.

Master's Degree Programme in Energy Technology

The Master's Degree Programme in Energy Technology includes a wide array of advanced energy studies. From a broad energy perspective comprising the disciplines of renewable energy technology, environmental energy technology and management, nuclear energy engineering, electrical drives technology and control engineering, as well as electricity market and power systems, the Degree Programme focuses on professional competence and provides students with various study options to specialize in their fields of interest.

The programme takes two years, corresponds to 120 ECTS credits and leads to the degree of Master of Science in Technology.

Objectives of the Master's Degree Programme

The Master's Degree Programme in Energy Technology is specifically aimed at students who wish to receive versatile and target-oriented training in energy technology. The objective of the programme is that students graduating from the programme are professionally and academically prepared to address the needs of international enterprises that are seeking for networking opportunities in a global market.

The educational objective of the Master's Degree Programme in Energy Technology is to train industrially oriented professionals with firm theoretical understanding and profound expertise in the following fields of specialization:

- Bio-Energy Technology – includes topics such as biofuel production and refining technologies, bioenergy end-use technologies and international trade of biofuels.
- Sustainable Technology and Business– focuses on reducing the environmental impacts of energy production, utilizing renewable energy production technologies and state-of-the-art pollution control technologies.
- Nuclear Energy Engineering – provides studies in design, operation and basic structures of nuclear power plants, modeling and optimization of nuclear systems, radiation and nuclear safety as well as radioactive waste management.
- Industrial Electronics – includes studies in electrical drives technology and control engineering, focusing on electromagnetism, power electronics, electromechanical and electrothermal processes, industrial applications of real-time control systems, embedded systems, digital signal processing, and on the application of these to the modeling and control of electrical drives and power electronics.
- Electricity Market and Power Systems – focuses on studies in electricity transmission and distribution technology, electricity market and electricity distribution business.

Contact Information

Industrial Electronics, Electricity Market and Power Systems:
Prof. D.Sc. (Tech.) Pertti Silventoinen, Department of Electrical Engineering
Phone +358 40 774 9930, pertti.silventoinen(at)lut.fi

Bio-Energy Technology:
Prof. D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen, Department of Energy Technology
Phone +358 40 357 8684, esa.vakkilainen(at)lut.fi

Sustainable Technology and Business:
Prof. D.Sc. (Tech.) Risto Soukka, Department of Environmental Technology
Phone +358 400 723 094, risto.soukka(at)lut.fi

Nuclear Energy Engineering:
Prof. D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki, Department of Energy Technology
Phone +358 400 508 948, riitta.kyrki-rajamaki(at)lut.fi

Study Coordinator in Charge, School of Technology:
Ms. Minna Loikkanen
Phone +358 40 824 1096, minna.loikkanen(at)lut.fi

Further information of the programme in the English version of the Study Guide.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Sähkötekniikka tarjoaa muiden koulutusohjelmien opiskelijoille sivuaineen **Sähkötekniikka** (20-30 op). Sivuaine soveltuu sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkintoon. Sivuaine tarjoaa mahdollisuuden valita kokonaisuus sähkövoimatekniikasta, säätö- ja automaatiotekniikasta tai elektroniikasta.

Opiskelija voi myös halutessaan suorittaa laajan sivuaineen sähkötekniikasta (Sähkötekniikka, laaja sivuaine 20 op). Sähkötekniikka-sivuaine on laajan sivuaineen esitietovaatimuksena.

Sähkötekniikka

Pakolliset opinnot (12-19 op)		*per.*	*op*
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	1-2	3
BL10A3001	Sähköturvallisuus	3-4	5
BL30A0000	Sähköiset piirit	2-3	4
BM30A0220(*	Fysiikka L, osa 2	2	2
BM30A0230(*	Fysiikka L, osa 3	3-4	5

*) Tietotekniikan opiskelijoille pakollinen

Vaihtoehtoiset opinnot valitaan alla olevista kokonaisuuksista siten, että sivuaineen laajuus 20-30 opintopistettä täyttyy.

Sähkövoimatekniikka		*per.*	*op*
BL20A0700	Sähköverkkotekniikan peruskurssi	1	4
BL20A0800	Sähkölämpötekniikka	4	3
BL30A0200	Sähkötekniikan työkurssi	1-4	3
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	2	3
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	3-4	5

Säätö- ja automaatiotekniikka		*per.*	*op*
BL40A0300(*	Säätötekniikan perusteet B	3-4	3
BL40A0400	Signaalien digitaalinen käsittely	1-2	5
BL40A0501	Digitaalisäädön perusteet	1-2	4
BL40A0701	Digital Filters	3-4	5
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	3-4	5
BL40A2800(*	Electrical Motion Control Systems	3-4	6

*) Suositellaan, kun opiskelija valitsee tästä kokonaisuudesta sivuaineen vaihtoehtoiset opinnot.

Elektroniikka		*per.*	*op*
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	1-2	6

BL50A0020	Elektroniikan perusteet B	2	3
BL50A0100	Analogiatekniikka	3-4	5
BL50A0200	EMC	1	2
BL50A0300	RF-tekniikan perusteet	1	2

Sähkötekniikka, laaja sivuaine

Vaihtoehtoiset (valitaan väh. 20 op)		*per.*	*op*
BL20A0100	Terminen laitesuunnittelu	3	3
BL30A0800	Sähkömagneettiset komponentit	1	3
BL40A0701	Digital Filters	3-4	5
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	1-2	6
BL50A1400	Analogiaelektroniikka	1-2	6

Sähkötekniikan opintojaksot

Sähkötekniikka yhteiset

		op
BL10A0000	Johdatus sähkötekniikan opiskeluun	1
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	3
BL10A1001	Kandidaatintyö ja seminaari	10
BL10A2000	Diplomityö ja seminaari	30
BL10A3001	Sähköturvallisuus	5
BL10A4000	Vertaistuutorointi	3
BL10A7000	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	2
BL10A8000	DI-tutkinnon työharjoittelu	2 - 10
BL10A8100	Solar Economy	3
BL10A8200	Introduction to M.Sc. Studies	1

Sähkömarkkinalaboratorio

Johtaja: professori, TkT Jarmo Partanen		*op*
BL20A0100	Terminen laitesuunnittelu	3
BL20A0200	Sähkökaupan pörssipeli	3
BL20A0300	Suurjännitetekniikka	5
BL20A0400	Sähkömarkkinat	5
BL20A0500	Sähkönjakelutekniikka	8
BL20A0600	Sähkönsiirtotekniikka	5
BL20A0700	Sähköverkkotekniikan peruskurssi	4
BL20A0800	Sähkölämpötekniikka	3
BL20A0900	Tiede, teknologia ja yhteiskunta	4
BL20A1001	Sähköverkkojen suojaus	5
BL20A1100	Sähkökauppa	4

Sähkönkäyttötekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Juha Pyrhönen		*op*
BL30A0000	Sähköiset piirit	4
BL30A0100	Piirianalyysi	3
BL30A0200	Sähkötekniikan työkurssi	3
BL30A0300	Sähkömagnetismi	6
BL30A0400	Design of an Electrical Machine	6
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	3
BL30A0600	Power Electronics	6
BL30A0800	Sähkömagneettiset komponentit	3
BL30A0900	Tehoelektroniikan komponentit	4
BL30A1001	Electrical Drives	8
BL30A1101	Sähkövoimatekniikan työkurssi	3 - 8
BL30A1200	Numerical Methods in Electromagnetism	4

Säätö- ja digitaalitekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Jero Ahola		*op*
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	3
BL40A0200	Säätötekniikan perusteet A	4
BL40A0300	Säätötekniikan perusteet B	3
BL40A0400	Signaalien digitaalinen käsittely	5
BL40A0501	Digitaalisäädön perusteet	4
BL40A0600	Säätötekniikan ja signaalinkäsittelyn työkurssi	2 - 6
BL40A0701	Digital Filters	5
BL40A1000	Real-time Operating Systems and Programs	5
BL40A1100	Embedded System Programming	4
BL40A1201	Digital Control Design	5
BL40A1500	Säätötekniikan erikoiskurssi	5
BL40A1601	Embedded System Design	6

BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	6
BL40A1811	Johdanto sulautettuihin järjestelmiin	6
BL40A2201	Process and Product Innovations	10
BL40A2301	Energy Efficiency	6
BL40A2401	Electrical Engineering in Wind and Solar Systems	6
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	5
BL40A2700	System Engineering Project Work	6
BL40A2800	Electrical Motion Control Systems	6
BL40A2900	Sähköenergian muunnosjärjestelmien systeemitekniikan erikoistyö	6 - 30
BL40A3000	Wind Power and Solar Energy Technology and Business	5

Sovelletun elektroniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Pertti Silventoinen		*op*
BL50A0010	Elektroniikan perusteet A	5
BL50A0020	Elektroniikan perusteet B	3
BL50A0100	Analogiatekniikka	5
BL50A0200	EMC	2
BL50A0300	RF-tekniikan perusteet	2
BL50A0502	Elektroniikan laboratoriotyöt 1	3 - 6
BL50A0600	Electromagnetic Compatibility in Power Electronics	2
BL50A0801	Laite- ja järjestelmäsuunnittelu	6
BL50A0900	Analogiasignaalin käsittely	6
BL50A1200	Sovelletun elektroniikan erikoistyö	6
BL50A1300	Advanced Course in Electronics	6
BL50A1400	Analogiaelektroniikka	6
BL50A1500	Teholähdetekniikan projektityö	6
BL50A1600	Elektroniikan laboratoriotyöt 2	3 - 6

BL10A0000	***JOHDATUS SÄHKÖTEKNIIKAN OPISKELUUN 1 op***
	Introduction to Studies in Electrical Engineering
Ajankohta	TkK 1, periodi 1
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita. Vastuuhenkilö(t): TkT Pia Lindh
Tavoitteet	Tiedekuntakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla tekniikan kandidaatin tutkinnon ja diplomi-insinöörin tutkintojen yleisrakenteet ja niihin sisältyvät osiot. Opiskelija hahmottaa opintojensa opintopolun sekä henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintopolun eri vaiheessa. Opiskelija hahmottaa tiedekunnan opintopalvelujen kokonaisuuden ja osaa etsiä omiin opintoihinsa liittyvää neuvontamateriaalia sekä neuvontahenkilöstöä. Opiskelija saa tietoa kv-harjoittelusta ja kv-opiskelijavaihdosta ja kykenee tarvittaessa hankkimaan lisätietoa. Koulutusohjelmakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tulkita koulutusohjelman opinto-opasta, - tehdä henkilökohtaisen opintosuunnitelman (eHOPS) sekä - käyttää kirjaston palveluita ja tehdä itsenäisiä tiedonhakuja.
Sisältö	Tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkintojen rakenteet, opintopolun käännekohdat, tiedekunnan opintopalvelut, tenttikäytännöt sekä kansainvälinen opiskelijavaihto ja harjoittelu. eHOPS:n teko, tutustuminen opettajatuutoreihin. Kirjaston käytön perusopetus kiertokäynnin ja Moodle-oppimisympäristön avulla. Tiedonhaun alkeet.
Suoritustavat	Pakolliset luennot 7 h, 1. periodi, opettajatuutorhaastattelu 2. periodi. Kirjastokäynti 1h ja hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet-verkkokurssilla, 1.periodi.
Arvostelu	Hylätty / hyväksytty.
Oppimateriaalit	Kurssimateriaali Noppa- ja Blackboard-oppimisympäristöissä. Kirjastonkäytön perusopetus-verkkokurssin verkkomateriaali.

BL10A0100	***SÄHKÖTEKNIIKAN PERUSKURSSI 3 op***
	Basics of Electrical Engineering
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): tutkijatohtori, TkT Hanne Jussila
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - nimetä sähkötekniikan historian tärkeimmät käännekohdat, - listata keskeiset sähköenergian tuotantotavat, - määritellä tärkeimmät sähkönkäyttökohteet, - selittää mistä sähköturvallisuus syntyy, - määritellä sähkönhinnan muodostumisen, - nimetä sähkötekniikan sovelluksia ja niiden toimintaperiaatteita ja - osaa ratkaista yksinkertaisia tasa- ja vaihtovirtapiirejä.
Sisältö	Sähkötekniikan lyhyt historiakatsaus. Sähköntuotanto, jakelu ja sähkönkäyttö. Sähköturvallisuus. Sähkön hinta. Sähkösuureet: jännite, virta, teho, energia. Sähkötekniikan ja elektroniikan sovelluksia: mm. sähkökoneet, sähköauto, antenni.
Suoritustavat	Luentoja 28 h 1.-2.periodi.
Arvostelu	0–5. Moodlessa olevat luentoihin liittyvät tehtävät muodostavat 100 % arvosanasta.
Oppimateriaalit	Kurssimateriaali Noppa- ja verkko-oppimisympäristössä (Moodle). Kirjallisuus ilmoitetaan opintojakson alkaessa.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL10A1001	KANDIDAATINTYÖ JA SEMINAARI 10 op
	Bachelor's Thesis and Seminar
Ajankohta	TkK 3
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Mikko Kuisma, tutkijaopettaja, FT Hanna Niemelä Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Pertti Silventoinen, professori, TkT Juha Pyrhönen, professori, TkT Jarmo Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - asettaa rajatun tutkimusongelman, - valita pienimuotoiseen tutkielmaan sopivat tutkimusmenetelmät, - etsiä työhön sopivia lähteitä ja arvioida lähteiden kelvollisuutta ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta, - käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein, - raportoida työstään kirjallisesti tieteellisen työn periaatteiden mukaisesti sähköalan käytännöt huomioon ottaen, - esittää tekemänsä työn suullisesti annetussa ajassa sekä - osallistua tieteelliseen keskusteluun ja antaa vertaispalautetta muiden töistä.
Sisältö	Tieteellisen työn perustaidot ja työskentelytavat. Opiskelija valitsee suppeahkoon tutkielmaan sopivan aiheen ja sille sopivan tutkimusstrategian ja soveltuvat tutkimusmetodit. Opiskelija harjoittelee tieteellisen ongelman käsittelyä ja oikeakielistä tieteellistä raportointia. Opiskelija tekee työhönsä liittyviä tiedonhakuja ja harjoittelee oikeita lähdeviittauskäytäntöjä. Opiskelija kirjoittaa kandidaatin kypsyysnäytteen ja kandidaatintyön. Kurssin päätteeksi opiskelija esittää työnsä suullisesti ja vastaa esitettyihin kysymyksiin.
Suoritustavat	Johdantoluentoja 4 h. Seminaarityöskentelyä n. 6 h. Kandidaatintyön laatiminen ja esittäminen seminaarissa yhteensä 250 h (kirjallinen työ 80 %, suullinen esitys ja sen valmistelu 20 % kokonaistyömäärästä). Kandidaatin kypsyysnäytteen kirjoittaminen. Kandidaatintyön ohjeet ja aiheita ilmoitetaan opintojakson kotisivuilla. FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op suoritetaan sähkötekniikan kandidaatintyön seminaariin integroituna. Opintojaksolle ilmoittaudutaan erikseen.
Arvostelu	0–5, kandidaatintyö ja sen esitys 100 % (kirjallinen työ 80 %, suullinen esitys 20 %).
Oppimateriaalit	Kandidaatintyön tiedonhaut.
Edellytykset	Esitiedot määritellään pääaineittain.

BL10A2000	DIPLOMITYÖ JA SEMINAARI 30 op
	Master's Thesis and Seminar **Englanninkielisissä maisteriohjelmissa opinnäytetyö tehdään englannin kielellä.**
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Pertti Silventoinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - asettaa tutkimusongelman, - valita tutkimusongelmaan sopivat tutkimusmenetelmät, - etsiä tutkimukseen sopivia lähteitä ja arvioida lähteiden kelvollisuutta ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta, - käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein ja - raportoida työstään kirjallisesti tieteellisen työn periaatteiden mukaisesti sähköalan käytännöt huomioon ottaen.
Sisältö	Tieteellisen työn perusteet. Hyvä tieteellinen työskentelytapa tutkimusongelman asettamisessa, tutkimusmetodien valinnassa ja tieteellisessä raportoinnissa sähköalan käytännöt huomioon ottaen. Tieteellisen tiedon soveltaminen ongelmanratkaisussa. Informaatiolukutaito. Tieteellinen raportointi. Tiedonhaku. Oikeakielisyys. Diplomityön tekeminen.
Suoritustavat	Diplomityö. Seminaariosuus suoritetaan esittelemällä diplomityö ohjaajalle ja/tai työn teettäjälle.

Arvostelu	0–5. diplomityö 100 %.

BL10A3001	***SÄHKÖTURVALLISUUS***	***5 op***
	Electrical Safety	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkija, DI Tero Kaipia	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija omaa vastuulliselta sähkötekniikan ammattilaiselta edellytettävät tiedot sähköturvallisuussäädöksistä ja keskeisimmistä sähköturvallisuuteen sekä sähkötyöturvallisuuteen liittyvistä standardeista (mm. SFS 6000-sarja ja SFS 6002) ja toimintatavoista. Opintojaksolla käsitellään rakennusten, teollisuuden ja julkisen sähkönjakelun sähköjärjestelmiä. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa -Selostaa kiinteistöjen ja julkisten selostaa TN-,TT-,ja IT-sähkönjakelujärjestelmien perusrakenteet ja ominaisuudet -Sähköturvallisuustutkinnon edellyttämät säädökset ja niihin liittyvien keskeisten standardien sisällön -Kuvailla turvallisen sähkötyön toimintatavat ja sähkövirran fysiologiset vaikutukset ihmiseen -Suunnitella rakennuksen sähköverkon ja esittää suunnitelmasta dokumentaation -Valita eri ympäristöolosuhteisiin soveltuvat sähkökojeet ja mitoittaa teknisesti niitä syöttävän sähkönjakelujärjestelmän -Kuvata ja valita suojausmenetelmät, joilla suojaudutaan sähköiskuilta sekä ylivirran ja -jännitteen vaikutuksilta -Mitoittaa vika-, ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen suojalaitteet sekä ja laskennallisesti todentaa näiden toiminnan TN-järjestelmissä -Luetella pientuotannon, energiavarastojen ja tehoelektronisten suuntaajien vaikutukset sähköturvallisuuteen -Selostaa sähköjärjestelmien käyttöönotto- ja varmennustarkastuksien sisällön -Toimia sähkötapaturman sattuessa	
Sisältö	Opintojakson tavoite on antaa opiskelijalle sähkötekniikan ammattilaiselta vaadittavat perustiedot tiedot sähköturvallisuussäädöksistä ja –standardeista, sähkötyöturvallisuudesta, kiinteistöjen sähköjärjestelmien ja julkisten sähkönjakeluverkkojen sähköturvallisuudesta, sähköturvallisuuden valvonnasta ja siihen liittyvistä tarkastuksista. Opintojaksolla käsitellään sähköturvallisuustutkinnon (1) laajuuden mukaiset sähköalan säädökset ja näiden kannalta keskeisimpien standardien sisältö. Sähkövirran vaikutukset ihmiseen, sähkötapaturmat ja niissä toimiminen, sähkölaitteiden ja -asennusten turvallisuusratkaisut. Sähkötyöturvallisuuskoulutus (mahdollisuus suorittaa sähkötyöturvallisuuskortti). Kiinteistöjen ja julkisten sähkönjakelujakeluverkkojen sähköjärjestelmien rakenteet ja ominaisuudet sähköturvallisuuden näkökulmasta. Kiinteistöjen sähköistyssuunnittelun perusteet ja suunnitelmien sähkötekninen dokumentointi. Kiinteistöjen ja julkisen pienjännitejakeluverkon suojausmenetelmät. Asennustavat, tilaluokitukset ja asennukset erilaisissa tiloissa. Sähköjärjestelmän laitteiden, johtimien ja kaapeleiden sekä suojauksen mitoitus. Pientuotannon, sähköautojen, akustojen ja tehoelektronisten suuntaajien sähköturvallisuusvaikutukset. Sähköjärjestelmien käyttöönotto- ja varmennustarkastukset sekä sähkötyön- ja käytönjohtajuus.	
Suoritustavat	Luentoja 24 h, laskuharjoituksia 4 h, 3. periodi. Sähkötyöturvallisuuskoulutus ja -koe (mahdollisuus hankkia sähkötyöturvallisuuskortti) 8 h, 4. periodi Harjoitustyö, 4. Periodi Itseopiskelua. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena: hyväksytyt harjoitustyöt.	
Oppimateriaalit	SFS-käsikirjojen 600-1, 600-2 ja 600-3 (Pienjännitesähköasennukset, säädökset ja sähkötyöturvallisuus, SFS 6000-standardisarja, SFS 6002-	

	standardi, sähköturvallisuuslainsäädäntö). SFS 6001-standardi soveltuvin osin. Muu luennoilla esiteltävä materiaali.
Edellytykset	BL10A0100 Sähkötekniikan peruskurssi kuunneltuna ja BL30A0000 Sähköiset piirit
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL10A4000	***VERTAISTUUTOROINTI***	***3 op***
	Freshman/ Student Tutoring	
Ajankohta	TkK 1-2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Opintojakson toteuttamisesta vastaa opintopalvelut yhteistyössä koulutusohjelmien ja ylioppilaskunnan kanssa. Vastuuhenkilö(t): Opintotoimiston päällikkö Päivi Taipale ja koulutusohjelman vastuuhenkilö.	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yliopiston opiskeluympäristön kokonaisuutena ja sen keskeisimmiltä osiltaan. Hän osaa neuvoa uutta opiskelijaa LUT:n opiskelun käytännöissä ja tukea uutta opiskelijaa opinnoissa alkuun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa toimia pienryhmäohjaajana	
Sisältö	Tuutoritoiminnan merkitys, pienryhmänohjaus- ja vuorovaikutustaidot, ajanhallinta ja motivaatio opiskelussa, uusien opiskelijoiden tutustuttaminen yliopistoon, opiskeluun ja opiskelijayhteisöön sekä opiskelussa tarvittaviin työvälineisiin	
Suoritustavat	Tuutorit valitaan helmi-maaliskuussa, erikseen ilmoitetun haun perusteella. Koulutus alkaa 4. periodilla järjestettävillä pakollisilla koulutustilaisuuksilla ja päättyy seuraavan lukuvuoden 2. periodin lopussa. Koulutus sisältää luentoja opiskeluun ja pienryhmäohjaukseen liittyvistä asioista, toiminnallisia harjoituksia ja ryhmätyöskentelyä, verkkotehtäviä ja perehtymistä koulutusohjelmakohtaisiin asioihin. Tuutori ohjaa uusien opiskelijoiden pienryhmää syksyllä ensimmäisen periodin aikana ja kokoontuu ryhmän kanssa noin kymmenen kertaa. Tuutori vastaa palautekyselyyn, laatii kirjallisen loppuraportin ja osallistuu loppupalautetilaisuuteen. Koulutustilaisuuksia 16 h, verkkotehtävät ja muu itsenäinen työskentely 12 h 4. periodi. Koulutustilaisuus 6 h elokuun lopussa, oman pienryhmän tuutorointi 20 h, verkkotehtävät, loppuraportti ja muu itsenäinen työskentely 14 h ja palautetilaisuus 2 h 1. ja 2 periodi. Kokonaismitoitus 70 h.	
Arvostelu	Hylätty/hyväksytty	
Oppimateriaalit	Erikseen jaettava materiaali koulutuksen yhteydessä ja verkkomateriaali.	

BL10A7000	***TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINNON TYÖHARJOITTELU***	***2 op***
	Work internship in Bachelor's degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**	
Ajankohta	TkK 1-3	
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen	
Tavoitteet	Opiskelija tietää käytännön omakohtaisen kokemuksen avulla, mitä on palkkatyö, millaista on työskentely työnantajan palveluksessa, mitkä ovat työelämän peruspelisäännöt työntekijän näkökulmasta ja miten työyhteisössä toimitaan.	
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn tekniikan kandidaatin tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävän työsuhteen kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan	

	mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua). Yhteensä 52 h.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BL10A8000	***DI-TUTKINNON TYÖHARJOITTELU***	***2 - 10 op***
	Work internship in Master's degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**	
Ajankohta	DI 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen	
Tavoitteet	Opiskelijalla on perustuntemus jostakin oman alan työstä, työympäristöstä ja työyhteisöstä. Hän osaa soveltaa jo hankittuja tietoja ja taitoja johonkin oman alansa työhön.	
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä palkallisessa työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn DI-tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävien työsuhteiden kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.	
Suoritustavat	Ensimmäiset 2 opintopistettä: työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua), yhteensä 52 h. Opintopisteet 3-10: yrityksen työtehtävissä työskentelyä 26-208 h (1 op/26 h). Tutkinnon pakollisen harjoittelun määrä vaihtelee eri ohjelmissa, lisätietoja opinto-oppaan tutkintorakenneosuudesta.	
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.	

BL10A8100	***SOLAR ECONOMY***	***3 ECTS cr***
	Solar Economy **LUT Summer School Module, intensive course 5.8.-9.8.2013**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period int.	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen, Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Hyppänen, Docent, D.Sc. (Tech.) Juha Kaikko, Professor, D.Sc. (Tech.) Jarmo Partanen, Professor, D.Sc. (Tech.) Satu Viljainen, Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola, Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen, Professor, D.Sc. (Tech.) Juha Pyrhönen, Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Horttanainen, Professor, D.Sc. (Econ. & Bus. Adm.), M.Sc. (Tech.) Lassi Linnanen, Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka, Vice President of Fortum Corporation Jouni Keronen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Jarmo Partanen	
Aims	By the end of the course the student is expected to be able to: - explain the solar logic of energy production and use - recognize the political, economic and technological challenges of transition to sustainable energy - describe what solar economy means for business	

	- describe and compare the various sources, technologies and systems for energy production, storage and use in a Solar Economy - Perspectives on the Future of Bioenergy Use - Bio Mass Gasification - Developments in the Micro CHP Area - Towards Solar Economy – Fortum envisions - Electricity Market Economy Developments - Smart grid Thinking - Energy Efficiency for Tomorrow - Perspectives on the Future of Wind Energy Industry - Perspectives of the Future of the Electric Car Industry - Waste-to-Energy - Sustainability and Life Cycle Thinking - Transition to Low-Carbon Society – How to Get There?
Content	Knowing the basics of decentralized generation of energy and production of bioenergy. Understanding the role of smart grid development and consumer behavior in the transition to Solar Economy. Recognizing the impact of innovative energy-efficient technologies and solar energy planning in business. Knowing the basics of waste handling. Understanding the principles of life cycle assessment. Recognizing the challenges of sustainable development in the complex climate change. The students will write in groups an essay on a topic related to principles of Solar Economy and will give a seminar presentation.
Modes of Study	Lectures 24 h. Essay on a given topic to be returned by the end of the module course. Seminar presentation. Work load 54 h. Total workload 78 h.
Evaluation	Final grade 0-5, seminar and essay 100 %
Study materials	Lecture notes
Prerequisites	Successfully completed Bachelor or higher level studies in some field of applicable technology or in Industrial Management.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL10A8200	***INTRODUCTION TO M.SC. STUDIES***	***1 ECTS cr***
	Introduction to M.Sc. Studies **Only for the students of Master's Degree Programme in Energy Technology**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Teacher tutor, D.Sc. (Tech) Katja Hynynen Teacher tutor, M.Sc. (Tech) Nadezda Belonogova	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - describe the content of the Degree Programme, interpret the study guide and also describe the research areas of the Department of Electrical Engineering - prepare his/her individual study plan (ePSP) and follow the progress of his/her studies with the help of WebOodi's personal study plan - observe the university's examination practices and degree programme practices - use the services of the library, retrieve information independently and use the information sources in accordance with good practices, and is also able to observe the copyrights - observe the instructions and practices of the Master's Thesis - find help as needed during his/her studies - use the Moodle learning base	
Content	LUT Energy (4x2h): 1st period: Getting to know Finnish culture. Study and exam culture in LUT. LUT library collections, databases, reference practices, and copyrights. 2nd period (1x2h): Starting the Master Thesis.	

Modes of Study	Degree Programme in Electrical Engineering (3x2h): 1st period (2x2h): Getting to know with the Department of Electrical Engineering and Major Studies. ePSP workshop. 2nd period (1x2h): Research areas of Department of Electrical Engineering. Obligatory lectures 10h (incl. participation in an ePSP workshop). Library visit 1h. 1st period. Obligatory lectures 4h and individual discussion with a teacher tutor 1h. 2nd period. Individual work (total approx. 10h): 1st period: An individual study plan. Assignments of information searching, library use, and databases on Moodle. 2nd period: Written assignment about study and career plans. Total workload 26 h.
Evaluation	Pass/fail

BL20A0100	***TERMINEN LAITESUUNNITTELU***	***3 op***
	Thermal Design of an Electric Device	
Ajankohta	DI 1, periodi 3	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Janne Nerg Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, TkT Janne Nerg	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää sähköteknisen laitteen termisen mitoituksen periaatteet sekä - laskea termiseen mitoitukseen liittyviä perustehtäviä; häviöiden määritys, lämmön siirto, lämpötasapainon saavuttaminen.	
Sisältö	Lämmönsiirtomekanismit, elektroniikkalaitteiden jäähdytysmenetelmät, lämpötilan vaikutus laitteen toimintaan. Lämpöresistanssiverkot ja niiden käyttö, laitteen käyttöympäristön ja käytön laadun vaikutus termiseen mitoitukseen. Erilaiset numeeriset ratkaisumenetelmät.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus: tenttiin valmistautuminen ja tentti 50 h.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL20A0200	***SÄHKÖKAUPAN PÖRSSIPELI***	***3 op***
	Power Exchange Game for Electricity Markets **Kurssi on osa kansainvälistä maisteriohjelmaa. Opetuskielenä käytetään suomea ja englantia.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 2-3	
Opettaja(t)	Nuorempi tutkija, DI Petri Valtonen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Satu Viljainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - suunnitella sähköyhtiön sähkön hankintaa ja myyntiä taloudellisesti kannattavasti, - tunnistaa tavallisimmat riskienhallinnan työkalut, - käyttää sähköpörssin tarjoamia finanssituotteita riskienhallinnassa ja - toteuttaa sähkökauppaa päivä- ja tuntitasoilla. Taitoja harjoitellaan sähkökauppapelin avulla, jonka jälkeen opiskelija osaa tulkita pelin lopputulosta ja siihen johtaneita syitä.	
Sisältö	Sähkön hankinnan ja myynnin suunnittelu sekä toteutus, OTC-markkinat, sähköpörssin fyysiset tuotteet (spot ja elbas), sähköpörssin finanssituotteet (forwardit, futuurit ja optiot), riskienhallinta. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Luentoja 8 h, viikoittaista pelitilanneharjoittelua parityöskentelynä 40 h, 2. ja 3. periodi. Kirjalliset väli- ja loppuraportit sekä kotitehtävät. Luennolla ohjataan	

	aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5, kirjalliset raportit 100 %.
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali.
Edellytykset	BL20A0400 Sähkömarkkinat
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0300	***SUURJÄNNITETEKNIIKKA***	***5 op***
	High Voltage Engineering **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 1-2, periodi 4	
Opettaja(t)	professori, TkT Jarmo Partanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laskea yksinkertaisten eristysrakenteiden sähkölujuuden, - selittää eritysrakenteessa tapahtuvan läpi- ja ylilyönnin fysikaaliset perusteet, - kuvata eristysrakenteen sähkölujuuteen vaikuttavat tekijät, - selittää sähköverkossa esiintyvien ylijännitteiden syntymekanismit ja vaikutukset eri jännitetasoilla, - valita laskelmiin perustuen ylijännitesuojat keskeisille sähköverkon komponenteille sekä - nimetä ja kuvata jännitekoestukseen liittyvät menetelmät ja tekniikat.	
Sisältö	Sähkökentät ja niiden määrittäminen. Sähköiset eristysmateriaalit ja rakenteet. Ylijännitteiden syntyminen ja eteneminen. Ylijännitesuojaus ja eristyskoordinaatio. Suurjännitekoestustekniikka.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 4. periodi. Tentti. Itseopiskelua.Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.	
Arvostelu	0 - 5, tentti 100%.	
Oppimateriaalit	Aro, Martti et al.: Suurjännitetekniikka. Otatieto Oy, 1996.	
Edellytykset	BL10A0100 Sähkötekniikan peruskurssi, BL30A0000 Sähköiset piirit	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL20A0400	***SÄHKÖMARKKINAT***	***5 op***
	Electricity Market **Opintojakso on osa kansainvälistä maisteriohjelmaa. Opetuskielenä käytetään suomea ja englantia.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 1	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jarmo Partanen, professori, TkT Satu Viljainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää pohjoismaisten sähkömarkkinoiden eri liiketoiminta-alueiden ominaisuudet, - selittää miten sähkön hinta muodostuu ja mallintaa sähkön kulutusta, - selittää sähköpörssin toimintaperiaatteen, - nimetä ja kuvata sähköpörssin tuotteet, - valita oikean riskienhallintamenetelmän sähkökauppaan, - selittää sähköjärjestelmän osapuolten tehtävät teknisen ja kaupallisen tehotasapainon ylläpitämiseksi, - suorittaa sähköntoimitusten taseselvityksen, - hinnoitella sähkökaupan ja sähkönjakelun tuotteet sekä - kuvata miksi ja miten sähköverkkoliiketoimintaa valvotaan.	

Sisältö	Sähkömarkkinoiden kehitys, sähköverkon kuormat ja kuormitusennusteet, sähköpörssi, sähkökauppa, tasehallinta, hinnoittelun perusteet ja valvonta.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Itseopiskelua. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0 - 5, tentti 100%.
Oppimateriaalit	Luentomoniste ja luennoilla jaettava materiaali.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0500 SÄHKÖNJAKELUTEKNIIKKA 8 op

Electricity Distribution Technology

Opintojakso on osa kansainvälistä maisteriohjelmaa. Opetuskielenä käytetään suomea ja englantia.

Ajankohta	DI 1, periodi 2-3
Opettaja(t)	professori, TkT Jarmo Partanen, tutkijatohtori, TkT Jukka Lassila
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - suorittaa sähkönjakeluverkkoihin liittyvät tekniset ja taloudelliset laskentatehtävät; jännitteet, virrat, häviöt, vikavirrat, luotettavuus, häviö-, investointi-, keskeytys- ja ylläpitokustannukset, - laatia sähkönjakeluverkkojen pitkän aikavälin strategisia kehityssuunnitelmia, - mitoittaa sähkönjakeluverkon teknistaloudellisesti, - selittää sähköjakeluverkkojen käyttötoiminnan tavoitteet ja periaatteet, - hyödyntää sähkönjakeluautomaation sovelluksia käyttötoiminnassa ja - suunnitella sähkönjakeluverkkojen oiko- ja maasulkusuojauksen.
Sisältö	Verkostosuunnittelu, jakeluverkon käyttö, suojaus ja automaatio, sähköyhtiön tietojärjestelmät. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, harjoituksia 28 h, 2.–3. periodi. Harjoitustyö. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Lakervi, Partanen: Sähkönjakelutekniikka (Otatieto Moniste 609).
Edellytykset	BL20A0700 Sähköverkkotekniikan peruskurssi, BL20A0600 Sähkönsiirtotekniikka ja BL20A0400 Sähkömarkkinat kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0600 SÄHKÖNSIIRTOTEKNIIKKA 5 op

Electrical Power Transmission

Opetuskielenä on suomi. Opintojakson voi kuitenkin tenttiä englanniksi. The examination of the course can be taken in English based on literature and material given by the teachers. Teaching is conducted only in Finnish.

Ajankohta	DI 1, periodi 2
Opettaja(t)	professori, TkT Jarmo Partanen tutkija, DI Tero Kaipia
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata sähkövoimajärjestelmän toimintaperiaatteet, - selittää ja määritellä sähkövoimajärjestelmän taajuuden ja jännitteen säädön periaatteet Nordel-järjestelmän erityisominaisuudet mukaan lukien, - laskea silmukoidun sähkönsiirtoverkkojen tehonjaon ja vikavirrat, - laskea yksittäisen generaattorin staattisen ja transienttistabiilisuuden, - selittää tasasähkövoimansiirron perustekniikat ja sovelluskohteet sekä

	- esittää silmukoidun sähkönsiirtoverkon vikavirtasuojauksen toteutusperiaatteet.
Sisältö	Sähkönsiirtojärjestelmän kuvaus. Taajuuden ja jännitteen säätö. Tehonjakojen, vikavirtojen ja stabiiliuden laskeminen silmukoidussa verkossa. Tasasähkövoimansiirto. Relesuojaus.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 21 h, 2. periodi. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Mörsky: Voimalaitosten yhteiskäytön tekniikka (Otatieto Moniste 549). Mörsky: Relesuojaustekniikka. (Otatieto, moniste 540). Elovaara, Haarla: Sähköverkot I ja II. (Otatieto, 2011, ISBN 978-951-672-360-3) Kothari, Nagrath: Modern Power System Analysis. (Tata McGaw-Hill, 2003, ISBN 0-07-049489-4)
Edellytykset	BL30A0000 Sähköiset piirit ja BL20A0700 Sähköverkkotekniikan peruskurssi kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0700	***SÄHKÖVERKKOTEKNIIKAN PERUSKURSSI 4 op***
	Introduction to Electrical Power Systems
Ajankohta	TkK 3, periodi 1
Opettaja(t)	tutkijatohtori, TkT Jukka Lassila
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää sähkövoimajärjestelmän keskeiset toimintaperiaatteet eli tehotasapainon ja jännitteensäädön hallintaperiaatteet. - laskea sähköverkkojen jännitteet, kuormitusvirrat, häviöt, symmetriset vikavirrat ja kustannukset. - selittää staattisen ja transienttistabiilisuuden perusilmiöt ja laskentaperiaatteet.
Sisältö	Sähköjärjestelmien yhteiskäyttö. Sähköverkkojen rakenneosat ja niiden sijaiskytkennät. Siirto- ja jakeluverkkojen laskeminen. Katsaus suurjännite- ja laitetekniikkaan. Sähkön laatutekijät.
Suoritustavat	Luentoja 21 h, harjoituksia 14 h, harjoitustyö, 1. periodi. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Elovaara & Haarla: Sähköverkot I ja II. Otatieto Oy.
Edellytykset	BL10A0100 Sähkötekniikan peruskurssi kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0800	***SÄHKÖLÄMPÖTEKNIIKKA 3 op***
	Electric Process Heating **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**
Ajankohta	DI 1-2, periodi 4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Janne Nerg
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää fysikaaliset perusilmiöt erilaisista tavoista tuottaa sähkön avulla lämpöä, - laskea yksinkertaisia sähkölämpötekniikkaan liittyviä suunnittelutehtäviä ja - kuvailla tyypillisiä sähkölämpötekniikan teollisuussovelluksia.
Sisältö	Sähkölämpötekniikan perusteet ja tekniikka, vastuskuumennus, valokaariuunit, induktiivinen kuumennus, konduktiivinen kuumennus, radiotaajuuskuumennus,

	plasmakuumennus, laserkuumennus, esimerkkejä teollisuudessa käytettävistä sähkölämpöprosesseista.
Suoritustavat	Luentoja 6 h, seminaariesityksiä 8 h, 4. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus: seminaariesityksen tekeminen 45 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 19 h.
Arvostelu	0 - 5, tentti 60%, seminaarityö 40 % .
Oppimateriaalit	Maurice Orfeuil: Electric Process Heating (soveltuvin osin).
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A0900	***TIEDE, TEKNOLOGIA JA YHTEISKUNTA 4 op***
	Science, Technology and Society
Ajankohta	TkK 1-3, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, FT Karl-Erik Michelsen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää mikä on tieteellisten ja teknologisten käytäntöjen vuorovaikutusdynamiikka sosiaalisten ja kulttuuristen voimien kanssa erilaisissa ympäristöissä, ja miten tätä suhdetta voidaan muokata.
Sisältö	Kurssi tarkastelee tiedettä ja teknologiaa tärkeimpien historiallisten, sosiologisten, ja filosofisten näkökulmien kautta, sekä analysoimalla valittuja ongelmia jotka ovat keskeisiä aikamme käsityksille tieteestä ja teknologiasta, kuten sukupuoli, etnisyys, eettisyys, ympäristö, sodankäynti, ja sosiaalinen oikeudenmukaisuus. Kurssilla kehitetään tieteen ja teknologian analysointi- ja ennakointitaitoja yhteiskunnallisesta näkökulmasta.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, Kurssin lopulla innovatiivinen tentti, joka vaatii luennoille osallistumista. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5. Arvostelu perustuu osallistumiseen luennoille ja annettujen tehtävien suorittamiseen.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A1001	***SÄHKÖVERKKOJEN SUOJAUS 5 op***
	Protection of Electricity Networks **Korvaa opintojakson BL20A1000 Sähköverkkojen relesuojaus** **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**
Ajankohta	DI 2, periodi 3
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Samuli Honkapuro, tutkijatohtori, TkT Jukka Lassila, nuorempi tutkija, DI Tero Kaipia. Lisäksi vierailevia luennoitsijoita. Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jarmo Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - arvioida sähköverkon suojaamiseen käytettävien releтyyppien ominaisuudet sekä suojauksen suunnittelun keskeisimmät kriteerit, - suunnitella sähkönjakeluverkon oikosulku- ja maasulkusuojauksen sekä siirtoverkon distanssirelesuojauksen, - listata hajautetun tuotannon vaikutukset verkkojen suojaukseen ja ottaa huomioon ne suunnittelutyössä, - luetella erilaisten verkkojen keskeisimmät erot suojauksen kannalta sekä - tunnistaa mittamuuntajien ja katkaisijoiden relesuojauksen kannalta tärkeimmät ominaisuudet ja tehdä näiden perusmitoituksen.
Sisältö	Sähköverkkojen suojauksen periaatteet ja suojauksessa käytettävä releteknikka. Erilaiset suojareleet; ylivirtareleet, distanssireleet, differentiaalireleet, valokaarisuojaus,. Johtojen ja muuntajien suojaus. Suojauksen suunnittelu.
Suoritustavat	Luentoja 21 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin

	keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0 - 5, tentti 100%.
Oppimateriaalit	Mörsky: Relesuojaustekniikka (Otatieto, moniste 540) ja luennoilla jaettava materiaali.
Edellytykset	BL20A0700 Sähköverkkotekniikan peruskurssi, BL20A0500 Sähkönjakelutekniikka, BL20A0600 Sähkönsiirtotekniikka kuunneltuna
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL20A1100	***SÄHKÖKAUPPA***	***4 op***
	Electricity Trading	
Ajankohta	DI 1, periodi 4	
Opettaja(t)	professori, TkT Satu Viljainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää sähkömarkkinoiden fundamenttien vaikutuksen sähkön tukkuhinnan muodostumisessa, - arvioida sähköpörssin erilaisten toteutustapojen vaikutusta vapaiden sähkömarkkinoiden toimintaan ja kilpailun toteutumiseen sähkön tukkumarkkinoilla, - luokitella sähkömarkkinoiden integraatiomallit sekä arvioida niiden soveltuvuutta erilaisissa toimintaympäristöissä, - tunnistaa vapaiden sähkömarkkinoiden keskeisimmät riskit sekä - analysoida kilpailun toteutumista sähkön vähittäismarkkinoilla ja ehdottaa toimenpiteitä kilpailun edistämiseksi.	
Sisältö	Sähkön hinnan muodostuminen tukkumarkkinoilla, sähkön hintaan vaikuttavat fundamentit, sähköpörssin toiminta, sähkömarkkinoiden integraatiokehitys, sähkökaupan riskit ja riskienhallinta, sähkön vähittäismarkkinoiden toiminta. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, itsenäisesti tehtävät kotitehtävät, 4. periodi. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.	
Arvostelu	0 - 5, tentti 100%.	
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali.	
Edellytykset	BL20A0400 Sähkömarkkinat	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL30A0000	***SÄHKÖISET PIIRIT***	***4 op***
	Electric Circuits	
Ajankohta	TkK 1, periodi 2-3	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Samuli Honkapuro Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jarmo Partanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - ratkaista yksinkertaisia tasa- ja vaihtovirtapiirejä käyttäen erilaisia ratkaisumenetelmiä, - käyttää osoitinsuureita laskemisessa, - ratkaista siirtymisen aikatasosta osoittimiin ja päinvastoin, - selittää impedanssin ja reaktanssin käsitteet, - määritellä käsitteet pätöteho, loisteho ja näennäisteho, - määrittää resonanssitaajuuden sekä - selittää, mikä on kolmivaihejärjestelmä.	
Sisältö	Tasa- ja vaihtovirtapiirien ratkaisumenetelmät: Ohmin laki, Kirchhoffin jännite- ja virtalaki, silmukka- ja solmupistemenetelmä. Osoitinlaskenta, resonanssipiirit, sinimuotoisesti käyttäytyvät suureet, symmetrinen 3-vaihejärjestelmä, tehojen laskeminen, tähti-kolmio- ja kolmio-tähti-muunnokset.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 2.periodi.	

	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3.periodi. Harjoituksissa annettavat vapaaehtoiset lisäpistetehtävät. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5. Tentti. Arvosanaa voi korottaa hyvin tehdyillä kotitehtävillä.
Oppimateriaalit	Kurssimateriaali Noppa- ja Moodle-oppimisympäristöissä. Opintojakson sisältöä käsittelevää kirjallisuutta: Valtonen ja Lehtovuori: Piirianalyysi Osa 1, Voipio: Sähköiset piirit soveltuvin osin, Tonteri, Aura: Sähkömiehen käsikirja 1 ja Nilsson, J.W.: Electric circuits. Silvonen: Sähkötekniikka ja piiriteoria.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL30A0100	***PIIRIANALYYSI***	***3 op***
	Electric Circuit Analysis	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1	
Opettaja(t)	TkT Juha-Pekka Ström Vastuuhenkilö(t): Professori, TkT Juha Pyrhönen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - ratkaista sähköpiirejä systemaattisia menetelmiä käyttäen, - määritellä siirtoverkkojen kuvaamiseen käytettävät perusmenetelmät ja - selittää sähköpiirien muutosilmiöt ja laskea sähköpiirien muutostilanteet.	
Sisältö	Sähköisten piirien systemaattiset laskentamenetelmät ja niiden muutosilmiöt. Siirtoverkkojen kuvaamiseen käytettävät menetelmät.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, laskuharjoituksia 14 h, 4 kotitehtävää, 1. periodi. Tentti.	
Arvostelu	0–5. Tentti 100 %. Tentin ja kotitehtävien (max. 4 pistettä) pisteitä voi yhdistää	
Oppimateriaalit	Opintojakson sisältöä käsittelevää kirjallisuutta: Voipio, E.: Piirianalyysi osa 1 ja 2, Silvonen, K.: Sähkötekniikka ja elektroniikka soveltuvin osin sekä Nilsson, J.W.: Electric circuits soveltuvin osin. Blackboard.	
Edellytykset	Teoreettisen sähkötekniikan perusteet, matriisilaskennan perusteet, differentiaaliyhtälöiden ratkaisumenetelmiä kuten Laplacen-muunnos.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL30A0200	***SÄHKÖTEKNIIKAN TYÖKURSSI***	***3 op***
	Laboratory Course in Electrical Engineering **Kaikki työt suoritettava hyväksytysti viimeistään 2. opintovuoden 4. periodin aikana.**	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-4	
Opettaja(t)	tuntiopettaja, N. N. Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, TkT Lasse Laurila	
Tavoitteet	Opintojaksolla vahvistetaan opiskelijan sähkötekniikan perusteiden teoreettista oppimista ja käytännön osaamista laboratoriomittauksia tekemällä. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tehdä sähkötekniikan perusmittauksia (jännite, virta, teho, resistanssi jne.), - käyttää yleismittaria, tehomittaria ja oskilloskooppia, - käyttää tietokonetta mittaamiseen ja analysointiin ja - laatia teknisen raportin.	
Sisältö	Sähkötekniikan perusteet käytännön mittauksin. Teknisten raporttien laadintaa kolmen henkilön ryhmissä. Sähköturvallisuus.	
Suoritustavat	Laboratoriotyöskentelyä, esiselostusten ja mittausraporttien laadintaa kolmen henkilön ryhmissä. Esiselostukset, laboratoriotyöskentely ja mittausraportit arvostellaan henkilökohtaisesti. 1. –4. periodi. Laboratoriotyöinfo 1 h, 1.periodi Laboratoriomittaukset 21 h, 1.-4. periodi. Itsenäisen työn osuus: Laboratoriotöiden kirjallisten osioiden tekeminen 56 h. Kokonaiskuormittavuus noin 78 h.	

Arvostelu	Esiselostukset 1/3, laboratoriotyöskentely 1/3, raportit 1/3.
Edellytykset	BL10A0100 Sähkötekniikan peruskurssi ja BL30A0000 Sähköiset piirit soveltuvin osin kuunneltuna. Laboratoriotöiden suorittaminen on suositeltavaa em. kurssien aikana. Word- ja Excel-ohjelmien käyttötaidot.[
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL30A0300	***SÄHKÖMAGNETISMI***	***6 op***
	Electromagnetism **2. vuosi (Sä), 3. vuosi (En)**	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Juha Pyrhönen, tutkijaopettaja,TkT Pia Lindh Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juha Pyrhönen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää Ampèren, Biot-Savartin, Faradayn, Gaussin ja Lenzin lait, Poyntingin teoreeman ja Lorentzin voiman esimerkkien avulla ja kertoa, mihin näitä yhtälöitä sähkötekniikassa tarvitaan, - määritellä materiaalin johtavuuden, permeabiliteetin, permittiivisyyden sekä selittää näiden vaikutuksen mm. muodostuvaan induktanssiin ja kapasitanssiin sekä sähkömagneettisen aallon etenemiseen ja valon nopeuteen, - selittää sähkö- ja magneettikenttien voimavaikutukset ja kuvata näiden avulla keskeisten sähkömekaanisten laitteiden toimintaperiaatteet, - selittää omin sanoin sähkömagneettisen säteilyn keskeiset syntymekanismit ja sähkömagneettisen aallon etenemisen väliaineessa sekä nimetä keskeisimmät antennityypit, - selittää sähkömagnetismin teorioiden avulla keskeisten sähkömagneettisten laitteiden ja peruskomponenttien (induktanssi, kapasitanssi, muuntaja, antenni, siirtojohto) toiminnan, - johtaa tavallisen induktorin induktanssin lausekkeen, - piirtää ortogonaalisen kenttäkuvaajan staattisten potentiaalien tapauksessa, - muodostaa analyyttiset yhtälöt/laskea perusyhtälöitä käyttäen kentänvoimakkuuden ja magneettivuon, esim. suoran johtimen ja yksinkertaisen silmukan tapauksessa, - muodostaa siirtojohtoa kuvaavan mallin jakautuneiden parametrien avulla, - tunnistaa heijastusilmiön syntymekanismin johdossa ja tehdä yksinkertaisia laskelmia siirtojohdon sovittamiseksi sekä - listata sähkömagnetismin historiallisen kehityskaaren.	
Sisältö	Maxwellin yhtälöt, kulkuaallot, aaltojohdot, sähkömagneettinen säteily, siirtojohto, pientaajuinen magneettikenttä ja Maxwellin yhtälöiden sovellukset sähkötekniikassa, kestomagneetit, magneettiset materiaalit. Katsaus numeerisiin menetelmiin. Sähkötekniikan historiaa.	
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 28 h, laskuharjoituksia 14 h, 3. periodi Luentoja ja harjoituksia 28 h, laskuharjoituksia 14 h, 4. periodi. Kaksi välikoetta tai tentti.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Juha Pyrhönen & Janne Nerg, Sähkömagnetismi (luentomoniste). Ulaby, Fawwaz T.: Fundamentals of Applied Electromagnetics.	
Edellytykset	Suositellaan BM30A0230 Fysiikka L, osa 3, BM30A0240 Fysiikka L, osa 4 (aaltoliikeoppi ja sähköoppi), BL30A0000 Sähköiset piirit ja BL10A0100 Sähkötekniikan peruskurssi	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL30A0400	*DESIGN OF AN ELECTRICAL MACHINE* *6 ECTS cr*
	Design of an Electrical Machine **Suomenkielinen opetusmoniste sekä suomenkieliset harjoitustehtävät ovat saatavilla. Tenttiin saa vastata suomen kielellä.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Juha Pyrhönen
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - perform a basic design of a rotating electrical machine, - name the simplest winding arrangements and other components of the machine, - explain the torque production process in electrical machines, - calculate the main data (equivalent circuit parameters) of an electrical machine from machine geometric and winding designs, - list the most important materials used in magnetic circuits and windings, - model the machine with an equivalent circuit, - compare machine designs with each other by using the per unit presentation of machines, - use phasor diagrams in the machine analysis and - discuss the problems of insulation systems and heat transfer.
Content	Electromagnetic principles used in machine design, the magnetic circuit of an electric machine, the windings of an electric machine, impacts of the structure of the electric motor on the motor characteristics, calculation of the parameters of an equivalent circuit from the dimensions of the machine (resistances, inductances), effective-value phasor diagrams for different machine types, principles of electric machine design, insulation materials and systems heat transfer. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	28 h of lectures, 28 h of tutorials, 1st period. The design assignment of an electric machine. Written examination.
Evaluation	0–5, written examination 100 %. Satisfactorily completed assignment required.
Study materials	Pyrhönen, Jokinen, Hrabovcova: Design of Rotating Electrical Machines (Pyörivän sähkökoneen suunnitteleminen).
Prerequisites	Students are recommended to have completed BL30A0000 Electric Circuits, BL10A0100 Basics of Electric Engineering.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL30A0500	*SÄHKÖKÄYTTÖTEKNIIKAN PERUSTEET* *3 op*
	Introduction to Electrical Drives
Ajankohta	TkK 3, periodi 2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Lasse Laurila Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juha Pyrhönen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata sähkömoottorien ja taajuudenmuuttajien toiminnan perusteet ja - hyödyntää sähkökäyttöjen alalta saavutettuja yleistietoja.
Sisältö	Sähkömekaanisten ja sähkömagneettisten laitteiden toiminta, virtavektori, vääntömomentti, ristikenttäperiaate, epätahtikoneen, tahtikoneen ja tasavirtakoneen perustoiminta ja säätömenetelmien perusteet. Sovelluskohteet.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus: Tenttiin valmistautuminen ja tentti 50 h. Kokonaiskuormittavuus noin 78 h.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Pyrhönen: Johdatus sähkökoneisiin. Aura, Lauri & Tonteri, Antti J.: Sähkömiehen käsikirja, osa 2, Sähkökoneet, WSOY, 1986

Edellytykset	Suositellaan BL30A0000 Sähköiset piirit ja BL30A0300 Sähkömagnetismi kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL30A0600	***POWER ELECTRONICS***	***6 ECTS cr***
	Power Electronics	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Researcher/Teacher, D.Sc. (Tech.) Lasse Laurila	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - demonstrate good general knowledge of the different basic main circuits in modern power electronics, - describe the features and functions of different rectifiers, switch-mode converters and inverters, - calculate and simulate typical design tasks of the aforementioned circuits and - describe the joint operation of static converters and loads as well as the network interferences caused by converters and alternatives to reduce these interferences.	
Content	Operation of the main circuits of different power converters: rectifiers (single and three-phase), DC-DC switch mode converters and power supplies (buck, boost, buck-boost, Cúk, flyback, forward), inverters (single and three-phase), resonance converters (ZVS, ZCS). Characteristics and operation. Pulse width modulation (PWM). Harmonic components. Simulation of power electronic circuits. This course is also suitable for postgraduate students.	
Modes of Study	14 h of lectures, 14 h of tutorials, 1st period. 14 h of lectures, 14 h of tutorials, 2nd period. Written examination. Independent study 97 h. Total workload 156 h.	
Evaluation	0–5, examination 100 %.	
Study materials	Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics, converters, applications, and design, where applicable.	
Prerequisites	BL30A0000 Electric Circuits. Integration and derivation (esp. sine and cosine functions). FFT. Laplace transforms.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL30A0800	***SÄHKÖMAGNEETTISET KOMPONENTIT***	***3 op***
	Electromagnetic Components	
Ajankohta	DI 1, periodi 1	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Janne Nerg	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - suunnitella yksinkertaisia keloja ja muuntajia, - nimetä ja kuvata sähkömagneettisten komponenttien sydänmateriaalit, - kuvata sähkömagneettisten komponenttien häviömekanismit, - selittää sähkömagneettisten komponenttien epälineaarisuudet eri taajuuksilla ja - minimoida muuntajien hajainduktanssin.	
Sisältö	Faradayn induktiolaki, Amperen virtalaki, muuntajan ja kelan toiminta sekä niiden epäideaalisuudet, magneettiset materiaalit, häviöt.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Tentti.Itsenäisen työn osuus: Tenttiin valmistautuminen ja tentti 50 h.	
Arvostelu	0 - 5, tentti 100%.	
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.	
Edellytykset	BL30A0300 Sähkömagnetismi kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL30A0900	***TEHOELEKTRONIIKAN KOMPONENTIT***	***4 op***
	Power Electronic Components	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Lasse Laurila	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - kuvata eri komponenttien ominaisuudet ja niiden soveltuvat käyttökohteet, - laskea komponentin häviöt ja - mitoittaa sopivan jäähdytyksen ja suojauksen.	
Sisältö	Puolijohdefysiikan perusteet, puolijohdetehokytkimet, passiiviset komponentit, energiavarastot. pn-liitos, kytkimien toimintaperiaatteet, kytkentäilmiöt, häviöt, sovelluskohteet. Valmistusmenetelmät, ohjauspiirit, jäähdytysmenetelmät, suojausmenetelmät. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 4. periodi. Tentti. Itsenäisen työn osuus 48 h. Kokonaiskuormittavuus 104 h.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics, converters, applications, and design, soveltuvin osin. Pyrhönen, et al.: Tehoelektroniikan komponentit.	
Edellytykset	Sähköiset piirit kuunneltuna. Integrointi ja derivointi. Suoran yhtälön muodostaminen.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL30A1001	***ELECTRICAL DRIVES***	***8 ECTS cr***
	Electrical Drives **The course will be given in English. Tenttiin saa vastata suomeksi.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 2-3	
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Juha Pyrhönen	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - describe the principles of scalar, vector and direct torque control of rotating field machines, - model the behaviour of different synchronous and asynchronous machines by using vector equivalent circuits and vector diagrams, - name the main ideas of the electromagnetic design and performance of different rotating machines, - select a suitable electrical machine for a certain purpose and evaluate their thermal limits in cyclic operation, - define the most important power electronic converters and their properties in different applications, - discuss the principles of PWM, space vector modulation and DTC and - discuss the adverse effects of PWM systems on motor behaviour and the wave nature of the motor cable.	
Content	Theory of electric motor drives, operation and vector equivalent circuits. Synchronous machine drives, asynchronous machine drives, synchronous reluctance machine drives, permanent magnet synchronous machine drives, switched reluctance motor drives. Torque production in different machines. Power electronic converters suitable for motor and generator drives. Scalar control, vector control, direct flux linkage control and direct torque control (DTC). Motor cable wave nature, bearing currents. Suitable also for post graduate studies.	
Modes of Study	Lectures and seminars 28 h, tutorials 20 h, 2nd period. Lectures and seminars 28 h, tutorials 20 h, 3rd period.	
Evaluation	0–5, written examination 100 %.	
Study materials	Pyrhönen,Juha: Electrical Drives, lecture material.	
Prerequisites	The students are recommended to have completed the courses BL30A0000 Electric Circuits, BL10A0100 Basics of Electric Engineering, BL30A0200	

	Laboratory Course in Electrical Engineering, BL30A0500 Introduction to Electrical Drives and BL30A0800 Electromagnetic Components and to have attended the courses BL30A0400 Design of an Electrical Machine and BL30A0900 Power Electronic Components.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL30A1101	***SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN TYÖKURSSI 3 - 8 op***
	Laboratory Course in Electrical Power Engineering
Ajankohta	DI 1, periodi 1-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Lasse Laurila, tutkijatohtori, TkT Jukka Lassila, tutkijakoulutettavat, N. N.
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - suunnitella ja toteuttaa mittauksia laboratoriossa sähkökäyttöjen, sähkökoneiden, tehoelektroniikan ja/tai sähköverkkojen aihepiireistä, - analysoida mittaustuloksia, - laatia hyvätasoisia teknisiä raportteja ja - työskennellä sähköteknisissä mittaustehtävissä laboratorioissa.
Sisältö	Sähkövoimatekniikan syventäviä (sähköverkot, -käytöt, -koneet, tehoelektroniikka) laboratoriotöitä. Suunnittelu, mittaukset, simulointi, analyysi ja raporttien kirjoittaminen.
Suoritustavat	Laboratoriotyöskentelyä, ATK-työskentelyä, esiselostusten ja mittausraporttien laadintaa ryhmissä. 1. –4. periodi. Sähkövoimatekniikan työkurssin suorittamisen voi aloittaa soveltuvin osin jo kolmantena (TkK 3) opintovuonna. Lisätietoa laboratoriotöistä ja työkohtaisista esitietovaatimuksista ohjaavilta opettajilta. Laboratoriomittaukset 48 - 64 h, 1.-4.periodi. Itsenäisen työn osuus: Laboratoriotöiden kirjallisten osioiden tekeminen 92 - 112 h, simuloinnit 16 - 32 h . Kokonaiskuormittavuus noin 156 - 208 h. Suoritettavien opintopisteiden määrä vaihtelee laboratorioittain: sähkömarkkinalaboratorio 8 op, sähkönkäyttötekniikan laboratorio 6-8 op, AIMO-opiskelijat ja kv-maisteriohjelman opiskelijat 3 op.
Arvostelu	0–5, Mittaussuoritukset ja raportit kolmen henkilön ryhmissä (henkilökohtaiset arvosanat) 100 %.
Edellytykset	BL30A0200 Sähkötekniikan työkurssi suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL30A1200	***NUMERICAL METHODS IN ELECTROMAGNETISM 4 ECTS cr***
	Numerical Methods in Electromagnetism
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3
Teacher(s)	Assistant professor, D.Sc. (Tech.) Janne Nerg
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - model and analyse electrical machines using commercial finite element based calculation software.
Content	The fundamentals of the element method, boundary conditions, modelling of materials, post-processing of results. Iron loss models. Eddy current problems, utilisation of circuit model in calculation. This course is also suitable for postgraduate students.
Modes of Study	28 h of supervised tutorials. 3rd period. Course requirements: participation in tutorials and a satisfactorily completed assignment.Self study: assignment and report 76 h.
Evaluation	0–5, assignment 100 %.
Prerequisites	BL30A0500 Introduction to Electrical Drives and BL30A0400 Design of an Electrical Machine.

Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A0110	***MITTAUS- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN PERUSTEET*** ***3 op***
	Measurement and Automation Technology, Introduction
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tuomo Lindh
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - arvioida mittalaitteen tai anturin soveltuvuutta käyttökohteeseen mittalaitteiden tavallisimpien spesifikaatioiden avulla sekä arvioida mittauksen epävarmuutta, - kuvata tavalliset virhe- ja häiriölähteet ja niitä vastaan suojautumisen, - ratkaista Theveninin sijaiskytkennän avulla yhteis- ja eromuotoisten häiriöiden ja kuormituksen vaikutuksen mittausjärjestelmään, - kuvata 1- ja 2-kapasiteettisen mittauksen taajuusominaisuudet ja ratkaista 1-kapasiteettisen järjestelmän aikavakioon, askelvasteeseen ja taajuusvasteeseen liittyvät perustehtävät sekä - määritellä termit rinnan-, perään- ja takaisinkytkentä.
Sisältö	Perustermit, jotka kuvaavat mittausten staattisia ja dynaamisia ominaisuuksia. Mittaustarkkuus, mittausepävarmuus, häiriöt, instrumentoinnin perusteet, anturit ja anturointi, automaatiojärjestelmien rakenne, prosessisäädön perusteet, digitointi, mittausten suodattaminen.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, harjoitustyö, laboratoriotyö, 2. periodi. Tentti.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty laboratorio- ja harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Bentley, John P.: Principles of measurement systems. Lecture material.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A0200	***SÄÄTÖTEKNIIKAN PERUSTEET A*** ***4 op***
	Control Systems, Introduction
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Olli Pyrhönen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - muodostaa differentiaaliyhtälöitä dynaamisista järjestelmistä, - muodostaa differentiaaliyhtälöistä siirtofunktioita, - tutkia dynaamisten järjestelmien stabiiliutta käyttäen Hurwitzin ja Nyquistin stabiilisuuskriteeriä, juuriuramenetelmää ja Bode-diagrammia, - tarkastella ja muuttaa (1. ja 2. kl.) järjestelmän dynaamisia ominaisuuksia virittämällä yksinkertaisia säätöpiirejä sekä - muodostaa tilayhtälöesityksen differentiaaliyhtälöistä ja ratkaista stabiiliuden järjestelmän ominaisarvojen perusteella.
Sisältö	Järjestelmän dynaaminen malli, siirtofunktiot, Laplace-taso. Säätötekniikan peruskäsitteet ja perusanalyysit, perussäätimet, yksinkertaiset viritysmenetelmät. Aikatason ja taajuustason duaalisuus, analyyttinen säätimen virittäminen. Tilayhtälömallit, Matlab/Simulink-ohjelmaan tutustuminen.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, harjoitustyö, 4. periodi. Laskuharjoituksista suoritettava 50 %. Tentti.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset ja harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Lisäksi suositellaan seurattavaksi jotakin seuraavista kirjoista soveltuvin osin: Virkkunen, Jouko: Säätötekniikan matematiikkaa. Dorf: Modern Control Systems. Franklin, Powell, Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic

	Systems. Glad, Ljung: Reglerteknik. Grundläggande teori. Shinners: Modern Control System Theory and Design. Van de Vegte: Feedback Control Systems. Moodle.
Edellytykset	Differentiaaliyhtälöiden perusteet, kompleksilukujen perusteet.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A0300	***SÄÄTÖTEKNIIKAN PERUSTEET B***	***3 op***
	Control Systems, Introduction	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Olli Pyrhönen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - muodostaa differentiaaliyhtälöitä dynaamisista järjestelmistä ja muodostaa differentiaaliyhtälöistä siirtofunktioita - tutkia dynaamisten järjestelmien stabiiliutta käyttäen Hurwitzin ja Nyquistin stabiilisuuskriteeriä, juuriuramenetelmää ja Bode-diagrammia - tarkastella ja muuttaa (1. ja 2. kl.) järjestelmän dynaamisia ominaisuuksia virittämällä yksinkertaisia säätöpiirejä, - muodostaa tilayhtälöesityksen differentiaaliyhtälöistä ja - ratkaista stabiiliuden järjestelmän ominaisarvojen perusteella.	
Sisältö	Järjestelmän dynaaminen malli, siirtofunktiot, Laplace-taso. Säätötekniikan peruskäsitteet ja perusanalyysit, perussäätimet, yksinkertaiset viritysmenetelmät. Aikatason ja taajuustason duaalisuus, analyyttinen säätimen virittäminen. Tilayhtälömallit, Matlab/Simulink-ohjelmaan tutustuminen.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 4. periodi. Laskuharjoituksista suoritettava 50 %. Tentti.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Lisäksi suositellaan seurattavaksi jotakin seuraavista kirjoista soveltuvin osin: Virkkunen, Jouko: Säätötekniikan matematiikkaa. Dorf: Modern Control Systems. Franklin, Powell, Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems. Glad, Ljung: Reglerteknik. Grundläggande teori. Shinners: Modern Control System Theory and Design. Van de Vegte: Feedback Control Systems. Moodle.	
Edellytykset	Lukion matematiikka, differentiaaliyhtälöiden perusteet, kompleksilukujen perusteet.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL40A0400	***SIGNAALIEN DIGITAALINEN KÄSITTELY***	***5 op***
	Digital Signal Processing	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	tutkijatohtori, TkT Antti Kosonen	
Tavoitteet	Opintojakso perehdyttää opiskelijan signaalien digitaalisen käsittelyn perusteisiin. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - analysoida diskreettiaikaisia järjestelmiä aika-, taajuus- ja z-tasossa, - suunnitella yksinkertaisia digitaalisia suodattimia ns. napa-nolla-sijoittelulla sekä - soveltaa diskreettiä Fourier-muunnosta (DFT) signaalien analysointiin.	
Sisältö	Näytteenoton periaate. Diskreettiaikaiset signaalit ja järjestelmät. Z-muunnos ja sen soveltaminen lineaaristen aikainvarianttien järjestelmien analyysiin. Signaalien ja järjestelmien taajuusanalyysi. Diskreetti Fourier-muunnos (DFT) ja nopea Fourier-muunnos (FFT).	
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 35 h, 1. periodi. Luentoja ja harjoituksia 35 h, harjoitustyö, 2. periodi. Tentti.	

	Itsenäisen työn osuus 65 h.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Proakis, J.G., Manolakis, D.G.: Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications. Kosonen, A.: Signaalien digitaalinen käsittely (luentomoniste)
Edellytykset	Kompleksilukulaskennan perusteet, lukusarjojen laskennan perusteet, aikajatkuvien signaalien teoria.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A0501	***DIGITAALISÄÄDÖN PERUSTEET***	***4 op***
	Digital Control, an Introduction	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Olli Pyrhönen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - muodostaa järjestelmän systeemiyhtälöt ja analysoida järjestelmän käyttäytymistä niiden perusteella, - diskretoida tilayhtälö- ja siirtofunktiomuotoisia malleja ja selittää napojen kuvautumisen diskretoitaessa, - analysoida diskreetin järjestelmän ominaisuuksia ja tarkastella niiden stabiiliutta ja käyttäytymistä Bode-diagrammin, Nyquistin diagrammin ja juuriuran avulla, - suunnitella jatkuva-aikaisen säätäjän annettujen spesifikaatioiden perusteella ja muuttaa sen diskreetiksi sopivaa approksimaatiota käyttäen sekä - muuttaa spesifikaatiot diskreettiaikaiseksi ja suunnitella suoraan diskreettiaikaisen säätimen.	
Sisältö	Näytteenoton perusteet, diskreetin mallinnuksen perusteet, diskreetti siirtofunktio, aikajatkuva ja diskreetti tilamalli. Tilayhtälötekniikan perusteet. Digitaalisten säätöpiirien analyysimenetelmät, diskreetti taajuusvaste, diskreetin systeemin stabiilius. Digitaaliset perussäätöalgoritmit ja niiden virittäminen. Digitaalisen säädön toteutusnäkökohtia.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, mikroharjoituksia 14 h, harjoitustyö, 2. periodi. Laskuharjoituksista suoritettava 50 %. Tentti.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytysti suoritetut laskuharjoitukset ja harjoitustyö.	
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.	
Edellytykset	BL40A0200 Säätötekniikan perusteet A sekä BM20A4301 Johdatus tekniseen laskentaan (tai vastaavat Matlab-ohjelmiston käyttätaidot).	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL40A0600	***SÄÄTÖTEKNIIKAN JA SIGNAALINKÄSITTELYN TYÖKURSSI***	***2 - 6 op***
	Laboratory Course in Control Systems and Signal Processing	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-4	
Opettaja(t)	tutkijatohtori, TkT Antti Kosonen, Associate professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Lindh ja tutkijatohtori, TkT Katja Hynynen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa aiemmin käymillään säätötekniikan ja digitaalisen signaalinkäsittelyn kursseilla oppimaansa, - suunnitella, toteuttaa ja analysoida erilaisia teknisiä järjestelmiä simuloiden Matlab/Simulink-ympäristössä ja laboratoriolaitteiden avulla sekä - raportoida tekemänsä työn diplomityöohjeiden mukaisesti.	
Sisältö	Jatkuva- ja diskreettiaikaisten säätöjärjestelmien tavallisimmat suunnittelu- ja analysointimenetelmät, dynaamisten järjestelmien mallintaminen, aikajatkuvan mallin diskretointi, järjestelmien simulointi. Säätöjärjestelmien toteuttaminen ja	

	testaaminen laboratoriossa. Digitaalisten signaalinkäsittelyjärjestelmien suunnittelu- ja analysointimenetelmät. Digitaalisten signaalinkäsittelyjärjestelmien ohjelmallinen toteuttaminen. Säädön käytännön toteutuksennäkökohdat ja vaatimukset. Sulautettujen signaalinkäsittelyjärjestelmien ohjelmointi. Jonkin erityisen säätösuunnitteluprojektin läpivienti mallinnuksesta suunnittelun ja analyysin kautta käytännön toteutukseen.
Suoritustavat	PC- ja laboratoriotöitä, 1.–4. periodi. Itsenäisen työn osuus 54 - 162 h.
Arvostelu	0–5, laboratoriotyöt 100 %. Opintojakso on suoritettava hyväksytysti kahden lukuvuoden aikana.
Edellytykset	Opintojaksojen BL40A0200 Säätötekniikan perusteet A tai BL40A0300 Säätötekniikan perusteet B, BL40A0400 Signaalien digitaalinen käsittely, BL40A0501 Digitaalisäädön perusteet, BL40A0701 Digital Filters sisältöä soveltuvin osin.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A0701	***DIGITAL FILTERS***	***5 ECTS cr***
	Digital Filters **Korvaa opintojakson BL40A0700 Digitaalinen suodatus** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3-4	
Teacher(s)	Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Antti Kosonen, Associate professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Lindh	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - describe the practical implementation of digital filters, - describe the finite word length effects on the frequency response and operation of a filter, - in order to minimise these effects, transform the direct-form implementations into a more beneficial format with respect to finite word length effects and do the required scaling, - describe the representations of fixed and floating point numbers, - design FIR and IIR filters with the ready-made software and describe the basics of design methods, - identify and describe optimal, adaptive and median filters.	
Content	The finite word length effects and elimination of these effects. Alternative structures for discrete-time systems and their programming implementation. Computer-aided design of digital filters. Optimal, adaptive and median filters. The course is also suitable for post-graduate studies.	
Modes of Study	21 h of lectures, 14 h of tutorials, 3rd period. 21 h of lectures, 14 h of tutorials, laboratory assignment, 4th period. Written examination. Part of independent study 65 h.	
Evaluation	0–5, examination 100 %. Course requirements: satisfactorily completed laboratory assignment.	
Study materials	Proakis, J. G. & Manolakis, D. G.: Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications. Luukko, J.: Digitaalinen suodatus (lecture notes)	
Prerequisites	BL40A0400 Digital Signal Processing or corresponding knowledge.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL40A1000	*REAL-TIME OPERATING SYSTEMS AND PROGRAMS*	*5 ECTS cr*
	Real-time Operating Systems and Programs	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Antti Kosonen	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - utilise the services of a real-time operating system, - design the architecture of an application program using a real-time operating system as its basis and - implement a simple real-time operating system using the C language.	
Content	Basic concepts of a real-time system. Services provided by a real-time operating system: task management, time management, semaphores, mutual exclusion semaphores (mutex), event flags, mailboxes, message queues, and memory management. Implementation of a real-time operating system: context switch, interrupt management. Processor-specific parts of a real-time operating system and adapting the real-time operating system to a new processor.	
Modes of Study	21 h of lectures, 14 h of tutorials, 1st period. 21 h of lectures, 14 h of tutorials, assignment, 2nd period. Written examination.	
Evaluation	0–5, examination 100 %. Satisfactorily completed assignment required.	
Study materials	Labrosse, J.J.: MicroC/OS-II The Real-Time Kernel (2nd Edition).	
Prerequisites	BL40A1100 Embedded System Programming.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL40A1100	*EMBEDDED SYSTEM PROGRAMMING*	*4 ECTS cr*
	Embedded System Programming	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Assistant professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Lindh	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - apply C language and its structures to embedded system programming, - form complex data types such as structures, unions and buffers and use these in order to maintain information of different entities (e.g. processing units), - control the registers of a micro controller using C-language and - use different PUs of a micro controller.	
Content	Design tools, C-language in embedded system programming, utilisation of microcontroller environment (registers, timers, buses, A/D conversion etc.). Typical data structures, typical program structures in real-time applications. Programming the Windows interface, basic properties of real-time operating systems.	
Modes of Study	14 h of lectures, 14 h of tutorials, 1st period. 14 h of lectures, 14 h of tutorials, 2nd period. Assignment. Written examination.	
Evaluation	0–5, examination 100 %. Satisfactorily completed assignment required.	
Study materials	Wolf, W.: Computers as components: principles of embedded computing system design. Lecture notes.	
Prerequisites	Basics of C language.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL40A1201	*DIGITAL CONTROL DESIGN*	*5 ECTS cr*
	Digital Control Design	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Postdoctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Rafal Jastrzebski	

Aims	Upon completion of the course the student will be able to - design digital state-space controllers (pole placement, optimal control) and transfer function controllers, - compare and discriminate between different discretisation techniques and different control design methods, - relate knowledge from the areas such as system modelling, model discretisation, designing digital control in a discrete time domain, computer simulation, and digital implementation - describe and explain the exemplary control systems and interpret system responses - apply the selected control design methods and system modelling concepts to new control problems that involve electromechanical systems.
Content	State feedback, state estimator, design of a state-space controller, polynomial control design, optimal control, disturbance estimation. Fundamentals of a multivariable control system. Simulation of a digital control system with Simulink. Programming of digital control for a microprocessor. Control design examples including control of real MIMO industrial systems. Utilisation of MATLAB in control design.
Modes of Study	14 h of lectures, 14 h of tutorials, 1st period. 6–10 h of demonstration lectures and laboratory demonstrations, 14 h of tutorials in computer class, 2nd period. Assignment. Written examination.
Evaluation	0–5, examination 100 %. Satisfactorily completed assignment required.
Prerequisites	BL40A0200 Control Systems Introduction and BL40A0501 Digital Control, Introduction.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A1500	***SÄÄTÖTEKNIIKAN ERIKOISKURSSI 5 op***
	Advanced Course in Control Systems **Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.** **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**
Ajankohta	DI 1-2, periodi 1-2
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Olli Pyrhönen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - analysoida epälineaarisia dynaamisia järjestelmiä sekä tarkastella niiden stabiiliutta ja käyttäytymistä, - suunnitella epälineaariselle järjestelmälle takaisinkytketyn säädön em. stabiiliustarkastelun pohjalta, - valita optimisäätöön sopivan kustannusfunktion sekä - suunnitella aikajatkuvan ja diskreettiaikaisen optimisäädön.
Sisältö	Tyypillisiä epälineaarisia ongelmia ja ilmiöitä. Linearisointi tasapainopisteeseen ja trajektorille. Vaihetasokuvaus. Tasapainopisteet ja niiden luokittelu. Lyapunovin stabiilisuusanalyysi. Tulo-lähtö stabiilisuus ja sen tarkastelumenetelmiä. Kuvausfunktiomenetelmä. Epälineaarisen säädön suunnittelumenetelmiä: Lyapunovin funktion soveltaminen säädön suunnittelussa, takaisinkytkentä-linearisointi, tulo-lähtö linearisointi. Sliding-mode säätö. Yleinen optimisäätöongelma ja sen ratkaiseminen. LQR- ja LQG-optimisäätö.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Seminaariesitelmä. Tentti.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty seminaariesitelmä.
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali. Khalil: Nonlinear systems, Slotine, Li: Applied nonlinear control, Lewis, Syrmos: Optimal control, Borrie: Stochastic systems for engineers- Modelling, Estimation & Control.
Edellytykset	BL40A0200 Säätötekniikan perusteet A, BL40A0501 Digitaalisäädön perusteet, BL40A1201 Digital Control Design

Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A1601	***EMBEDDED SYSTEM DESIGN***	***6 ECTS cr***
	Embedded System Design **Korvaa opintojakson BL40A1600 Piirisuunnittelu**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - program with VHDL hardware design language and - design and implement digital systems by using programmable logic circuits.	
Content	Circuit design of digital electronics with programmable logic circuits. Principles of digital circuit design, system level synthesis, hardware design languages.	
Modes of Study	Lectures 14 h, exercises, 14 h, 1st period. Lectures 14 h, exercises, 14 h, assignment, 2nd period. Examination.	
Evaluation	0–5, examination 100 %. Satisfactorily completed assignment required.	
Prerequisites	Basics of digital design and digital electronics, basics of programming.	
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL40A1711	***JOHDANTO DIGITAALIELEKTRONIIKKAAN***	***6 op***
	Introduction to Digital Electronics **Korvaa opintojaksot BL40A1710 Digitaalielektroniikka A/BL40A1720 Digitaalielektroniikka B**	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Jero Ahola	
Tavoitteet	Opintojakso toimii johdantona digitaalitekniikkaan ja -elektroniikkaan. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - analysoida ja suunnitella digitaalisia järjestelmiä Boolen algebraa hyödyntäen.	
Sisältö	Digitaalisuuden käsite, binääriluvut, Boolen algebra, kombinaatio- ja sekvenssilogiikka, digitaalielektroniikan piirien toteuttamistavat, muistit, ohjelmoitavat logiikkapiirit, digitaalisten järjestelmien analyysi ja suunnittelu sekä simulointi, ajoitus- ja häiriökysymykset.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja 21 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Harjoitustyö. Tentti.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %, hyväksytty harjoitustyö.	
Oppimateriaalit	Floyd: Digital Fundamentals, luentokalvot ja luentomuistiinpanot.	
Edellytykset	Elektroniikan perusteet.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL40A1811	***JOHDANTO SULAUTETTUIHIN JÄRJESTELMIIN***	***6 op***
	Introduction to Embedded Systems **The course will be given in English if required. Korvaa opintojaksot BL40A1810 Mikroprosessorit A/BL40A1820 Mikroprosessorit B**	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	TkT Tero Ahonen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jero Ahola	
Tavoitteet	Opintojakso toimii johdantona sulautettuihin järjestelmiin. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa	

	- tunnistaa eri mikroprosessorityypit ja tyypillisimmät oheispiirit, - kuvata mikroprosessorin ja sen oheiskomponenttien toiminnan ja - ohjelmoida ja testata sovellusohjelmia sulautetuille järjestelmille C-kielellä
Sisältö	Mikroprosessorin arkkitehtuuri, käskykanta ja toiminta, mikro-ohjaimet, muistipiirit ja oheiskomponentit, järjestelmäsuunnittelu, ohjelmointi ja sovelluskehitys, sovellutusesimerkkejä.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 4. periodi. Harjoitustyö. Tentti.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Vahid/Givargis: Embedded System Design - A Unified Hardware/Software Introduction. Luentokalvot.
Edellytykset	Digitaalitekniikan perusteet, elektroniikan perusteet, ohjelmoinnin perusteet.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A2201	***PROCESS AND PRODUCT INNOVATIONS***	***10 ECTS cr***
	Process and Product Innovations **Intended mainly for Finnish and international students from the departments of Chemical Technology, Mechanical Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering and Management. The number of participants is limited and the applicants will be interviewed.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen,Professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Kässi,Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Kimmo Kerkkänen,Professor, D.Sc. (Tech.) Ville Ojanen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Ilkka Turunen	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - recognise and describe the generation of innovations and new technology, typical methods, problems and their solutions, - work in projects and teams in interdisciplinary, international environments, - describe and explain product and process development and - apply and deepen many skills learned in other connections.	
Content	Methods of product and process development. Interdisciplinary R & D activities as project and teamwork. Development of new technology, patenting. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Informational lectures, 6 h/period. Project meetings, 6 h/period. Independent project and team work in groups of 4–8 students.	
Evaluation	0–5, project work 100 %.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL40A2301	***ENERGY EFFICIENCY***	***6 ECTS cr***
	Energy Efficiency **Korvaa opintojakson BL40A2300 Energiatehokkuus**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola, , D.Sc. (Tech.) Tero Ahonen, different lecturers Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola	
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - determine measures for the energy efficiency of the energy conversion process - estimate the overall energy efficiency of the energy conversion system	

	- identify applications of electric energy usage and apply methods, which can be used to improve the energy efficiency.
Content	The course provides the student an introduction to the significance and development potential of energy efficiency in energy production, transmission, distribution, and end use. The focus is on electric energy and systems approach. The lecture topics are the efficiency of energy production processes, the efficiency of electricity transmission and distribution, and the efficiency of energy end use. The course is arranged as a series of lectures given by experts. The lecture topics may vary from year to year.
Modes of Study	Lectures 14 h, individual home works, demo lectures, examination.
Evaluation	0–5, examination 100 %, accepted individual home works.
Study materials	Lecture material, material announced by lecturers.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A2401	***ELECTRICAL ENGINEERING IN WIND AND SOLAR SYSTEMS*** ***6 ECTS cr***
	Electrical Engineering in Wind and Solar Systems **Korvaa opintojakson BL40A2400 Sähköjärjestelmät tuuli- ja aurinkoenergiasovelluksissa 5 op** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen, Postdoctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Katja Hynynen
Aims	Upon completion of the course the student can -describe and identify electrotechnical components and system layouts in wind and solar power plants -dimension the electrotechnical components in wind /solar power plants -describe and analyse the control systems of wind/solar power plants -describe and analyse the grid connection requirements of wind/solar power plants -analyse and simulate the interaction between the grid and wind/solar power plant in different abnormal situation
Content	Drive train technologies in wind power systems; Permanent magnet synchronous generator drive train, double-fed induction generator drive train.,Electrical conversion in PV-solar power, system topologies and power electronics solutions in small and utility scale PV-solar plants. Control of wind power plant, control of solar power plant, technical requirements in grid connection, Voltage and reactive power control in wind/solar power plants, electrical protection of wind /solar power plants. Grid codes, other international regulations and standards in wind and solar power systems. Introduction to grid connection modeling softwares.
Modes of Study	Lectures 28 h, exersices 28 h, harjoitustyö, tentti, assignments, examination.
Evaluation	0-5, examination 50 %, assignment 50 %
Study materials	Material handed out in class.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A2600	***TUULI- JA AURINKOVOIMATEKNOLOGIA JA LIIKETOIMINTA*** ***5 op***
	Wind power and solar energy technology and business **Korvaa opintojakson BL20A1200 Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta**

Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Olli Pyrhönen, tutkijatohtori, TkT Katja Hynynen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - mallintaa pääpiirteissään kokonaisprosessin tuulen liike-energiasta tuotantoyhtiön liikevaihdoksi, - nimetä ja kuvata keskeiset tuulivoimaan liittyvät teknologiat, liiketaloudelliset periaatteet, ympäristökysymykset, energiapolitiikan ja niiden kehitystrendit, - kuvata tuulivoiman ja sähköverkon keskinäisvaikutukset - esittää aurinkovoimaan liittyvät teknologiat, - kuvata aurinkokennojen perustoimintaperiaatteen - arvioida PV-aurinkovoimaloiden suorituskyvyn ja taloudellisen kannattavuuden.
Sisältö	Ydinaines; prosessimallinnus tuulen liike-energiasta liikevaihdoksi sekä auringon säteilytehosta liikevaihdoksi tai omakäyttötehoksi Täydentävä tieto; tuulivoimalan peruskomponentit (turbiini, vaihteisto, generaattori, tehoelektroniikka, torni), tuulivoiman ympäristövaikutukset, tuulipuiston suunnittelu, tuulivoiman verkkovaikutukset, tuulivoiman taloudellinen kannattavuus eri olosuhteissa, tuuliolot Suomessa. Aurinkoenergiateknologiat, aurinkokennojen toimintaperiaate, PV-aurinkovoimalan rakenne.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, 4. periodi. Kotitehtäviä sisältäen erilaisia teknisiä ja taloudellisia laskutehtäviä. Tentti. Luennolla ohjataan aihepiirin keskeisiin oppimistavoitteisiin. Opintojakson menestyksekäs suorittaminen edellyttää aktiivista itsenäistä työskentelyä.
Arvostelu	0–5, tentti 60 %, kotitehtävät 40%.
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali. Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A2700	***SYSTEM ENGINEERING PROJECT WORK 6 ECTS cr***
	System Engineering Project Work **Korvaa opintojakson BL40A0901 Sulautettujen järjestelmien seminaarikurssi**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen, Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola, Associate professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Lindh
Aims	The students will analyse and design a selected electrical energy conversion system in the field of industrial electrical drives, renewable energy conversion or motion control system. The topics are linked to on-going research project or industrial co-operation in the mentioned fields. The project work includes several partly alternative system engineering tasks, like project planning, preliminary system design, dynamic modeling and simulation, component dimensioning, electrical dimensioning, control design, automation design, control software design and project documentation. The tasks are project dependent and will be defined in the project plan.
Content	Introduction to system engineering approach in technical projects. Project documentation, different tasks in project work, project planning and implementation, example projects, execution of system engineering tasks, project documentation and presentation. The main relust of the project work is technical project documentation including overall description and the results of agreed system engineering tasks.
Modes of Study	Introductory lecture, independent group working (3-5 students in one group), individual tasks within the group work, project group meetings with supervisors, writing project documentation, project presentation and demonstration. The project work topics will be defined in detail at the beginning of the course.

Evaluation	0–5, Project work designs, documentation and presentation.
Study materials	Material handed out in class.
Prerequisites	Majority of the M.Sc. (El.Eng.) studies should be executed before participation.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A2800	***ELECTRICAL MOTION CONTROL SYSTEMS 6 ECTS cr***
	Electrical Motion Control Systems **Korvaa opintojakson BL40A1401 Automaation laite- ja järjestelmätekniikka**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Associate professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Lindh
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - apply automation and digital control theory to control of mechatronic systems, - apply kinematics in order to model mechanics, - simulate mechatronic systems, - use PLC technology and fieldbuses in mechatronics, - use the analog and digital communication techniques used in automation, - construct controllers for position control and trajectory tracking, - construct observers and self-tuning controllers, - construct dynamical system models based on tests and measurements, - select a proper controller structure and - work in group solving automation and control problems.
Content	Basics of robot kinematics and dynamics, state-space models of mechanics, lumped models, interconnections of mechanics models, identification and parameter estimation, dynamic system models based on tests and measurements. Co-simulation of electric drives and mechanics, digital motion control.
Modes of Study	Lectures 14 h, exercises 14 h, 3rd period. Lectures 14 h, exercises 14 h, project work, laboratory excercises, 4th period. Self-contained work: project work 35 h, laboratory exercises 12 h, preparation to examination 40 h, examination 3 h. Examination.
Evaluation	0–5, examination 100 %. Satisfactorily completed project work required.
Prerequisites	BL40A0110 Measurement and Automation Technology, Introduction.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL40A2900	***SÄHKÖENERGIAN MUUNNOSJÄRJESTELMIEN SYSTEEMITEKNIIKAN ERIKOISTYÖ 6 - 30 op***
	Special Work on System Engineering in Electrical Energy Conversion Systems **Korvaa opintojakson BL40A2100 Viestintäelektroniikan erikoistyö**
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4
Opettaja(t)	professori, TkT Jero Ahola, professori, TkT Olli Pyrhönen
Tavoitteet	Opintojaksolla toteutetaan ja dokumentoidaan sähköenergiamuunnosjärjestelmiin liittyvä projekti. Projektin aihe voi liittyä esimerkisi energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan tai liikkeenohjaukseen. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa itsenäisesti suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida pienimuotoisia projekteja. Opintopisteet sovitaan suoritettavan projektin laajuuden perusteella. Sovittaessa jatko-opintojen ohjaajan kanssa kurssi on jatko-opintokelpoinen.
Sisältö	Määräytyy projektikohtaisesti.

Suoritustavat	Itsenäistä projektityöskentelyä, 1.–4. periodi.
Arvostelu	0–5, 100 % projektiraportin perusteella.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL40A3000	***WIND POWER AND SOLAR ENERGY TECHNOLOGY AND BUSINESS*** ***5 ECTS cr***
	Wind Power and Solar Energy Technology and Business
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen, Postdoctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Katja Hynynen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Olli Pyrhönen
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - model the process from wind energy into company turnover at the principle level, - model the process from solar radioation into company turnover or to electricity production in private household - identify and describe the key technologies related to wind power, the core business principles, environmental issues, energy policy and their development trends, - describe the mutual effects of wind power and electric power systems and - identify and describe the technologies related to solar power.
Content	Core content; process modelling from kinetic energy of wind to company turnover Complementary knowledge; basic components of a wind power plant (turbine, gearbox, generator, power electronics, power electronics, tower), environmental effects of wind power, wind park planning, grid effects of wind power, economic feasibility of wind power under different circumstances, wind conditions in Finland. Solar energy technologies, Functional principle of solar panels, PV solar power plant structure.
Modes of Study	Individual work. Weekly homework in Moodle consisting of various technical and economic calculation problems. Examination.
Evaluation	0-5, examination 60%, homework 40%.
Study materials	Lecture notes available in Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL50A0010	***ELEKTRONIIKAN PERUSTEET A*** ***5 op***
	Basic Electronics A **Yhteinen kurssi luentojen ja verkkotehtävien osalta BL50A0020 Elektroniiikan perusteet B kanssa 2. periodin ajan.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 2-3
Opettaja(t)	TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tunnistaa keskeiset elektroniikan passiiviset ja aktiiviset komponentit ja luetella niiden käyttökohteita, - selittää analogisen ja digitaalisen elektroniikan keskeiset erot, - määritellä vahvistuksen ja suodatuksen käsitteet, - selittää ideaalisen diodin fysikaalisen rakenteen ja toiminnan pääpiirteittäin, - kuvailla transistorin toiminnan ja tärkeimmät käyttösovellukset, - kertoa loogisen porttipiirin toimintaperiaatteen ja luetella yleisimmät loogiset funktiot, - tunnistaa keskeiset elektroniikkalaitteen valmistukseen liittyvät työvaiheet ja materiaalit, - tehdä laskelmia yksinkertaisissa elektroniikan piireissä Ohmin ja Kirchhoffin

	jännite- ja virtalakia sekä sähkötehon määritelmää soveltaen, - suorittaa yksinkertaisen transistorivahvistimen DC- ja AC-analyysin sekä - tehdä elektroniikan prototyyppirakentamiseen liittyviä perusmittauksia.
Sisältö	Analogiset ja digitaaliset signaalit, vastukset, kondensaattorit ja kelat, suodatus, vahvistus, puolijohteet, diodi ja transistori, digitaalisen logiikan alkeet, johdanto elektroniikan valmistustekniikkaan, transistorivahvistimen DC- ja AC-analyysin perusteet.
Suoritustavat	Verkkotehtävät, luennot ja ryhmätehtävät 28 h, verkkotentti. Itsenäisen työn osuus 100 h.
Arvostelu	0–5. Verkkotehtävät ja ryhmätehtävät 60 %, verkkotentti 40 %.
Oppimateriaalit	Moodle-materiaali, lisämateriaalina Neil Storey: Electronics: A Systems Approach
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0020 ELEKTRONIIKAN PERUSTEET B 3 op

Basic Electronics B

Yhteinen kurssi luentojen ja verkkotehtävien osalta BL50A0010 Elektroniiikan perusteet A kanssa 2. periodin ajan.

Ajankohta	TkK 1, periodi 2
Opettaja(t)	TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tunnistaa keskeiset elektroniikan passiiviset ja aktiiviset komponentit ja luetella niiden käyttökohteita, - selittää analogisen ja digitaalisen elektroniikan keskeiset erot, - määritellä vahvistuksen ja suodatuksen käsitteet, - selittää ideaalisen diodin fysikaalisen rakenteen ja toiminnan pääpiirteittäin, - kuvailla transistorin toiminnan ja tärkeimmät käyttösovellukset ja keskustella transistorin ja integroitujen piirien kehityksen merkityksestä nyky-yhteiskunnalle, - kertoa loogisen porttipiirin toimintaperiaatteen ja luetella yleisimmät loogiset funktiot, - tunnistaa keskeiset elektroniikkalaitteen valmistukseen liittyvät työvaiheet ja materiaalit ja - tehdä laskelmia yksinkertaisissa elektroniikan piireissä Ohmin ja Kirchhoffin jännite- ja virtalakia sekä sähkötehon määritelmää soveltaen.
Sisältö	Analogiset ja digitaaliset signaalit, vastukset, kondensaattorit ja kelat, suodatus, vahvistus, puolijohteet, diodi ja transistori, digitaalisen logiikan alkeet, johdanto elektroniikan valmistustekniikkaan.
Suoritustavat	Verkkotehtävät, luennot 14 h, verkkotentti. Itsenäisen työn osuus 64 h.
Arvostelu	0–5. Verkkotehtävät 50 %, verkkotentti 50 %.
Oppimateriaalit	Moodle-materiaali, lisämateriaalina Neil Storey: Electronics: A Systems Approach.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0100 ANALOGIATEKNIIKKA 5 op

Basic Analog Electronics

Kurssin voi suorittaa vain osallistumalla ryhmässä suoritettaviin oppimistehtäviin.

Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

	- soveltaa ja tulkita siirtofunktiota, askelvastetta, Bode-diagrammia ja napa-nolla-kuvaajaa lineaarisen, dynaamisen järjestelmän analyysissä ja suunnittelussa vähintään 1. kl-järjestelmässä - selittää ideaalisen operaatiovahvistimen toiminnan ja tärkeimmät peruskytkennät ja toteuttaa ja analysoida ideaaliseen operaatiovahvistimeen perustuvia yksinkertaisia kytkentöjä, - selittää negatiivisen ja positiivisen takaisinkytkennän keskeiset vaikutukset vahvistinkytkennöissä ja - suunnitella vähintään 2 kl. passiivisen tai aktiivisen suotimen ja tietää keskeiset lineaarisen suodinsuunnittelun menetelmät.
Sisältö	Analogisiin elektroniikan komponentteihin perustuvien piirien ja laitteiden keskeiset teoreettiset suunnittelu- ja analysointimenetelmät. Järjestelmien yksinkertaistaminen mm. lohkokaavioilla, dynaaminen mallintaminen, siirtofunktiot, Laplace- ja Fourier-muunnosten sovellukset piirianalyysissä, taajuusanalyysi, vahvistinanalyysin perusteet ja takaisinkytkentä, operaatiovahvistimen perusteet, johdanto suodatinsuunnitteluun.
Suoritustavat	Luentoja, harjoituksia ja laboratoriotöitä ryhmissä 56 h, 3.-4. periodi. Jatkuva arviointi. Moodle. Itsenäisen työn osuus 40 h.
Arvostelu	0–5, jatkuva arviointi.
Oppimateriaalit	Verkkomateriaali, Sedra/Smith: Microelectronic Circuits.
Edellytykset	BL50A0010 Elektroniikan perusteet A tai BL50A0020 Elektroniikan perusteet B kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0200	***EMC*** ***2 op***
	Introduction to EMC **Voidaan suorittaa osallistumalla ryhmätyöhön 1. periodin ajan tai vaihtoehtoisesti kirjatenttinä, tentti englanniksi.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 1
Opettaja(t)	TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tunnistaa sähkömagneettisten häiriöiden kytkeytymistavat ja tehdä tärkeimmät toimenpiteet häiriöiden pienentämiseksi, - kuvata sähköisten komponenttien epäideaalisuuksien ja sähkömagneettisten häiriöiden keskeiset vaikutukset laitteiden toimintaan, - nimetä ja kuvata sähkö- ja elektroniikkalaitteille sekä asennuksille asetetut käytännölliset ja lakisääteiset EMC-vaatimukset ja - kuvata staattisen varauksen syntymekanismit ja tärkeimmät suojautumistoimenpiteet herkkien elektroniikkalaitteiden ja -komponenttien käsittelyssä.
Sisältö	Sähkömagneettisen yhteensopivuuden eli EMC:n peruskäsitteistö, häiriöiden kytkeytyminen johtumalla, kapasitiivisesti, induktiivisesti ja radioteitse, häiriöiltä suojautuminen, piirikomponenttien epäideaalisuudet, sähköstaattinen purkaus (ESD), EMC ja viranomaismääräykset.
Suoritustavat	Luentoja ja ryhmässä ratkaistavia tehtäviä 21 h, 1. periodi (tai tentti). Itsenäisen työn osuus 30 h.
Arvostelu	Jatkuva arvionti 100 % tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Verkkomateriaali, H.W. Ott: Noise Reduction Techniques in Electronic Circuits.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0300	RF-TEKNIIKAN PERUSTEET 2 op
	An Introduction to RF and Microwave Circuits
Ajankohta	TkK 3, periodi 1
Opettaja(t)	TkT Juho Tyster Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Pertti Silventoinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa siirtolinjateoriaa käytäntöön: analysoida aaltojen käyttäytymistä väliaineessa sekä siirtolinjalla sekä ratkaista siirtolinjateorian avulla yksinkertaisia suunnittelutehtäviä, - soveltaa tietämystään sähkömagneettisen aallon käyttäytymisestä, - käsitellä passiivisia komponentteja ja siirtolinjoja Smithin kartalla sekä tehdä yksinkertaisen L-sovitteen kuorman ja siirtolinjan välille ja - käyttää yksinkertaisia antenneihin liittyviä lausekkeita sekä ratkaista mm. antennin vastaanottaman tehon.
Sisältö	Johdatus radiotekniikkaan ja radioaaltoihin, siirtolinjateorian perusteet, S-parametrien esittely, katsaus RF-tekniikan peruskomponentteihin, radioaaltojen eteneminen sekä antenniteoria ja antennit.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 12 h, 1. periodi. Tentti.
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	D. M. Pozar: Microwave engineering, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-64451-X.
Edellytykset	BL30A0300 Sähkömagnetismi
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0502	ELEKTRONIIKAN LABORATORIOTYÖT 1 3 - 6 op
	Electronics, Laboratory Course 1
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4
Opettaja(t)	N.N. Vastuuhenkilö(t): TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa muiden opintojaksojen teoriatietoa käytännön elektroniikkasuunnittelussa, ongelmaratkaisussa ja prototyyppirakentamisessa, - käyttää yleismittareita, oskilloskooppeja, signaaligeneraattoreita, teholähteitä ja muita opetuslaboratoriomme mittalaitteita, - analysoida kytkentöjen toimintaa mittauksien perusteella ja - tuottaa teknistieteellisen raportin suunnittelutöistä, mitoituksista ja mittauksista.
Sisältö	Elektroniikan laboratoriotyöskentely ja prototyyppitestaus, perusmittalaitteiden käyttö. Elektroniikkasuunnittelun perusteet, elektroniikan testaussuunnittelu, vianhaku, käsinjuottaminen, elektroniikkapiirien simuloinnin perusteet.
Suoritustavat	Laboratoriotyöskentelyä ja raportointeja, 1.–4. periodi. Itsenäisen työn osuus 80-160 h.
Arvostelu	1–5. Laboratoriotyöskentely ja raportit 100 %.
Oppimateriaalit	Verkkomateriaali Moodlessa, opintojaksolla ilmoitettava materiaali.
Edellytykset	BL50A0010 Elektroniikan perusteet A tai BL50A0020 Elektroniikan perusteet B vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0600	***ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY IN POWER ELECTRONICS*** ***2 ECTS cr***
	Electromagnetic compatibility in power electronics
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1
Teacher(s)	D.Sc. (Tech.) Juho Tyster, D.Sc. (Tech.) Juhamatti Korhonen, Professor, D.Sc. (Tech.) Pertti Silventoinen
Aims	Upon completion of the course the student will be able to - describe the coupling mechanisms of electromagnetic interferences in power electronics, - name the most significant sources of electromagnetic emissions in power electronic systems, - recognize and be aware of cable reflection in electrical drives and - list the suitable filter types for common mode filtering, du/dt filtering and harmonics filtering. The course can also be included in post-graduate studies.
Content	Power electronics as an interference source, network harmonics, reflection phenomena of cables, conductive RF interference, interference radiation of power electronics, filtering techniques of conductive interferences.
Modes of Study	14 h of lectures, 1st period. Written examination. Independent work 40 hours.
Evaluation	0–5, written examination 100 %.
Study materials	Moodle.
Prerequisites	Recommended: Basic knowledge of electromagnetism and electromagnetic fields.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BL50A0801	***LAITE- JA JÄRJESTELMÄSUUNNITTELU*** ***6 op***
	Electronic Equipment and Systems Design
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - laatia elektroniikkalaitteen tai järjestelmän vaatimusmäärittelyt, - soveltaa aiemmissa opintojaksoissa hankittuja elektroniikan suunnitteluvalmiuksia prototyyppisuunnitteluun, - tunnistaa keskeisimmät prototyyppisuunnittelun ja tuotannollisen laitteen suunnittelun väliset erot ja ottaa ne huomioon laitesuunnittelussa ja - soveltaa hankkimiaan suunnitteluvalmiuksia aina piiritasolta kokonaisiin laitteisiin ja järjestelmiin.
Sisältö	Prototyyppisuunnittelu. Tuotannollisten vaatimusten huomioiminen. Laajojen järjestelmien spesifiointi, suunnittelu ja toteuttaminen. Testaussuunnitelmien laatiminen. Opiskelijoiden pitämiä seminaariesitelmiä vuosittain vaihtuvasta aihepiiristä. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 14 h, 3. periodi. Seminaariesitelmiä 14 h, 4. periodi. Harjoitus- ja seminaarityöt. Tentti. Itsenäisen työn osuus 80 tuntia.
Arvostelu	0–5, harjoitustyöt ja esitelmät 80 %, tentti 20 %. Suoritusvaatimuksena hyväksytty harjoitus- ja seminaarityö sekä tentti.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A0900	***ANALOGIASIGNAALIN KÄSITTELY 6 op***
	Analog Signal Processing
Ajankohta	DI 1-2, periodi 3-4
Opettaja(t)	TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - selittää modulaation ja demodulaation toimintaperiaatteet ja tärkeimmät käyttökohteet signaalinkäsittelyssä, - mitoittaa analogisen modulaattorin, - suunnitella ja sovittaa linjaohjaimen kaapelisiirtolinjaan (< 1 GHz) ja - toimia osana suunnitteluryhmää projektimaisessa elektroniikan tuotekehityksessä.
Sisältö	Signaalianalyysi analogisissa ja ana/digi-järjestelmissä. Analogiset AM-, FM-, PM, Sigma-Delta modulaatiot sekä näiden tärkeimmät yhdistelmät digitaalisessa modulaatiossa. Siirtolinjateoria käytönnön kaapeloinnissa, ominaisimpedanssi ja siirtolinjan mittaaminen, sovitus, linjaohjaimen käyttö ja siirtotien päättäminen alle 1GHz sovelluksissa. Kurssin opetuksessa pääpaino on kurssin aihepiiriin liittyvän elektronisen järjestelmän suunnittelussa ja käytännön toteutuksessa. Harjoitustyön yhteydessä harjoitellaan myös ryhmädynamiikkaa ja projektinhallintaa.
Suoritustavat	Luentoja, harjoituksia ja laboratoriotöitä 56 h, 3.–4. periodi. Projektityö. Itsenäisen työn osuus 130 h.
Arvostelu	0–5, Projekti ja dokumentointi, oma osuus projektissa, vertais- ja itsearviointi.
Oppimateriaalit	Luennoilla ilmoitettava materiaali. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BL50A1400 Analogiaelektroniikka.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A1200	***SOVELLETUN ELEKTRONIIKAN ERIKOISTYÖ 6 op***
	Applied Electronics Project Work **Kurssille ilmoittaudutaan suoraan kurssin opettajalle, jonka kanssa sovitaan erikoistyön tarkempi sisältö.**
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - viedä itsenäisesti läpi laajahkon elektroniikkaprojektin, mikä sisältää tiedonhankinnan, piirin suunnittelun, simuloinnin, testauksen sekä dokumentoinnin. Tavoitteena kurssissa on myös projektikohtaisen erityisosaamisen karttuminen.
Sisältö	Tiedonhankinta, projektin suunnittelu, testaussuunnittelu. Prototyyppiprojektin läpivienti.Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Itsenäisesti tehtävä, laaja projektityö. Itsenäisen työn osuus 156 tuntia.
Arvostelu	0–5, projektityö 100 %.
Edellytykset	Suositellaan BL50A0801 Laite- ja järjestelmäsuunnittelu suorittamista ennen tälle kurssille osallistumista.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A1300	*ADVANCED COURSE IN ELECTRONICS*	*6 ECTS cr*
	Advanced Course in Electronics	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Pertti Silventoinen, Professor, D.Sc. (Tech.) Jero Ahola	
Aims	The student prepares a seminar presentation on a new topic in electronics. Upon completion of the course the student will be able to - demonstrate in-depth knowledge of a new topic in electronics. The course is suitable also for postgraduate studies.	
Content	The course contents are subject related and will be specified during the introductory lectures.	
Modes of Study	2h of introductory lectures 2 h, 12 h of seminar presentations, 3rd period. 14 h of seminar presentations, 4th period. No written examination. Independent work 134 hours.	
Evaluation	0–5, seminar presentation 100 %.	
Study materials	The material will be specified in the introductory lecture.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BL50A1400	*ANALOGIAELEKTRONIIKKA*	*6 op*
	Analog Electronics	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - nimetä analogiaelektroniikan keskeisimmät puolijohdekomponentit ja kuvata niiden toimintaperiaatteet, - mitoittaa transistorivahvistimien biasointikytkennän, - soveltaa piensignaalimalleja transistorivahvistimien analyysiin sekä moniasteisten vahvistimien vahvistuksen laskemiseen, - tunnistaa operaatiovahvistimen keskeisimmät epäideaalisuudet ja niiden vaikutukset vahvistinsuunnittelussa ja - ratkaista yksinkertaisen elektroniikkapiirin termisen mitoitustehtävän.	
Sisältö	Elektroniikan peruskomponentit, diodit, transistorit, integroidut piirit. Differentiaali-, operaatio- ja instrumentointivahvistimet. Moniasteiset vahvistimet ja takaisinkytkennät. Tehovahvistimet. Oskillaattorit. Analogiset erikoispiirit.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi Harjoituksia 14 h, laboratoriotyöskentelyä 7 h, 2. periodi Laboratorio- ja harjoitustöitä 42 h. Tentti. Itsenäisen työn osuus 120 tuntia.	
Arvostelu	0–5, tentti, harjoitustyöt ja laskuharjoitukset.	
Edellytykset	Suositellaan BL50A0100 Analogiatekniikka.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BL50A1500	*TEHOLÄHDETEKNIIKAN PROJEKTITYÖ*	*6 op*
	Power Electronics Project	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Pertti Silventoinen, TkT Mikko Kuisma ja TkT Juha-Pekka Ström Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Pertti Silventoinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa käytäntöön tehoelektroniikan kursseilla hankittua osaamistaan, - suunnitella tehoelektroniikkalaitteen tai jonkin rajatun osakokonaisuuden tehoelektroniikkalaitteesta, joka toteuttaa ennalta annetut vaatimukset,	

	- työskennellä tehoelektroniikan tuotekehitystiimissä, - asemoida oman tekemisensä osana tuoteprojektia ja - kommunikoida projektiin liittyvistä seikoista muiden ryhmän jäsenten kanssa.
Sisältö	Tehoelektroniikkakomponenttien käytännön ominaisuudet. Hilaohjaustekniikat, takaisinkytkentämittaukset ja mittaussignaalien käsittely. Tehoelektroniikkalaitteen terminen mitoitus käytännössä. Sulautetun ohjauksen toteuttaminen tehoelektroniikkalaitteeseen. Tehoelektroniikkalaitteen häiriösuojauksen käytännön toteutus.Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Tehoelektroniikkalaiteprojektin toteuttaminen isossa ryhmässä. Itsenäisen työn osuus 162 tuntia.
Arvostelu	0–5, projektityö ja sen raportit.
Edellytykset	Suositellaan BL50A0801 Laite- ja järjestelmäsuunnittelu.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BL50A1600	***ELEKTRONIIKAN LABORATORIOTYÖT 2 3 - 6 op***
	Electronics, Laboratory Course 2
Ajankohta	DI 1-2
Opettaja(t)	N.N. Vastuuhenkilö(t): TkT Mikko Kuisma
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - soveltaa muiden opintojaksojen teoriatietoa käytännön elektroniikkasuunnittelussa, ongelmaratkaisussa ja prototyyppirakentamisessa, - käyttää yleismittareita, oskilloskooppeja, signaaligeneraattoreita, teholähteitä ja muita opetuslaboratoriomme mittalaitteita, - analysoida kytkentöjen toimintaa mittauksien perusteella ja - tuottaa teknistieteellisen raportin suunnittelutöistä, mitoituksista ja mittauksista.
Sisältö	Elektroniikan laboratoriotyöskentely ja prototyyppitestaus, mittalaitteiden käyttö. Elektroniikkasuunnittelun perusteet, elektroniikan testaussuunnittelu, vianhaku, käsinjuottaminen, elektroniikkapiirien simulointi.
Suoritustavat	Laboratoriotyöskentelyä ja raportointeja, 1.–4. periodi. Itsenäisen työn osuus 80 -160 h.
Arvostelu	1–5. Laboratoriotyöskentely ja raportit 100 %.
Oppimateriaalit	Verkkomateriaali Moodlessa, opintojaksolla ilmoitettava materiaali.
Edellytykset	BL50A0502 Elektroniikan laboratoriotyöt 1
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

4.1.3 Ympäristötekniikka

Tavoitteet

Tavoitteena on kouluttaa oman alansa huippuosaajia yritysmaailman ja julkishallinnon tarpeisiin. Ympäristötekniikan diplomi-insinöörillä on valmiudet työskennellä ja toimia asiantuntija-, kehittämis- ja johtotehtävissä niin monitieteisessä kuin monikulttuurisessakin ympäristössä. Ympäristötekniikan diplomi-insinöörillä on myös hyvät valmiudet jatko-opintoihin. Ympäristötekniikan pääpainopistealueet ovat:

- Elinkaarimallintaminen, *professori Risto Soukka*
  - tarjoaa kattavat tiedot:
    - ympäristövaikutusten tarkastelusta
    - elinkaariarvioinnin työvälineiden soveltamisesta
    - ympäristömyötäisestä tuotesuunnittelusta
    - taloudellisten vaikutusten tarkastelusta
    - elinkaaritiedon hallinnasta

- Jätehuoltojärjestelmät, *professori Mika Horttanainen*
  - tarjoaa kattavat tiedot:
    - jätehuoltojärjestelmistä
    - sivuaineiden hyödyntämisestä energiana
    - sivuaineiden hyödyntämisestä materiaalina
    - kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten päästöjen puhdistus- ja käsittelymenetelmistä

- Ympäristöjohtaminen, *professori Lassi Linnanen*
  - tarjoaa kattavat tiedot:
    - kestävän kehityksen vaikutuksesta liiketoimintaan
    - ympäristöasioiden yhdistämisestä yrityksen päätöksentekoon
    - yritysvastuun kehittämisen menetelmistä
    - ympäristö- ja yhteiskuntavastuullisesta liiketoiminnasta
    - tuottajavastuusta ja päästökaupasta
    - yrityksen toiminnan kannalta keskeisestä lainsäädännöstä

- Vihreä kemia, *professori Mika Sillanpää*
  - tarjoaa kattavat tiedot:
    - vihreän kemian soveltamisesta teollisuudessa
    - ympäristökemiasta
    - kemiallisesta ympäristötekniikasta
    - teollisuus- ja ympäristöanalytiikasta

Ammatilliset tehtäväalueet

Kaikessa ihmisen toiminnassa tulisi säästää luonnonvaroja, tietää ympäristön sietokyvyn rajat ja tuntea erilaiset ympäristövaikutukset. Kokonaisuudessaan ympäristönäkökohdat muodostavat laajan asiakokonaisuuden ja ympäristöasioiden hallinta on arkipäivää kaikilla eri tuotannon ja palveluiden aloilla. Työtehtävien osalta ympäristötekniikan tehtäväkenttä on monipuolinen ja haasteellinen – tekniikka kehittyy ja uusia innovaatioita syntyy jatkuvasti.

Ympäristötekniikan koulutus tarjoaa mahdollisuuden hakeutua hyvin monipuolisiin tehtäviin eri teollisuuden aloille ja yhteiskunnan palvelukseen. Koulutus tarjoaa mahdollisuuden kehittyä ympäristöalan asiantuntijaksi, jonka osaamisen laaja-alaisuus täydentyy suunnitelluilla ja harkituilla sivuainevalinnoilla.

Alle on listattu joitakin esimerkkejä ympäristötekniikan diplomi-insinöörin tehtävistä ja työnimikkeistä.

Asiantuntijatehtävät:	ympäristöasiantuntija, teknologia-asiantuntija, elinkaarikonsultti, ekotehokkuuskonsultti

Suunnittelu- ja tuotekehitystehtävät:	suunnitteluinsinööri, tuotekehitysinsinööri, projekti-suunnittelija
Tuotanto- ja käyttötehtävät:	ympäristöinsinööri, projekti-insinööri, projektipäällikkö
Johtotehtävät:	ympäristöpäällikkö, toimialajohtaja, toimitusjohtaja, energia- ja ympäristöjohtaja, kehitysjohtaja
Myynti- ja markkinointitehtävät:	myyntipäällikkö, tuotepäällikkö
Tutkimus- ja opetustehtävät:	nuorempi tutkija, tutkija, tutkijaopettaja, tutkimuspäällikkö, lehtori
Viranomais- ja järjestötehtävät:	ylitarkastaja, ympäristötarkastaja, ilmastovastaava

Tutkintojen rakenteet

Ympäristötekniikassa suoritetaan ensin alempana korkeakoulututkintona kolmevuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto ja ylempänä korkeakoulututkintona kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto. Tekniikan kandidaatin tutkinnon laajuus on 180 opintopistettä ja diplomi-insinöörin tutkinnon laajuus 120 opintopistettä.

Kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkintojen pääaineena on Ympäristötekniikka. Pääaineopinnoissa hankkimaansa osaamista opiskelija täydentää valitsemillaan sivuaineopinnoilla. Ympäristötekniikan opiskelijoille suunnatut sivuaineet on esitelty oppaassa jäljempänä.

Tutkinnot muodostuvat yleisopinnoista, pää- ja sivuaineopinnoista, harjoittelusta, valinnaisista opinnoista ja opinnäytetyöstä oheisen taulukon mukaisesti:

<table>
<tr><th colspan="2">TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP (1.–3. vuosi)</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot yht. 104 op
- Yleiset teknistieteelliset valmiudet 68 op
- Ympäristötekniikan yleiset valmiudet 36 op</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine 41 op
Ympäristötekniikka
(sis. Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari 10 op)</td><td>C. Sivuaine 21-23 op</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 12-14 op</td></tr>
<tr><th colspan="2">DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP (4.–5. vuosi)</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot 20 op</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine 62 op
Ympäristötekniikka
(sis. Diplomityö ja seminaari 30 op)</td><td>C. Sivuaine 20-23 op</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 15-18 op</td></tr>
</table>

Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op)

Tekniikan kandidaatin tutkintoon johtava opiskelu ympäristötekniikassa aloitetaan kaikille yhteisillä yleisopinnoilla. Yleisopinnoissa opiskelija hankkii pää- ja sivuaineopinnoissa tarvittavat matemaattis-luonnontieteelliset ja yleiset valmiudet. Yleisopinnot sisältävät mm. matematiikkaa, fysiikkaa, kieli- ja viestintäopintoja, harjoittelua sekä opintojaksoja, jotka ovat pohjana pää- ja sivuaineopintojen suorittamiselle.

Yleisopintoihin kuuluu energia- ja kemiantekniikan perusopintojen lisäksi sähkö-, kone- ja tietotekniikan sekä yritystalouden perusteita. Nämä opinnot tukevat pääaineopintoja, joissa opiskelija syventyy ympäristötekniikan laaja-alaiseen kenttään.

Tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy yleis-, pää- ja sivuaineopintojen lisäksi myös valinnaisia opintoja.

Tutkinnon osaamistavoitteet

Ympäristötekniikan kandidaatti osaa
- määritellä ympäristötekniikan osa-alueen, sen peruskäsitteistön, keskeiset käytettävissä olevat menetelmät ja niihin liittyvät teoriat
- tunnistaa erilaiset päästöt ja niiden lähteet sekä nimetä ja selittää tekniikoita, joilla erilaisia päästöjä voidaan puhdistaa
- keskustella ympäristötekniikan merkityksestä, mahdollisuuksista, haasteista ja tulevaisuuden kuvista myös muiden alojen asiantuntijoiden kanssa
- seurata ja tulkita ajantasaista lainsäädäntöä ja itsenäisesti hyödyntää ja käyttää oikeudellista, ympäristöasioihin liittyvää viranomaisnormistoa käytännön työelämässä
- työskennellä projekteissa ja eri alojen asiantuntijoista koostuvissa ryhmissä
- raportoida (mm. yrityksen ympäristö- ja yhteiskuntavastuuasioista) omalla äidinkielellään ja englannin kielellä
- hankkia ja jäsentää ympäristöalaan liittyvää tieteellistä tietoa ja kykenee lähdekritiikkiin

Lisäksi ympäristötekniikan kandidaatti osaa selittää elinkaariarvioinnin kulun pääpiirteittäin sekä erilaisten tuotanto- ja palveluprosessien perusperiaatteet.

Ympäristötekniikan kandidaatti osaa nimetä erilaisia kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten päästöjen lähteitä ja selittää päästöjen syntymekanismeja, käyttäytymistä ilmakehässä sekä niiden vaikutuksia. Hän osaa nimetä tavallisimmat päästöjenmittausmenetelmät ja –laitteet ja käyttää niitä ympäristömittauksia koskevien standardien mukaisesti. Ympäristötekniikan kandidaatti osaa lisäksi laskennallisesti määrittää ympäristöön vapautuvien päästöjen pitoisuuksia.

Ympäristötekniikan kandidaatti osaa selittää, mitä kestävä kehitys tarkoittaa liiketoiminnassa ja tunnistaa yritysten keskeiset sidosryhmät sekä arvioida niiden merkityksen. Hän osaa myös käyttää ja vertailla ekotehokkuuden eri mittareita sekä tehdä hiilijalanjälkilaskelmia. Ympäristötekniikan kandidaatti osaa nimetä käytössä olevat keskeisimmät ympäristömerkit ja –järjestelmät ja selittää syyt niiden käytölle.

Pääaine

Kaikki ympäristötekniikan opiskelijat suorittavat tekniikan kandidaatin tutkinnon **Ympäristötekniikan pääaineessa.** Pääaine tarjoaa alan teoreettiset ja käytännön perustiedot ja –taidot. Opinnot sisältävät alan tekniikan, johtamisen, juridiikan ja talouden perusteita. Opinnot luovat perustan diplomi-insinöörin tutkinnon pääaineopinnoille. Tekniikan kandidaatin tutkintoon kuuluu 10 opintopisteen laajuinen kandidaatintyö ja seminaari. Kandidaatintyö ja seminaari sisältyy pääainepintoihin.

Sivuaineet

Ympäristötekniikan **kandidaatin tutkinnon** sivuaineita ovat Energiatekniikka, LVI-talotekniikka, Vihreä kemia ja Ympäristö ja liiketoiminta. Kandidaatin tutkinnon sivuaineiden opintojaksot suositellaan suoritettavaksi 2. ja 3. vuosikurssilla.

Sivuaineen valinta kandidaatin tutkinnossa vaikuttaa myös DI-tutkinnon sivuainevalintaan:

Kandidaatin tutkinnon sivuaineet:	Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaineet:
Energiatekniikka →	Kestävä energiantuotanto
LVI-talotekniikka →	Kestävä yhdyskunta
Vihreä kemia →	Vihreä kemia
Ympäristö ja liiketoiminta →	Ympäristö ja liiketoiminta

Sivuaineen voi valita poikkeustapauksessa myös muiden koulutusohjelmien tarjonnasta, mikäli se on tutkintoon sopiva. Anomukseen tarvitaan koulutusohjelman johtajan hyväksyntä. Teknillisen

tiedekunnan koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet löytyvät kyseisen koulutusohjelman *Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille* –osuudesta. Muiden tiedekuntien tarjoamat sivuaineet löytyvät opinto-oppaan lopusta kohdasta *Muut sivuainekokonaisuudet*.

Opiskelija valitsee tekniikan kandidaatin tutkintonsa sivuaineen ensimmäisen opintovuoden keväällä (maaliskuussa). Valinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja.

Sivuainekokonaisuuksien osaamistavoitteet:

Energiatekniikka (Kandi) + Kestävä energiantuotanto (DI):

Sivuainekokonaisuuden suoritettuaan ympäristötekniikan opiskelija osaa

- soveltaa energiaosaamistaan erilaisten prosessien ja järjestelmien kehittämiseen (kuten esimerkiksi uusiutuvan energian tuotantoon, energiatehokkuuden kehittämiseen ja päästöjen hallintaan)
- muodostaa ja analysoida erilaisten prosessien ja järjestelmien energiataseet
- analysoida jäte- ja sivuainevirtojen potentiaalia energiahyötykäyttöön
- arvioida energiahuollon taloudellisuutta (energiamarkkinat ja päästökauppa)
- analysoida ja vertailla energiajärjestelmävaihtoehtojen ympäristövaikutuksia
- arvioida ja kehittää prosessien energiatehokkuutta

LVI-talotekniikka (Kandi) + Kestävä yhdyskunta (DI):

Sivuainekokonaisuuden suoritettuaan ympäristötekniikan opiskelija osaa

- arvioida järjestelmien (kuten vesi-, jätehuolto- ja energiaenergiajärjestelmien sekä asuinympäristön) muodostamia kokonaisuuksia
- määritellä ja arvioida järjestelmien raha-, massa ja energiavirtoja sekä käyttää mallintamisessa tarvittavia työkaluja
- tuottaa ja tulkita tuloksia talokohtaiseen ja alueelliseen energiasuunnitteluun liittyvää päätöksentekoa varten, sekä tehdä tarvittavia johtopäätöksiä ja osaa viestiä näistä sidosryhmien kanssa

Vihreä kemia (Kandi) + Vihreä kemia (DI):

Sivuainekokonaisuuden suoritettuaan opiskelija osaa

- käyttää ja soveltaa analyyttisen kemian perusmenetelmiä sekä valita menetelmän matriisin ja tutkittavien yhdisteiden perusteella
- käyttää teollisuuden eri osa-alueilla sekä ympäristön tilan seurannassa sovellettavia tekniikoita sekä menetelmiä (erityisesti instrumenttianalytiikan menetelmiä)
- tunnistaa teknillisen kemian teoreettiset perusteet
- vertailla ja arvioida prosessiteollisuudessa ja vesienkäsittelyssä käytettäviä menetelmiä hyödyntämällä vihreän kemian periaatteita
- soveltaa vihreän kemian periaatteita prosessiteollisuudessa sekä ympäristökemian yksikköoperaatioissa

Ympäristö ja liiketoiminta (Kandi) + Ympäristö ja liiketoiminta (DI):

Sivuainekokonaisuuden suoritettuaan opiskelija osaa

- kuvailla ja kertoa kuinka yritys toimii
- määritellä yrityksen arvoketjun (toimitusketjun, asiakkaat, ympäristövaikutukset)
- määritellä yrityksen erilaiset sidosryhmät ja osaa viestiä niiden kanssa
- arvioida ja vertailla tuotteiden ympäristövaikutuksia sekä mahdollisuuksia vaikuttaa niihin jo tuotekehitysvaiheessa
- kehittää ja johtaa yrityksen sisäisiä prosesseja ja strategioita

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafyn opettajatuutorit antavat neuvoja soveltuvista matematiikan ja

fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa koulutusohjelmassa.

Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:

- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa
- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö.

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista saa opinto-oppaan kohdasta ”Matematiikka ja fysiikka” sekä Mafyn opettajatuutoreilta: matematiikka: TkT Jouni Sampo, fysiikka: FK Jari Soininen

Kandidaatintyö ja seminaari (10 op)

Kandidaatintyö on tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnäytetyö. Työ on suppea tutkimus- tai suunnittelutehtävä, joka laajuudeltaan yhdessä seminaarin kanssa on 10 opintopistettä. Opiskelija tekee kandidaatintyön omana pääaineeseen liittyvänä opintojaksona ja työn ohjaa ja tarkastaa koulutusohjelman määräämä henkilö. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä työ itsenäisesti annettujen ohjeiden mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä suppean julkisen tutkielman. Kandidaatintyö arvostellaan arvosanoilla (0-5).

Lukuvuodesta 2012-2013 alkaen kandidaatintyön seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Tällöin opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on valmistuakseen kirjoitettava kypsyysnäyte. Kypsyysnäytteellä opiskelija osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Opiskelija kirjoittaa kypsyysnäytteen valvotusti ilman lähdeaineistoa Origon tenttiakvaariossa. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen tarkastavat kandidaatin tutkintoon kuuluvan opinnäytetyön ohjaaja LUT:ssa sekä yliopiston hyväksymä kielentarkastaja.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)lut.fi.

Ympäristötekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	104	op
B. Pääaine, sisältää kandidaatintyön	41	op
C. Sivuaine	21-23	op
D. Valinnaiset opinnot	12-14	op
Opinnot yhteensä	180 (väh.)	op

A. Yleisopinnot

Yleiset teknistieteelliset valmiudet (68 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH10A0900	Energiatekniikan laboratoriotyöt	TkK 2	3-4	6
BK20A1901	Teknisen piirustuksen perusteet	TkK 2	1-2	2
BL20A0900	Tiede, teknologia ja yhteiskunta	TkK 1-3	1-2	4
BM20A0000	Matematiikka SäEnKeA1	TkK 1	1	3
BM20A0200	Matematiikka SäEnKeA2	TkK 1	1-2	5
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	TkK 1	3	3
BM20A0600	Matematiikka SäEnKeB2	TkK 1	3-4	2
BM20A0800	Matematiikka SäEnKeB3	TkK 1	4	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	TkK 2	1	3
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	TkK 2	2	3
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	TkK 1	4	4
BM30A0111(*	Fysiikka, osa 1: Lämpöoppi	TkK 1	1-2	5

BM30A0121(*	Fysiikka, osa 2: Aaltoliike ja valo-oppi	TkK 1	2-3	4
BM30A0131(*	Fysiikka, osa 3: Sähköoppi	TkK 1	3-4	5
BM30A0210(*	Fysiikka L, osa 1	TkK 1	1-2	5
BM30A0220(*	Fysiikka L, osa 2	TkK 1	2	2
BM30A0230(*	Fysiikka L, osa 3	TkK 1	3-4	5
BM30A0240(*	Fysiikka L, osa 4	TkK 1	4	2
CS31A0210	Yritystalouden perusteet	TkK 1	3	3
FV10A 6op	Kieliopinnot	TkK 1-3		6
FV13A0150 (**	Svenska för teknologer	TkK 1	1,2,3,4,5	2
FV13A1200(**	Teknisk svenska	TkK 2-3	1, 2, 3, 4	2
FV18A2800	Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä	TkK 2	1-2, 3-4	3
BH60A3600	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	TkK 1-3		2

*) Fysiikka ja Fysiikka L keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
**) Svenska för teknologer ja Teknisk svenska keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot. Svenska för teknologer tarkoitettu vain 1.vsk:n opiskelijoille, myöhemmin suoritetaan Teknisk svenska.

Ympäristötekniikan yleiset valmiudet (36 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A3900	Johdatus ympäristötekniikan opiskeluun	TkK 1	1-2	1
BH20A0700	Teknillisen termodynamiikan perusteet	TkK 2	2	2
BH20A0800	Teknillinen termodynamiikka	TkK 2	3-4	5
BH40A0100	Uusiutuva energia	TkK 2	4	3
BH40A0701	Energiatekniikan mittaukset	TkK 2	2	2
BH50A0001	Energiatekniikan peruskurssi	TkK 1	1	2
BH61A0000	Energiatalouden johdantokurssi	TkK 2	2	2
BJ70A1300(*	Yleisen kemian laboratoriotyöt	TkK 1	1-2	3
BJ80A0001	Yleinen kemia	TkK 1	1	3
BK20A1600	Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi	TkK 3	1-2	5
BL10A0100	Sähkötekniikan peruskurssi	TkK 2	1-2	3
CT60A0200	Ohjelmoinnin perusteet	TkK 1	1-2	5

*) Ennen laboratoriotöiden aloittamista tulee opiskelijan kuunnella LUT Kemian pitämät turvallisuusluennot (6 h, syksyn 1. tai 2.opetusviikolla) sekä läpäistä turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti. Yhteyshenkilöt: Maaret Paakkunainen

B. Pääaine

Ympäristötekniikka

Pakolliset opinnot (41 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A4000(*	Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	3-4	10
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3
BH60A3400	Päästöjen ympäristövaikutukset	TkK 3	3-4	5
BH60A0901	Ympäristömittaukset	TkK 3	1	3
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	TkK 2	2	5
BH60A1800	Ympäristöoikeuden perusteet	TkK 2	4. int.	5
BH60A2600	Ilmastonmuutos	TkK 2	3 int.	3
BH61A0200	Energiatalous	TkK 3	3-4	4
BJ90A1000	Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa	TkK 2	3-4	3

*) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op, johon ilmoittaudutaan erikseen

C. Sivuaineet ympäristötekniikan opiskelijoille

1. Energiatekniikka

Opiskelija saavuttaa energiatekniikassa voimalaitostekniikan, poltto- ja prosessilaitetekniikan alojen teoreettiset ja käytännölliset perustiedot sekä omaksuu kokonaisnäkemyksen energian

tuotantoprosesseista, menetelmistä ja laitteista. Opetuksen tavoitteena on tuottaa edellytykset syventyä diplomi-insinöörin tutkinnossa opiskelemaan energiatekniikkaa syvemmin.

Pakolliset opinnot (21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0200[1)]	Termodynamiikan harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	TkK 2	2-4	3
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH20A0450	Lämmönsiirto	TkK 3	3-4	3
BH20A0500[1)]	Lämmönsiirron harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	TkK 3	1-4	3
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	TkK 1	3	2
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	TkK 3	2	3
BH40A1400	Virtaustekniikka I	TkK 2	3	3
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	TkK 3	1	4

[1)] Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

2. LVI-talotekniikka

LVI-talotekniikan sivuaine antaa opiskelijalle valmiudet LVI-järjestelmien suunnitteluun ja mitoitukseen siten, että rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset toiminnalliset olosuhteet on mahdollista toteuttaa. Opiskelija saavuttaa LVI-talotekniikan teoreettiset ja käytännön perustiedot sekä kyvyn tarkastella rakennuksen energiankäyttöön, ympäristökuormitukseen sekä kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Sivuainekokonaisuus antaa valmiudet toimia LVI-tekniikan asiantuntemusta edellyttävissä työtehtävissä (esim. suunnittelu- ja kehitystehtävät).

Pakolliset opinnot (23 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH40A1400	Virtaustekniikka I	TkK 2	3	3
BH60A1200	Ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka	TkK 3	1-2	7
BH60A1300	Rakennusten LVI-tekniikka	TkK 2	3-4	7
BH60A1400	Rakennus ja ympäristö	TkK 1	3	3

3. Vihreä kemia

Vihreän kemian sivuaine antaa opiskelijalle perustiedot analyyttisestä ja orgaanisesta kemiasta sekä kemiallisesta termodynamiikasta. Sivuaine tutustuttaa opiskelijan ympäristöanalytiikkaan sekä teoriassa että käytännössä ja antaa opiskelijalle valmiudet suunnitella ja toteuttaa kokeita sekä mittauksia. Lisäksi opiskelija saa perustiedot vihreän kemian periaatteista ja niiden soveltamisesta prosessiteollisuudessa.

Pakolliset opinnot (22 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A3101	Introduction to Green Chemistry	TkK 2	1	4
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6
BJ70A1400	Analyyttinen ja orgaaninen kemia	TkK 2	2-4	6
BJ80A1000	Kemiallinen termodynamiikka	TkK 2	3-4	6

4. Ympäristö ja liiketoiminta

Ympäristö ja liiketoiminta -sivuaine tarjoaa perustiedot liiketoiminnasta, ja siten valmiudet ympäristöasioiden yhdistämisestä yrityksen päätöksentekoon ja yritysvastuun kehittämisen menetelmistä.

Pakolliset opinnot (23 op)		*vsk*	*per.*	*op*
A130A0250	Kansainvälisen markkinoinnin perusteet	TkK 3	1-2	6
A130A0500	Liiketoiminnan ja strategian perusteet	TkK 2	3	6
A130A0550	Organisaatiokäyttäytymisen perusteet	TkK 3	4	6
CS31A0101	Kustannusjohtamisen peruskurssi	TkK 3	1	5

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava siten, että tekniikan kandidaatin tutkinnon kokonaismäärä 180 opintopistettä täyttyy. Tekniikan kandidaatin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Toisen sivuaineen suorittamista suositellaan. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa vapaasti valittaviin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiempaan tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Alla olevissa listoissa on lueteltu opintojaksoja, joita suositellaan ympäristötekniikan opiskelijoille. Suositeltavat opintojaksot on jaoteltu sivuainevalintojen mukaisesti. Opiskelijan on huomioitava opintojaksojen esitietovaatimukset.

Suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	3-4	3
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	1-2	6
BJ60A0001	Paperitekniikan perusteet	1-2	5
BK20A2100	Konstruktiomateriaalit	1-2	5
BK65A0700	Teknisen suunnittelun perusteet	1	2
BK80A0401	Lujuusopin perusteet	3	3
BK80A2100	Statiikan perusteet	1	3
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	1-2	3
BL40A0300	Säätötekniikan perusteet B	3-4	3
CS31A0660	Johdatus tietotekniikkaan ja toimisto-ohjelmiin	1-2	5

Energiatekniikka- sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BH30A0100	Ydinvoimatekniikan perusteet	3-4	3
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	2	3

LVI-Talotekniikka -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BH20A0200	Termodynamiikan harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	2-4	3
BH20A0450	Lämmönsiirto	3-4	3
BH20A0500	Lämmönsiirron harjoitus- ja laboratoriotyökurssi	1-4	3
BH30A0000	Ydinenergian yleiskurssi	3	2
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	1	3
BH40A0300	Energianmuuntoprosessit	2	3
BH40A0401	Virtaus- ja lämpövoimakoneiden työkurssi	1-4	3
BH50A0200	Voimalaitosopin perusteet	1	4

Vihreä kemia -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BJ20A0101	Mekaaniset erotusmenetelmät	3-4	6
BJ20A1400	Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely	2	2
BJ20A1600	Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I	1-2	4
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	2-4	4
BJ60A1701	Biorefineries	1	2
BJ70A0002	Epäorgaaninen kemia	1-3	5

Ympäristö ja liiketoiminta -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
A130A0700	Yritysjuridiikan perusteet	4	6
A250A0250	Kirjanpidon peruskurssi	2	6
A370A0000	Johtamisen perusteet	2, int.	6
CS31A0160	Kustannusjohtamisen jatkokurssi	2	5

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan diplomi-insinöörin tutkinto. Tutkintoon kuuluu kaikille pakollisia yleisopintoja, jotka koostuvat mm. matematiikasta, kieli- ja viestintäopinnoista sekä asiantuntijuutta syventävästä harjoittelusta. Pääaineen (Ympäristötekniikka) ja sivuaineen opintoja suoritetaan yhtä aikaa. Näiden lisäksi tutkintoon sisältyy myös valinnaisia opintoja.

Tutkinnon osaamistavoitteet

Ympäristötekniikan diplomi-insinööri

- osaa tunnistaa tuotteiden ja prosessien merkittävimmät ympäristövaikutukset ja niiden merkityksen liiketoiminnan kannalta
- osaa tarkastella, miten kilpailukykyinen tietty teknologia, tuote tai palvelu on erilaisissa toimintaympäristöissä ympäristövaikutusten ja kustannusten osalta
- osaa tunnistaa teollisuus-, palvelu-, yhdyskunta- ja alkutuotantoprosessien ja -järjestelmien ympäristövaikutukset ja arvioida tekniset mahdollisuudet näiden minimoimiseksi
- osaa selittää sekä paikallisten että globaalien ympäristöongelmien monimutkaisia riippuvuussuhteita
- osaa soveltaa teorioita ja uusinta tieteellistä tietoa ympäristönäkökohtia sisältävien ongelmien ratkaisemiseksi
- osaa toimia yrityksen ympäristöasiantuntijana erilaisissa päätöksentekotilanteissa ja tuottaa sekä välittää tietoa ympäristöalan päätöksenteon tueksi eri sidosryhmiä varten
- osaa toimia projektin vetäjänä kyeten myös itsenäiseen työskentelyyn ja päätöksentekoon
- kykenee omaksumaan ja innovoimaan uusia teknisiä ratkaisuja ympäristöalan kehittämiseen

Lisäksi ympäristötekniikan diplomi-insinööri osaa käyttää mallintamistyökaluja ja soveltaa elinkaariarviointimenetelmiä merkittävien ympäristö- ja talousvaikutusten tunnistamiseen. Hän tunnistaa ja osaa hallita prosessien erilaisia riskejä.

Ympäristötekniikan diplomi-insinööri ymmärtää jätehuolto- ja energiajärjestelmien toiminnan laajasti erityisesti energiataseiden ja ympäristövaikutusten kannalta. Hän hallitsee erilaisia järjestelmäkokonaisuuksia ja tuntee jätteiden energiahyötykäytön mahdollisuudet sekä osaa valita tekniikan energiahyötykäytön toteuttamiseksi. Ympäristötekniikan diplomi-insinööri osaa soveltaa kaasumaisten päästöjen mittausmenetelmiä ja niitä koskevia standardeja käytännön mittaustilanteissa ja osaa analysoida ja tulkita saatuja mittaustuloksia sekä laskea päästöjen pitoisuuksia standardien mukaisesti. Hän osaa selittää kiinteiden jätteiden tärkeimmät syntymekanismit, valita sopivimmat keräily-, kierrätys ja käsittelyjärjestelmät ja kehittää niitä sekä innovoida uusia ratkaisuvaihtoehtoja.

Ympäristötekniikan diplomi-insinööri tunnistaa yrityksen keskeiset ympäristönäkökohdat ja osaa yhdistää ympäristöasiat päätöksentekoon. Hän osaa johtaa yrityksen ympäristö- ja yhteiskuntavastuuasioita ja viestiä sekä raportoida yritysvastuun tavoitteista ja toteutuksesta sidosryhmille. Hän osaa myös kriittisesti arvioida yritysvastuun viestintää. Ympäristötekniikan diplomi-insinööri osaa soveltaa ympäristöjohtamisen menetelmiä yrityksen ja muiden toimintaympäristöjen kehitykseen sekä tunnistaa erilaisia ohjauskeinoja ja osaa käyttää niitä. Hän myös tunnistaa ympäristönäkökohtiin liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia sekä ymmärtää hiilimarkkinoiden ja kansainvälisen ilmastosopimusten perusperiaatteet.

Pääaine

Kaikki ympäristötekniikan koulutusohjelman opiskelijat suorittavat diplomi-insinöörin tutkinnon **Ympäristötekniikan pääaineessa**. Pääaineessa syvennytään ympäristötekniikan ammattiaineisiin yksityiskohtaisemmin ja tehdään 30 opintopisteen laajuinen diplomityö.

Ympäristötekniikan pääaineopinnot syventyvät alan keskeisiin päästöjen hallinnan, ympäristöjohtamisen ja elinkaarimallintamisen aihealueisiin. Koulutus antaa valmiudet toimia vaativissa teollisuuden ympäristöosaamisen kehittämiseen liittyvissä asiantuntija- ja johtotehtävissä.

Sivuaine

Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaineita ovat Kestävä energiantuotanto, Kestävä yhdyskunta, Vihreä kemia ja Ympäristö ja liiketoiminta. Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaine valitaan kandidaatin tutkinnossa valitun sivuaineen jatkoksi oheisen taulukon mukaisesti. Sivuainekokonaisuuksien (Kandi+DI) osaamistavoitteet on esitetty kohdassa *Tekniikan kandidaatin tutkinto, Sivuaineet.*

Kandidaatin tutkinnon sivuaineet:	Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaineet:
Energiatekniikka →	Kestävä energiantuotanto
LVI-talotekniikka →	Kestävä yhdyskunta
Vihreä kemia →	Vihreä kemia
Ympäristö ja liiketoiminta →	Ympäristö ja liiketoiminta

Sivuaineen voi valita poikkeustapauksessa myös muutoin kuin taulukossa on esitetty tai muiden koulutusohjelmien tarjonnasta, mikäli se on tutkintoon sopiva. **Teknillisen tiedekunnan koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet löytyvät kyseisen koulutusohjelman** *Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille* –osuudesta. Muiden tiedekuntien tarjoamat sivuaineet löytyvät opinto-oppaan lopusta kohdasta *Muut sivuainekokonaisuudet.* Valinta on perusteltava ja anomukseen tarvitaan koulutusohjelman johtajan hyväksyntä. Uni-portaalista löytyvät ohjeet anomiseen.

Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaine valitaan tekniikan kandidaatin tutkinnon kolmannen opintovuoden keväällä (maaliskuu).

Sivuainevalinnoissa on huomioitava, että sivuaineisiin kuuluvien opintojaksojen esitietovaatimukset täyttyvät.

Diplomityö ja seminaari (30 op)

Diplomityö on diplomi-insinöörin tutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti ja/tai yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Työ on tutkimustehtävä, joka vaatii noin kuuden kuukauden päätoimisen työpanoksen ja jonka laajuus tutkinnossa on 30 opintopistettä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Diplomityö arvostellaan arvosanoilla (0-5). Erillistä seminaaria ei järjestetä vaan opiskelija sopii diplomityön esittämisestä työnsä tarkastavan professorin kanssa.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon ja mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Kypsyysnäyte

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon alemman korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Mikäli opiskelija on kirjoittanut kypsyysnäytteen aiemmassa tutkinnossaan, kypsyysnäytteen sisällöllinen osuus suoritetaan työn tarkastajan kanssa sovittavalla tavalla.

Huom! AMK-tutkinnon pohjalta hyväksiluettu kypsyysnäytteen äidinkielen osuus (K2) ei korvaa kypsyysnäytteen sisällön osuutta (K1) vaan diplomityön sisällön osuus on aina suoritettava.

Lisätietoja: opintosihteeri Tiina Kronqvist, p. 0400 176 485, tiina.kronqvist(at)lut.fi.

Ympäristötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	20	op
B. Pääaine, sisältää diplomityön	62	op
C. Sivuaine	20-23	op
D. Valinnaiset opinnot	15-18	op
Opinnot yhteensä	120 (väh.)	op

A. Yleisopinnot

Pakolliset yleisopinnot (11 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A4100(*	Ympäristötekniikan laboratoriotyöt	DI 1	1-2	4
FV10A 4op	Kieliopinnot	DI 1-2		4
FV18A4500(**	Tiedeviestintä	DI 1-2	1-2	1-2
BH60A3700(***	DI-tutkinnon työharjoittelu	DI 1-2		2-10

*) Ennen laboratoriotöiden aloittamista tulee opiskelijan kuunnella LUT Kemian pitämät turvallisuusluennot (6h, syksyn 1. tai 2. opetusviikolla) sekä läpäistä turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti. Yhteyshenkilöt: Maaret Paakkunainen

**) Suositellaan 2 opintopisteen laajuisena erityisesti tutkimustehtäviin suuntautuville

***) Yleisopintoihin kuuluvan pakollisen harjoittelun osuus on 2 op. Pakollisen harjoittelun ylittävä osuus sijoitetaan valinnaisiin opintoihin.

Vaihtoehtoiset yleisopinnot (valitaan siten, että yhteensä väh. 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
A350A0500	Sustainable Strategy and Business Ethics	DI 1-2	2	3
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	DI 1-2	2	5
BH50A1400	Steam Boilers	DI 1-2	1-2	6
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	DI 1-2	3-4	5
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1-2	3-4	5
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1-2	1-2	6
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	DI 1-2	2-4	6
BK20A0101	Materials Engineering	DI 1-2	1-2	6
BK50A2000	Legislation on Packaging, Interaction of Package and the Content, Environmental Issues and Sustainability	DI 1-2	3-4	5
BK50A2200	Design Methodologies and Applications of Machine Element Design	DI 1-2	1-2	5
BK90C1800	Green Fiber Materials	DI 1-2	4	5
BL20A0200	Sähkökaupan pörssipeli	DI 1-2	2-3	3
BL20A1100	Sähkökauppa	DI 1-2	4	4
BM20A4400	Sovelletun matematiikan erikoiskurssi	DI 1-2	1-4	3-5
CS10A0770	Cleaner Technologies and Markets	DI 1-2	3-4	5
CS30A1690	Social Sustainability	DI 1-2	4	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	DI 1-2	1	5
CT10A7000	Green IT and Sustainable Computing	DI 1-2	3-4	4
FV10A 4op	Kieliopinnot	DI 1-2		4

B. Pääaine

Ympäristötekniikka

Pakolliset opinnot (62 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0250	Kiinteiden päästöjen hallinta	DI 1	1-2	7
BH60A0450	Kaasumaisten päästöjen hallinta	DI 2	1-2	6
BH60A0650	Nestemäisten päästöjen hallinta	DI 2	1-2	6
BH60A2000	Emission Trading	DI 1	3-4	3

BH60A2101	Advanced Course in Life Cycle Assessment	DI 1	3-4	7
BH60A2900	Yritysvastuu ja johtaminen 1	DI 1	1-4	3
BH60A4200	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30

C. Sivuaineet ympäristötekniikan opiskelijoille

1. Kestävä energiantuotanto

Sivuaine perehdyttää opiskelijan jätteiden energiasisällön hyödyntämiseen sekä energiantuotantoprosessien erityisvaatimuksiin. Opiskelija saa valmiudet kehittyä energiantuotantoprosessien suunnittelun, kehittämisen ja ympäristövaikutusten hallinnan asiantuntijaksi.

Sivuaineen pakollisena opintojaksona on Energy Recovery from Solid Waste. Tämän lisäksi opiskelija valitsee opintojaksoja niin, että sivuaineen minimimäärä 20 op täyttyy. Vaihtoehtoiset opintojaksot on jaoteltu kahteen aihealueeseen: Mallinnus ja simulointi sekä Vihreät teknologiat. Opiskelijalle suositellaan yhden aihealueen valintaa. Opintojaksojen esitietovaatimukset on otettava huomioon opintoja suunniteltaessa.

Pakolliset opinnot (4 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A2401	Energy Recovery from Solid Waste	DI 2	1-2	4

Vaihtoehtoisia opintoja valitaan alla olevista kahdesta aihealueesta siten, että sivuaineen laajuus 20 opintopistettä täyttyy.

Mallinnus ja simulointi

Opintojaksoilla perehdytään energiatekniikassa tarvittaviin laitteisiin, kuten turbiineihin, kompressoreihin ja pumppuihin, näiden ominaisuuksiin, optimointiin ja suunnitteluun.

Mallinnus ja simulointi (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A0401	Virtaus- ja lämpövoimakoneiden työkurssi	DI 1-2	1-4	3
BH50A1200	Energy Systems Engineering	DI 1-2	1-2	6
BH50A0300	Voimalaitosoppi	DI 1-2	3-4	6
BH50A0500	Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	DI 1-2	3	5
BH50A1700(*	Kaukolämmitys	DI 1-2	3	4
BH50A1900	Energiajärjestelmien kehitys	DI 1-2	3-4	4
BL40A2301	Energy Efficiency	DI 1-2	3	6
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1-2	1	5
BM20A2000	Simulation	DI 1-2	1	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	DI 1-2	1-2	5
BM20A3401	Design of Experiments	DI 1-2	4	4

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015

Vihreät teknologiat

Opintojaksoilla perehdytään lämpövoimalaitosten suunnitteluun, rakenteeseen, järjestelmiin ja toimintaan. Opintojaksoilla tutustutaan lämpö- ja sähköenergian tuotantotapoihin, lähtien polttoaineiden ominaisuuksista ja päätyen jakeluverkkoon syötettävään sähkö- tai lämpöenergiaan.

Vihreät teknologiat (vaihtoehtoiset opinnot)		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	DI 1-2	1	3
BH50A0900	Kunnossapitotekniikka	DI 1-2	2	4
BH50A1500	Bioenergy Technology Solutions	DI 1-2	2-3	6
BH50A1600	Waste Heat Recovery Techniques	DI 1-2	3-4	6
BH61A0600	Bioenergy	DI 1-2	1	3
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	DI 1-2	3-4	5

2. Kestävä yhdyskunta

Kestävä yhdyskunta –sivuaine soveltuu erityisesti LVI-Talotekniikan sivuaineen suorittaneille. Sivuaineen sisällöllinen pääpaino on rakennusten energiahuoltoon ja sisäolosuhteiden luomiseen liittyvien tekijöiden huomioimisessa yksittäisiä rakennuksia laajemmasta näkökulmasta. Opetuskokonaisuus tarjoaa opiskelijalle hyvät perusvalmiudet kestävän kehityksen periaatteiden mukaisen yhdyskuntaratkaisujen suunnitteluun ja arviointiin. Kestävä yhdyskunta –sivuaineen sisällön omaksuminen antaa hyvät lähtökohdat toimia erilaisissa yhdyskuntien suunnitteluun liittyvissä asiantuntijatehtävissä, kuten kuntien energia-, jäte- ja vesihuoltoon liittyvät suunnittelu- ja kehitystehtävät sekä ympäristökonsultointi.

Pakolliset opinnot (7 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A2700	Energiatehokas elinympäristö	DI 2	3-4	7

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että väh. 20 op täyttyy)		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0450	Lämmönsiirto	DI 1-2	3-4	3
BH50A1200	Energy Systems Engineering	DI 1-2	1-2	6
BH50A1600	Waste Heat Recovery Techniques	DI 1-2	3-4	6
BH50A1700(*	Kaukolämmitys	DI 1-2	3	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 1-2	1-2	6
BH60A2401	Energy Recovery from Solid Waste	DI 1-2	1-2	4
BL20A0400	Sähkömarkkinat	DI 1-2	1	5
BL40A2301	Energy Efficiency	DI 1-2	3	6

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015

3. Vihreä kemia

Vihreän kemian sivuaine antaa opiskelijalle perustiedot kemiallisesta reaktiotekniikasta sekä perehdyttää opiskelijan instrumentaalianalytiikkaan erityisesti ympäristötekniikassa. Sivuaine antaa valmiudet soveltaa vihreän kemian periaatteita prosessiteollisuudessa ja ympäristöanalytiikassa. Opiskelija oppii vihreän kemian periaatteita noudattavat vesien käsittelymenetelmät teoriassa ja käytännön harjoituksissa. Opiskelija saa erinomaiset lähtökohdat toimia erilaisissa ympäristöanalytiikan ja vesien käsittelyyn liittyvissä asiantuntijatehtävissä.

Pakolliset opinnot (23 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A3201	Advanced Course on Green Chemistry	DI 2	2	4
BH60A3300	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology	DI 2	3-4	6
BJ70A1500	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikan jatkokurssi	DI 1	4, 1-2	4
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	DI 1	2	3
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	DI 2	1-2	6

4. Ympäristö ja liiketoiminta

Ympäristö ja liiketoiminta –sivuaine antaa valmiudet ympäristöasioiden hallintaan liiketoiminnan näkökulmasta.

Pakolliset opinnot (23 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A3000	Yritysvastuu ja johtaminen 2	DI 1	3-4	5
BH60A3501	Sustainable Innovation and System Transition	DI 1	1-3	5
CS10A0770	Cleaner Technologies and Markets	DI 1	3-4	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	DI 1-2	1	5
A350A0500	Sustainable Strategy and Business Ethics	DI 1	2	3

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että diplomi-insinöörin tutkinnon kokonaismäärä 120 opintopistettä täyttyy. Diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine**.** Toisen sivuaineen suorittaminen on suositeltavaa. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon koulutusohjelman johtajan päätöksellä. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiemmin suoritettuun tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Alla olevissa listoissa on lueteltu opintojaksoja, joita suositellaan ympäristötekniikan opiskelijoille. Suositeltavat opintojaksot on jaoteltu sivuainevalintojen mukaisesti. Opiskelijan on huomioitava opintojaksojen esitietovaatimukset.

Suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BH60A1101	Ympäristötekniikan erikoistyöt	1-4	2-7
BH60A2801	Energy and Environmental Challenges in Russia	3	3

Mafy-suuntautuneille suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BM20A1410	Tilastomatematiikan harjoitustyö	1	1
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	3	6
BM20A1900	Statistics II	2	3
BM20A2000	Simulation	1	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	1-2	5
BM20A3401	Design of Experiments	4	4
BM20A4000	Case Study Seminar	1-4	5

Kestävä energiantuotanto -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BH50A0400	Vedenkäsittely	Moodle	2
BH50A0600(*	Maakaasutekniikka	3	4
BH61A0500	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	3-4	6
BH70A0001	Numerical Methods in Heat Transfer	1-2	6
BH70A0101	Advanced Modeling Tools For Transport Phenomena	3-4	5

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014

Kestävä yhdyskunta -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BH40A1301	Power Machines in Renewable Energy	2	5
BH50A0300	Voimalaitosoppi	3-4	6
BH50A0500	Poltto- ja kattilatekniikan perusteet	3	5
BH50A0600(*	Maakaasutekniikka	3	4
BH50A0800	Höyrykattilatekniikka	1-2	8
BH50A1500	Bioenergy Technology Solutions	2-3	6
BL20A1100	Sähkökauppa	4	4
BL40A2600	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	3-4	5

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014

Vihreä kemia -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	3-4	6
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	1-2	6
BJ30A1101	Process Integration	1-2	6
BJ40A0001	Creative Design	1-2	4
BJ50A0001	Membraanitekniikka	1-2	4
BJ70A0102	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	3-4	5
BJ70A1001	Orgaanisen kemian syventävät tiedot	3-4	5
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	3	3
BJ80A0900	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	2	4

BJ90A0400	Catalysis	1-2	4
BJ90A0710	Chemical Separation Methods	3-4	4

Ympäristö ja liiketoiminta -sivuaineen suorittaville suositeltavia valinnaisia opintojaksoja		*per.*	*op*
A380A0000	Cross-Cultural Issues in International Business	3	6
A390A0400	Organisaation kehittäminen	3	6
CS20A0000	Toimitusketjut ja logistiikka	3	5
CS20A0050	Toimitusketjun hallinta	2	5
CS30A0951	Innovaatio- ja teknologiajohtamisen peruskurssi	1-2	5
CS30A1451	Riskienhallinta teollisuusyrityksessä	4	5
CS30A1690	Social Sustainability	4	5
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	1-2	6

Ohjeita opiskelijoille

Kieli- ja viestintäopinnot
Tekniikan kandidaatin tutkintoon hyväksyttävien pakollisten kieliopintojen määrä on 8 op (ruotsia/suomea + yhtä vierasta kieltä 6 op opiskelijan valinnan mukaan). Ruotsin kielen opintojaksot FV13A0150 Svenska för teknologer ja FV13A0120 Teknisk svenska ovat keskenään vaihtoehtoiset siten, että FV13A0150 Svenska för teknologer –opintojakso on tarkoitettu 1.vuosikurssin opiskelijoille ja myöhemmin suoritetaan opintojakso FV13A0120 Teknisk svenska. Viestinnän opintojakso FV18A2800 Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä 3 op on pakollinen tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopinnoissa. Kandidaatintyön yhteydessä suoritetaan integroituna opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 opintopistettä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 opintopisteen lisäksi.

Diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytään kieliopintoja pakollisiin yleisopintoihin 4 op (yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan). Lisäksi vaihtoehtoisiin yleisopintoihin hyväksytään 4 op vieraan kielen opintoja. Huom! Ruotsin kieli ei ole vieras kieli ja ruotsin kielen opintojaksot sijoitetaan tutkintorakenteessa valinnaisiin opintoihin. Viestinnän opintojakso FV18A4500 Tiedeviestintä 1-2 opintopisteen laajuisena kuuluu diplomi-insinöörin tutkinnon pakollisiin yleisopintoihin.

Muut kieli ja viestintäopinnot voidaan sisällyttää valinnaisiin opintoihin. Lisätietoja saa Kielikeskuksen opinto-oppaasta.

Työharjoittelu
Tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy pakollista työharjoittelua 2 op. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään kaikki kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Diplomi-insinöörin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy 2 op pakollista työharjoittelua. Tämän lisäksi opiskelija voi halutessaan hyväksyttää diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin työharjoittelua enintään 8 op. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä työharjoitteluksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään omaan alaan liittyvä kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Tarkempi kuvaus työharjoittelusta löytyy harjoitteluopintojaksojen BH60A3600 ja BH60A3700 kuvauksista ja ohjeet työharjoittelun suorittamisesta, anomuslomake sekä harjoitteluraportti löytyvät Uni-portaalista.

Työharjoittelusta vastaa koulutusohjelman johtaja ja harjoittelun hyväksyy harjoittelun tarkastaja, laboratorioinsinööri Simo Hammo (p. 0400 259 602, simo.hammo(at)lut.fi).

Opinnot ulkomailla tai muissa yliopistoissa
Ulkomailla tai muissa kotimaisissa yliopistoissa suoritettujen opintojen tai opintokokonaisuuksien hyväksymisestä tutkintoon päättää koulutusohjelman johtaja anomuksen perusteella. Em. opintojen sisällyttäminen tutkintoon tulee selvittää ennen opintojen aloittamista muualla.

Muualla suoritettujen opintojen hyväksyminen edellyttää opiskelijan kirjallista anomusta. Anomuslomakkeet ja ohjeistus hyväksilukemisesta löytyvät Uni-portaalista. Arviointia varten opiskelija toimittaa kopiot tutkintotodistuksista sekä opintojaksokuvauksista.

Lisätietoja: opintosuunnittelija Johanna Kosunen, p. 050 381 9282, johanna.kosunen(at)lut.fi.

HOPS
Henkilökohtainen opintosuunnitelma eli HOPS on opiskelijan omien opintojen suunnittelun väline, joka mahdollistaa yksilöllisen opintokokonaisuuden rakentamisen. HOPSin tarkoituksena on hahmottaa opiskeluun käytettävää aikaa sekä selkeyttää oman opiskelun lähtökohtia ja päämääriä. HOPS laaditaan heti opintojen alussa Johdatus ympäristötekniikan opiskeluun -opintojakson yhteydessä. Opiskelija päivittää HOPS:iaan opintojensa aikana.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma tarkistetaan virallisesti kolme kertaa opiskelijan opintojen aikana:
- Johdatus ympäristötekniikan opiskeluun - opintojakson yhteydessä
- tekniikan kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (tekniikan kandidaatin tutkinnon anomisen yhteydessä)
- diplomityön aiheanomuksen yhteydessä
- tarvittaessa diplomi-insinööriksi valmistumisen yhteydessä

Jos opiskelija aloittaa opinnot suoraan diplomi-insinöörin tutkinnosta, tarkistetaan HOPS heti opintojen alussa.

Osasuoritusten voimassaoloaika
Ympäristötekniikan opintojaksojen osasuoritukset (harjoitustyöt, caset, koostetestit, kotitehtävät ym.) ovat voimassa kaksi (2) vuotta sen periodin päättymisestä, johon opintojakson opetus päättyy.

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille

Suoraan DI-tutkintoon hyväksytyt opiskelijat eivät suorita LUT:ssa tekniikan kandidaatin tutkintoa, vaan ainoastaan tarvittavia kandidaatin tutkinnon tasoisia opintojaksoja täydentävinä opintoina. Täydentävät opinnot määritetään opiskelijalle opintojen alussa opiskelijan toimittaman tutkintotodistuksen, opintojen sisällöllisten kuvausten ja HOPS:in perusteella.

Täydentävät opinnot eivät sisälly DI-tutkintoon (120 op). Täydentävät opinnot tehdään DI-tutkinnon ohessa mahdollisimman pian opintojen alussa (kuitenkin viimeistään diplomityön aiheen anomiseen mennessä) ja LUT:n lukujärjestyksessä tarjotussa opetuksessa (tai korvaavasti esim. avoimen yliopiston kursseilla, jolloin opiskelija vastaa kustannuksista).

Jos opiskelijalla ei ole todistusta aiemmin suoritetusta tutkintoasetuksen edellyttämästä toisesta kotimaisesta kielestä, täydentäviin opintoihin lisätään suomenkielisillä LUT:n opintojakso FV13A1200 Teknisk svenska 2 op tai FV13A1600 Språkprov för teknologer 2 op.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta, kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon.

Master’s Degree Programme in Energy Technology

The Master’s Degree Programme in Energy Technology includes a wide array of advanced energy studies. From a broad energy perspective comprising the disciplines of renewable energy technology, environmental energy technology and management, nuclear energy engineering, electrical drives technology and control engineering, as well as electricity market and power systems, the Degree Programme focuses on professional competence and provides students with various study options to specialize in their fields of interest.

The programme takes two years, corresponds to 120 ECTS credits and leads to the degree of Master of Science in Technology.

Objectives of the Master's Degree Programme
The Master's Degree Programme in Energy Technology is specifically aimed at students who wish to receive versatile and target-oriented training in energy technology. The objective of the programme is that students graduating from the programme are professionally and academically prepared to address the needs of international enterprises that are seeking for networking opportunities in a global market.

The educational objective of the Master's Degree Programme in Energy Technology is to train industrially oriented professionals with firm theoretical understanding and profound expertise in the following fields of specialization:

- Bio-Energy Technology – includes topics such as biofuel production and refining technologies, bioenergy end-use technologies and international trade of biofuels.
- Sustainable Technology and Business – focuses on reducing the environmental impacts of energy production, utilizing renewable energy production technologies and state-of-the-art pollution control technologies.
- Nuclear Energy Engineering – provides studies in design, operation and basic structures of nuclear power plants, modeling and optimization of nuclear systems, radiation and nuclear safety as well as radioactive waste management.
- Industrial Electronics – includes studies in electrical drives technology and control engineering, focusing on electromagnetism, power electronics, electromechanical and electrothermal processes, industrial applications of real-time control systems, embedded systems, digital signal processing, and on the application of these to the modeling and control of electrical drives and power electronics.
- Electricity Market and Power Systems – focuses on studies in electricity transmission and distribution technology, electricity market and electricity distribution business.

Contact Information
Industrial Electronics, Electricity Market and Power Systems:
Prof. D.Sc. (Tech.) Pertti Silventoinen, Department of Electrical Engineering
Phone +358 40 774 9930, pertti.silventoinen(at)lut.fi

Bio-Energy Technology:
Prof. D.Sc. (Tech.) Esa Vakkilainen, Department of Energy Technology
Phone +358 40 357 8684, esa.vakkilainen(at)lut.fi

Sustainable Technology and Business:
Prof. D.Sc. (Tech.) Risto Soukka, Department of Environmental Technology
Phone +358 400 723 094, risto.soukka(at)lut.fi

Nuclear Energy Engineering:
Prof. D.Sc. (Tech.) Riitta Kyrki-Rajamäki, Department of Energy Technology
Phone +358 400 508 948, riitta.kyrki-rajamaki(at)lut.fi

Study Coordinator in Charge, School of Technology:
Ms. Minna Loikkanen
Phone +358 40 824 1096, minna.loikkanen(at)lut.fi

Further information of the programme in the English version of the Study Guide.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Ympäristötekniikkaa voi opiskella sivuaineena eri koulutusohjelmissa oman koulutusohjelman ohjeistuksen puitteissa. Ympäristötekniikka-sivuaine (20-30 op) soveltuu sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkintoon. On myös mahdollista suorittaa laaja sivuaine ympäristötekniikasta (Ympäristötekniikka, laaja sivuaine 20 op). Ympäristötekniikka-sivuaine on laajan sivuaineen esitietovaatimuksena.

Ympäristötekniikka 20-30 op

Pakolliset opinnot (11 op)		*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	1-2	3
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	2	5
BH60A2600	Ilmastonmuutos	3 int.	3

Vaihtoehtoiset opinnot (valitaan siten, että sivuaineen minimilaajuus täyttyy)		*per.*	*op*
BH60A0901	Ympäristömittaukset	1	3
BH60A1200	Ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka	1-2	7
BH60A1300	Rakennusten LVI-tekniikka	3-4	7
BH60A1400	Rakennus ja ympäristö	3	3
BH60A1800	Ympäristöoikeuden perusteet	4. int.	5
BH60A3101	Introduction to Green Chemistry	1	4
BH60A3400	Päästöjen ympäristövaikutukset	3-4	5

Ympäristötekniikka, laaja sivuaine

Vaihtoehtoiset, opintojaksoja valitaan siten, että vähintään 20 op täyttyy		*per.*	*op*
BH60A0250	Kiinteiden päästöjen hallinta	1-2	7
BH60A0450	Kaasumaisten päästöjen hallinta	1-2	6
BH60A0650	Nestemäisten päästöjen hallinta	1-2	6
BH60A2000	Emission Trading	3-4	3
BH60A2900	Yritysvastuu ja johtaminen 1	1-4	3
BH60A3201	Advanced Course on Green Chemistry	2	4
BH60A3300	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology	3-4	6
BH60A4100(*	Ympäristötekniikan laboratoriotyöt	1-2	4

*) Ennen laboratoriotöiden aloittamista tulee opiskelijan kuunnella LUT Kemian pitämät turvallisuusluennot (6 h, syksyn 1. tai 2. opetusviikolla) sekä läpäistä turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti. Yhteyshenkilöt: Maaret Paakkunainen. Opintojakso suositellaan suoritettavaksi Kaasumaisten päästöjen hallinta -opintojakson jälkeen.

Ympäristötekniikan opintojaksot

Ympäristötekniikan laboratorio

Johtaja: professori, KTT, DI Lassi Linnanen		*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	3
BH60A0250	Kiinteiden päästöjen hallinta	7
BH60A0450	Kaasumaisten päästöjen hallinta	6
BH60A0650	Nestemäisten päästöjen hallinta	6
BH60A0901	Ympäristömittaukset	3
BH60A1101	Ympäristötekniikan erikoistyöt	2 - 7
BH60A1200	Ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka	7
BH60A1300	Rakennusten LVI-tekniikka	7
BH60A1400	Rakennus ja ympäristö	3
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	5
BH60A1800	Ympäristöoikeuden perusteet	5
BH60A2000	Emission Trading	3
BH60A2101	Advanced Course in Life Cycle Assessment	7
BH60A2200	Air Pollution Control	3
BH60A2401	Energy Recovery from Solid Waste	4
BH60A2600	Ilmastonmuutos	3
BH60A2700	Energiatehokas elinympäristö	7
BH60A2801	Energy and Environmental Challenges in Russia	3
BH60A2900	Yritysvastuu ja johtaminen 1	3
BH60A3000	Yritysvastuu ja johtaminen 2	5
BH60A3101	Introduction to Green Chemistry	4
BH60A3201	Advanced Course on Green Chemistry	4
BH60A3300	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology	6
BH60A3400	Päästöjen ympäristövaikutukset	5
BH60A3501	Sustainable Innovation and System Transition	5
BH60A3600	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	2
BH60A3700	DI-tutkinnon työharjoittelu	2 - 10
BH60A3800	Vertaistuutorointi	3
BH60A3900	Johdatus ympäristötekniikan opiskeluun	1
BH60A4000	Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari	10
BH60A4100	Ympäristötekniikan laboratoriotyöt	4
BH60A4200	Diplomityö ja seminaari	30
BH60A4300	Environmental Technology Project Work	2 - 30
BH60A4400	Introduction to Sustainability	3
BH60A4500	Corporate Responsibility and Management 1	3
BH60A4600	Introduction to M.Sc. Studies	1

BH60A0000	*YMPÄRISTÖTEKNIIKAN PERUSTEET*	*3 op*
	Basic Course in Environmental Technology	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Mika Horttanainen, professori, TkT Risto Soukka, professori, KTT, DI Lassi Linnanen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Mika Horttanainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - listata tuotannollisen toiminnan ja yhdyskuntien aiheuttamat merkittävimmät ympäristönsuojelulliset haasteet - nimetä tyypillisimmät ympäristöongelmien hallintakeinot - käyttää ympäristötekniikan termejä - kirjoittaa ja esittää seminaariesitelmän - selittää muiden tekniikan alojen kytkeytymisen ympäristötekniikan alaan.	
Sisältö	Opintojaksolla esitellään muita tekniikan aloja ympäristötekniikasta lähestyen ja pohditaan teknisiä ratkaisuja, ohjauskeinoja ja muita ympäristötekniikan työkaluja, joita käytetään ympäristöongelmien ratkaisemisessa. Lisäksi opintojaksolla käsitellään mm. kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten päästöjen lähteitä ja määriä.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h. Luennoilla vapaaehtoisia tuntitehtäviä, 1. periodi. Harjoitustyö, jossa kirjallisuusosio, seminaariesitys ja opponointi, ryhmätyö, noin 40 h, 2. periodi. Seminaariesitys ja seminaaritilaisuudet 4 h, 2. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja tentti, noin 20 h. Kokonaiskuormitus noin 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyö 30 %	
Oppimateriaalit	Moodle, luentomoniste, luentomateriaalit.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH60A0250	*KIINTEIDEN PÄÄSTÖJEN HALLINTA*	*7 op*
	Solid Waste Management	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Mika Horttanainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - selittää kiinteiden jätteiden tärkeimmät syntymekanismit, ominaisuudet, keräily-, ja käsittelyjärjestelmät - selittää kiinteiden päästöjen hallintaan liittyvän olennaisen prosessi- ja laiteteknologian toimintaperiaatteet - vertailla ja ehdottaa perustellen eri tilanteisiin soveltuvia käsittelymenetelmiä ja -prosesseja - laskea kompostointiin, mädätykseen ja energiahyötykäyttöön liittyviä prosessitietoja - soveltaa jätehuoltoa koskevaa lainsäädäntöä - soveltaa oppimaansa jätteiden käsittelemiseksi ja hyödyntämiseksi ympäristöystävällisesti - kertoa alueellisen jätehuollon toiminnasta	
Sisältö	Yhteiskunta ja jätteen tuottajat, jätteen ominaisuudet, jätehuoltoa koskeva lainsäädäntö, jätteen määrän vähentäminen, syntypaikkalajittelu, keräily ja kuljetus, esikäsittely laitoksella, kompostointi, mädätys, jätteen energiahyötykäyttö, loppusijoittaminen, alueellinen jätehuolto, pilaantuneiden maiden käsittely.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 10 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 8 h, 2. periodi. Harjoitustyö, jossa kirjallisuus- ja laskentaosio sekä seminaariesitys, yksilötyö n. 82 h. Opintomatka 12 h. Luentotehtävät n.12 h. Tenttiin valmistautuminen ja tentti n. 30 h. Kokonaiskuormittavuus n. 182 h.	

Arvostelu	0-5, tentti 60 %, harjoitustyö 30 %, luentotehtävät 10 %
Oppimateriaalit	Tchobanoglous, Theisen, Vigil: Integrated Solid Waste Management, 1993. Luentomateriaali, Moodle-oppimisympäristö.
Edellytykset	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet, BH60A0901 Ympäristömittaukset tai vastaavat tiedot
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A0450 KAASUMAISTEN PÄÄSTÖJEN HALLINTA 6 op

Air Pollution Management

Ajankohta	DI 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - keskeisimmät ilmaston ja ilman suojeluun liittyvät käsitteet - soveltaa keinoja, joilla voidaan parantaa kaupunki-ilman laatua - soveltaa keinoja, joilla voidaan vaikuttaa energian tuotannon hiilijalanjälkeen - hallita savukaasujen puhdistusjärjestelmää taloudellisella tavalla myös muutostilanteissa - laskea kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskustannuksia - kuvata keskeisimpien riskianalyysimenetelmien periaatteita - selittää haitallisia aineita sisältävien kaasuvirtojen syntymekanismit ja käsittelyjärjestelmät - selittää kaasumaisten päästöjen hallintaan liittyvän prosessi- ja laiteteknologian toimintaperiaatteet
Sisältö	Hiukkaspäästöjen hallinta. Rikkidioksidin ja typen oksidien päästöjen hallinta. Kasvihuonekaasujen hallinta. Muiden päästöyhdisteiden hallinta. Riskianalyysimenetelmät.
Suoritustavat	Luentoja 16 h, 1. - 2. periodi. Harjoituksia 12 h, 1. periodi. Harjoituksia 12 h, 2. periodi. Opintomatka noin 8 h. Itsenäisen työn osuus (n.108 h): Harjoitustyö noin 54 h, jossa on laskentaa ja teoriaa (parityö). Tenttiin valmistautuminen ja tentti noin 54 h. Kokonaiskuormittavuus noin 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 50 %, harjoitustyö 50 %
Oppimateriaalit	De Nevers, Noel: Air Pollution Control Engineering. Luennoilla jaettava materiaali. Moodle.
Edellytykset	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet suoritettuna tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A0650 NESTEMÄISTEN PÄÄSTÖJEN HALLINTA 6 op

Wastewater Management

Ajankohta	DI 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - keskeisimmät vesien suojeluun liittyvät käsitteet - selittää nestemäisten päästöjen hallintaan liittyvän prosessi- ja laiteteknologian toimintaperiaatteet - selittää vesipäästöjen hallintaan liittyvät keskeisimmät ympäristöhaasteet - vertailla perustellen eri tilanteisiin soveltuvia käsittelymenetelmiä ja -prosesseja - soveltaa vesien suojelua ja lietteiden käsittelyä koskevaa lainsäädäntöä ja viranomaismääräyksiä - soveltaa keinoja, joilla suojellaan pohjavesien kuntoa - soveltaa keinoja, joilla pienennetään pintavesien kuormitusta - kuvata menetelmät, joilla hallitaan jäteveden puhdistamon

	puhdistustehokkuutta erilaisissa tilanteissa - soveltaa menetelmiä, joilla parannetaan jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta - kuvata keskeisimpiä tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa vesijalanjälkeen - kuvata keinot sivuainevirtojen ympäristöystävällisen hallintaan - vertailla eri puhdistusmenetelmien taloudellisuutta
Sisältö	Nestemäisten jätteiden syntyprosessit teollisuudessa ja yhdyskunnassa. Kehitystrendit, lait, viranomaismääräykset, lupamenettelyt. Anaerobiset ja aerobiset jätevesien ja lietteiden käsittelymenetelmät. Jätevesien keräily-, lajittelu-, kierrätys- ja kuljetusprosessit. Suljetut järjestelmät. Jätevesivirtausten käsittelyn, kierron ja varastoinnin aiheuttamat ilman ja pohjaveden saastumiskuormat. Lietteiden ja jätevesien energiankäyttömahdollisuudet. Prosessien ja järjestelmien investointi- ja käyttökustannukset sekä tekninen ja taloudellinen optimointi. Tulevaisuuden haasteet ja teknologiat. Talousveden hankintaan liittyvät eri näkökohdat.
Suoritustavat	Luentoja 16 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 12 h, 1. periodi. Harjoituksia 12 h, 2. periodi. Harjoitustyö noin 54 h. Opintomatka noin 8 h. Itsenäisen työn osuus (n. 108 h: Harjoitustyö noin 54 h, jossa on laskentaa ja teoriaa (parityö). Tenttiin valmistautuminen ja tentti noin 54 h. Kokonaiskuormittavuus noin 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 50%, harjoitustyö 50%
Oppimateriaalit	Tchobanoglous: Wastewater Engineering. Treatment and Reuse, 2003. Luennoilla jaettava materiaali. Moodle.
Edellytykset	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet suoritettuna tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A0901	***YMPÄRISTÖMITTAUKSET***	***3 op***
	Environmental Measurements	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1	
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, TkL Simo Hammo Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Mika Horttanainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - nimetä päästölähteitä - listata mitä tietoja päästöistä mitataan - kertoa mittausmenetelmistä (näytteenotto ja – käsittely, analyysimenetelmät) - selittää tavallisimpien laboratoriomittausmenetelmien ja – laitteiden toimintaperiaatteet - laskea perustietoja eri tyyppisistä päästöistä sekä ilmaista tulokset oikeassa yksikössä - arvioida mittausten epävarmuustekijöitä ja luotettavuutta - kertoa EU-lainsäädännön velvoitteista - tulkita ympäristölupapäätöksiä - soveltaa standardin mukaisia ympäristömittausmenetelmiä.	
Sisältö	Ydinaines: Päästöjen pitoisuuden, tilavuusvirran ja massavirran määritys. Mittausmenetelmät (näytteenotto ja -käsittely, analyysimenetelmät, laitteet). Jätevesi-, vesistö-, hiukkas-, kaasu- ja melumittaukset. Täydentävä tieto: Lainsäädännön velvoitteet ja ympäristöluvat. Erityistieto: Mittalaitteiden kalibrointi, tulosten jäljitettävyys, mittausten luotettavuus, kokonaisepävarmuus ja laadunvarmistus.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 12 h. Itsenäinen työskentely: kotilaskuja noin 20 h, harjoitustyö noin 30 h, toisen harjoitustyön opponointi 2 h. 1. periodi. Kokonaiskuormitus noin 78 h.	
Arvostelu	0–5. Harjoitustyö 70 %, palautettavat kotilaskut 30 %.	
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali. Noppa.	
Edellytykset	Suositellaan: BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet, BH60A1800	

Lisätietoja	Ympäristöoikeuden perusteet ja BJ80A0001 Yleinen kemia Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A1101 YMPÄRISTÖTEKNIIKAN ERIKOISTYÖT 2 - 7 op

Environmental Technology Project Work

Kun haluat suorittaa opintojakson, ota yhteyttä professoriin.

Ajankohta	DI 1, periodi 1-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, KTT, DI Lassi Linnanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - valita annettuun ympäristötekniikan alaan kuuluvaan tutkimusongelmaan soveltuvia tutkimusmenetelmiä - etsiä ja valita tutkimukseen sopivia lähteitä - itsenäisesti aikatauluttaa ja viedä läpi pienimuotoisen tutkimusprojektin - raportoida työstään kirjallisesti annettujen ohjeiden mukaisesti
Sisältö	Tutkielman laatiminen annetusta aiheesta, joka voi olla hankittu alan teollisuudesta. Harjoitustyön pohjaksi tehdään laaja kirjallisuustutkimus.
Suoritustavat	Syventävä harjoitus- tai seminaarityö 50-180 h (=itsenäisen työn osuus) 1.-4. periodi. Suoritustavasta sovitaan oman aihealueen professorin kanssa. Ei lähiopetusta.
Arvostelu	0-5, harjoitustyö 100 %
Edellytykset	Esitiedot tarkastetaan tapauskohtaisesti.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A1200 ILMANVAIHTO- JA ILMASTOINTITEKNIIKKA 7 op

Ventilation and Air Conditioning

Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2
Opettaja(t)	DI Jarkko Mäki, TkT Mika Luoranen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa ja arvioida ilmanvaihtojärjestelmän mitoitukseen vaikuttavia tekijöitä - arvioida erityyppisten tilojen ilmanvaihtovaatimukset täyttäviä järjestelmiä ja valita soveltuvan ilmanvaihtojärjestelmän - arvioida ilmanvaihdon energiataloutta/energiatehokkuuttta - tunnistaa ja soveltaa alan erityismääräyksiä - laskea ja mitoittaa ilmanvaihtojärjestelmän julkiseen tilaan - käyttää (uusimpia) CAD-ohjelmia - soveltaa oppimaansa käytännön suunnittelutyössä.
Sisältö	Erityyppisten tilojen ilmanvaihdon tarpeen kriteerit ja määrä. Rakennusten ilmanvaihtojärjestelmät. Ilmanjako ja huonetilan ilmavirtaukset. Ilman käsittelyprosessit; sekoitus, lämmitys, jäähdytys, kostutus, suodatus. Ilmanvaihdon energiatalous. Lämmöntalteenottojärjestelmät. Ilmastointijärjestelmien säätö. Opintojakso antaa valmiudet uusimpien CAD-ohjelmien käyttöön.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 7 h, CAD-harjoituksia 14 h, laboratoriotyöinfo 1 h, 1. periodi. CAD-harjoituksia 14 h, laboratoriomittaukset 2 h, 2. periodi. Harjoitustyö, jossa kirjallisuus-, laskenta- ja CAD-suunnitteluosio, yksilötyö. Tehdään suurimmaksi osaksi CAD-harjoituksissa 1. ja 2. periodilla. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen omalla ajalla (n. 75 h), laboratoriotyön kirjallisten osioiden tekeminen (n. 30 h). Tenttiin valmistautuminen ja tentti (n. 25 h). Yhteensä noin 130 h.Kokonaiskuormittavuus noin 182 h.
Arvostelu	0-5, tentti 40 %, harjoitustyö 30 %, laboratoriotyö 30 %.

Oppimateriaalit	Seppänen, Olli: Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. LVI-kustannus Oy. Ympäristöministeriö. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1, D2, D4, D5, E7. Moodle.
Edellytykset	BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka kuunneltuna, BK20A1901 Teknisen piirustuksen perusteet kuunneltuna, BH60A1300 Rakennusten LVI-tekniikka kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH60A1300	***RAKENNUSTEN LVI-TEKNIIKKA 7 op***
	Fundamentals of Energy Technology for Buildings
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	DI Jarkko Mäki, TkT Mika Luoranen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa ja arvioida LVI-järjestelmän mitoitukseen vaikuttavia tekijöitä - tunnistaa ja soveltaa alan erityismääräyksiä - arvioida LVI-järjestelmän erilaisten toteutusvaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja - laskea ja mallintaa/mitoittaa energiatehokkaan LVI-järjestelmän omakotitaloon - raportoida tekemästään LVI-suunnitelmasta alan tapojen mukaisesti - soveltaa oppimaansa käytännön suunnittelutyössä.
Sisältö	Rakennusten lämmitystehon tarve; johtumishäviöt (seinät, ikkunat, maaperä, yläpohja, alapohja), ilmanvaihdon lämmitystehon tarve, käyttöveden lämmitys. Lämmitysjärjestelmät; kattilalaitokset (öljy, maakaasu, kiinteä polttoaine), kaukolämpö (kuluttajalaitteet), lämpöpumppu (maa- ja ilmalämpöpumput), aurinkoenergiajärjestelmät, sähkölämmitys. Lämmönjakojärjestelmät; vesiradiaatorilämmitys, lattialämmitys, ilmalämmitys, säteilylämmittimet. Rakennusten ilmanvaihto ja ilmastointijärjestelmät. Rakennusten vesi- ja viemärijärjestelmät. Matalaenergiarakentaminen, passiivitalot.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 7 h, CAD-harjoituksia 14 h, laboratoriotyöinfo 1 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 7 h, CAD-harjoituksia 14 h, laboratoriomittaukset 2 h, 4. periodi. Harjoitustyö, jossa kirjallisuus-, laskenta- ja CAD-suunnitteluosio, yksilötyö. Tehdään suurimmaksi osaksi CAD-harjoituksissa 3. ja 4. periodilla. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen omalla ajalla (n. 50 h), labroratoriotöiden kirjallisten osioiden tekeminen (n. 40 h).Tenttiin valmistautuminen ja tentti (n. 19 h). Yhteensä noin 109 h. Kokonaiskuormittavuus noin 182 h.
Arvostelu	0-5, tentti 40 %, harjoitustyö 30 %, laboratoriotyöt 30 %.
Oppimateriaalit	Seppänen, Olli & Seppänen, Matti: Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka, Sisäilmayhdistys, 1996. Seppänen, Olli: Rakennusten lämmitys, Suomen LVI-liitto, 2001. Ympäristöministeriö, Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1-C3, D1-D5, E1, E5-E7. Moodle.
Edellytykset	BH20A0800 Teknillinen termodynamiikka kuunneltuna, BK20A1901 Teknisen piirustuksen perusteet kuunneltuna, BH60A1400 Rakennus ja ympäristö kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BH60A1400	*RAKENNUS JA YMPÄRISTÖ* *3 op*
	Basic Course in Environmental Engineering for Buildings
Ajankohta	TkK 1, periodi 3
Opettaja(t)	Vierailevat luennoitsijat Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa ja selittää rakennusten rakentamisen sekä käytön vaikutuksia ympäristökuormitukseen ja kustannuksiin - arvioida taloteknisten valintojen merkitystä sisäilmatekijöihin ja ympäristökuormitukseen - arvioida rakentamisen ja asumisen energiatehokkuuden yhteyttä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen.
Sisältö	Opintojaksossa selvitetään rakennusten taloteknisten järjestelmien ja rakennuksen käyttötavan vaikutuksia ympäristökuormitukseen, viihtyvyystekijöihin sekä rakennuksen investointi- ja käyttökustannuksiin. Opintojaksolla selvitetään, mitä tekijöitä on otettava huomioon rakennusten ja siihen sisältyvien LVI-järjestelmien suunnittelussa ja käytössä. Laajempana teemana opintojaksolla on rakentamiseen ja asumiseen liittyvän energiatehokkuuden linkittäminen kasvihuonepäästöjen vähentämiseen.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoitustyö. 3. periodi. Luennoilla läsnäolovaatimus 50 %. Harjoitustyö, jossa kirjallisuusosio, yksilö- tai parityö. Itsenäisen työn osuus: Harjoitustyön tekeminen omalla ajalla (n. 50 h). Tenttiin valmistautuminen ja tentti (n. 14 h). Yhteensä noin 64 h. Kokonaiskuormitus noin 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 40 %, harjoitustyö 60 %.
Oppimateriaalit	Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A1600	*BASIC COURSE ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND ECONOMICS* *5 ECTS cr*
	Basic Course on Environmental Management and Economics **Opintojakso luennoidaan englanniksi, mutta harjoitustyöt ja tentti on mahdollista tehdä suomen kielellä. Ole yhteydessä vastuuopettajaan, jos haluat suorittaa opintojakson suomen kielellä.**
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 2, Period 2
Teacher(s)	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Virgilio Panapanaan Person in Charge: Professor, D.Sc. (Econ. & Bus. Adm.), M.Sc. (Tech.) Lassi Linnanen
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to: - describe the challenges that sustainable development poses to society and businesses - analyse what sustainable development means for business - identify corporate stakeholders and analyse their importance - understand the consepts of environmental strategy and risk management - use and compare the tools for measuring eco-efficiency - explain the basics of life cycle thinking, management and analysis - recognize basic environmental management tools and explain the reasons for their use - explain the steps of planning and implementing environmental management system - understand the basics of environmental labeling, environmental marketing and sustainability reporting.
Content	Identifying the influence of sustainable development on business. Learning basic concepts related to corporate responsibility and corporate environmental

	management. Identifying corporate stakeholders and their importance. Recognising tools and indicators of environmental management.Understanding the consepts of environmental strategies and risk management. Knowing the basics of LCA and environmental product design. Recognising eco labels and indicators of environmental load. Knowing the basics of building and maintaining an environmental management system. Understanding the basics of environmental labeling, environmental marketing and sustainability reporting.
Modes of Study	Lectures 24 h, including two voluntary case exercises (team work), 2nd period. Share of individual work (approx. 106 h): Written assignment, approx. 56 h, 2nd period. Written examination and preparation for it, approx. 50 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, examination 70 %, written assignment 20 %, case-exercises 10 %
Study materials	Schaltegger, S., Burritt R. & Petersen H. 2003. An Introduction to Corporate Environmental Management. Striving for Sustainability. (Additional reading materials may be provided). Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A1800	***YMPÄRISTÖOIKEUDEN PERUSTEET***	***5 op***
	Introduction to Environmental Law **Intensiiviopintojaksona 4. periodilla. Poikkeava ilmoittautumisaika ennakkotehtävien vuoksi. Ilmoittautuminen viimeistään 5.2.2014.**	
Ajankohta	TkK 2, periodi 4. int.	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, KTT, DI Lassi Linnanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa ympäristöoikeudelliset ratkaisutilanteet - etsiä ympäristöoikeudellista tietoa - tehdä yhteenvedon ympäristöasioita koskevaan päätöksentekoon osallistuvista tahoista ja ohjauskeinoista - tulkita ja soveltaa oikeudellista, mpäristöasioihin liittyvää viranomaisnormistoa käytännön työelämässä	
Sisältö	Vaikuttaminen ympäristöongelmiin oikeudellisen sääntelyn avulla, ympäristöpolitiikan ohjauskeinot, ympäristöhallinnon rakenne, ympäristöasioita koskevan päätöksenteon perusteet, keskeinen ympäristölainsäädäntö, ympäristöoikeus monitieteisenä ympäristötutkimuksena, ympäristöoikeudellisen tiedon hankinta.	
Suoritustavat	Luentoja 30 h, intensiiviopetus, 4. periodi. Itsenäisen työn osuus (n. 100 h): Ennakkotehtävät, yksilötyö (n. 20 h), 3.-4. periodi. Oppimispäiväkirja, yksilötyö (noin 80 h), 4. periodi. Kokonaiskuormitus noin 130 h.	
Arvostelu	0-5, ennakkotehtävät 20 %, oppimispäiväkirja 80 %	
Oppimateriaalit	Hyödyllistä taustakirjallisuutta ilmoitetaan luentojen yhteydessä. Noppa.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH60A2000	***EMISSION TRADING***	***3 ECTS cr***
	Emission Trading	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Virgilio Panapanaan Person in Charge: Professor, D.Sc. (Econ. & Bus. Adm.), M.Sc. (Tech.) Lassi Linnanen	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - explain the carbon markets mechanism - describe different emission trading schemes in and outside Europe - explain the impacts of an emission trading scheme on different stakeholders	

Content	Topics include: Carbon Markets, the Kyoto protocol and Kyoto mechanisms, the EU emission trading scheme, the impact of emission trading on different industries.
Modes of Study	Lectures 14 h, 3rd period. Assignment and seminars, 4th period. Examination. Independent study (approx. 64 h): assignment 20 h, examination and preparation for it 36 h, seminars 8 h. Total workload approx. 78 h. Moodle.
Evaluation	0-5, examination 75%, assignment 25 %
Study materials	Arnaud Brohé, Nick Eyre and Nicholas Howarth : Carbon Markets An International Business Guide (2009).
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A2101	***ADVANCED COURSE IN LIFE CYCLE ASSESSMENT***	***7 ECTS cr***
	Advanced Course in Life Cycle Assessment **Luennointikieli suomi/englanti.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - explain the basic life cycle concepts - plan, implement and analyse assessments to select products and services which fulfil the requirements of sustainable development - plan, implement and analyse assessments to reveal development needs of products and services - implement the life cycle costing calculation of a product or service - recognise the most inexpensive ways to reduce the environmental impact - perform life cycle assessments using software	
Content	Introduction to life cycle assessment, carrying out life cycle assessment, aspects related to inventory analysis, aspects related to impact assessment, calculating a carbon footprint, introduction to life cycle costing, aspect related to life cycle costing, LCA and LCC examples.This course is also suitable for postgraduate students.	
Modes of Study	Lectures 14 h, 3rd period. Computer training 3 h, 3rd period, and 4 h, 4th period. Assignment 1 with literature and computational part, Individual work, (approx. 38 h), 3rd period. Assignment 2 with Life cycle modeling task and final report, Team work, (approx. 82 h), 4th period. Written examination and preparation for it,(approx. 41 h). Total workload approx. 182 h.	
Evaluation	0-5, written assignments 75%, examination 25%.	
Study materials	Possible literature will be announced later. Moodle.	
Prerequisites	Understanding the basics of life cycle thinking. BH60A1600 Basic Course on Environmental Management and Economics.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH60A2200	***AIR POLLUTION CONTROL***	***3 ECTS cr***
	Air Pollution Control **Ympäristötekniikan suomen kielistä tutkintoa suorittavat opiskelijat suorittavat opintojakson BH60A0450 Kaasumaisten päästöjen hallinta.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	

Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - comprehend the air pollution control terminology - apply methods for improving air quality in cities - apply methods for decreasing the carbon footprint of products and services - comprehend the formation and treatment methods of air pollution - comprehend air pollution control technologies and processing systems
Content	Greenhouse gas emissions. Control of sulphur and nitrogen oxides. Control of particulates. Control of other gaseous emissions.
Modes of Study	Lectures 8 h, Independent work (approx. 70 h): Seminar work and written assignment approx. 35 h (pair work). Participation in seminar presentations. Written examination and preparation for it approx. 35 h. Total workload approx. 78 h.
Evaluation	0-5, examination 50 %, seminar work and written assignment 50 %.
Study materials	De Nevers Noel: Air Pollution Control Engineering Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A2401	***ENERGY RECOVERY FROM SOLID WASTE 4 ECTS cr***
	Energy Recovery from Solid Waste
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Horttanainen, D.Sc. (Tech.) Mika Luoranen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Horttanainen
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - describe the properties of waste as fuel - explain the most common waste-to-energy technologies and their suitability for different energy recovery applications and materials - determine the waste-to-energy recovery potential of a region - describe the most important flue gas emissions and their reduction technologies characteristic for the combustion of waste - analyse the role of energy recovery in municipal waste management
Content	Waste-to-energy in Finland and other countries, properties of waste as a fuel, waste handling before thermal conversion, preparation of recycled fuel, mass combustion of waste, combustion of recycled fuel, gasification of waste, energy recovery in combustion of waste, emission reduction during combustion, flue gas treatment, utilisation and treatment of ash, anaerobic digestion of waste, landfill gas utilisation in energy production.This course is also suitable for postgraduate students.
Modes of Study	Lectures 14 h, exercises 12 h, 1st period. Lectures 6 h, exercises 2 h, 2nd period. Assignment info (2 h), period 2. Group assignment including calculations, written group report (approx. 44 h), 2nd period. Excursion (approx. 6 h), 2nd period. Written examination and preparation for it, approx. 20 h. Total workload approx. 106 h.
Evaluation	0-5, exam 60 %, practical assignment 40 %.
Study materials	Course book (to the appropriate extent): Niessen, W., 2002. Combustion and incineration processes. Marcel Dekker, Inc., New York. SBN: 0-8247-0629-3. Moodle.
Prerequisites	Basic knowledge on thermodynamics, chemistry and power plant technology.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A2600	ILMASTONMUUTOS 3 op
	Climate Change **Opintojaksolle ilmoittautuminen viimeistään 10.2.2013.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 3 int.
Opettaja(t)	professori, KTT, DI Lassi Linnanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - määritellä ilmastoon sekä ilmastonmuutoksen syihin ja seurauksiin vaikuttavia tekijöitä - selittää, millä toimilla ilmastonmuutoksen hillitsemiseen pystytään vaikuttamaan - laskea hiilijalanjälkilaskuja
Sisältö	Opintojaksolla perehdytään seuraaviin teemoihin: Kasvihuoneilmiö, ilmaston muuttuminen kautta aikojen, tulevaisuusskenaariot, hiilenkierto, säteilypakotteeseen vaikuttavat tekijät, ilmastonmuutoksen vaikutukset ja hillitseminen, hiilijalanjälki.
Suoritustavat	Periodi 2 intensiiviviikko: Luentoja 14 h (intensiivisesti), Itsenäisen työn osuus (n. 64 h): Oppimispäiväkirja, yksilötyö (n. 14 h). Harjoitustyö, jossa kirjallisuus- ja laskentaosio (n. 50 h). Kokonaiskuormittavuus noin 78 h.
Arvostelu	0-5, harjoitustyö 75 %, oppimispäiväkirja 25 %.
Oppimateriaalit	1.Muutamme ilmastoa. Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden katsaus ilmastonmuutokseen. 2008. Toim. Nevanlinna Heikki 2. Maailman tila 2009. Lämpenevään maailmaan. 2009. Worldwatch-instituutti. Moodle.
Edellytykset	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A2700	ENERGIATEHOKAS ELINYMPÄRISTÖ 7 op
	Energy Efficient Environment
Ajankohta	DI 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	TkT Mika Luoranen, professori, TkT Risto Soukka, vierailevia luennoitsijoita Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Risto Soukka
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - arvioida aluesuunnitteluun vaikuttavia ja sitä ohjaavia tekijöitä energiatehokkuuden näkökulmasta - vertailla energiaratkaisujen kestävyyteen vaikuttavia tekijöitä kiinteistö- ja aluekohtaisesti - suunnitella energiatehokasta elinympäristöä kuvaavan elinkaarimallin
Sisältö	Luennoilla käsitellään seuraavia aihekokonaisuuksia: alueiden käytön suunnittelu, lainsäädännölliset ja taloudelliset ohjaavat tekijät, alueelliseen energiankäytön hallinta, matalaenergiarakentaminen, alueellinen energianhankinta ja ympäristöllisen suorituskyvyn kriteerit. Opintojaksolla tehdään elinkaarimallinnuksen periaatteisiin pohjautuva harjoitustyö.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 3.periodi Harjoitustyö, yksilötyö (n. 128 h), 3.-4. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja tentti (n. 40 h). Kokonaiskuormittavuus n. 182 h.
Arvostelu	0-5, tentti 50 %, harjoitustyö 50 %
Oppimateriaalit	Mahdollinen kirjallisuus ilmoitetaan myöhemmin. Opintojaksolla käytössä Moodle.
Edellytykset	BH60A2101 Advanced Course in Life Cycle Assessment.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A2801	*ENERGY AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN RUSSIA* *3 ECTS cr*
	Energy and Environmental Challenges in Russia
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 3, B.Sc. (Econ. & Bus. Adm.) 3, Period 3
Teacher(s)	Visiting professors Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Horttanainen
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - list the main challenges in energy production in Russia - list the main environmental challenges in Russia - describe the reasons for the energy and environmental challenges in Russia - explain the main improvement needs in the energy and environmental sector in Russia - report orally and in writing in English about the example problems
Content	Energy production challenges, issues on energy efficiency and resource saving, air pollution, water and waste problems regarding the energy production, environmental policy and legislation, the state of water purification and waste water treatment, waste generation and organization of waste management.
Modes of Study	Lectures 12 h, Seminar work and written assignment approx. 30 h, Written examination and preparation for it approx. 30 h. Total workload approx. 72 h, 3rd period.
Evaluation	0-5, examination 50%, seminar work and written assignment 50%.
Study materials	Litterature will be announced later. Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A2900	*YRITYSVASTUU JA JOHTAMINEN 1* *3 op*
	Corporate Responsibility and Management 1 **Kuulustelu tenttiakvaariossa, ilmoittautuminen opintosuoritusta varten weboodiin ja varsinaiseen tenttiin Origon tenttiakvaario-ohjelmistoon.**
Ajankohta	DI 1, periodi 1-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, KTT, DI Lassi Linnanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - nimetä yritysvastuun osa-alueita ja sidosryhmiä - perustella yritysvastuun ja liiketoimintastrategian välisen yhteyden - selittää omin sanoin sidosryhmien merkityksen - analysoida yrityksen yhteiskuntavastuun toimintaprosessia
Sisältö	Opintojaksolla tutustutaan yrityksen ympäristöstrategiseen viitekehykseen ja syvennetään tietämystä eri ympäristöjohtamisen menetelmien soveltamisesta. Lisäksi opetellaan analysoimaan ympäristöasioiden hallinnan liiketoiminnallisia vaikutuksia. Opintojaksolla opitaan tunnistamaan vastuullisen liiketoiminnan eri osa-alueet. Opitaan tuntemaan yritysetiikan perusteet sekä viestimään ja raportoimaan yritysvastuun tavoitteista ja toteutuksesta sidosryhmille.
Suoritustavat	Kirjallisuustentti tenttiakvaariossa. Yhden kalenterikuukauden aikana tehdyt tentit tarkastaetaan seuraavan kuukauden 15. päivään mennessä. Katso tarkemmat suoritusohjeet ja assistenttien yhteystiedot Noppa-portaalista. Tenttiin valmistautuminen ja tentti n. 78 h. Kokonaiskuormittavuus n. 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %
Oppimateriaalit	1. Joutsenvirta Maria et al. (toim.) Vastuullinen liiketoiminta kansainvälisessä maailmassa, 2011. 2. Juutinen Sirpa, Steiner Maj-Lis: Strateginen yritysvastuu. 2010, kappaleet 1-6 3. Muu kirjallisuus ilmoitetaan myöhemmin.
Edellytykset	BH60A1600 Basic Course on Environmental Management and Economics

	kuunneltuna tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A3000	***YRITYSVASTUU JA JOHTAMINEN 2***	***5 op***
	Corporate Responsibility and Management 2 **Opintojakson osallistujamäärä maksimissaan 25 opiskelijaa. Etusijalla ovat ympäristötekniikan opiskelijat, joille opintojakso on pakollinen.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, KTT, DI Lassi Linnanen ja tutkijaopettaja, TkT Virgilio Panapanaan	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - arvioida kriittisesti yritysvastuun viestintää - analysoida yritysvastuuseen liittyviä päätöksentekotilanteita - ehdottaa ratkaisuja yritysvastuuseen liittyviin ongelmatilanteisiin - suunnitella ja toteuttaa itse- ja vertaisarviointeja	
Sisältö	Opintojaksolla tutustutaan yrityksen ympäristöstrategiseen viitekehykseen ja syvennetään tietämystä eri ympäristöjohtamisen menetelmien soveltamisesta. Lisäksi opetellaan analysoimaan ympäristöasioiden hallinnan liiketoiminnallisia vaikutuksia. Opintojaksolla opitaan tunnistamaan vastuullisen liiketoiminnan eri osa-alueet. Opitaan tuntemaan yritysetiikan perusteet sekä viestimään ja raportoimaan yritysvastuun tavoitteista ja toteutuksesta sidosryhmille. Lisäksi tutustutaan yhteiskuntavastuun raportointiohjeisiin.	
Suoritustavat	Luentoja 6 h, harjoitustyö, 3. ja 4. periodi. Case-harjoituksia 18 h, seminaari 4 h, 4. periodi. Opiskelijan tulee osallistua case-harjoituksiin. Itsenäisen työn osuus (n. 106 h): Kirjallisuustyö yritysvastuun viestinnästä ja seminaariesitykseen valmistautuminen, parityö (n. 22 h), kirjallisuustyö 3. periodi, esitys 4. periodi. Case-harjoitukset, ryhmätyö (n. 62 h), 4. periodi. Oppimispäiväkirjan kirjoittaminen (n. 22 h), 3.-4. periodi. Kokonaiskuormittavuus noin 130 h. Moodle käytössä.	
Arvostelu	0-5, harjoitustyö 25 %, caset yhteensä 50 %, oppimispäiväkirja 25 %	
Oppimateriaalit	1. Caset: Hamschmidt, Jost (toim.): Case studies in sustainability management and strategy: the Oikos collection, 2007. 2. Juutinen Sirpa, Steiner Maj-Lis: Strateginen yritysvastuu. 2010, kappaleet 7-8 3. GRI yhteiskuntavastuun raportointiohjeisto, versio 3.1.	
Edellytykset	BH60A2900 Yritysvastuu ja johtaminen 1 suoritettuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BH60A3101	***INTRODUCTION TO GREEN CHEMISTRY***	***4 ECTS cr***
	Introduction to Green Chemistry **Opintojakso luennoidaan englanniksi, mutta opintojaksoon kuuluvat suoritukset on mahdollista tehdä suomen kielellä. Ole yhteydessä vastuuopettajaan, jos haluat suorittaa opintojakson suomeksi.**	
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 2, Period 1	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää, Researcher, D.Sc. (Tech.) Eveliina Repo Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to -explain the principles of green chemistry and their applications in process industry	

	-identify the raw materials, energy sources, and chemical reactions that follow the principles of green chemistry -compare chemical production processes based on the atom economy, used raw materials, energy consumption, and degree of recycling
Content	Learning the principles of green chemistry and their practical applications as well as the concepts of green chemistry such as industrial ecology. Learning to recognize the methods, processes, and the parts of the processes that follow the principles of green chemistry. Getting to know how to prevent pollution with the aid of green chemistry.
Modes of Study	Lectures 14 h, 1st period. Exercises 2 h, 1st period. Independent workload: Literature work and homework, altogether about 88 h. Total workload: 104 h.
Evaluation	0-5, literature work 70%, homework 30%
Study materials	Stanley E. Manahan, Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability, ChemChar Research, Inc., 2006, manahans(at)missouri.edu, lecture notes. Moodle.
Prerequisites	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet, BJ80A0001 Yleinen kemia
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A3201	***ADVANCED COURSE ON GREEN CHEMISTRY 4 ECTS cr***
	Advanced Course on Green Chemistry
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää,Researcher, M.Sc. Irina Levchuk Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to -interpret and evaluate the principles of green chemistry profoundly -analyze and compare the processes and methods that follow the principles of green chemistry -recommend and choose alternatives that follow the principles of green chemistry for the existing processes or parts of the processes.
Content	Learning the principles of green chemistry in depth using case-studies. These include finding green solutions for the problems arising in different processes of environmental technology. Case exercises will be conducted as a group work and each group will present the results. Each student will give a seminar presentation of the topic related to the principles of green chemistry.
Modes of Study	Lectures + seminars 10 h., 2nd period. Compulsory case exercises 16 h, 2nd period. Independent workload: Seminar presentation approx. 86 h. Total workload: 104 h
Evaluation	0-5, seminar 70 %, case exercises 30 %
Study materials	Lecture notes. Moodle.
Prerequisites	BH60A3101 Introduction to Green Chemistry
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A3300	***METHODS OF GREEN CHEMISTRY IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY 6 ECTS cr***
	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää, Researcher, D.Sc. (Tech.) Eveliina Repo Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Mika Sillanpää
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to -compare the basic water treatment methods as well as novel technology

	-evaluate and justify the advantages of green chemistry in different applications of environmental technology as well as in organic synthesis -compare critically the green chemistry methods to traditional methods -apply the basic environmental analytics and evaluate how the novel technology can be used to improve the analysis
Content	Learning the methods of water treatment such as adsorption, photocatalysis, and electrochemical methods as well as environmental analytics. Learning to interpret experimental results by modeling using for example kinetic models and theoretical adsorption isotherms. Familiarizing novel techniques such as nanotechnology in water treatment and environmental analytics. Utilization of green chemistry in environmental technology as well as in organic synthesis i.e. solvent free synthesis or solvent substitution.
Modes of Study	Lectures 15 h, 3. period. Exercises 9 h, 3. period. Laboratory exercises 16 h, 4 period. Independent workload: literature work and laboratory reports, altogether approx. 112 h. Total workload approx. 156 h.
Evaluation	0-5, literature work 50%, reports from laboratory exercises 50 %.
Study materials	Lecture notes. Moodle.
Prerequisites	BH60A3101 Introduction to Green Chemistry
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A3400	***PÄÄSTÖJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET 5 op***
	Environmental Impact of Emissions
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Mika Horttanainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: – tunnistaa erilaisia päästölähteitä – selittää, minkälaisia vaikutuksia päästöillä on ihmisten terveyteen, ekosysteemiin ja luonnonvaroihin – selittää, miten ympäristöongelmia muodostuu – muodostaa ketjun päästöstä ja sen leviämisestä aiheutuvaan ympäristövaikutukseen
Sisältö	Erilaiset päästölähteet, päästöjen leviäminen, päästöjen vaikutukset ihmisten terveyteen, ekosysteemiin ja luonnonvaroihin, ympäristöongelmien muodostuminen.
Suoritustavat	Luentoja 32 h, 3. periodi. Seminaarit 8 h, 4. periodi. Itsenäisen työn osuus (n. 90 h): Kirjallisuustyö, seminaariesitys, oppononti, parityö (n. 50 h), 3.-4. periodi.Tenttiin valmistautuminen ja tentti (n. 40 h). Kokonaiskuormitus noin 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, kirjallisuustyö, seminaariesitys ja opponointi 30 %
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan opintojakson alkaessa. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet, BJ70A1300 Yleisen kemian laboratoriotyöt, BJ80A0001 Yleinen kemia
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A3501	***SUSTAINABLE INNOVATION AND SYSTEM TRANSITION 5 ECTS cr***
	Sustainable Innovation and System Transition **The maximum number of participants is limited to 25 students.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-3
Teacher(s)	Visiting lecturers

	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Econ. & Bus. Adm.), M.Sc. (Tech.) Lassi Linnanen
Aims	By the end of the course, the student is expected to -be familiar with the concept of sustainable innovation and system transition -be able to work with complex sustainability challenges, and develop solutions that fill all aspects of sustainability -be able to work on a multicultural group and produce a scientific written report and a seminar presentation about his findings.
Content	Sustainability and innovation, system innovation and transition. Practice based innovation, innovation processes and networks. The student writes a learning diary with which he reflects the content of the course, his personal learning and the progress of the project work. The students produce a large project work in groups on the basis of a real life case example or a literature review. The course themes are both from developing and developed country setting.
Modes of Study	1st period: 18 h lectures, independent work approx. 9 h (preassignment and learning diary) 2nd period: 8 h practices, independent work approx. 42h (project work, learning diary) 3rd period: 5 h of practices, 6 h of seminar, independent work approx. 42h (project work, learning diary). Total: Lectures 31 h, lecture diary 20 h, project work 70 h and seminar presentation 6 h. Total workload approximately 130 h, of which independent work approximately 93 h.
Evaluation	0-5, 20 % lecture diary, 80% project work and seminars.
Study materials	Course material will be announced during the lectures. Moodle.
Prerequisites	B.Sc. studies or corresponding knowledge.

BH60A3600	***TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINNON TYÖHARJOITTELU*** ***2 op***
	Work internship in Bachelor's degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**
Ajankohta	TkK 1-3
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, TkL Simo Hammo
Tavoitteet	Opiskelija tietää käytännön omakohtaisen kokemuksen avulla, mitä on palkkatyö, millaista on työskentely työnantajan palveluksessa, mitkä ovat työelämän peruspelisäännöt työntekijän näkökulmasta ja miten työyhteisössä toimitaan.
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn tekniikan kandidaatin tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävän työsuhteen kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua). Yhteensä 52 h.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BH60A3700	DI-TUTKINNON TYÖHARJOITTELU 2 - 10 op
	Work Internship in Master's Degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**
Ajankohta	DI 1-2
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, TkL Simo Hammo
Tavoitteet	Opiskelijalla on perustuntemus jostakin oman alan työstä, työympäristöstä ja työyhteisöstä. Hän osaa soveltaa jo hankittuja tietoja ja taitoja johonkin oman alansa työhön.
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä palkallisessa työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn DI-tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävien työsuhteiden kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Ensimmäiset 2 opintopistettä: työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua), yhteensä 52 h. Opintopisteet 3-10: yrityksen työtehtävissä työskentelyä 26-208 h (1 op/26 h). Tutkinnon pakollisen harjoittelun määrä vaihtelee eri ohjelmissa, lisätietoja opinto-oppaan tutkintorakenneosuudesta.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BH60A3800	VERTAISTUUTOROINTI 3 op
	Peer Student Tutoring
Ajankohta	periodi 4, 1-2
Opettaja(t)	Opintojakson toteuttamisesta vastaa opintopalvelut yhteistyössä koulutusohjelmien ja ylioppilaskunnan kanssa. Vastuuhenkilö(t): Opintotoimiston päällikkö Päivi Taipale ja koulutusohjelman vastuuopettaja
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yliopiston opiskeluympäristön kokonaisuutena ja sen keskeisimmiltä osiltaan. Hän osaa neuvoa uutta opiskelijaa LUT:n opiskelun käytännöissä ja tukea uutta opiskelijaa opinnoissa alkuun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa toimia pienryhmänohjaajana.
Sisältö	Tuutoritoiminnan merkitys, pienryhmänohjaus- ja vuorovaikutustaidot, ajanhallinta ja motivaatio opiskelussa, uusien opiskelijoiden tutustuttaminen yliopistoon, opiskeluun ja opiskelijayhteisöön sekä opiskelussa tarvittaviin työvälineisiin.
Suoritustavat	Tuutorit valitaan helmi-maaliskuussa, erikseen ilmoitetun haun perusteella. Koulutus alkaa 4. periodilla järjestettävillä pakollisilla koulutustilaisuuksilla ja päättyy seuraavan lukuvuoden 2. periodin lopussa. Koulutus sisältää luentoja opiskeluun ja pienryhmäohjaukseen liittyvistä asioista, toiminnallisia harjoituksia ja ryhmätyöskentelyä, verkkotehtäviä ja perehtymistä koulutusohjelmakohtaisiin asioihin. Tuutori ohjaa uusien opiskelijoiden pienryhmää syksyllä ensimmäisen periodin aikana ja kokoontuu ryhmän kanssa noin kymmenen kertaa. Tuutori vastaa palautekyselyyn, laatii kirjallisen loppuraportin ja osallistuu loppupalautetilaisuuteen. Koulutustilaisuuksia 16 h, verkkotehtävät ja muu itsenäinen työskentely 12 h, 4. periodi. Koulutustilaisuus 6 h elokuun lopussa, oman pienryhmän tuutorointi 20 h, verkkotehtävät, loppuraportti ja muu itsenäinen työskentely 14 h ja

	palautetilaisuus 2 h, 1. ja 2 periodi. Kokonaismitoitus 70 h.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty
Oppimateriaalit	Erikseen jaettava materiaali koulutuksen yhteydessä ja verkkomateriaali.

BH60A3900	***JOHDATUS YMPÄRISTÖTEKNIIKAN OPISKELUUN*** ***1 op***
	Introduction to Studies of Environmental Technology
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita. Vastuuhenkilö(t): professori, KTT, DI Lassi Linnanen
Tavoitteet	Tiedekuntakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija - osaa kuvailla tekniikan kandidaatin tutkinnon ja diplomi-insinöörin tutkintojen yleisrakenteet ja niihin sisältyvät osiot - hahmottaa opintojensa opintopolun sekä henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintopolun eri vaiheessa - hahmottaa tiedekunnan opintopalvelujen kokonaisuuden ja osaa etsiä omiin opintoihinsa liittyvää neuvontamateriaalia sekä neuvontahenkilöstöä - opiskelija saa tietoa kv-harjoittelusta ja kv-opiskelijavaihdosta ja kykenee tarvittaessa hankkimaan lisätietoa. Koulutusohjelmakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa - tulkita opinto-opasta - tehdä henkilökohtaisen opintosuunnitelman (eHOPS) - nimetä ympäristötekniikan diplomi-insinöörin ammatteja ja kuvailla työtehtäviä sekä suunnitella omaa uraansa - noudattaa yliopiston tenttikäytäntöjä sekä koulutusohjelman käytäntöjä - käyttää kirjaston palveluita ja tehdä itsenäisesti tiedonhakua - löytää tarvittaessa apua opintojen aikana
Sisältö	Tiedekuntakohtainen osuus (3x1h): Tekniikan kandidaatin ja diplomi-insinöörin tutkintojen rakenteet, opintopolun käännekohdat, tiedekunnan opintopalvelut, tenttikäytännöt sekä kansainvälinen opiskelijavaihto ja harjoittelu. Koulutusohjelmakohtainen osuus (3x2h): Henkilökohtaisen opintosuunnitelman laatiminen. Tutustuminen ympäristötekniikan opintokokonaisuuteen ja koulutusohjelman käytäntöihin. Ympäristötekniikan tiedonhaun alkeiden opetteleminen. Tutustuminen erilaisiin työtehtäviin, joissa valmistunut ympäristötekniikan diplomi-insinööri voi työskennellä.
Suoritustavat	Pakolliset luennot 9 h, 1. periodi. Osallistuminen ohjattuun eHOPS-harjoitukseen 1 h. eHOPSin ja lyhyen kirjoitelman laatiminen. Henkilökohtainen HOPS-keskustelutilaisuus opettajatuutorin kanssa. Kirjastokäynti 1 h ja hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet-verkkokurssilla. Itsenäisen työn osuus yhteensä noin 16 h. Opintojakson kokonaiskuormittavuus noin 26 h. Huom. Luennot eivät ole pakollisia aiemman yliopisto- tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneille.
Arvostelu	Hyväksytty / hylätty
Oppimateriaalit	Moodle

BH60A4000	***YMPÄRISTÖTEKNIIKAN KANDIDAATINTYÖ JA SEMINAARI*** ***10 op***
	Bachelor's Thesis and Seminar in Environmental Technology **Osallistu 3. periodin luennoille, jos suunnitelmissa on kandidaatintyön kirjoittaminen seuraavan vuoden aikana. Ilmoittaudu myös opintojaksolle**

	FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä, kun työn kirjoittaminen on ajankohtaista.
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Mika Horttanainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - asettaa rajatun tutkimusongelman - etsiä työhön sopivia lähteitä, arvioida lähteiden ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta - käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein ja monipuolisesti - raportoida työstään kirjallisesti, kieli- ja ulkoasuvaatimukset huomioiden - esitellä suullisesti tekemänsä työn sisällön ja tulokset tiivistetysti annetussa ajassa - osallistua tieteelliseen keskusteluun kandidaatintyönsä aihealueesta - antaa vertaispalautetta muiden töistä ja vastaanottaa palautetta työstään sekä arvioida omaa työtään
Sisältö	Kirjallisen kandidaatintyön laatiminen, sen suullinen esitys seminaarissa ja toisen kandidaatintyön opponointi. Kandidaatintyön laatimisen yhteydessä käydään läpi tutkimuksen suoritusvaiheet, tutkielman laatimisessa noudatettavat periaatteet ja perehdytään tutkimuksessa käytettäviin tietolähteisiin sekä kirjaston tarjoamiin tutkimusta avustaviin palveluihin. Opintojakson yhteydessä suoritetaan kielikeskuksen tuottama opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä, johon ilmoittaudutaan erikseen.
Suoritustavat	Luentoja 4 h, 3. periodi. Seminaari 3 h, 1., 2. tai 4. periodi. Itsenäisen työn osuus (n. 253 h): Kandidaatintyö, välinäytöt, seminaariesitys, opponointi, yksilötyö (n. 253 h). Kokonaiskuormitus noin 260 h.
Arvostelu	0-5, kandidaatintyö, seminaariesitys, opponointi sekä työskentelyprosessi 100%
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan opintojakson alkaessa. Moodle.
Edellytykset	BH60A0000 Ympäristötekniikan perusteet ja BH60A1600 Basic Course on Environmental Management and Economics suoritettuina tai vastaavat tiedot.

BH60A4100	***YMPÄRISTÖTEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT 4 op***
	Laboratory Course of Environmental Measurements
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Mika Horttanainen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa erilaisia ympäristön tilaan liittyviä mittaustarpeita - nimetä keskeisiä kaasumaisten, nestemäisten ja kiinteiden päästöjen mittausmenetelmiä ja selittää niiden toimintaperiaatteet - käyttää päästöjen hallintaan liittyviä standardeja - valita ja käyttää soveltuvia mittausmenetelmiä käytännössä - laskea päästöjen pitoisuudet standardin mukaisesti - analysoida mittaustuloksia - tunnistaa mittauksiin liittyviä virhelähteitä sekä arvioida niiden merkittävyyttä - raportoida päästömittauksista kirjallisesti.
Sisältö	4 kpl ryhmätyönä tehtäviä laboratoriotöitä sekä tulostenanalysointiesitys seminaarissa. Tutustumisvierailut alan tutkimuslaboratorio- tai teollisuuskohteisiin.
Suoritustavat	Infoluento 2 h, laboratoriotöitä noin 46 h, 1. periodi. Laboratoriotöitä noin 46 h, tutustumiskäyntejä 6 h, seminaari 4 h, 2. periodi. Kokonaiskuormitus noin 104 h.
Arvostelu	0-5, laboratoriotyöt 80 %, seminaariesitys 20 %.
Oppimateriaalit	Moodle.
Edellytykset	BH60A0901 Ympäristömittaukset tai vastaavat tiedot. Kemiantekniikan turvallisuusluennot kuunneltuna ja hyväksytysti tentittynä.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BH60A4200	***DIPLOMITYÖ JA SEMINAARI***	***30 op***
	Master´s Thesis and Seminar **Englanninkielisissä maisteriohjelmissa opinnäytetyö tehdään englannin kielellä.**	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, KTT, DI Lassi Linnanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - asettaa tutkimusongelman - valita ja käyttää tutkimusongelmaan soveltuvia tutkimusmenetelmiä - etsiä tutkimukseen sopivia lähteitä, arvioida lähteiden ja niissä esitetyn tiedon laatua ja luotettavuutta - käyttää ja tulkita löytämiään lähteitä oikein ja monipuolisesti - raportoida työstään kirjallisesti, kieli- ja ulkoasuvaatimukset huomioiden - esitellä suullisesti tekemänsä työn sisällön ja tulokset tiivistetysti	
Sisältö	Opiskelija kirjoittaa tutkimus- tai suunnittelutehtävästä diplomityöohjeiden mukaisen tutkielman. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaisesti.	
Suoritustavat	Diplomityön esittämisestä sovitaan työn tarkastavan professorin kanssa. Ei erillistä seminaaria.Kokonaiskuormittavuus noin 780 h.	
Arvostelu	0-5, diplomityö 100 %.	

BH60A4300	***ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY PROJECT WORK***	***2 - 30 ECTS cr***
	Environmental Technology Project Work **The course is mainly intended for foreign visiting students. The students register for the course by contacting the supervisor.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-4	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - choose appropriate research methods for a research problem in a given field of environmental technology - find and select appropriate reference material for research - indipendently make the timetable and conduct a compact research project - prepare a written report on his or her work according to instructions	
Content	Producing a research report on a given subject on the basis of a literature review. The subject of the research can also be assigned by an enterprise.	
Modes of Study	Advanced practical or seminar work 50-780 h,(=independent work), 1st-4th periods. The method of completion is agreed on with the supervising professor. No contact teaching.	
Evaluation	0-5, project work 100%	
Prerequisites	The prerequisites are set individually depending on the case.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BH60A4400	***INTRODUCTION TO SUSTAINABILITY***	***3 ECTS cr***
	Introduction to Sustainability	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka and Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Virgilio Panapanaan Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka	

Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to: - explain the interaction between environment, society, business, and other societal actors; and understand their mutual relationship and impacts to the society and the environment; - understand the core idea and thinking behind sustainability and its importance in order to limit or decelerate environmental damages while pursuing a more sustainable quality of life; - complete a group assignment in a form of project work which will give a systems perspective on sustainability of a given theme (e.g. community, engineering design) - understand and apply practically the learned principles and concepts of sustainability; and - demonstrate the ability to reflect sustainability in the project, studies and desirably also in thinking and lifestyles.
Content	The general objective of the course is to introduce students to different sustainability challenges that our world is facing as a consequence of human activities and natural causes. The idea is to learn and understand those sustainability challenges and their interconnectedness, and find out how we could move or transit towards a more sustainable world.
Modes of Study	Lectures 16 h, 1st period Independent study (approx. 62 h): Project work and presentation, team work (approx. 32 h). Preparation for the examination and the exam (approx. 30 h). Total workload approx. 78 h.
Evaluation	0-5, examination 70%, project work 30%.
Study materials	Will be announced during lectures.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BH60A4500	***CORPORATE RESPONSIBILITY AND MANAGEMENT 1*** ***3 ECTS cr***
	Corporate Responsibility and Management 1 **The course is intended for international students.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Econ. & Bus. Adm.), M.Sc. (Tech.) Lassi Linnanen
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - name different areas and stakeholder groups related to corporate social responsibility - explain the connection between corporate social responsibility and business strategies - explain the importance of stakeholders in his or her own words - analyze the operation process of corporate social responsibility
Content	Corporate environmental strategies and application of the methods of environmental management. Analyzing the impacts that environmental management has on business. Identifying the sectors of responsible business operations. Basics of corporate ethics. Informing of and reporting on corporate responsibility issues to the stakeholders. Reporting of corporate social responsibility.
Modes of Study	Literature examination in exam aquarium. All the exams done during one calendar month are to be reviewed by the 15th of following month. See Noppa for further instructions and contact information.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	1. Werther, William B. Jr., Chandler, David: Strategic Corporate Social Responsibility: Stakeholders in a Global Environment, 2010. 2. Other literature will be announced later.
Prerequisites	BH60A1600 Basic Course on Environmental Management and Economics attended or equivalent knowledge.
Further	This course has 11-15 places for open university students. More information on

Information	the web site for open university instruction.

BH60A4600	***INTRODUCTION TO M.SC. STUDIES***	***1 ECTS cr***
	Introduction to M.Sc. Studies	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Teacher tutor, M.Sc. (Tech) Kati Koikkalainen Person in Charge: Head of the Degree programme, Professor, D.Sc. (Tech.) Risto Soukka	
Aims	By the end of the course, the student is expected to be able to - describe the content of the Degree Programme, interpret the study guide and also describe the research areas of Laboratory of Environmental Technology and Laboratory of Green Chemistry - prepare his/her individual study plan (ePSP) and follow the progress of his/her studies with the help of WebOodi's personal study plan - observe the university's examination practices and degree programme practices - use the services of the library, retrieve information independently and use the information sources in accordance with good practices, and is also able to observe the copyrights - observe the instructions and practices of the Master's Thesis - find help as needed during his/her studies - use the Moodle learning base	
Content	LUT Energy (4x2h): 1st period (3x2h): Getting to know Finnish culture. Study and exam culture in LUT. LUT library collections, databases, reference practices, and copyrights. 2nd period (1x2h): Starting the Master Thesis. Degree Programme in Environmental Technology (3x2h): 1st period (2x2h): Getting to know with the Department of Environmental Technology and Major Studies. ePSP workshop. 2nd period (1x2h): Research areas of Laboratory of Environmental Technology and Laboratory of Green Chemistry.	
Modes of Study	Obligatory lectures 10h (incl. participation in an ePSP workshop). Library visit 1h. 1st period. Obligatory lectures 4h and individual discussion with a teacher tutor 1h. 2nd period. Individual work (total approx. 10h): 1st period: An individual study plan. Assignments of information searching, library use, and databases on Moodle. 2nd period: Written assignment about study and career plans. Total workload 26 h.	
Evaluation	Pass/fail	
Study materials	Study Guide, Moodle, LUT library collections, and databases.	

4.2 LUT Kemia

4.2.1 Kemiantekniikka

Tavoitteet

Kemiantekniikan yleistavoitteena on kouluttaa opiskelijoita alan teknillistieteellistä asiantuntemusta edellyttäviin tehtäviin sekä antaa valmiuksia jatkokoulutukseen ja jatkuvaan opiskeluun.

Ammatilliset tehtäväalueet

Kemiantekniikka antaa hyvät tiedot ja valmiudet

- kemianteollisuuteen, puunjalostusteollisuuteen sekä metallurgiseen ja elintarviketeollisuuteen liittyviin tutkimus- ja kehitystehtäviin
- prosessi- ja laitesuunnitteluun sekä alan tuotekehitykseen
- käyttötehtäviin ja laadunvalvontaan
- jäte- ja sivutuotteiden hyödyntämiseen sekä vesien käsittelyyn
- prosessiteollisuuden ympäristönsuojelun, turvallisuuden ja työsuojelun ylläpitämiseen ja edistämiseen.

Lisäksi kemiantekniikan tietämystä tarvitaan yhä lisääntyvässä määrin varsinaisen prosessiteollisuuden ulkopuolella. Huomiota kiinnitetään teollisuustehtävien lisäksi myös sellaiseen kemiallistekniseen asiantuntemukseen, jota vaaditaan julkisen hallinnon, opetustoimen sekä kaupan piirissä.

Oppimistavoitteet

Kemiantekniikan oppimistavoitteet voidaan jakaa kuuteen luokkaan:

- Tietämys
- Tiedon hankinta ja hallinta
- Teknistieteellinen analyysi ja ongelmanratkaisu
- Suunnittelu ja kehitys
- Käytännön soveltaminen
- Yleiset valmiudet ja asenteet

Oppimistavoitteet on määritelty yksityiskohtaisesti sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelmille. Seuraavassa on esitetty yhteiset, yksityiskohtaiset oppimistavoitteet niille, jotka suorittavat LUT:ssa sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkinnon kemiantekniikassa.

Tietämys (Knowledge and understanding)

- Valmistuvilla opiskelijoilla on riittävät tiedot kemiassa, fysiikassa, matematiikassa ja tietotekniikassa, jotta he kykenevät ymmärtämään syvällisesti ja käsittelemään (esim. laskennallisesti) kemiantekniikan tärkeimpiä ilmiöitä.
- He ymmärtävät syvällisesti kemiantekniikan tärkeimmät ilmiöt, kuten kemialliset reaktiot, reaktiokinetiikan, aineen-, energian ja liikemäärän siirron, termodynaamiset tasapainotilat, faasimuutokset, sekoituksen ja virtausdynamiikan sekä niitä selittävät tieteelliset teoriat.
- He ovat selvillä kemiantekniikan uusimmista tieteellisistä suuntauksista.
- He tuntevat yleisimmät kemialliset analyysimenetelmät sekä prosessiteollisuuden mittaustekniikat.
- He tuntevat prosessisäädön ja –automaation perusteet ja soveltamisperiaatteet.
- He tuntevat myös muiden tekniikan alojen perusteita siinä määrin, että kykenevät kommunikoimaan ja työskentelemään muiden alojen asiantuntijoiden kanssa.
- He tuntevat tuotantotalouden perusteita, kuten investointikustannusten, käyttökustannusten ja kannattavuuden arviointia.

Tiedon hankinta ja hallinta (Knowledge management)

- Valmistuvat opiskelijat osaavat hakea oman alansa tietoa tieteellisestä kirjallisuudesta, patenttikirjallisuudesta, internetistä sekä erilaisista tietopankeista käyttäen hyväksi nykyaikaisia hakujärjestelmiä.
- He osaavat arvioida ja tarkistaa eri lähteistä saatujen tietojen luotettavuutta ja tarkkuutta, osaavat suhtautua tietoon kriittisesti sekä tunnistaa oleellisimpia seikkoja suuresta tietomäärästä.
- He osaavat myös dokumentoida uutta ja jalostettua tietoa oikealla tavalla. Raportoinnissa he osaavat huomioida tiedon käyttötarkoituksen (tieteellinen julkaisu, tekninen raportti, opetusmateriaali, kansanomaistava teksti).

Tieteellinen ja teknillinen analyysi ja ongelmanratkaisu (Engineering analysis and investigations)

- Valmistuvat opiskelijat osaavat määritellä ja rajata ratkaistavan ongelman siten, että sen ratkaisu on käsillä olevassa tilanteessa mahdollisimman hyödyllinen ja että ratkaisu on mahdollinen ottaen huomioon käytettävissä olevat lähtötiedot, menetelmät ja resurssit.
- He osaavat soveltaa yleistä ja kemiallisteknistä tietämystään kokonaisvaltaisesti ongelmien ratkaisuun. He osaavat soveltaa ilmiöpohjaista, mekanistista tarkastelutapaa kemiantekniikan ongelmien ratkaisussa.
- He osaavat valita sopivat menetelmät käsillä olevalla ongelman ratkaisuun. Menetelmät ovat tyypillisesti joko koetoimintaan tai laskentaan, mallinnukseen ja simulointiin perustuvia, usein näiden yhdistelmiä. Laajimmillaan tässä on kyse mittavan tutkimussuunnitelman laatimisesta.
- He tuntevat eri mittakaavassa suoritettavan koetoiminnan periaatteita ja piirteitä (koetoiminta laboratoriossa, pilot-laitoksessa ja tehdasmittakaavassa).
- He hallitsevat analyyttisteknistä ja matemaattista koesuunnittelua sekä koetulosten tilastollista käsittelyä.
- He osaavat laatia ilmiöpohjaisia ja empiirisiä matemaattisia malleja kemiantekniikan ilmiöille, prosesseille ja laitteille.
- He kykenevät hyödyntämään näitä malleja ongelmanratkaisussa mm. simuloinnin, optimoinnin ja koesuunnittelun keinoin.
- He osaavat käyttää kemiantekniikan ja kemian tavanomaisia tietoteknisiä työvälineitä, kuten Matlab, Aspen, Balas.
- He hallitsevat rinnakkaisen kokeellisen ja laskennallisen työskentelyn metodiikkaa ja siihen liittyvää mallien kokeellista validointia ja parametrien estimointia.
- He tiedostavat, minkä edellytysten vallitessa saavutettu ongelman ratkaisu on voimassa, mikä on ratkaisun pätevyysalue ja kuinka luotettava ratkaisu on. He myös ymmärtävät, että ratkaisun yhteydessä on myös tärkeää dokumentoida nämä lisätiedot.
- He osaavat ratkaista epätäydellisesti määriteltyjä ongelmia sekä uudentyyppisiä ongelmia kehittyvillä teknologian alueilla.

Suunnittelu ja kehitys (Engineering design and development)

- Valmistuvat opiskelijat tuntevat kemiantekniikan prosessien ja tuotteiden kehityksen ja suunnittelun tyypilliset vaiheet ja periaatteet.
- He tuntevat prosessiteollisuuden tavanomaiset yksikköprosessit, laitteet ja laitetyypit sekä niiden valintakriteereitä ja mitoitusperiaatteita syventyen erityisesti erotustekniikkaan.
- He osaavat laskea aine- ja energiataseita prosessikokonaisuuksille sekä hyödyntää käytössä olevia simulointiohjelmia tässä tehtävässä.
- He tuntevat prosessien kokonaisoptimoinnin periaatteita ja menetelmiä, samoin prosessien intensifiointia ja prosessi-integraatiota.
- He osaavat määritellä suunnittelemansa prosessin säätö-, mittaus- ja analyysitarpeet.
- He hallitsevat tavanomaiset suunnittelun tulosten dokumentointitavat (kaaviot, piirustukset, luettelot, spesifikaatiot, ohjeet). He osaavat sekä laatia että tulkita tällaisia dokumentteja.
- He tuntevat projektityöskentelyä ja ovat harjoitelleet sitä.
- He osaavat arvioida suunniteltavien tuotteiden ja prosessien kustannuksia ja kannattavuusvaikutuksia.

Käytännön soveltaminen (Engineering practice)

- Valmistuvat opiskelijat osaavat soveltaa teoreettista tietoa käytäntöön. He ymmärtävät, että käytännön ongelmissa tarvitaan ja käytetään usein yhdessä teoreettista, kokeellista sekä subjektiivista, kokemusperäistä tietoa.
- He osaavat ja uskaltavat tarvittaessa asiantuntevasti arvioida, olettaa ja likimääräistää, kun tarkkaa tietoa ei ole saatavissa. Samalla he tiedostavat vastuunsa tulosten luotettavuudesta ja pyrkivät arvioimaan sitä parhaalla mahdollisella tavalla.
- He tuntevat projektityöskentelyn periaatteita ja pyrkivät suunnitelmalliseen, päämäärätietoiseen työskentelyyn, jossa tekniset, taloudelliset ja ajalliset tavoitteet asetetaan ja niiden toteutumista seurataan.
- He osaavat ottaa turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat huomioon kaikessa toiminnassa, kuten tutkimuksessa, suunnittelussa ja tuotannossa. He ovat perehtyneet tähän liittyvään metodiikkaan ja tärkeimpään lainsäädäntöön.
- He osaavat soveltaa luovuuttaan ja heillä on kykyjä sekä rohkeutta etsiä ja löytää uusia ratkaisuja sekä kehittää uutta teknologiaa niin tutkimuksen, suunnittelun kuin tuotannonkin tehtävissä.

Yleiset valmiudet ja asenteet (Transferable skills)

- He ovat harjaantuneita uuden tiedon omaksujia ja ymmärtävät, että oppiminen on koko eliniän kestävä prosessi.
- He ovat tietoisia työnsä vastuusta, eettisistä vaatimuksista sekä yhteiskunnallisista vaikutuksista.
- He ovat aloitekykyisiä ja pystyvät itsenäiseen työskentelyyn.
- Heillä on hyvä suullinen ja kirjallinen kommunikointikyky.
- Valmistuvilla opiskelijoilla on tiimityöskentelyssä tarvittavaa yhteistyökykyä.
- Heillä on valmiuksia työskennellä monitieteisessä ja monikulttuurisessa ympäristössä.

Tutkintojen rakenteet

Kemiantekniikassa suoritetaan ensin alempana korkeakoulututkintona kolmivuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto ja ylempänä korkeakoulututkintona kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto. Tekniikan kandidaatin tutkinnon laajuus on 180 opintopistettä ja diplomi-insinöörin tutkinnon laajuus 120 opintopistettä.

<table>
<tr><th colspan="2">TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot 110 op</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine 40-41 op</td><td>C. Sivuaine 20 op (väh.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 5-9 op</td></tr>
<tr><th colspan="2">DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP</th></tr>
<tr><td colspan="2">A. Yleisopinnot 17 op</td></tr>
<tr><td>B. Pääaine 62-64 op</td><td>C. Sivuaine 20 op (väh.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot op 19-21 op</td></tr>
</table>

Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op)

Tekniikan kandidaatin tutkintoon johtava opiskelu kemiantekniikassa aloitetaan kaikille pakollisilla yleisopinnoilla. Yleisopintoihin kuuluu matematiikan ja fysiikan opintoja, kieli- ja viestintäopintoja, kemian ja kemiantekniikan opintoja sekä harjoittelua. Yleisopinnot on tarkoitettu esitiedoiksi kemiantekniikan pääaineen eri suuntautumiskohteiden opinnoille, jotka aloitetaan toisena vuonna. Tekniikan kandidaatin tutkintoon kuuluu myös 10 opintopisteen laajuinen kandidaatintyö ja siihen liittyvä seminaari sekä valinnaisia opintoja.

<table>
<tr><th colspan="2">TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP</th></tr>
<tr><td rowspan="2">A. Yleisopinnot 110 op

- Yleiset teknistieteelliset valmiudet 67 op
- Kemiantekniikan yleiset valmiudet 43 op</td><td>B. Pääaine Kemiantekniikka 40-41 op

Suuntautumiskohteet:
- Kuitu- ja paperitekniikka 40 op
- Prosessitekniikka 40 op
- Soveltava kemia 41 op</td></tr>
<tr><td>C. Sivuaine 21-24 op

- Kuitu- ja paperitekniikka 21 op
- Prosessitekniikka 24 op
- Soveltava kemia 24 op</td></tr>
<tr><td colspan="2">D. Valinnaiset opinnot 5-9 op</td></tr>
</table>

Pääaine ja sivuaineet

Tekniikan kandidaatin tutkinnon pääaine on **kemiantekniikka** ja pääaineen suuntautumiskohteet ovat:

1. **Kuitu- ja paperitekniikka**
2. **Prosessitekniikka**
3. **Soveltava kemia**

Kemiantekniikan omia sivuaineita ovat **kuitu- ja paperitekniikka, prosessitekniikka** ja **soveltava kemia.** Sivuaineopinnot tukevat valittuja pääaineopintoja joltakin opiskelijan valitsemalta alalta. Nämä antavat pohjan diplomi-insinöörin tutkinnon opintojen suorittamiselle. Valittavina ovat vain poikkeustapauksissa muut kuin kemiantekniikan tarjoamat sivuaineet, edellyttäen, että ne ovat sisällöltään tutkintoon sopivia. Tällöin valintaan tarvitaan pääaineen suuntautumiskohteesta vastaavan professorin puolto ja koulutusohjelman johtajan hyväksyntä.

Opiskelija valitsee tekniikan kandidaatin tutkinnon pääaineen suuntautumiskohteen ja sivuaineen ensimmäisen opintovuoden keväällä (maalis-huhtikuussa). Valinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pääaineen suuntautumiskohteiden vaikutus diplomi-insinööritutkinnon pääainevalintaan, ks. diplomi-insinöörin tutkinto (pää- ja sivuainevalinta).

Kuitu- ja paperitekniikka
Suuntautumiskohteen/sivuaineen vastuuhenkilö on professori Kaj Backfolk
Opiskelija saavuttaa paperitekniikan ja (selluloosa)kuitutekniikan alojen teoreettiset ja käytännölliset perustiedot sekä omaksuu kokonaisnäkemyksen puunjalostusalan tuotantoprosesseista, menetelmistä ja tuotteista. Opetuksen tavoitteena on tuottaa edellytykset syventyä diplomi-insinöörin tutkinnossa opiskelemaan paperitekniikkaa tai (selluloosa)kuitutekniikkaa, mutta se tuottaa laajat sovellutusalakohtaiset tiedot opiskella muitakin puunjalostuksen toimialoille suuntautuvia pää- ja sivuaineita.

Prosessitekniikka
Suuntautumiskohteen/sivuaineen vastuuhenkilö on professori Ilkka Turunen
Prosessitekniikassa paneudutaan prosessitekniikan tuotteiden valmistusmenetelmiin ja valmistusprosesseihin, erityisesti niiden yleisiin periaatteisiin. Perehdytään erilaisiin fysikaalisiin ja kemiallisiin ilmiöihin, joiden avulla raaka-aineista syntyy tuotteita. Opitaan hyödyntämään näitä ilmiöitä hallitusti tuotantolaitteissa ja tehtaissa. Edelleen opitaan, kuinka tämän tietämyksen avulla kehitetään, suunnitellaan ja käytetään tuotantoprosesseja ja -laitteita. Koska valmistusmenetelmien kehitykseen oleellisesti liittyy tuotteiden kehitys, opiskellaan myös tuotekehityksen periaatteita. Opiskeltavat asiat ovat hyödynnettävissä kaikilla prosessiteollisuuden aloilla, kuten kemianteollisuudessa, sellu- ja paperiteollisuudessa, metallurgisessa teollisuudessa sekä elintarviketeollisuudessa.

Soveltava kemia
Suuntautumiskohteen/sivuaineen vastuuhenkilö on professori Heli Sirén
Soveltava kemia yhdistää vahvan kemian perusosaamisen kemian insinööritieteisiin. Opinnoissa korostetaan perusperiaatteiden hallitsemisen tärkeyttä. Hyvän perustan päälle on myöhemmissä opinnoissa ja työelämässä turvallista rakentaa myös kapea-alaista erityisosaamista. Luentojen ohessa on runsaasti laboratoriotyökursseja havainnollistamassa opetusta. Opiskeltavat asiat ovat hyödynnettävissä laajasti kaikilla kemiaa soveltavilla teollisuuden toimialoilla.

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafyn opettajatuutorit antavat neuvoja soveltuvista matematiikan ja fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa koulutusohjelmassa.

Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:
- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa
- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö.

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista saa opinto-oppaan kohdasta *Matematiikka ja fysiikka* sekä Mafyn opettajatuutoreilta.

Matematiikka: TkT Jouni Sampo
Fysiikka: FK Jari Soininen

Kandidaatintyö ja seminaari (10 op)

Kandidaatintyö on tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnäytetyö. Työ on suppea tutkimus- tai suunnittelutehtävä, jonka laajuus tutkinnossa, yhdessä siihen liittyvän seminaarin kanssa, on 10 opintopistettä. Aiheeltaan työ liittyy johonkin pääaineen opintojaksoon ja sen ohjaa ja tarkastaa ko. opintojakson opettaja. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä työ itsenäisesti annettujen ohjeiden mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä suppean tutkielman. Kandidaatintyöstä annetaan arvosana (0-5).

Kemiantekniikassa kandidaatintyöhön liittyy seuraavassa kuvattava seminaari. Seminaari järjestetään kerran kuussa lukukausien aikana yhdessä diplomityöseminaarin kanssa. Opiskelijan tulee osallistua kaikkiaan kolmeen seminaariin, joista yhdessä hän pitää oman esityksensä. Esityksen pituus on 15 minuuttia. Seminaarissa on läsnä useita valmistumisvaiheessa olevia opiskelijoita sekä heidän opettajiaan. Jokainen osallistuva opiskelija esittelee kandidaatintyönsä lyhyesti kuulijakunnalle. Esittelyn jälkeen keskustellaan, jolloin opettajat esittävät kuhunkin työhön liittyviä kysymyksiä kaikille opiskelijoille. Seminaarilla on kolme eri tavoitetta:

1. Opintosuorite
   Seminaaritilanteessa opiskelija joutuu esittelemään työnsä oleellisimmat tulokset johtopäätöksineen, perustelemaan ne, sekä vastaamaan aiheeseen liittyviin kysymyksiin. Tässä tilanteessa hänen perehtyneisyytensä aiheeseen tulee esille hyvin selkeästi. Seminaari voikin laskea tai nostaa kandidaatintyön arvosanaa yhden arvosanayksikön verran.
2. Kommunikointiharjoitus
   Seminaarissa opiskelijat saavat harjoitusta työnsä tulosten pääkohtien selkeästä viestinnästä. Keskusteluun osallistuvat opiskelijat harjoittelevat työelämän tyypillistä

kommunikointitilannetta joutuessaan keskustelemaan alansa oleellisista kysymyksistä ja muodostamaan niistä itselleen käsityksen.

3. Opetuspalaute
   Opettajat saavat tärkeää palautetta opetuksen onnistumisesta. Keskustelussa he pyrkivät selvittämään, kuinka hyvin opiskelijat ovat sisäistäneet tärkeimmät opetetut kemiantekniikan perusperiaatteet. Tätä informaatiota käytetään opetuksen kehittämiseen laitoksen laatujärjestelmän puitteissa.

Kandidaatintyön yhteydessä opiskelijat osallistuvat ns. CHEMEPASS-testiin. He vastaavat tietokoneen välityksellä kysymyssarjaan, joka koskee tietyn kemiantekniikan alueen perusosaamista. Kysymykset ovat peräisin yhteiseurooppalaisesta CHEMEPASS-projektista, johon osallistui toistakymmentä eurooppalaista yliopistoa, LUT mukaan lukien. CHEMEPASS-testin tarkoituksena on hankkia opettajille palautetta opetuksen onnistumisesta. Arvosanoihin testi ei vaikuta eikä tuloksia rekisteröidä opiskelijoiden nimillä. CHEMEPASS-testin tekeminen koskee opiskelijoita, jotka ovat aloittaneet tekemään kandidaatintyötään lukuvuonna 2010-2011 tai sen jälkeen.

Kandidaatintyöseminaarien yhteydessä järjestetään lukukausittain infotilaisuus, jossa käydään läpi kandidaatintöiden sisältökuvauksia, vaatimustasoja ja ohjeita. Kandidaatintyönsä aloittavia opiskelijoita suositellaan vahvasti osallistumaan tilaisuuteen.

Lukuvuodesta 2012-2013 alkaen kandidaatintyön seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Tällöin opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 op:ttä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 op:en lisäksi.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on valmistuakseen kirjoitettava kypsyysnäyte. Kypsyysnäytteellä opiskelija osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Opiskelija kirjoittaa kypsyysnäytteen valvotusti ilman lähdeaineistoa Origon tenttiakvaariossa. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen tarkastavat kandidaatin tutkintoon kuuluvan opinnäytetyön ohjaaja LUT:ssa sekä yliopiston hyväksymä kielentarkastaja. Kypsyysnäytteen aihe liittyy opinnäytetyöhön mutta ei ole suoraan opinnäytetyön aihe.

Lisätietoja: opintosihteeri Judy Hyvönen, p. 040 830 9025, judy.hyvonen(at)lut.fi.

Kurssipalaute

Kemiantekniikassa opintojaksojen suoritukseen sisältyy kurssipalautteen antaminen Webropol-palautejärjestelmällä.

Kemiantekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	110	op
B. Pääaine, sisältää kandidaatintyön	40-41 op	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	5-9	op
Opinnot yhteensä	*180 (väh.)*	*op*

A. Yleisopinnot

Yleiset teknistieteelliset valmiudet (67 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH20A0700(*	Teknillisen termodynamiikan perusteet	TkK 2	2	2
BH40A0250	Pumput, puhaltimet ja kompressorit (Kete)	TkK 3	1	2
BH40A1400	Virtaustekniikka I	TkK 2	3	3
BJ20A2000	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	TkK 1-3		2
BK20A1901	Teknisen piirustuksen perusteet	TkK 1	1-2	2
BM20A0000	Matematiikka SäEnKeA1	TkK 1	1	3

BM20A0200	Matematiikka SäEnKeA2	TkK 1	1-2	5
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	TkK 1	3	3
BM20A0600	Matematiikka SäEnKeB2	TkK 1	3-4	2
BM20A0800	Matematiikka SäEnKeB3	TkK 1	4	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	TkK 2	1	3
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	TkK 2	2	3
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	TkK 1	4	4
BM30A0210	Fysiikka L, osa 1	TkK 1	1-2	5
BM30A0220	Fysiikka L, osa 2	TkK 1	2	2
BM30A0230	Fysiikka L, osa 3	TkK 1	3-4	5
BM30A0320	Fysiikan laboratoriotyöt (KETE, KOTE)	TkK 2	1	3
CS31A0210(**	Yritystalouden perusteet		3	3
FV10A 4op	Kieliopinnot			4
FV13A0150 (1(***	Svenska för teknologer	TkK 1	1,2,3,4,5	2
FV13A1200(1	Teknisk svenska	TkK 2-3	1, 2, 3, 4	2
FV18A2800	Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä	TkK 2	1-2, 3-4	3

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Kemiantekniikan koulutusohjelmassa opintojakso suoritetaan 1. (TkK 1) lukuvuonna.
**) Kemiantekniikan koulutusohjelmassa opintojakso suoritetaan 2. (TkK 2) lukuvuonna.
***) Kurssi on tarkoitettu vain ensimmäisen vuosikurssin (TkK 1) opiskelijoille

Kemiantekniikan yleiset valmiudet (43 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A1400	Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely	TkK 2	2	2
BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	TkK 2	3-4	3
BJ20A1600	Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I	TkK 3	1-2	4
BJ20A1700	Johdatus kemiantekniikan opiskeluun	TkK 1	1	1
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	TkK 3	1-2	6
BJ70A0002	Epäorgaaninen kemia	TkK 1	1-3	5
BJ70A0900	Orgaaninen kemia	TkK 2	1-3	6
BJ70A1101	Analytical Separation Methods	TkK 1	3-4	3
BJ70A1600	Kvalitatiivinen analyysi	TkK 1	1-3	1
BJ70A1700	Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka	TkK 1	1-2	3
BJ80A1000	Kemiallinen termodynamiikka	TkK 2	3-4	6
BJ90A1000	Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa	TkK 2	3-4	3

B. Kemiantekniikan pääaineen suuntautumiskohteet

Kuitu- ja paperitekniikka

Pakolliset opinnot (40 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH61A0500(*	Puunjalostusteollisuuden energiatalous	DI 1	3-4	6
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	TkK 3	2-4	4
BJ60A1701	Biorefineries	TkK 3	1	2
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	TkK 2	1-2	5
BJ60A2000	Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt	TkK 2	2-3	5
BJ60A2100	Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat	TkK 2	3-4	5
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	TkK 2	1-2	3
BJ10A0102(**	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	1-4	10

*) Kemiantekniikan koulutusohjelmassa opintojakso suoritetaan 3. (TkK 3) lukuvuonna.
**) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op

Prosessitekniikka

Pakolliset opinnot (40 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A0101	Mekaaniset erotusmenetelmät	TkK 2	3-4	6
BJ20A0301	Introduction to Process Simulation	TkK 3	1-2	5
BJ20A0700	Kemian laitetekniikan laboratoriotyöt	TkK 3	3-4	4

BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	TkK 3	3-4	5
BJ30A0400	Prosessisuunnittelun seminaari	TkK 3	3-4	4
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	TkK 2	2	3
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	TkK 2	1-2	3
BJ10A0102(*	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	1-4	10

*) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op

Soveltava kemia

Pakolliset opinnot (41 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ50A0101	Teknillinen polymeerikemia	TkK 2	4	3
BJ70A0102(1(*	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	TkK 3	3-4	5
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6
BJ70A1001(1(**	Orgaanisen kemian syventävät tiedot	TkK 3	3-4	5
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	TkK 2	2	3
BJ80A0600	Fysikaalisen kemian laboratoriotyöt	TkK 3	1-2	4
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	TkK 3	1-2	6
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	TkK 3	1-2	4
BJ10A0102(***	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	1-4	10

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014.
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.
***) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op

C. Sivuaineet kemiantekniikan opiskelijoille

Kuitu- ja paperitekniikka

Pakolliset opinnot (21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	TkK 3	2-4	4
BJ60A1701	Biorefineries	TkK 3	1	2
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	TkK 2	1-2	5
BJ60A2000	Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt	TkK 2	2-3	5
BJ60A2100	Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat	TkK 2	3-4	5

Prosessitekniikka

Pakolliset opinnot (24 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A0101	Mekaaniset erotusmenetelmät	TkK 2	3-4	6
BJ20A0301	Introduction to Process Simulation	TkK 3	1-2	5
BJ20A0700	Kemian laitetekniikan laboratoriotyöt	TkK 3	3-4	4
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	TkK 3	3-4	5
BJ30A0400	Prosessisuunnittelun seminaari	TkK 3	3-4	4

Soveltava kemia

Pakolliset opinnot (24 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ70A0102(1(*	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	TkK 3	3-4	5
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6
BJ70A1001(1(**	Orgaanisen kemian syventävät tiedot	TkK 3	3-4	5
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	TkK 2	2	3
BJ80A0600	Fysikaalisen kemian laboratoriotyöt	TkK 3	1-2	4
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	TkK 3	1-2	6

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014.
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että tekniikan kandidaatin tutkinnon kokonaismäärä 180 opintopistettä täyttyy. Tekniikan kandidaatin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiempaan tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Tekniikan kandidaatin tutkintoa seuraa opiskelu ylemmän korkeakoulututkinnon eli diplomi-insinöörin tutkinnon saavuttamiseksi. Diplomi-insinöörin tutkinnossa syvennytään kemiantekniikan ammattiaineisiin yksityiskohtaisemmalla tasolla ja tehdään diplomityö. Tutkintoon kuuluu kaikille pakollisia yleisopintoja, jotka sisältävät matematiikkaa, kieliä sekä harjoittelua. Pääaineen ja sivuaineen opinnot ovat mukana heti alusta alkaen. Tutkinto sisältää myös valinnaisia opintoja.

Pää- ja sivuaineet

Kemiantekniikan diplomi-insinöörin tutkinnossa valittavina olevat pää- ja sivuaineet ovat:

Pääaineet:

1. **Kemian laite- ja prosessitekniikka**
2. **Kuitu- ja paperitekniikka**
3. **Prosessi- ja tehdassuunnittelu**
4. **Soveltava kemia**

Sivuaineet:

1. **Biomateriaalien prosessitekniikka**
2. **Hydrometallurgia**
3. **Prosessi- ja tehdassuunnittelu**
4. **Soveltava kemia**
5. **Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka**
6. **Sustainability**

LUT:ssa suoritetun tekniikan kandidaatin tutkinnon ainevalinnat asettavat diplomi-insinöörityutkinnon pääaineen valinnalle seuraavat rajoitukset:

- Pääaineeksi voi valita **prosessi- ja tehdassuunnittelun** tai **kemian laite- ja prosessitekniikan** vain silloin, kun prosessitekniikka on ollut tekniikan kandidaatin tutkinnossa pääaineen suuntautumiskohteena tai sivuaineena.
- Pääaineeksi voi valita **kuitu- ja paperitekniikan** vain silloin, kun kuitu- ja paperitekniikka on ollut tekniikan kandidaatin tutkinnossa pääaineen suuntautumiskohteena tai sivuaineena.
- Pääaineeksi voi valita **soveltavan kemian** vain silloin, kun soveltava kemia on ollut tekniikan kandidaatin tutkinnossa pääaineen suuntautumiskohteena tai sivuaineena.

Sivuainevalinnoissa täytyy ottaa huomioon, että sivuaineisiin kuuluvien opintojaksojen esitietovaatimukset täyttyvät. Diplomi-insinöörin tutkinnon pää- ja sivuainevalinnat vahvistaa koulutusohjelman johtaja.

Hyväksyttävät pää- ja sivuaineiden yhdistelmät ilmenevät oheisesta taulukosta

Pääaineena:	**Sivuainemahdollisuudet:**
Kemian laite- ja prosessitekniikka	- Biomateriaalien prosessitekniikka - Hydrometallurgia - Prosessi- ja tehdassuunnittelu - Soveltava kemia
Kuitu- ja paperitekniikka	- Prosessi- ja tehdassuunnittelu - Soveltava kemia - Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka
Prosessi- ja tehdassuunnittelu	- Biomateriaalien prosessitekniikka - Hydrometallurgia - Prosessi- ja tehdassuunnittelu - Soveltava kemia - Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka

Soveltava kemia	- Biomateriaalien prosessitekniikka - Hydrometallurgia - Prosessi- ja tehdassuunnittelu - Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka

Sivuaineopinnot tukevat valittuja pääaineopintoja joltakin opiskelijan valitsemalta alalta. Sivuaineeksi suositellaan kemiantekniikan omia sivuaineita. Sivuaineeksi voi valita myös muun kuin kemiantekniikan sivuaineen, mikäli se on sisällöltään tutkintoon sopiva. Anomukseen tarvitaan pääaineesta vastaavan professorin puolto ja koulutusohjelman johtajan hyväksyntä.

Kemian laite- ja prosessitekniikka
Pääaineen vastuuhenkilö on professori Marjatta Louhi-Kultanen
Kemian laite- ja prosessitekniikan pääaine perehdyttää laajasti sekä teollisuudessa että ympäristötekniikassa sovellettaviin erotusmenetelmiin kuten esim. suodatus, saostus, kiteytys, uutto, adsorptio ja ioninvaihto. Menetelmät kuvataan teoreettisesti ilmiötasolla niin, että opiskelija pystyy valitsemaan sopivan erotusmenetelmän. Lisäksi annetaan valmiudet kuvata erotuslaitteita matemaattisten mallien avulla ja mitoittaa niitä.

Kuitu- ja paperitekniikka
Pääaineen vastuuhenkilö on professori Kaj Backfolk
Opinnoissa syvennytään kuitujen ominaisuuksiin, rainanmuodostukseen, paperikemiaan, päällystykseen sekä paperi- ja kartonkituotteiden käyttöön ja tuoteominaisuuksiin. Opiskelija perehtyy myös kuidun, paperien ja kartonkien valmistuksen tuotanto-, laite- ja prosessiteknologioihin. Opintojen osa-alueita ovat puuraaka-aine, kemiallisen massan valmistus, energiakysymykset ja biojalostamot sekä tehtaisiin liittyvät tehdaspäästöt. Opetuksen tavoitteena on tuottaa valmiudet toimia kemiallisen metsäteollisuuden sekä siihen liittyvien toimittaja-alojen kehitys-, käyttö- ja prosessi-insinöörin tehtävissä.

Prosessi- ja tehdassuunnittelu
Pää- ja sivuaineen vastuuhenkilö on professori Ilkka Turunen
Opetuksessa paneudutaan tuotantoprosessien ja tehdaskokonaisuuksien suunnitteluun sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan, jonka tavoitteena on uusien tuotteiden ja niiden valmistusmenetelmien kehitys. Tavoitteena on mm. opetella yhdistelemään eri opintojaksoissa opittuja asioita todellisten tuotantoprosessien tarkasteluksi, jolloin eri asioiden merkitys on selvästi nähtävissä. Keskeistä opetuksessa on suunnittelun sekä tutkimus- ja kehitystyön metodiikka, erityisesti uuden teknologian kehittämisessä tarvittavat valmiudet. Sisällöltään opetus soveltuu kaikille prosessiteollisuuden aloille.

Soveltava kemia
Pää- ja sivuaineen vastuuhenkilö on professori Heli Sirén
Soveltava kemia yhdistää vahvan kemian perusosaamisen kemian insinööritieteisiin. Tavoitteena on antaa valmistuvalle diplomi-insinöörille valmiudet toimia laajalti kemiaa soveltavassa teollisuudessa niin tutkimus- kuin käyttötehtävissä. Esimerkkeinä tällaisista toimialoista ovat paperi- ja vedenpuhdistuskemikaalien valmistus, petrokemianteollisuus, metallurginen teollisuus, paperiteollisuus, muoviteollisuus, maali- ja pigmenttiteollisuus, lääketeollisuus, biokemianteollisuus ja teknokemianteollisuus. Soveltavaan kemiaan liittyvät diplomityöt voivat olla painottuneita joko kokeelliseen työhön tai teoreettisempiin, enemmän laskentaa edellyttäviin aiheisiin.

Biomateriaalien prosessitekniikka (vain sivuaineena)
Sivuaineen vastuuhenkilö on professori Kaj Backfolk
Biomateriaalien prosessitekniikan opetuksessa perehdytään metsäteollisuuden biojalostukseen ja erilaisiin prosessiratkaisuihin. Tavoite on antaa opiskelijoille käsitys tuotteista joita voidaan valmistaa puusta tai metsäteollisuuden sivuvirroista. Lisäksi käsitellään alan yleisiä tutkimus- ja markkinasuuntauksia.

Hydrometallurgia (vain sivuaineena)
Sivuaineen vastuuhenkilö on yliassistentti Kimmo Klemola
Hydrometallurgian sivuaine perehdyttää opiskelijan hydrometallurgiaan, josta on tullut yhä tärkeämpi osa modernia korkean teknologian kaivostoimintaa ja metallienjalostusta. Hydrometallurgiaan kuuluvat sekä mekaaniset yksikköprosessit, kuten jauhatus ja suodatus että monet kemialliset erotusmenetelmät, kuten liuotus, vaahdotus ja suodatus, neste-nesteuutto ja ioninvaihto.

Hydrometallurgian sivuaineen valinnut opiskelija saa valmiudet ymmärtää hydrometallurgiaprosessien kemiaa ja ilmiöitä ja tutustuu teollisuudessa käytettäviin tuotantoprosesseihin ja laitteisiin.

Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka (vain sivuaineena)
Sivuaineen vastuuhenkilö on professori Marjatta Louhi-Kultanen
Ympäristötekniikan ja vedenkäsittelymenetelmien opetuksessa perehdytään yksikköoperaatioihin, joita voidaan käyttää vesien ja ilman puhdistuksessa. Opetus sisältää prosessien teoriaa, laskentamenetelmiä, käytännön laiteratkaisuja sekä perinteisiä että uusia prosessivaihtoehtoja, jotka esittelevät useista operaatioista koostuvia käsittelykokonaisuuksia. Päästöjen käsittelyn yhteydessä perehdytään myös kemiantekniikan menetelmiin, joilla pyritään entistä ympäristöystävällisempiin tuotantoprosesseihin.

Diplomityö ja seminaari (30 op)

Diplomityö on diplomi-insinöörityökinnon opinnäytetyö, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävään aiheeseen. Työ on tutkimus- tai suunnittelutehtävä, jonka laajuus tutkinnossa, yhdessä siihen kuuluvan seminaarin kanssa, on 30 opintopistettä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä diplomityöohjeiden mukaisen tutkielman. Diplomityöstä annetaan arvosana (0-5).

Kemiantekniikassa noudatetaan sekä vararehtorin hyväksymiä että kemiantekniikan omia opinnäyteohjeita, joihin opiskelijan on perehdyttävä ennen työn aloittamista. Tekniikan kandidaatin tutkinnon ja mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Kemiantekniikassa diplomityöhön liittyy seuraavassa kuvattava seminaari. Seminaari järjestetään kerran kuussa lukukausien aikana, opiskelijan tulee osallistua kaikkiaan kolmeen seminaariin, joista yhdessä hän pitää oman esityksensä. Esityksen pituus on 20 minuuttia. Seminaarissa on läsnä useita valmistumisvaiheessa olevia diplomi-insinööriopiskelijoita sekä heitä opettaneita opettajia. Jokainen opiskelija esittelee lyhyesti työnsä tulokset kuulijakunnalle. Esittelyn jälkeen keskustellaan, jolloin opettajat esittävät kuhunkin työhön liittyviä kysymyksiä kaikille opiskelijoille. Seminaarilla on kolme tavoitetta:

1. Opintosuorite
   Seminaaritilanteessa opiskelija joutuu esittelemään diplomityönsä oleellisimmat tulokset johtopäätöksineen, perustelemaan ne, sekä vastaamaan aiheeseen liittyviin kysymyksiin. Tässä tilanteessa hänen perehtyneisyytensä aiheeseen tulee esille hyvin selkeästi. Seminaari ei kuitenkaan vaikuta diplomityön arvosanaan.
2. Kommunikointiharjoitus
   Seminaarissa opiskelijat saavat harjoitusta työnsä tulosten pääkohtien selkeästä viestinnästä. Keskusteluun osallistuvat opiskelijat harjoittelevat työelämän tyypillistä kommunikointitilannetta joutuessaan keskustelemaan alansa oleellisista kysymyksistä ja muodostamaan niistä itselleen käsityksen.
3. Opetuspalaute
   Opettajat saavat tärkeää palautetta opetuksen onnistumisesta. Keskustelussa he pyrkivät selvittämään, kuinka kypsiä opiskelijat ovat soveltamaan oppimiaan tietoja käytäntöön. Tätä informaatiota käytetään opetuksen kehittämiseen laitoksen laatujärjestelmän puitteissa.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon tai mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista

Kypsyysnäyte

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon alemman korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta ja tällöin kypsyysnäytteeksi voidaan katsoa diplomityöseminaarissa esitettävä yhteenveto diplomityöstä.

Kypsyysnäytteellä tarkastetaan opiskelijan perehtyneisyys diplomityön alaan. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää.

Poikkeavasta käytännöstä päättää koulutusohjelman johtaja.

Huom! AMK-tutkinnon pohjalta hyväksiluettu kypsyysnäytteen äidinkielen osuus (K2) ei korvaa kypsyysnäytteen sisällön osuutta (K1) vaan diplomityön sisällön osuus on aina suoritettava diplomityöseminaariesityksen yhteydessä tai sopien muutoin diplomityön ohjaajan kanssa.

Lisätietoja: opintosihteeri Judy Hyvönen, p. 040 830 9025, judy.hyvonen(at)lut.fi.

Kemiantekniikan diplomi-insinöörin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	17	op
B. Pääaine, sisältää diplomityön	62-64	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	19-21	op
Opinnot yhteensä	*120 (väh.)*	*op*

A. Yleisopinnot

Pakolliset yleisopinnot (17 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A2100[*]	DI-tutkinnon työharjoittelu	DI 1-2		2-10
BM20A1900[1]	Statistics II	DI 1-2	2	3
BM20A2701[1]	Numerical Methods II	DI 1	3	3
BM20A3900	Modelling Methodology in Process Engineering	DI 1	1-2	6
FV10A 4op	Kieliopinnot			4

[1)] Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
[*)] Pakollisen harjoittelun osuus on 4 op. Pakollisen harjoittelun ylittävän valinnaisen osuuden voi sijoittaa valinnaisiin opintoihin.

B. Pääaineet

Kemian laite- ja prosessitekniikka

Pakolliset opinnot (64 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ10A0400	Process Control Systems in Pulp and Paper Industry	DI 2	1-2	3
BJ20A1802	Chemical Engineering Unit Operations II	DI 1	1-2	6
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1	3-4	5
BJ20A2200	Mixing	DI 1	3-4	4
BJ20A2300	Solid-Liquid Separation	DI 1	3	4
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	DI 1	3-4	6
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1	1-2	6
BJ10A0201	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30

Kuitu- ja paperitekniikka

Pakolliset opinnot (62 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ60A1100	Fiber and Paper Technology; Personal Assignment	DI 1/2	3-4 / 1-2	10
BJ60A1300	Usage and Properties of Paper	DI 1	3-4	5
BJ60A1400	Chemical Pulping Technology	DI 1	1-2	5
BJ60A1900	Paper Chemistry, Laboratory Course	DI 1	3-4	3
BJ60A2300	Polymers and Colloids in Papermaking	DI 1	1-2	4
BJ60A2400	Surface Treatment and Printability	DI 1	1-2	5
BJ10A0201	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30

Prosessi- ja tehdassuunnittelu

Pakolliset opinnot (62 - 64 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ30A0500	Project on Process and Plant Design	DI 2	1-2	11
BJ30A0900[1)]	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1	1-2	6
BJ30A1101	Process Integration	DI 1	1-2	6
BJ30A1600[1)]	Advanced Process Simulation	DI 1	3-4	8
BJ40A0001	Creative Design	DI 1	1-2	4
BJ40A0100	Product Design	DI 1	1-2	5
BJ10A0201	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

Soveltava kemia

Pakolliset opinnot (63 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ50A0001	Membraanitekniikka	DI 1	1-2	4
BJ50A0400[1)]	Membraanitekniikan ja teknillisen polymeerikemian syventävä opintojakso	DI 2	1-2	10
BJ70A0801	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II	DI 1-2	4, 1-2	8
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	DI 1-2	3	3
BJ80A0900[*)]	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	DI 1-2	2	4
BJ90A0200[1)]	Teknillinen kemia	DI 1	3-4	10
BJ90A0400[**)]	Catalysis	DI 1-2	1-2	4
BJ10A0201	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015
**) The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014-2015.

C. Sivuaineet kemiantekniikan opiskelijoille

Biomateriaalien prosessitekniikka

Pakolliset opinnot (20 - 24 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ60A1400	Chemical Pulping Technology	DI 1	1-2	5
BJ60A2200[1)]	Biorefinery; Personal Assignment (short)	DI 1/2	3-4/1-2	6
BJ60A2300	Polymers and Colloids in Papermaking	DI 1	1-2	4
BJ60A2500	Modern Cellulose and Biorefinery Processes	DI 1	3-4	5
BJ60A2600[1)]	Biorefinery; Personal Assignment	DI 1/2	3-4/1-2	10

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

Hydrometallurgia

Pakolliset opinnot (20 - 22 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A2200[*)]	Mixing	DI 1	3-4	4
BJ20A2300[*)]	Solid-Liquid Separation	DI 1	3	4
BJ90A0200[1)]	Teknillinen kemia	DI 1	3-4	10
BJ90A0720[1)]	Chemical Separation Methods	DI 1	3-4	8
BJ90A1100	Hydrometallurgy	DI 1-2	1-2	4

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Jos kurssi suoritetaan pakollisena opintojaksona muualla tutkinnossa, tilalle valitaan vaihtoehtoisia opintojaksoja siten, että väh. 20 op täyttyy.
Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ30A0500	Project on Process and Plant Design	DI 2	1-2	11
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	DI 1	3-4	6
BJ30A0700	Computational Fluid Dynamics in Chemical Engineering	DI 2	1-2	6
BJ30A1101	Process Integration	DI 1	1-2	6

BJ30A1600	Advanced Process Simulation	DI 1	3-4	8
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	DI 1-2	3	3
BJ80A0900(*	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	DI 1-2	2	4
BJ90A0400(**	Catalysis	DI 1-2	1-2	4
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	TkK 3	1-2	4

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.
**) The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014-2015.

Prosessi- ja tehdassuunnittelu

Pakolliset opinnot (11 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ30A0500	Project on Process and Plant Design	DI 2	1-2	11

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1	3-4	5
BJ20A2200	Mixing	DI 1	3-4	4
BJ20A2300	Solid-Liquid Separation	DI 1	3	4
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	DI 1	3-4	6
BJ30A0700	Computational Fluid Dynamics in Chemical Engineering	DI 2	1-2	6
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1	1-2	6
BJ30A1101	Process Integration	DI 1	1-2	6
BJ30A1600	Advanced Process Simulation	DI 1	3-4	8
BJ40A0001	Creative Design	DI 1	1-2	4
BJ40A0100	Product Design	DI 1	1-2	5

Soveltava kemia

Pakolliset opinnot (12 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	TkK 3	2-4	4
BJ90A0400(*	Catalysis	DI 1-2	1-2	4
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	TkK 3	1-2	4

*) The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014-2015.

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ40A0100	Product Design	DI 1	1-2	5
BJ70A0102(*	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	TkK 3	3-4	5
BJ70A0801	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II	DI 1-2	4, 1-2	8
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	DI 1-2	3	3
BJ80A0900(**	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	DI 1-2	2	4

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014.
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.

Ympäristö- ja vedenkäsittelytekniikka

Pakolliset opinnot (11 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A1802	Chemical Engineering Unit Operations II	DI 1	1-2	6
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1	3-4	5

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	TkK 3	3-4	5
BJ20A2200	Mixing	DI 1	3-4	4
BJ20A2300	Solid-Liquid Separation	DI 1	3	4
BJ50A0001	Membraanitekniikka	DI 1	1-2	4
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6
BJ70A0801(*	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II	DI 1-2	4, 1-2	8

*) Esitietovaatimuksena BJ70A0701 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I.

Sustainability

Kaikille pakollinen		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	TkK 3	3-4	5
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1	3-4	5
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1	1-2	6
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6
BJ70A1800	Bioprosessitekniikka	TkK 2	4	3

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että diplomi-insinöörin tutkinnon kokonaismäärä 120 opintopistettä täyttyy. Diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, mikäli sitä ei ole jo sisällytetty aiempaan tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Ohjeita opiskelijoille

Kemiantekniikan opintojaksoissa, joissa opetuskieli on englanti, varataan opiskelijalle mahdollisuus suorittaa kuulustelut sekä kaikki harjoitustehtävät suomen kielellä (ei koske IPPE-ohjelman opiskelijoita).

Kieli- ja viestintäopinnot
Tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy pakollisia kieliopintoja 6 opintopistettä (ruotsia 2 op sekä yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan 4 op). Ruotsin kielen opintojaksot FV13A0150 Svenska för teknologer ja FV13A0120 Teknisk svenska ovat keskenään vaihtoehtoiset siten, että FV13A0150 Svenska för teknologer –opintojakso on tarkoitettu 1.vuosikurssin opiskelijoille ja myöhemmin suoritetaan opintojakso FV13A0120 Teknisk svenska. Viestintäopintoja tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy yhteensä 3 opintopistettä (Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä (3 op). Kandidaatintyön yhteydessä suoritetaan integroituna opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillisistä 2 op:ttä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 op:en lisäksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakollisten kieliopintojen osuus on 4 opintopistettä (yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan). Muut kieli- ja viestintäopinnot voidaan sisällyttää tutkinnon valinnaisiin opintoihin. Lisätietoja Kielikeskuksen opinto-oppaasta.

Työharjoittelu
Tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy pakollista työharjoittelua 2 op. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pakolliseksi

työharjoitteluksi hyväksytään kaikki kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Diplomi-insinöörin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy 4 op pakollista työharjoittelua. Tämän lisäksi opiskelija voi halutessaan hyväksyttää diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin työharjoittelua enintään 6 op. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä työharjoitteluksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään omaan alaan liittyvä kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Työharjoittelusta vastaa koulutusohjelman johtaja ja työharjoittelun hyväksyy harjoittelun tarkastaja, tutkijaopettaja Ritva Tuunila, p. 040 529 6855, ritva.tuunila(at)lut.fi.

Tarkempi kuvaus työharjoittelusta löytyy harjoitteluopintojaksojen BJ20A2000 ja BJ20A2100 kuvauksista ja ohjeet työharjoittelun suorittamisesta, anomuslomake sekä harjoitteluraportti löytyvät Uni-portaalista.

Opinnot ulkomailla tai muissa yliopistoissa
Ulkomailla tai muissa kotimaisissa yliopistoissa suoritettujen opintojen tai opintokokonaisuuksien hyväksymisestä tutkintoon päättää koulutusohjelman johtaja anomuksen perusteella. Em. opintojen sisällyttäminen tutkintoon tulee selvittää ennen opintojen aloittamista muualla.

Muualla suoritettujen opintojen hyväksyminen edellyttää opiskelijan kirjallista anomusta. Anomuslomakkeet ja ohjeistus hyväksilukemisesta ovat Uni-portaalissa. Arviointia varten opiskelija toimittaa kopiot tutkintotodistuksista sekä opintojaksokuvauksista.

Lisätietoja: opintosuunnittelija Johanna Kosunen, puh. 050 381 9282, johanna.kosunen(at)lut.fi sekä Uni-portaali.

HOPS
Henkilökohtainen opintosuunnitelma eli HOPS on opiskelijan omien opintojen suunnittelun väline, joka mahdollistaa yksilöllisen opintokokonaisuuden rakentamisen. HOPSin tarkoituksena on hahmottaa opiskeluun käytettävää aikaa sekä selkeyttää oman opiskelun lähtökohtia ja päämääriä. HOPS laaditaan heti opintojen alussa *Johdatus kemiantekniikan opiskeluun*-opintojakson yhteydessä. Opiskelija päivittää HOPS:iaan opintojensa aikana.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma tarkistetaan virallisesti kolme kertaa opiskelijan opintojen aikana:
- Johdatus kemiantekniikan opiskeluun-kurssin yhteydessä
- tekniikan kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (tekniikan kandidaatin tutkinnon anomisen yhteydessä)
- diplomityön aiheanomuksen yhteydessä
- tarvittaessa diplomi-insinööriksi valmistumisen yhteydessä

Jos opiskelija aloittaa opinnot suoraan diplomi-insinöörin tutkinnosta, tarkistetaan HOPS heti opintojen alussa.

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille

Suoraan diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyt opiskelijat eivät suorita LUT:ssa tekniikan kandidaatin tutkintoa, vaan heiltä voidaan vaatia tekniikan kandidaatin tutkinnon tasoisia opintojaksoja täydentävinä opintoina. Täydentävät opinnot määrätään opiskelijalle opintojen alussa. Täydentävien opintojen laajuus riippuu opiskelijan aiemmasta koulutustaustasta ja LUT:ssa valittavasta pääaineesta.

Täydentävät opinnot eivät sisälly diplomi-insinöörin tutkintoon (120 op). Täydentävät opinnot tehdään diplomi-insinöörin tutkinnon ohessa mahdollisimman pian opintojen alussa (kuitenkin viimeistään diplomityön aiheen anomiseen mennessä) ja LUT:n lukujärjestyksessä tarjotussa opetuksessa (tai korvaavasti esim. avoimen yliopiston kursseilla, jolloin opiskelija vastaa kustannuksista). Jos opiskelijalla ei ole todistusta aiemmin suoritetusta tutkintoasetuksen edellyttämästä toisesta kotimaisesta kielestä, täydentäviin opintoihin lisätään suomenkielisillä LUT:n opintojakso FV13A1200 Teknisk svenska 2 op tai FV13A1600 Språkprov för teknologer 2 op.

Mikäli täydentävät opinnot ovat laajemmat kuin 60 opintopistettä, suorittaa opiskelija ensin tekniikan kandidaatin tutkinnon, jolloin aiemmat opinnot hyväksiluetaan tutkintoon opiskelijakohtaisesti.

Lisätietoja: tutkijaopettaja Harri Niemi, p. 040 701 7966, harri.niemi(at)lut.fi.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon. Merkittävä osa tohtorin tutkinnosta on väitöskirja. Se on pitkäjänteinen tutkimustyö, joka kestää useamman vuoden ja tehdään yleensä osana pienehköä tutkimusryhmää.

Master's Degree Programme in Chemical and Process Engineering

The Master's degree programme, titled as "Innovative Process and Product Engineering", takes two years, corresponds to 120 ECTS credits and leads to the degree of Master of Science in Technology. Three semesters include lectures and exercises, as well as laboratory and project work. The fourth semester is devoted to the Master's thesis. The language of tuition in the programme is English.

The Aims of the Master's Degree Programme

The general objective of the programme is to give students sufficient scientific and technological knowledge for the career of chemical and process engineers in different fields of process industry. Moreover, the students will attain the basis for doctoral/Ph.D. studies and for continuous education in the field.

A specific goal is to promote and develop students' abilities to create innovations and new technology. This is realized by offering interdisciplinary education and special courses focusing on the development of innovation-related skills. The programme also emphasizes internationality and communication skills needed in the modern working environment.

Careers for Graduates

The programme gives students capabilities to work in different kind of assignments in process industry, most typically in R&D, design and operation of plants. Most graduates will find their placement in either chemical, pulp and paper or metallurgical industry. However, nowadays the skills of chemical engineers have more and more demand also outside the traditional process industry.

Contact Information

Programme Coordinator:
Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski, andrzej.kraslawski(at)lut.fi

Study Coordinator in Charge, School of Technology:
Ms. Minna Loikkanen
Phone +358 40 824 1096, minna.loikkanen(at)lut.fi

Further information: in the English version of the Study Guide.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Kemiantekniikan sivuaine sopii sekä kandidaatti- että diplomi-insinööriopintoihin. **HUOM!** Mikäli aiot suorittaa Kuitu- ja paperitekniikan laajan sivuaineen, et voi sisällyttää opintojaksoja BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka ja BJ60A2100 Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat Kemiantekniikka-sivuaineeseen.

Kemiantekniikka 20 op

Pakolliset opinnot (12 op)		*per.*	*op*
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	1-2	6
BJ70A0600	Analyyttisen kemian laboratoriotyökurssi	1-3	3
BJ80A0001	Yleinen kemia	1	3

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä täyttyy. Tuotantotalouden ja kauppatieteiden opiskelijat valitsevat vaihtoehtoisia opintoja niin, että sivuaineen laajuudeksi tulee väh. 30 op (TUTA) ja 24 op (KATI).

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
BH40A0250	Pumput, puhaltimet ja kompressorit (Kete)	1	2
BH40A1400	Virtaustekniikka I	3	3
BJ20A0301	Introduction to Process Simulation	1-2	5
BJ20A1400	Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely	2	2
BJ50A0101	Teknillinen polymeerikemia	4	3
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	2-4	4
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	1-2	5
BJ60A2100	Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat	3-4	5
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	1-2	4
BJ90A1000	Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa	3-4	3

Kemiantekniikka-sivuaine on esitietovaatimuksena alla luetelluille sivuaineille (opintojaksokuvauksissa mahdollisesti mainittuja muita esitietovaatimuksia ei tarvitse suorittaa).

Kuitu- ja paperitekniikka, laaja sivuaine 20 op

Pakolliset opinnot (15 op)		*per.*	*op*
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	1-2	5
BJ60A2000	Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt	2-3	5
BJ60A2100	Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat	3-4	5

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopinnot ovat yhteensä väh. 20 op.

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
BJ60A1100[1]	Fiber and Paper Technology; Personal Assignment	3-4 / 1-2	10
BJ60A1300	Usage and Properties of Paper	3-4	5
BJ60A1400	Chemical Pulping Technology	1-2	5
BJ60A1900	Paper Chemistry, Laboratory Course	3-4	3
BJ60A2200[1]	Biorefinery; Personal Assignment (short)	3-4/1-2	6
BJ60A2300	Polymers and Colloids in Papermaking	1-2	4
BJ60A2400	Surface Treatment and Printability	1-2	5

[1] Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot

Prosessitekniikka, laaja sivuaine 20 op

Pakolliset opinnot (16 op)		*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	1-2	3
BJ20A0101	Mekaaniset erotusmenetelmät	3-4	6

BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	3-4	3
BJ30A0400	Prosessisuunnittelun seminaari	3-4	4

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopinnot ovat yhteensä väh. 20 op.

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
BJ20A0301	Introduction to Process Simulation	1-2	5
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	3-4	5
BJ20A2200	Mixing	3-4	4
BJ20A2300	Solid-Liquid Separation	3	4
BJ20A1600	Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I	1-2	4
BJ20A1802	Chemical Engineering Unit Operations II	1-2	6
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	3-4	6
BJ40A0001	Creative Design	1-2	4
BJ40A0100	Product Design	1-2	5
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	1-2	6

Soveltava kemia, laaja sivuaine 20 op

Pakolliset opinnot (17 op)		*per.*	*op*
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	2	3
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	1-2	6
BJ90A0400(*	Catalysis	1-2	4
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	1-2	4

*) The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014-2015.

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopinnot ovat yhteensä väh. 20 op.

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
BJ40A0100	Product Design	1-2	5
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	2-4	4
BJ70A0102(*	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	3-4	5
BJ70A0801	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II	4, 1-2	8
BJ70A1001(**	Orgaanisen kemian syventävät tiedot	3-4	5
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	3	3
BJ80A0900(**	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	2	4

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014.
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.

HUOM! Sivuaineisiin ei voi sisällyttää opintojaksoja, jotka on jo muualla suoritettu pakollisina opintoina.

Kemiantekniikan opintojaksot

Kemiantekniikka yhteiset

		op
BJ10A0001	Laboratory Work Course in Chemical Technology	10 - 30
BJ10A0102	Kandidaatintyö ja seminaari	10
BJ10A0201	Diplomityö ja seminaari	30
BJ10A0400	Process Control Systems in Pulp and Paper Industry	3
BJ10A0500	Cross-Cultural Communication for Working Life	2

Erotustekniikka

Johtaja: professori, TkT Marjatta Louhi-Kultanen		*op*
BJ20A0700	Kemian laitetekniikan laboratoriotyöt	4
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	5
BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	3
BJ20A1600	Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I	4
BJ20A1802	Chemical Engineering Unit Operations II	6
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	5
BJ20A2200	Mixing	4

Tuote- ja prosessikehitys

Johtaja: professori, TkT Ilkka Turunen		*op*
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	6
BJ30A0400	Prosessisuunnittelun seminaari	4
BJ30A0500	Project on Process and Plant Design	11
BJ30A0600	Yksikköprosessien mallinnus	6
BJ30A0700	Computational Fluid Dynamics in Chemical Engineering	6
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	6
BJ30A1101	Process Integration	6
BJ30A1401	Process and Product Innovations	10

Systeemitekniikka

Johtaja: professori, FT Andrzej Kraslawski		*op*
BJ30A1600	Advanced Process Simulation	8
BJ40A0001	Creative Design	4
BJ40A0100	Product Design	5
BJ40A0400	Innovation and Technology Partnership with Emerging Countries (BRIC and VISTA)	5

Membraanitekniikka

Johtaja: professori, TkT Mika Mänttäri		*op*
BJ50A0001	Membraanitekniikka	4
BJ50A0101	Teknillinen polymeerikemia	3
BJ50A0200	Luonnon polymeerit	4
BJ50A0400	Membraanitekniikan ja teknillisen polymeerikemian syventävä opintojakso	10

Kuitu- ja paperitekniikka

Johtaja: professori, TkT Kaj Backfolk		*op*
BJ60A1100	Fiber and Paper Technology; Personal Assignment	10
BJ60A1300	Usage and Properties of Paper	5
BJ60A1400	Chemical Pulping Technology	5
BJ60A1500	Fiber and Paper Basics	4
BJ60A1701	Biorefineries	2
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	5
BJ60A1900	Paper Chemistry, Laboratory Course	3
BJ60A2000	Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt	5
BJ60A2100	Tulevaisuuden massa- ja paperitehtaat	5

BJ60A2200	Biorefinery; Personal Assignment (short)	6
BJ60A2300	Polymers and Colloids in Papermaking	4
BJ60A2400	Surface Treatment and Printability	5
BJ60A2500	Modern Cellulose and Biorefinery Processes	5
BJ60A2600	Biorefinery; Personal Assignment	10

Kemia

Johtaja: professori, FT Heli Sirén		*op*
BJ70A0002	Epäorgaaninen kemia	5
BJ70A0102(*	Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot	5
BJ70A0600	Analyyttisen kemian laboratoriotyökurssi	3
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	6
BJ70A0801	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II	8
BJ70A0900	Orgaaninen kemia	6
BJ70A1001(**	Orgaanisen kemian syventävät tiedot	5
BJ70A1101	Analytical Separation Methods	3
BJ70A1300	Yleisen kemian laboratoriotyöt	3
BJ70A1400	Analyyttinen ja orgaaninen kemia	6
BJ70A1500	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikan jatkokurssi	4
BJ70A1600	Kvalitatiivinen analyysi	1
BJ70A1700	Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka	3
BJ70A1800	Bioprosessitekniikka	3

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013-2014.
**) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.

Fysikaalinen kemia

Johtaja: tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen		*op*
BJ80A0001	Yleinen kemia	3
BJ80A0400	Reaktiokinetiikka	3
BJ80A0500	Pinta- ja kolloidikemia	3
BJ80A0600	Fysikaalisen kemian laboratoriotyöt	4
BJ80A0900(*	Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet	4
BJ80A1000	Kemiallinen termodynamiikka	6

*) Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014-2015.

Teknillinen kemia

Johtaja: yliassistentti, TkT Kimmo Klemola		*op*
BJ90A0100	Kemiallinen reaktiotekniikka	6
BJ90A0200	Teknillinen kemia	10
BJ90A0400(*	Catalysis	4
BJ90A0710	Chemical Separation Methods	4
BJ90A0720	Chemical Separation Methods	8
BJ90A0900	Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt	4
BJ90A1000	Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa	3
BJ90A1100	Hydrometallurgy	4

*) The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014-2015.

Kiinteä/neste-erotus

Johtaja: professori, TkT Antti Häkkinen		*op*
BJ20A0101	Mekaaniset erotusmenetelmät	6
BJ20A0301	Introduction to Process Simulation	5
BJ20A1200	Vertaistuutorointi	3
BJ20A1300	Oppimisen kehittäminen kemiantekniikan koulutusohjelmassa	2 - 3
BJ20A1400	Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely	2
BJ20A1700	Johdatus kemiantekniikan opiskeluun	1
BJ20A2000	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	2
BJ20A2100	DI-tutkinnon työharjoittelu	2 - 10
BJ20A2300	Solid-Liquid Separation	4

BJ10A0001	LABORATORY WORK COURSE IN CHEMICAL TECHNOLOGY	10 - 30 ECTS cr
	Laboratory Work Course in Chemical Technology **The course is mainly intended for foreign visiting students. The students register for the course by contacting the supervisor.**	
Teacher(s)	N. N. Person in Charge: Head of the Laboratory	
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - carry out independently a small research project (the contents of the module varies substantially).	
Content	A specific project which is done in one of the laboratories of the department. The project is planned together with the supervisor(s) and consists mainly of laboratory work, literature work and report writing. The course may contain lectures and seminars. The project may also be planned together with industry and then carried out at some industrial location.	
Modes of Study	The amount of work hours in the project will determine the amount of credits, e.g. three months of work would give 15 ECTS cr. Credits will be granted when the final report is delivered. Extra credits can be received if specific examinations are made. Hours of self study varies.	
Evaluation	0-5 or pass/fail, depending on the project carried out.	
Study materials	Literature related to the project.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BJ10A0102	KANDIDAATINTYÖ JA SEMINAARI	10 op
	Bachelor's Thesis and Seminar	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Pääaineen opettajat tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo	
Tavoitteet	Kandidaatintyö on kandidaatin tutkinnon päättötyö. Kandidaatintyön tavoitteena on kehittää opiskelijan valmiuksia tieteelliseen ajatteluun ja tieteellisiin työskentelytapoihin sekä valmistaa opiskelijaa diplomityön tekemiseen.	
Sisältö	Kandidaatintyö on suppea tutkimus- tai suunnittelutehtävä. Aiheeltaan työ liittyy johonkin pääaineen opintojaksoon. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä työ itsenäisesti annettujen ohjeiden mukaan. Työn ohjaa ja tarkastaa ko. opintojakson opettaja. Kandidaatintyöhön liittyy seminaari. Opintojakson yhteydessä suoritetaan kielikeskuksen tuottama opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä.	
Suoritustavat	Suoritettuaan työn opiskelija kirjoittaa siitä suppean tutkielman. Opiskelija osallistuu kaikkiaan kolmeen seminaariin, joista yhdessä hän esittelee kandidaatintyönsä lyhyesti läsnä oleville valmistumisvaiheessa oleville kandidaattiopiskelijoille sekä heidän opettajilleen. Esittelyn jälkeen keskustellaan, jolloin opettajat esittävät kuhunkin työhön liittyviä kysymyksiä kaikille opiskelijoille. Seminaari järjestetään kerran kuukaudessa. Kandidaatintyön yhteydessä opiskelijan on osallistuttava CHEMEPASS-testiin. Testikertoja järjestetään kolme kertaa lukukaudessa. Seminaarien ja CHEMEPASS-testien ajankohdat, tarkemmat ohjeet ja ilmoittautumisohjeet löytyvät Nopasta.	
Arvostelu	0-5, kandidaatintyö. Seminaari voi nostaa tai laskea arvosanaa yhden yksikön verran.	

BJ10A0201	***DIPLOMITYÖ JA SEMINAARI***	***30 op***
	Master's Thesis and Seminar	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Pääaineen professori tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo	
Tavoitteet	Diplomityö on diplomi-insinöörităutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävään aiheeseen.	
Sisältö	Työ on tutkimus- tai suunnittelutehtävä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaan. Opiskelija kirjoittaa työstä diplomityöohjeiden mukaisen tutkielman.	
Suoritustavat	Diplomityöhön liittyy seminaari. Opiskelija osallistuu kaikkiaan kolmeen seminaariin, joista yhdessä hän esittelee diplomityönsä lyhyesti läsnä oleville valmistumisvaiheessa oleville diplomi-insinööriopiskelijoille sekä heidän opettajilleen. Esittelyn jälkeen keskustellaan, jolloin opettajat esittävät kuhunkin työhön liittyviä kysymyksiä kaikille opiskelijoille. Seminaari järjestetään kerran kuukaudessa. Seminaarien ajankohdat, tarkemmat ohjeet ja ilmoittautumisohjeet löytyvät Nopasta.	
Arvostelu	0-5, diplomityö 100 %.	

BJ10A0400	***PROCESS CONTROL SYSTEMS IN PULP AND PAPER INDUSTRY***	***3 ECTS cr***
	Process Control Systems in Pulp and Paper Industry	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Lic.Sc. (Tech.) Merja Mäkelä Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski (contact person)	
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - interpret the documents describing process control, measurement and automation - describe the basic principles and methods in process control, measurement and automation - define the control and measurement needs of a process.	
Content	Processes and instrumentation. Need of measurements, open loop and closed loop control. Distributed control systems, programmable logic controllers and open control networks. Communication from process sensors, transmitters and actuators to control rooms. Process plant visualization and control room operation. System configuration, engineering and documentation. Single-input, single-output and multiple-input, multiple-output control strategies. Use of PID, fuzzy logic, model predictive and optimization control principles. Paper and board quality online measurement and control. Automation in original and renewal plant investment projects. Maintenance and innovative development in automation.	
Modes of Study	Lectures 16 h, 1st period. Lectures 12 h, 2nd period. Individual or team project work with supervision 12 h, 2nd period. Self study 38 h.	
Evaluation	0-5, written examination 60%, project work 40%.	
Study materials	Learning Environment for Papermaking and Automation, KnowPap, Licentia 2004, Espoo Finland. Learning Environment for Chemical Pulping and Automation, KnowPulp, Licentia 2004, Espoo Finland. Matlab-Simulink simulation environment, Process Control, System Identification and Fuzzy Control toolboxes, Mathworks 1984-2004. Leiviskä, K., Process control, Book 14, in Papermaking Science and Technology, Fapet, 1999, 297 p., ISBN 952-5216-00-4. Sell, Nancy J., Process Control Fundamentals for the Pulp and Paper Industry,	

	Tappi, 1995, Atlanta, USA, 612 p., ISBN 0-89852-294-3. Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ10A0500	***CROSS-CULTURAL COMMUNICATION FOR WORKING LIFE*** ***2 ECTS cr***
	Cross-Cultural Communication for Working Life
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3
Teacher(s)	Doctoral Student, M.Sc. Daria Volchek Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski (contact person)
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - communicate and work in an international project or team.
Content	Information exchange and understanding the viewpoints of parties involved. Effective communication, how to understand attitudes, values and danger areas. Cultural aspects and linguistic tools for goal-oriented communication. Project management, negotiations, presentations and resolution of dispute situations.
Modes of Study	Intensive course. Lectures 16 h, exercises 16 h, 3rd period. Self study 20 h. No examination. The number of participants is limited. Priority is given to the students of the Master's Degree Programme in Chemical and Process Engineering (IPPE).
Evaluation	Pass/Fail. Active participation in lectures and exercises.
Study materials	Moodle.

BJ20A0101	***MEKAANISET EROTUSMENETELMÄT*** ***6 op***
	Mechanical Separation Processes **Korvaa opintojakson BJ20A0100 Mekaaniset erotusmenetelmät.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelija osaa: - listata tärkeimmät kiintoaineen ja nesteen erotusmenetelmät - valita lietteelle soveltuvat erotusprosessit suspension ominaisuuksien ja erotustavoitteen perusteella - mitoittaa alustavasti tärkeimmät erotuslaitteet laboratoriomittaustulosten perusteella - etsiä ja käyttää erotustekniikan alalla käytettävää lähdeaineistoa - kirjoittaa raportin valitusta aiheesta - tehdä työstään seminaariesityksen - kuvata ja selittää käytännön laboratoriokokeiden perusteella erotusmenetelmiin liittyvien laitteiden toimintaa ja pääkäyttökohteita - suorittaa kokeellisen mittaussarjan laboratoriossa - kirjoittaa saamistaan tuloksista teknistieteellisen raportin - analysoida saamiaan tuloksia
Sisältö	Kiintoainepartikkelin liike fluidissa. Kiintoaineen ja nesteen erottaminen laskeuttamalla ja suodattamalla ja niiden osittainen erotus luokittamalla. Erotus- ja luokituslaitteet, sekä niiden alustava mitoitus ja valinta. Erotusmenetelmiin liittyvät esi- ja jälkikäsittelymenetelmät ja laiteratkaisut.
Suoritustavat	Luentoja, seminaareja ja harjoituksia 42 h, 3. periodi. Laboratorioharjoituksia 8 h, 4. periodi. Seminaarityö 30 h. Itseopiskelu 76 h. Luennot, seminaarit, harjoitukset ja ryhmissä tehtävä seminaarityö, pareittain tehtävät laboratoriotyöt ja henkilökohtaiset kotitehtävät.

Arvostelu	0-5, tentti tai arvosteltavat kotitehtävät 50 %, seminaarityö 30 %, laboratoriotyöt 20 %.
Oppimateriaalit	Coulson, J.M., Chemical Engineering, Vol. 2, 4th ed., Pergamon Press, (soveltuvin osin). Svarovsky, L., Solid-liquid Separation (soveltuvin osin). Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BJ20A1400 Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ20A0301	***INTRODUCTION TO PROCESS SIMULATION 5 ECTS cr***
	Introduction to Process Simulation **Jos haluat suorittaa kurssin suomen kielellä, ole yhteydessä kurssin opettajaan suomenkielisen materiaalin saamiseksi.**
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 3, Period 1-2
Teacher(s)	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Ritva Tuunila
Aims	After a module a student can: - explain basics of process simulation - can draw an information (simulation) flowsheet - can choose decision parameters and define iterative streams of the process - explain a basic structure of a process simulator - simulate simple chemical and paper processes with suitable commercial simulators.
Content	Theoretical basics of steady state process simulation, calculation of mass and energy balances by using commercial simulators (ASPEN, BALAS).
Modes of Study	Lectures and exercises 28 h, 1st period. Simulation exercises 21 h, 2nd period. Individual assignments 45 h, 2nd period. Self study 36 h.
Evaluation	0-5, exam 60%, assignments 40%.
Study materials	Biegler, L. T., Grossmann, I. E., Westerberg, A. W.: Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall PTR, 1997 (where applicable). Course notes and other lecture materials.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction. Enrolment to tutorial groups in WebOodi

BJ20A0700	***KEMIAN LAITETEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT 4 op***
	Unit Operations Laboratory Course
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Harri Niemi
Tavoitteet	Kurssin käytyään opiskelija osaa: - laatia mittaussuunnitelman kokeellisen tutkimustavoitteen toteuttamiseksi aineen- ja lämmönsiirron alalla - työskennellä laboratoriomittakaavan aineen- ja lämmönsiirtolaitteilla ja arvioida mittausdatan luotettavuutta - analysoida kokeellista dataa, tuottaa kvantitatiivisia tuloksia ja arvioida niiden luotettavuutta - käyttää numeerisia laskentamenetelmiä (Matlab) ratkaistaessa yksinkertaisia yksikköoperaatioiden suunnittelutehtäviä - laatia selkeän teknis-tieteellisen kirjallisen raportin annettuja raportointiohjeita noudattaen.
Sisältö	Tutustuttaa opiskelija erilaisten lämmön- ja aineensiirtoilmiöiden kokeellisiin

	tutkimusmenetelmiin sekä laitteisiin, joissa näitä ilmiöitä käytetään hyväksi prosessiteollisuudessa.
Suoritustavat	Laboratorio- ja harjoitustöitä 24 h, 3.-4. periodi. Itseopiskelu 80 h. Laboratoriotyöt selostuksineen. Laskennallinen harjoitustyö soveltaen Matlab-ohjelmistoa raportteineen. Laboratoriotyöt ja harjoitustyö arvostellaan. Opintojakson Moodle-verkkotuenta. Ilmoittautuminen WebOodin kautta, mutta opiskelijan tulee ilmoittautua myös laboratorion ilmoitustaululle.
Arvostelu	0-5, loppuarvosana on laboratorio- ja harjoitustöiden arvosanojen keskiarvo.
Oppimateriaalit	Laboratoriotyöohjeet.
Edellytykset	BJ20A1600 Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I ja BH20A0300 Lämmönsiirron perusteet kuunneltuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ20A0800	***TREATMENT PROCESSES OF INDUSTRIAL DISCHARGES*** ***5 ECTS cr***
	Treatment Processes of Industrial Discharges **Jos haluat suorittaa kurssin suomen kielellä, ole yhteydessä kurssin opettajaan suomenkielisen materiaalin saamiseksi.**
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 3, Period 3-4
Teacher(s)	Docent, Ph.D. Sergei Preis
Aims	After a module a student can: - list, define and explain the most important methods and equipment used for water and wastewater emissions emissions treatment, and solid waste processing and disposal - suggest and evaluate suitable treatment methods and their combinations for solving different kinds of water supply and wastewater treatment problems - search, summarize and report data extracted from the literature concerning the environmental techniques and technology - size the equipment for settling processes in water treatment.
Content	The course includes three main parts: basics in water and wastewater quality control, treatment of water supply and wastewater by physical, chemical and biological methods, and solid waste handling and disposal. Water and wastewater treatment part considers basic methods in water treatment: sedimentation, coagulation/flocculation, filtration, biological treatment, sludge disposal and disinfection. Air treatment part concentrates on dust removal and gaseous pollutant abatement. Solid waste treatment concentrates on the processing techniques: volume reduction, materials recovery, incineration and energy recovery.
Modes of Study	Lectures and exercises 21 h, 3rd period. Lectures and exercises 21 h, 4th period. Self study 88 h.
Evaluation	0-5, written examination 100%.
Study materials	Peavy, H.S., Rowe, D.R., Tchobanoglous, G., Environmental Engineering, McGraw-Hill, 1st ed., 1985.
Prerequisites	Recommended: BJ20A1400 Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely BH40A1400 Virtaustekniikka I BJ20A0101 Mekaaniset erotusmenetelmät BH40A0250 Pumput, puhaltimet ja kompressorit (Kete) BJ20A1600 Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ20A1200	*VERTAISTUUTOROINTI* *3 op*
	Peer Student Tutoring **Opintojakso on tarkoitettu opiskelijatuutoreille.**
Ajankohta	periodi 4, 1-2
Opettaja(t)	Opintojakson toteuttamisesta vastaa opintopalvelut yhteistyössä koulutusohjelmien ja ylioppilaskunnan kanssa. Vastuuhenkilö(t): Opintotoimiston päällikkö Päivi Taipale tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yliopiston opiskeluympäristön kokonaisuutena ja sen keskeisimmiltä osiltaan. Hän osaa neuvoa uutta opiskelijaa LUT:n opiskelun käytännöissä ja tukea uutta opiskelijaa opinnoissa alkuun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa toimia pienryhmänohjaajana.
Sisältö	Tuutoritoiminnan merkitys, pienryhmänohjaus- ja vuorovaikutustaidot, ajanhallinta ja motivaatio opiskelussa, uusien opiskelijoiden tutustuttaminen yliopistoon, opiskeluun ja opiskelijayhteisöön sekä opiskelussa tarvittaviin työvälineisiin.
Suoritustavat	Tuutorit valitaan helmi-maaliskuussa, erikseen ilmoitetun haun perusteella. Koulutus alkaa 4. periodilla järjestettävillä pakollisilla koulutustilaisuuksilla ja päättyy seuraavan lukuvuoden 2. periodin lopussa. Koulutus sisältää luentoja opiskeluun ja pienryhmäohjaukseen liittyvistä asioista, toiminnallisia harjoituksia ja ryhmätyöskentelyä, verkkotehtäviä ja perehtymistä koulutusohjelmakohtaisiin asioihin. Tuutori ohjaa uusien opiskelijoiden pienryhmää syksyllä ensimmäisen periodin aikana ja kokoontuu ryhmän kanssa noin kymmenen kertaa. Tuutori vastaa palautekyselyyn, laatii kirjallisen loppuraportin ja osallistuu loppupalautetilaisuuteen. Koulutustilaisuuksia 16 h, verkkotehtävät ja muu itsenäinen työskentely 12 h 4. periodi. Koulutustilaisuus 6 h elokuun lopussa, oman pienryhmän tuutorointi 20 h, verkkotehtävät, loppuraportti ja muu itsenäinen työskentely 14 h ja palautetilaisuus 2 h, 1. ja 2 periodi. Kokonaismitoitus 70 h.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty
Oppimateriaalit	Erikseen jaettava materiaali koulutuksen yhteydessä ja verkkomateriaali (Moodle).

BJ20A1300	*OPPIMISEN KEHITTÄMINEN* *2 - 3 op* *KEMIANTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMASSA*
	Enhancement of Learning in the Degree Programme of Chemical Technology **Suositellaan vuosikurssien TkK 1 ja TkK 2 opiskelijoille.**
Ajankohta	TkK 1-2, periodi 3
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita. Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - kuvata yliopiston oppimisympäristönä - tunnistaa itselleen ominaiset opiskelutyylit - käyttää erilaisia opiskelutekniikoita ja –strategioita - kehittää omia opiskelutaitojaan.
Sisältö	Yliopisto oppimisympäristönä. Kemiantekniikan erityispiirteet ja laatukulttuuri. Opiskelutyylit ja –tekniikat. Motivaatio ja vuorovaikutus oppimisessa.
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 14 h, 3. periodi. Itseopiskelu 38/64 h. Oppimistehtävät/oppimispäiväkirja. Ryhmätyönä laadittava posteri. Opiskelijat osallistuvat laitoksen laatupäivään ja muihin laatutyön puitteissa kurssin aikana järjestettäviin tapahtumiin. Opintojakson laajuus on 3 op, mikäli opiskelija

	osallistuu aktiivisesti laitoksen laatutyöhön. Ei tenttiä.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty (oppimistehtävät/oppimispäiväkirja ja posteri)
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ20A1400	***PARTIKKELITEKNIIKKA JA KIINTOAINEIDEN KÄSITTELY*** ***2 op***
	Particle Technology and Treatment of Particulate Solids
Ajankohta	TkK 2, periodi 2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Opiskelija osaa: - määrittää yksittäisen partikkelin koon - kuvata jauheen partikkelikokojakauman - määrittää ja laskea tunnetun jakauman perusteella yleisimmät keskiarvokoot - listata kiintoainepartikkeleiden käsittelyssä ja analysoinnissa käytettävät yleisimmät menetelmät - valita partikkelikoon perusteella mahdolliset analysointiin sopivat analysaattorit - kertoa yleisimmät jauhemaisen kiintoaineen varastoinnissa, kuljetuksessa ja hienonnuksessa käytettävät menetelmät ja laitteet - valita oikeat laiteryhmät erityyppisten kiintoainemateriaalien käsittelyyn - kuvata ja selittää käytännön laboratoriokokeiden perusteella kiintoaineen käsittelyyn liittyvien laitteiden toimintaa ja pääkäyttökohteita - suorittaa kokeellisen mittaussarjan laboratoriossa - kirjoittaa saamistaan tuloksista teknistieteellisen raportin - analysoida saamiaan tuloksia
Sisältö	Yksittäisen partikkelin koko ja muoto sekä jauhemaisen materiaalin kokojakauma ja sen määritys. Keskimääräisen partikkelikoon määrittäminen mitatusta kokojakaumasta. Kiintoaineen hienonnus, kuljetus ja varastointi. Näytteenotto kiintoaineesta.
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 20 h, 2. periodi. Laboratoriotyö 4 h, 2. periodi. Itseopiskelu 28 h. Luennot, harjoitukset, pareittain tehtävä laboratoriotyö ja kotitehtävät.
Arvostelu	0-5, tentti tai arvosteltavat kotitehtävät 80 %, laboratoriotyö 20 %..
Oppimateriaalit	Coulson, J.M., Chemical Engineering, Vol. 2, 4th ed., Pergamon Press, (soveltuvin osin). Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ20A1501	***AINEENSIIRTOTEKNIIKAN PERUSTEET*** ***3 op***
	Introduction to Mass Transfer **Korvaa opintojakson BJ20A1500 Aineensiirtotekniikan perusteet**
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Harri Niemi
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - selittää tasapainon käsitteen aineensiirrossa ja aineensiirtovastuksien sekä diffusiviteetin ja aineensiirtokertoimen merkityksen - määrittää diffuusiokertoimia ja laskea diffuusion ainevuon sekä neste- että kaasufaasissa - määrittää aineensiirtokertoimia eri aineensiirtotapauksissa ja laskea ainevuon faasirajan yli - selittää absorption ja strippauksen periaatteet ja tuntee ko. menetelmien

	erityyppiset laitteet - mitoittaa absorptio- ja strippauskolonnin täytekappakerroksen korkeuden ja halkaisijan - selittää tasapainoaskelprosessien perusteet ja osaa määrittää tarvittava askelien lukumäärä graafisilla menetelmillä - selittää pintapuolisesti eri tyyppiset erotustekniikan yksikköoperaatiot ja valita sopivan menetelmän tiettyyn erotustehtävään.
Sisältö	Antaa perustiedot seuraavista aiheista: aineensiirron perusteet, faasitasapainot, diffusiivinen ja konvektiivinen aineensiirto, aineensiirtymiskertoimet, absorptioprosessit. Johdanto tasapainoaskelprosesseihin ja yleisimpiin erotustekniikan yksikköoperaatioihin ja niissä käytettäviin aineensiirtolaitteisiin.
Suoritustavat	Luentoja 8 h, harjoituksia 12 h, 3. periodi. Luentoja 4 h, harjoituksia 10 h, 4. periodi. Itseopiskelu 44 h. Opintojakson Moodle-verkkotuenta. Luennot, hyväksytyt kotitehtävät (laskuharjoitukset), tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 90 %, hyväksytyt kotitehtävät 10 %.
Oppimateriaalit	McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P., Unit Operations of Chemical Engineering, 7th ed., McGraw-Hill, 2005 (soveltuvin osin). Luentomoniste.
Edellytykset	BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 ja BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 suoritettuina. Suositellaan BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BJ20A1600	***KEMIANTEKNIIKAN YKSIKKÖOPERAATIOT I 4 op***
	Chemical Engineering Unit Operations I
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Harri Niemi
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - suunnitella pohjakolonneja absorptioprosessiin - selittää eri tislausmenetelmien ja tislauslaitteistojen periaatteita ja niiden toimintaa - suunnitella kaksikomponenttiseokselle tarkoitetun jatkuvatoimisen tislauskolonnin (ideaaliaskelien lukumäärä, kolonnin halkaisija) käyttämällä graafisia menetelmiä - selittää kiintoaineuuton ja neste-nesteuuton periaatteet ja laitteistot, ja osaa määrittää annetun erotustehtävän vaatima ideaaliaskelien lukumäärä - selittää kosteaan ilmaan liittyvät prosessit ja osaa käyttää kostean ilman i-x-diagrammia kostutus-/kuivauslaitteiden ja jäähdytystornien suunnittelussa - selittää kiintoainekuivauksen perusteet ja kuivainlaitteet, ja osaa valita annettuun kuivaustehtävään soveltuva kuivauslaite tai -menetelmä - määrittää kuivumisnopeuden ja kuivausajan ohipuhalluskuivauksessa - selittää panos- ja jatkuvatoimisen (kiintopeti) adsorption perusteet (tasapaino, läpäisykäyrä) - määrittää annettuun erotustehtävään tarvittavan adsorbentin määrän panosadsorptiossa tai kiintopetikerroksen korkeuden ja kerroksen toiminta-ajan jatkuvatoimisessa adsorptiossa - selittää haihdutuksen perusteet konsentrointimenetelmänä, ja liuoksen kiehumispisteen kohoaman merkityksen haihduttimen toimintaan - tunnistaa eri tyyppiset haihdutuslaitteet, osaa valita sopivan laitteen annettuun haihdutustehtävään, ja osaa suunnitella yksivaihehaihduttimen (tarvittava lämmönsiirtopinta-ala, höyryn kulutus, haihduttimen kapasiteetti ja ekonomia).
Sisältö	Antaa perustiedot seuraavista aiheista: erotustekniikan askelprosessit, tislaus, uuttoprosessit (kiintoaine-neste- ja neste-neste-uutto), kaasun kostutus- ja kiintoaineen kuivausprosessit, adsorptioprosessit, haihdutuksen (liuosten

	väkevöinti) perusteet ja haihduttimet. Opintojakso sisältää myös johdannon aineensiirtoon kemiallisen reaktion yhteydessä.
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 22 h, 1. periodi. Luentoja ja harjoituksia 22 h, 2. periodi. Itseopiskelu 60 h. Opintojakson Moodle-verkkotuenta. Luennot, hyväksytyt kotitehtävät (laskuharjoitukset), tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 90 %, hyväksytyt kotitehtävät 10 %.
Oppimateriaalit	McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P., Unit Operations of Chemical Engineering, 7th ed., McGraw-Hill, 2005 (soveltuvin osin). Luentomoniste.
Edellytykset	BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1, BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2, BM20A4301 Johdatus tekniseen laskentaan ja BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka suoritettuina. BJ20A1501 Aineensiirtotekniikan perusteet kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ20A1700	***JOHDATUS KEMIANTEKNIIKAN OPISKELUUN 1 op***
	Introduction to Studies of Chemical Technology
Ajankohta	TkK 1, periodi 1
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelijalla on käsitys kemiantekniikan koulutusohjelmaan kuuluvien opintojen sisällöstä sekä kemisti-insinöörin tehtävistä. Hän osaa suunnitella omia opintojaan sekä arvioida ainevalintojen merkitystä tuleviin opintoihin. Opiskelija osaa tiedonhankinnan perusteet ja osaa hakea kemiantekniikan alalla käytettävää määriteltyä tietoa kirjaston tietokannoista.
Sisältö	Tiedekuntakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla tekniikan kandidaatin tutkinnon ja diplomi-insinöörin tutkintojen yleisrakenteet ja niihin sisältyvät osiot. Opiskelija hahmottaa opintojensa opintopolun sekä henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintopolun eri vaiheessa. Opiskelija hahmottaa tiedekunnan opintopalvelujen kokonaisuuden ja osaa etsiä omiin opintoihinsa liittyvää neuvontamateriaalia sekä neuvontahenkilöstöä. Opiskelija saa tietoa kv-harjoittelusta ja kv-opiskelijavaihdosta ja kykenee tarvittaessa hankkimaan lisätietoa. Koulutusohjelmakohtainen osuus: Lyhyt katsaus prosessitekniikan osa-alueisiin. Kemisti-insinöörin toimenkuvia erilaisissa tehtävissä. Tiedon haku tietopankeista ja internetistä (kirjastokäynti 1 h ja Moodle-osio). Kemiantekniikan erikoistiedon haku. Koulutusohjelman sisältö. Ohjeita opiskeluun.
Suoritustavat	Pakolliset tiedekuntakohtaiset luennot 3 h, 1. periodi. Pakolliset koulutusohjelmakohtaiset luennot 7-9 h, 1. periodi. Kirjastokäynti 1 h, 1. periodi. Hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet -verkkokurssilla, 1. periodi. Henkilökohtaisen opintosuunnitelman (HOPS) laatiminen sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin opintojen ajalle, 1. periodi. Omaehtoista työskentelyä 13-15 h. HUOM! Luennot eivät ole pakollisia aiemman yliopisto- tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneille.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty

BJ20A1802	*CHEMICAL ENGINEERING UNIT OPERATIONS 6 ECTS cr II*
	Chemical Engineering Unit Operations II **Replaces the course BJ20A1801 Chemical Engineering Unit Operations II.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Harri Niemi Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen
Aims	After a module a student can: - explain the fundamentals of multicomponent mass transfer and the differences between binary and multicomponent mass transfer - explain the mass transfer phenomena in membrane separation processes - list and describe the operation of the most important equipment and membrane types used for industrial membrane processes - estimate the number of required membrane modules for a given separation task by utilizing mass transfer modeling and process simulation - explain the fundamentals of industrial crystallization (kinetics, solid-liquid equilibrium, population density, crystal size distributions, polymorphism, solvate and hydrate formation, mass transfer in crystallization and dissolution, realtime process monitoring) - list and describe the operation of the most important industrial crystallizers - estimate preliminary size of a MSMPR crystallizer.
Content	The topics are as follows: 1. Multicomponent mass transfer: differences between mass transfer in binary and multicomponent systems, basic theory and examples in evaporation, distillation, desorption, membrane separation, heterogeneous reaction, etc. 2. Membrane separation: Mass transfer, modelling, process design, simulation of industrial membrane processes. 3. Industrial crystallization: theory, operation and design of crystallizers. Mass transfer of dissolution. Process Analytical Technology (PAT) in crystallization processes.
Modes of Study	Lectures 24 h, exercises 42 h, laboratory work 10 h, Matlab case studies, 1st-2nd period. Self study 80 h.
Evaluation	0-5, exam 65%, assignments 35%.
Study materials	Davey, R. J., Garside, J., From Molecules to Crystallizers, Oxford, Oxford University Press, 2000. Lecture notes.
Prerequisites	BJ20A1600 Kemiantekniikan yksikköoperaatiot I and BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka passed.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ20A1902	*ADVANCED COURSE IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY AND UNIT OPERATIONS 5 ECTS cr*
	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations **Replaces the course BJ20A1901 Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Docent, Ph.D. Sergei Preis Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Häkkinen Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Harri Niemi

	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Ritva Tuunila Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen
Aims	After a module a student can: - select sustainable unit operations - select appropriate water treatment methods for challenging pollutants among advanced oxidation processes - select sustainable chemicals (reactants, solvents) and processes to avoid chemical and energy losses, and to minimize emissions - explain the concept and the application of the product and process life cycle analysis - search and use the literature valid for the field on selected topics on separation and environmental technology - carry out independent experimental or simulation research work - produce a clear technical and scientific written report - present research results in front of audience clearly and compactly - make constructive peer assessment (acting as an opponent in seminar, reviewing the reports of other students).
Content	Sustainable chemical engineering in technology and in treatment of industrial and municipal wastes. Case studies of various unit operations and green chemistry applications.
Modes of Study	Lectures 12 h, 3rd period. Seminars 16 h, 4th period. Self study 102 h. Extended literature review or experimental/simulation work, report and seminar presentation. Experimental/simulation work is focused on advanced oxidation technology or/and unit operations. The student has to attend 80% of seminar presentations.
Evaluation	0-5, exam 30%, assignments 70%.
Study materials	Lecture notes.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ20A2000	***TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINNON TYÖHARJOITTELU*** ***2 op***
	Work Internship in Bachelor's Degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**
Ajankohta	TkK 1-3
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila
Tavoitteet	Modulin suoritettuaan opiskelija - on perehtynyt teollisuuden työskentely-ympäristöön - tutustunut työelämän pelisääntöihin työntekijän kannalta - on saanut kokemusta työyhteisössä toimimisesta
Sisältö	Käytännön työskentelyä teollisuudessa, laboratoriossa tai suunnittelutoimistossa.
Suoritustavat	Neljä viikkoa käytännön harjoittelua teollisuudessa. Kirjallinen raportti, joka sisältää kuvauksen työympäristöstä, opiskelijan työtehtävistä sekä niiden roolista yhtiön toiminnassa ja tavoitteissa. Työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua). Yhteensä 52 h.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BJ20A2100	*DI-TUTKINNON TYÖHARJOITTELU*	*2 - 10 op*
	Work Internship in Master's Degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**	
Ajankohta	DI 1-2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Ritva Tuunila	
Tavoitteet	Suoritettuaan modulin opiskelija - on perehtynyt työympäristöön prosessiteollisuudessa - on saanut kokemusta oppimiensa tietojen ja taitojen soveltamisesta - on nähnyt oman alansa tuotantoprosesseja ja laitteita toiminnassa - osaa arvioida oppimiensa tietojen ja taitojen merkitystä käytännön työelämässä	
Sisältö	Käyttö-, tutkimus-, suunnittelu- tai laadunvalvontatehtäviä prosessiteollisuuden tuotantolaitoksessa, laboratoriossa tai suunnittelutoimistossa.	
Suoritustavat	Kahdeksan viikkoa käytännön harjoittelua teollisuudessa. Kirjallinen raportti, joka sisältää kuvauksen työympäristöstä, opiskelijan työtehtävistä sekä niiden roolista yhtiön toiminnassa ja tavoitteissa. Ensimmäiset 2 opintopistettä: työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua), yhteensä 52 h. Opintopisteet 3-10: yrityksen työtehtävissä työskentelyä 26-208 h (1 op/26 h).	
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.	

BJ20A2200	*MIXING*	*4 ECTS cr*
	Mixing	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Tuomas Koiranen Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Harri Niemi Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Marjatta Louhi-Kultanen	
Aims	A student can: - apply obtained understanding of fluid dynamics and rheology - select different mixing device (stirred tanks, static mixers, inline mixers) for a specific application such as blending of liquids and mixing of solids and mixing of multi-phase systems, (gas-liquid, liquid-liquid, solid-liquid and gas-solid-liquid systems, biomasses) - size and scale up the basic blending device - model heat and mass transfer of mixing device	
Content	The topics are as follows: fundamentals of mixing and residence time distributions, rheology, mass and heat transfer in mixing devices, mixing equipment, design of mixers and scale-up, mixing applications in macro, meso and micro scale mixing.	
Modes of Study	Lectures 18 h, exercises 18 h, mixing case study 18 h (literature review and fluid mixing design exercise from the given subject), mixing device demonstrations 4 h, seminars 8 h. Self study 38 h.	
Evaluation	0-5, written examination 80%, case study work 20%.	
Study materials	Additional material will be informed at lectures. Moodle.	
Prerequisites	BJ20A0101 Mekaaniset erotusmenetelmät passed.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BJ20A2300	*SOLID-LIQUID SEPARATION* *4 ECTS cr*
	Solid-Liquid Separation
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Häkkinen Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Ritva Tuunila Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Riina Salmimies Visiting lecturer(s) Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Häkkinen
Aims	After the module the student can: - know the fundamental phenomena in solid-liquid separation - name different methods and equipment used for solid-liquid separation - select and size suitable equipment for separation processes based on knowledge of the suspension and data from laboratory tests - explain the effects of the characteristics of the solid material and the liquid on the separation and post treatment processes - define different filter media used in filtration and preliminary select a medium for different cases - perform an experimental test in laboratory scale - write a scientific report.
Content	The topics are as follows: Fundamentals of solid-liquid separation, filtration methods, operation of filters, cake formation and washing, deliquoring, design and modeling of filters and scale-up. Filter media and blinding. Experimental design in filtration test work.
Modes of Study	Lectures 18 h, exercises 18 h, filtration laboratory works 25 h, 3rd period. Self study 43 h.
Evaluation	0-5, written examination 80%, laboratory works 20%.
Study materials	Holdich, Richard: Fundamentals of Particle Technology, Chapters 1–8.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ30A0303	*PROSESSI- JA TEHDASSUUNNITTELU* *6 op*
	Process and Plant Design **Korvaa opintojakson BJ30A0302 Prosessi- ja tehdassuunnittelu.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2
Opettaja(t)	dosentti, TkT Arto Laari dosentti, TkT Pekka Oinas Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Ilkka Turunen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijat: - tuntevat prosessi- ja tehdassuunnitteluprojektin tyypilliset vaiheet - osaavat selittää prosessi- ja tehdassuunnittelun luonteen ja tavanomaisimpia menetelmiä - osaavat tulkita ja laatia prosessisuunnittelun tavallisimpia dolumentteja (prosessikaaviot, laitemäärittelyt, piirustukset ja luettelot) - osaavat suorittaa prosessilaskelmia, erityisesti laskea aine- ja energiataseita - kykenevät arvioimaan prosessien investointi- ja käyttökustannuksia sekä kannattavuutta.
Sisältö	Suunnittelun lähtötiedot. Prosessisuunnittelun luonne ja metodiikka. Prosessisynteesi ja –analyysi. Prosessi-integraatio. Prosessien intensifiointi. Laitesuunnittelu. Sijoitussuunnittelu. Kustannus- ja kannattavuusarviointi. Projektitoiminta.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Kotitehtäviä. Itseopiskelu 126 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.

Oppimateriaalit	Coulson, J.M. et. al., Chemical Engineering, Vol. 6 (soveltuvin osin). Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ30A0400	***PROSESSISUUNNITTELUN SEMINAARI 4 op***
	Seminar on Process Design
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Ilkka Turunen tutkijaopettaja, TkT Eero Kolehmainen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijat kykenevät: - osallistumaan prosessin esisuunnitteluprojektiin - suorittamaan alustavan prosessisynteesin ja laatimaan sen pohjalta virtauskaavion - suorittamaan alustavan prosessianalyysin ja siihen kuuluvat taselaskelmat - soveltamaan kemiantekniikan tietämystään laitesuunnitteluun - suorittamaan prosessin kustannus- ja kannattavuusarvion.
Sisältö	Opetus koostuu teorialuennoista sekä seminaareista. Viimeksi mainituissa opiskelijat vuorotellen esittelevät suunnittelunsa tuloksia ja ongelmakohtia käydään yhdessä läpi. Sekä luennot että seminaarit liittyvät valitun prosessin suunnitteluun.
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 14 h, 3. periodi. Luentoja ja seminaareja 14 h, 4. periodi. Itseopiskelua yksin ja ryhmissä 76 h. Ei tenttiä.
Arvostelu	0-5, seminaariraportit 100 %.
Oppimateriaalit	Moodle.
Edellytykset	BJ30A0303 Prosessi- ja tehdassuunnittelu kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ30A0500	***PROJECT ON PROCESS AND PLANT DESIGN 11 ECTS cr***
	Project on Process and Plant Design **HUOM! Suomenkielisille työryhmille opintojakso opetetaan suomeksi.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Ilkka Turunen
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - apply his chemical engineering knowledge to real industrial process design project - perform technical and economical design calculations - solve real design problems sometimes starting from limited and incomplete initial information - seek and create novel solutions to design problems.
Content	The projects are carried out in groups of five students. The topics are from industry. A typical topic is a feasibility study of a process covering a brief market survey, comparison of process alternatives, preliminary process design (process flowsheet, mass and energy balances, sizing of main equipment), lay-out, cost and profitability estimation. Different aspects are emphasized in different projects, depending on the topic. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 5 h, project meetings, 1st period. Lectures 5 h, project meetings, 2nd period. Design and project work about 280 h, 1st-2nd period. No examination.
Evaluation	0-5, design reports 100%.
Prerequisites	BJ30A0303 Prosessi- ja tehdassuunnittelu passed.

	Recommended BJ30A0400 Prosessisuunnittelun seminaari.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ30A0600	***YKSIKKÖPROSESSIEN MALLINNUS 6 op***
	Modelling of Unit Processes
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, FT Heikki Haario
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijat kykenevät: - kuvaamaan prosessien ilmiöitä matemaattisilla malleilla - validoimaan malleja ja estimoimaan mallien parametreja koetulosten avulla - soveltamaan ilmiöpohjaisia malleja erilaisiin prosessien kehityksen ja suunnittelun tehtäviä, kuten suunnittelu, simulointi, optimointi ja scale-up - käyttämään sopivia ohjelmistoja edellä mainituissa toiminnoissa.
Sisältö	Mekanistiset mallit tutkimuksen ja suunnittelun työvälineinä. Mallit prosessin elinkaaren eri vaiheissa. Koesuunnittelu. Parametrien estimointi. Simulointi. Optimointi. Scale-up. Tutustuminen alan ohjelmistoon. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 21 h, 3. periodi. Luentoja ja seminaareja 21 h sekä yksilöllinen harjoitustehtävä, 4. periodi. Itseopiskelu 114 h. Ei tenttiä.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty
Oppimateriaalit	Luentomateriaali.
Edellytykset	Suositellaan: BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 BM20A0400 Matematiikka SäEnKeB1 BM20A0600 Matematiikka SäEnKeB2 BM20A0800 Matematiikka SäEnKeB3
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ30A0700	***COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS IN CHEMICAL ENGINEERING 6 ECTS cr***
	Computational Fluid Dynamics in Chemical Engineering
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Tuomas Koiranen
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - understand theoretical basis of computational fluid dynamics - use CFX-software in computational fluid dynamics - identify the most potential application areas of computational fluid dynamics in chemical engineering - apply computational fluid dynamics to some chemical engineering problems e.g. in equipment design or trouble shooting.
Content	Theoretical basis of CFD. Introduction of CFX software. Applications of CFD in process industry. Solving chemical engineering problems with CFD.
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Exercises with CFD software 120 h, 1st-2nd period. Seminar presentation.
Evaluation	0-5, examination 70%, exercise report 30%.
Study materials	To be announced later. Moodle.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ30A0900	***PROSESSIEN VAAROJEN TUNNISTAMINEN JA RISKIEN HALLINTA*** ***6 op***
	Hazard Identification and Risk Management in Process Industry
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori (VTT), TkT Raija Koivisto DI Seppo Koskinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Ilkka Turunen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijat kykenevät: - tunnistamaan teollisuusprosessien turvallisuusriskit - kuvailemaan riskienhallinnan pääperiaatteet - soveltamaan joitakin riskienhallinan menetelmiä.
Sisältö	Riskienhallintaprosessi ja ilmiöt. Prosessin vaarojen tunnistaminen. Riskien hallinnan keinot. Turvallisuustietoinen suunnittelu. Laajahkon, todellisen turvallisuusongelman perinpohjainen ratkaisu.
Suoritustavat	Luentoja 32 h intensiiviopetuksena. Seminaariesitelmiä. Kolmen hengen ryhmätyönä suoritettava turvallisuusongelman ratkaisu, n. 100 h, 1. ja 2. periodi. Itseopiskelua 24 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitustyöt 20 %.
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luentojen yhteydessä.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ30A1101	***PROCESS INTEGRATION*** ***6 ECTS cr***
	Process Integration
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Part-time Untenured Teacher, D.Sc. (Tech.) Yury Avramenko Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Ilkka Turunen
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - synthetisize processes from subprocesses - describe the methodology of process synthesis - apply methods of process analysis and optimization, especially taking into account energy questions - analyze processes on the basis of technical thermodynamics - take into account the recovery and effiecient use of enrgy in process design.
Content	The course deals with the formation of an entire process from subprocesses and presents the analysis and optimisation possibilities that can be used for this purpose. Special emphasis is on thermodynamics and the recovery and exploitation of energy in the design of an entire process.
Modes of Study	Lectures 28 h as an intensive course, exercises 14 h, 1st period. Exercises 14 h, 2nd period. Assignment 80 h, 1st-2nd period. Self study 20 h. Lectures, exercises and assignments.
Evaluation	0-5, examination 100%, assignments passed.
Prerequisites	Four of the following courses passed: BH40A1400 Virtaustekniikka I BH40A0250 Pumput, puhaltimet ja kompressorit (Kete) BJ20A0101 Mekaaniset erotusmenetelmät BJ20A1400 Partikkelitekniikka ja kiintoaineiden käsittely BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ30A1401	PROCESS AND PRODUCT INNOVATIONS 10 ECTS cr
	Process and Product Innovations **Mainly for Finnish and international students from the departments of Chemical Technology, Mechanical Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering and Management. The number of participants is limited and the applicants will be interviewed.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Kässi Professor, D.Sc. (Tech.) Ville Ojanen Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Kimmo Kerkkänen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Ilkka Turunen
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - explain typical methods, problems and their solution in the generation of innovations an novel technology - carry out interdisciplinary teamwork in international environment - apply typical methods of process and product development.
Content	Methods of product and process development. Interdisciplinary R & D activities as project and teamwork. Development of new technology, patenting. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Informational lectures, 6 h/period. Project meetings, 6 h/period. Self study 212 h. Independent project and teamwork in groups of 4-8 students.
Evaluation	0-5, project work 100%.
Study materials	Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ30A1600	ADVANCED PROCESS SIMULATION 8 ECTS cr
	Advanced Process Simulation
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Part-time Untenured Teacher, D.Sc. (Tech.) Yury Avramenko Person in Charge: Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - represent the process flowsheet in digital form based on textual process description or printed flow diagram - draw the process diagrams using available widely used software like MS Visio - work with simulation software: mainly BALAS and ASPEN Plus – however, the skills can be applied for other simulation software - translate the real process unit operations to model blocks of simulation software with adjustment of important parameters - carry out teamwork during fulfilment of complex computational projects.
Content	Introduction to process modeling and process simulation. Levels of process representation and reading process diagrams. Overview of existing simulation software. Practice in use of ASPEN and BALAS-software. Examples of simulation cases for process development, design, retrofit and optimisation of flowsheets. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures and exercises 42 h, 3rd-4th period. Project work 120 h. Self study 46 h.
Evaluation	0-5, project 60%, class work 40%.
Study materials	Lecture notes, BALAS and ASPEN Plus manuals.
Prerequisites	BJ20A0301 Introduction to Process Simulation
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ40A0001	*CREATIVE DESIGN* *4 ECTS cr*
	Creative Design
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to: - describe the types of innovation - explain the concept and models of creativity - apply several creativity techniques to real problems.
Content	Types of innovation. Product, process, service innovation. Innovations in process engineering. Models of creativity. Enhancement of creativity (brainstorming, synectics, morphological analysis, case-based reasoning, quality function deployment, TRIZ).
Modes of Study	Lectures and exercises 56 h, 1st period. Self study 22 h.
Evaluation	0-5, written examination 50%, exercises and presence at the lectures 50%.
Study materials	Lecture notes.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ40A0100	*PRODUCT DESIGN* *5 ECTS cr*
	Product Design
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski
Aims	Upon completion of the module, the student will be able to - describe different product types - explain stages and methods of product development - carry out computer-aided product design.
Content	Types of products. Identification of consumer needs. Product functional and physical-chemical properties. High-throughput experiments. Knowledge-based systems for product design. Computer-aided product design.
Modes of Study	Lectures 15 h, exercises 20 h, 1st period. Self study 95 h.
Evaluation	0-5, written examination 50%, exercises and presence at the lectures 50%.
Study materials	Lecture notes.

BJ40A0400	*INNOVATION AND TECHNOLOGY PARTNERSHIP WITH EMERGING COUNTRIES (BRIC AND VISTA)* *5 ECTS cr*
	Innovation and Technology Partnership with Emerging Countries (BRIC and VISTA) **90% presence at the lectures obligatory.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Andrzej Kraslawski
Aims	After attending the course, submitting the project work and passing an exam, student will: - poses knowledge of major technological and science centres in BRIC/VISTA countries - have skills to identify the partner in BRIC/VISTA countries for scientific and technological cooperation - identify emerging market trends in BRIC/VISTA countries
Content	- basic notions of technology partnerships - economic characteristics of BRIC countries (Brazil, Russia, India, China) - economic characteristics of VISTA countries (Vietnam, Indonesia, South

	Africa, Turkey, Argentina) - characteristics of major research centres and universities in BRIC and VISTA countries - national patterns of innovation in BRIC and VISTA countries - examples of cooperation and technological partnership between EU and BRIC/VISTA countries - challenges of cooperation
Modes of Study	Lectures 15 h Project 15 h Self study 100 h
Evaluation	0-5, activity during the lectures 40%, project work 30%, exam 30%.
Study materials	Lecture notes and recommended literature.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ50A0001	***MEMBRAANITEKNIIKKA***	***4 op***
	Membrane Technology **Korvaa opintojakson BJ50A0000 Kalvotekniikka.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Mika Mänttäri tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki tutkijatohtori, TkT Mari Kallioinen	
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - selittää perustermit ja eri membraaniprosessit - tulkita erotusprosesseissa havaittavia ilmiöitä ja niiden vaikutusta erotusprosessiin - vertailla membraanimateriaalien, moduuliratkaisujen ja valmistusprosessien käyttökelpoisuutta - valita erotusprosessiin tarkoituksenmukaisimman membraanin ja membraaniprosessin - tunnistaa membraanierotusprosessien edut ja rajoitukset.	
Sisältö	Membraanierotusprosessit (mikrosuodatus, ultrasuodatus, nanosuodatus, käänteisosmoosi, pervaporaatio jne.). Membraanien valmistus, materiaalit ja rakenne. Ilmiöt membraanierotuksessa (fouling, konsentraatiopolarisaatio jne.). Moduulit. Erotusmekanismit. Membraanien karakterisointi. Sovelluksia.	
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 14 h, 1. periodi. Luentoja ja seminaareja 14 h, 2. periodi. Laboratoriotöitä 14 h, 2. periodi. Itseopiskelu 62 h. Opintojakson Moodle-verkkotuenta. Luennot, pakolliset seminaarit ja laboratoriotyöt, tentti.	
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, seminaari ja laboratoriotyöt 30 %	
Oppimateriaalit	Mulder, M., Basic Principles of Membrane Technology, 2nd ed., Kluwer, 1996/2003 (soveltuvin osin). Luentomonisteet.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ50A0101	***TEKNILLINEN POLYMEERIKEMIA***	***3 op***
	Technical Polymer Chemistry	
Ajankohta	TkK 2, periodi 4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki professori, TkT Mika Mänttäri tutkijatohtori, TkT Mari Kallioinen Vierailevia luennoitsijoita	
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan:	

	- nimetä tärkeimpien kesto- ja kertamuovipolymeerien valmistusreaktiot - selittää erilaisten polymeerien ominaisuuksia ja niiden eroja - selittää keinoja polymeerien ominaisuuksien muokkaamiseksi - selittää ja vertailla erilaisten muovituotteiden valmistusprosesseja
Sisältö	Polymeerien valmistus, muokkaus (polymeeriliuokset ja -seokset, kopolymerointi, polymeerien reaktiot, fraktiointi), tuotteiden valmistus (muoviteknologia, kumien teknologia, polymeerien reologia). Erityisaiheita (mm. polymeerit erotusväliaineiden materiaaleina, pinnoitteina (puu, pakkauskartonki, paperi) sekä komposiittimateriaaleissa (puu-polymeeri – komposiitit). Erikoispolymeerit (elektroniikassa, lääketieteessä jne.).
Suoritustavat	Luennot ja demonstraatioita. Luennot toteutetaan osin verkkokurssina (Moodle). Vierailuluennot normaaleina luentoina. Itseopiskelu 50 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Moodle-tehtävistä lisäpistemahdollisuus.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ50A0200	***LUONNON POLYMEERIT*** ***4 op***
	Natural Polymers
Ajankohta	TkK 3, periodi 2-4
Opettaja(t)	professori, TkT Mika Mänttäri
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - selittää puun rakenteen ja sen toimintoja - selittää puun komponenttien ominaisuuksia ja niiden merkitystä puuta jalostettaessa - selittää luonnosta peräisin olevien polymeerien kemiallista käyttäytymistä - selittää kuinka luonnon polymeerejä voidaan hyödyntää.
Sisältö	Puukemia. Luonnon polymeerit, niiden ominaisuudet ja hyödyntäminen jatkojalostuksen kautta. Erilaisten polymeeriryhmien kemiallinen ja fysikaaliskemiallinen käyttäytyminen. Polymeerikemian tutkimuksen uudet suunnat. Luonnon polymeerit biojalostamossa.
Suoritustavat	Aloitusluennot (pakolliset) 3 h, 2. periodi. Luentoja ja seminaariesitelmiä 18 h, 3. periodi. Luentoja ja seminaariesitelmiä 21 h, 4. periodi. Itseopiskelu 62 h. Seminaariesitelmät (50 % pakollinen läsnäolo). Tehdaskäyntejä mahdollisuuksien mukaan.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, seminaari 30 %.
Oppimateriaalit	Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ50A0400	***MEMBRAANITEKNIIKAN JA TEKNILLISEN POLYMEERIKEMIAN SYVENTÄVÄ OPINTOJAKSO*** ***10 op***
	Advanced Course in Membrane Technology and Technical Polymer Chemistry **The course will be given in English if required.**
Ajankohta	DI 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, TkT Mika Mänttäri tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki tutkijatohtori, TkT Mari Kallioinen
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan projektiluonteisessa tutkimustyössä:

	- laatia tutkimussuunnitelman annetusta aiheesta - suorittaa laadukkaita mittauksia - tulkita mittaustuloksia ja tehdä niistä johtopäätöksiä - raportoida kirjallisesti ja suullisesti.
Sisältö	Membraaniprosessit ja niiden erityispiirteiden tutkiminen, optimointi ja materiaalien karakterisointi. Polymeeristen materiaalien hyödyntäminen. Vuosittain vaihtuvia projektiaiheita.
Suoritustavat	Luentoja, seminaareja ja henkilökohtaista ohjausta 8 h, 1. periodi. Luentoja, seminaareja ja henkilökohtaista ohjausta 8 h, 2. periodi. Oma tutkimusprojekti 165 h laboratoriotyötä ja raportointi, 1.-2. periodi. Itseopiskelu 75 h. Luennot, laboratoriotyöt, seminaariesitelmät ja mahdollinen tentti. Seminaaritilaisuuksiin osallistuminen pakollista. Ilmoittautuminen WebOodin kautta, mutta myös laboratorion ilmoitustaululle mielellään edeltävänä keväänä.
Arvostelu	0-5, laboratoriotyöt 25 %, seminaarit ja raportit 75 %.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ60A1100	***FIBER AND PAPER TECHNOLOGY; PERSONAL ASSIGNMENT*** ***10 ECTS cr***
	Fiber and Paper Technology; Personal Assignment **Opintojakson voi suorittaa joko englannin tai suomen kielellä.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1/2, Period 3-4 / 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - apply obtained understanding of a specialized area of fiber, paper or coating technology or paper chemistry - perform individual assignment including experimental and literature parts and seminar presentation on a specified subject - search information on given topic - analyse results of the laboratory experiments - write a scientific report.
Content	An individual and independent assignment with supervision on fiber, paper or coating technology or paper chemistry including literature review and experimental part. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Independent literature search and preparing of a scientific literature review about the given topic. Planning and performing an individual research work about the given topic. Writing a final report consisting the literature review and research work. Seminar presentation. Project meetings and supervised processing of the assignment 30 h, 3rd-4th period or 1st-2nd period. Lectures 2 h, 3rd period or 1st period. Seminars 8 h 4th or 2nd period. Self study 220 h.
Evaluation	0-5, consists of the performing of the research work, final report and seminar.
Study materials	Literature related to the project. Course material.
Prerequisites	BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet and BJ60A0800 Kuitu- ja paperitekniikan laboratoriotyöt or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics and BJ60A0900 Kuidun ja paperin valmistus (attended) or corresponding knowledge. BJ80A0500 Pinta- ja kolloidikemia is recommended.

BJ60A1300	USAGE AND PROPERTIES OF PAPER 5 ECTS cr
	Usage and Properties of Paper
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, M.Sc. (Tech.) Mika Pulkkinen University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Visiting lecturer(s) Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - explain how the properties of paper and fiber based packaging materials are linked to its structure and its manufacturing process - explain the most typical uses of paper and packaging materials and how various properties of paper are taken advantage of in various end uses - get insight to the most common converting methods and packaging product safely
Content	Paper and paperboard physics: fibrous networks, paper and board strength, interaction of water with paper, dimensional stability, product safety and migration, ink-surface interaction. Paperboard packaging and converted paper products. Future trends. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 28 h, 3rd period. Lectures 28 h, 4th period. Self study 74 h. Moodle support. Seminar presentation and a written report. Examination.
Evaluation	0-5, the grade consists of the examination and the seminar work.
Study materials	Lectures and lecture material (Noppa/Moodle). Named parts of the books: Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds), Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, vol. 11, vol. 12, vol. 13, vol. 16.
Prerequisites	BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet and BJ60A0900 Kuidun ja paperin valmistus or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics or corresponding knowledge of forest industry. BJ80A0500 Pinta- ja kolloidikemia is recommended.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ60A1400	CHEMICAL PULPING TECHNOLOGY 5 ECTS cr
	Chemical Pulping Technology
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - list the process and equipment technology used in the manufacture of chemical pulp and the recovery of cooking chemicals and in bio-refineries combined with chemical pulp mills - define energy and mass balances and mill emissions.
Content	Machinery and processes used in the fiberline with special focus on the sulfate process. Recovery of cooking chemicals and mill energy systems. Alternative cooking methods. Bio-refineries in combination with pulp mills. Mill emissions related to the manufacture of chemical pulp. Available wood resources. Properties of chemical fibers. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures and exercises 20 h, intensive week 42. Lectures and seminars 8 h, 2nd period. Self study 102 h. Network supported. Lectures and personal assignment. Examination. Possible demonstrations and/or excursion.

Evaluation	0-5, written examination 75%, personal assignment 25%.
Study materials	Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds), vol. 1 (1998), vol. 3 (2000), vol. 6A (1999), vol. 6B (1999), Papermaking Science and Technology, Fapet Oy. Sixta, H., Handbook of Pulp, Volume 1 and 2, Wileys - VCH (2006). Dence, C., Reeve, D. (eds), Pulp Bleaching - Principles and Practice, Tappi Press (1996). Adams, Terry N. et. al., Kraft Recovery Boilers, Tappi Press (1997). Vakkilainen, Esa K., Kraft Recovery Boilers: Principles and Practice, Suomen Soodakattilayhdistys (2005). Course material, handouts and other specified reading.
Prerequisites	BJ60A0900 Kuidun ja paperin valmistus or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics attended or corresponding knowledge of forest industry.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ60A1500	***FIBER AND PAPER BASICS***	***4 ECTS cr***
	Fiber and Paper Basics	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku University Lecturer, M.Sc. (Tech.) Mika Pulkkinen Visiting lecturers Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk	
Aims	By the end of the course a student can: - categorize pulping and papermaking processes - define properties of paper and board - explain principles of paper technical laboratory work and methods of analysis used in the paper industry.	
Content	Chemical and mechanical pulp, recycled fiber. Basic properties of papermaking fibres: structure, interactions with water and bonding. Filtration of fibre suspension and flow properties. Papermaking processes: Defibration and refining of pulp, web forming, web pressing, drying and coating. Structure and properties of paper web. Paper and board grades. Sheet making and analytics of paper laboratory. Pulp and paper testing exercises in pairs.	
Modes of Study	Lectures 21 h, 1st period. Guided laboratory work 30 h and report, 1st-2nd period. Self study 53 h. Possible demonstrations or excursion. Network supported.	
Evaluation	0-5, exam 100% and passed laboratory work.	
Study materials	Lectures. Course material. Other literature given on lectures.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BJ60A1701	***BIOREFINERIES***	***2 ECTS cr***
	Biorefineries **Jos haluat suorittaa kurssin suomen kielellä, ole yhteydessä kurssin opettajaan suomenkielisen materiaalin saamiseksi.**	
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 3, Period 1	
Teacher(s)	Doctoral Student, M.Sc. (Tech.) Esa Saukkonen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk	
Aims	After a module a student can: - list the progressions, why biorefiners have become so interesting development trend	

	- list most important products from biorefiners, such as green fuel or green chemicals - explain different biorefinery constructions that are under investigation.
Content	What does a biorefinery mean. Development of forest industries in Finland and development scenarios. Biorefinery products from the point of view of market. Different biorefinery construction, economy of biorefineries.
Modes of Study	Lectures 22 h, 1st period. Self study 30 h. Possible group work during lectures, participation on those lectures is mandatory.
Evaluation	0-5, examination 100%. Extra point to the examination can be obtained from quizz during lectures.
Study materials	Lectures, lecture material. Alén Raimo ed.), Biorefining of Forest Resources, Paperi ja Puu Oy (2011).
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ60A1800	***KUITU- JA PAPERITEKNIIKKA***	***5 op***
	Fiber and Paper Technology **Korvaa opintojakson BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet.**	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Kaj Backfolk yliopisto-opettaja, DI Mika Pulkkinen nuorempi tutkija, DI Katriina Mielonen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Kaj Backfolk	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan: - opiskelijalla on yleiskäsitys massan, paperin ja kartongin valmistusprosesseista - opiskelija hallitsee paperitekniikan perusteoriat ja ymmärtää niiden yhteyden käytäntöön - opiskelija tuntee tärkeimmät paperi- ja kartonkilajit sekä niiden käyttökohteet ja ominaisuudet - opiskelija pystyy tarvittaessa hakemaan, löytämään ja omaksumaan tietoa paperitekniikan alalta	
Sisältö	Kemiallisen massan valmistus. Mekaanisten massojen valmistus. Paperin ja kartongin raaka-aineet. Paperin ja kartongin valmistus. Tehdastoiminnot. Johdatus paperin ja kartongin jalostukseen. Johdatus kuitu- ja paperifysiikkaan. Paperin ja kartongin ominaisuudet sekä niiden mittaaminen. Paperi- ja kartonkilajit sekä niiden käyttö.	
Suoritustavat	Luentoja ja itseopiskelua 21 h, demoja ja harjoituksia 7 h, 1. periodi. Luentoja, itseopiskelua ja seminaareja 21 h, demoja ja harjoituksia 7 h, 2. periodi. Opintojakson Noppa-verkkotuenta. Suppea seminaarityö, mahdollinen tehdaskäynti. Itseopiskelua 100 h. Tentti. Vaihtoehtona pikatenttejä ja kotitehtäviä. Oppimispäiväkirja tai itsearviointi.	
Arvostelu	0-5, arvosana muodostuu tentin, seminaarityön ja pikatenttien perusteella.	
Oppimateriaalit	Luennot ja opintojakson verkkomateriaali. (Noppa) KnowPap-verkkotietokanta. Häggblom-Ahnger, U. & Komulainen, P.: Kemiallinen metsäteollisuus 2: Paperin ja kartongin valmistus. 5. painos. Opetushallitus, Jyväskylä 2006. Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds): Book 18: Paper and Board Grades, Papermaking Science and Technology, Fapet Oy. Luennoilla ilmoitettava muu kirjallisuus ja annettu materiaali. Lisälukemistona Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds): Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, vol. 5 (1999), vol. 6 part 1 (2008), vol. 6 part 2 (2008)	

Lisätietoja	vol. 7 (2000), vol. 8 (2007), vol. 9 (2000), vol. 16 (2007) soveltuvin osin. Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ60A1900	***PAPER CHEMISTRY, LABORATORY COURSE 3 ECTS cr***
	Paper Chemistry, Laboratory Course **Replaces the course BJ60A0501 Paperikemian laboratoriotyöt.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - use basic research methods used in paper chemistry - plan and carry out a small-scale research project - prepare a scientific report
Content	Colloidal stability, surface charge and polyelectrolyte adsorption, paper mill water chemistry, retention, internal sizing. An independent, supervised experimental research assignment on the field of paper chemistry in pairs.
Modes of Study	Planning and execution of a laboratory work related to papermaking chemistry. Final report of the laboratory work. Network supported. Laboratory work about 30 h, self study 48 h.
Evaluation	0-5, consists of the performing of the laboratory work and the final report.
Study materials	Laboratory work instructions.
Prerequisites	BJ60A0800 Kuitu- ja paperitekniikan laboratoriotyöt or BJ60A2000 Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt passed and BJ60A1200 Rainanmuodostus ja märänpään kemia or BJ60A2300 Polymers and Colloids in Papermaking attended (or corresponding knowledge of papermaking chemistry).

BJ60A2000	***BIOMATERIAALIEN PROSESSITEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT 5 op***
	Process Technology of Biomaterials, Laboratory Course **Korvaa opintojakson BJ60A0800 Kuitu- ja paperitekniikan laboratoriotyöt.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 2-3
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, DI Mika Pulkkinen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelija: - tuntee uusien biomateriaalien mahdollisuudet teollisuudessa - tuntee kuitu- ja paperitekniikan alan yleiset laboratoriolaitteet ja analyysimenetelmät - ymmärtää yhteyden teorioiden ja käytännön välillä - osaa suunnitella pienimuotoisen laboratoriotutkimuksen - osaa kirjoittaa ohjeiden mukaisen raportin
Sisältö	Paperimassojen käsittely ja analysointi. Arkinvalmistus ja paperilaboratorion analytiikka. Työpareittain tehtäviä harjoitustöitä: perinteinen massa- ja paperinvalmistus, nanomateriaalien käyttö paperinvalmistuksessa, biojalostamoiden tuotteet, esim.puukuitu kosmetiikassa, puusta tehty muovikalvo jne. Pienimuotoisen tutkimustyön itsenäinen suunnittelu ja tekeminen raportteineen.
Suoritustavat	Laboratoriotöitä 30 h, 2. periodi. Itsenäinen laboratoriotyö 30 h, 3. periodi. Itseopiskelu 30 h. Oppimispäiväkirjan pito. Loppuraportti itsenäisestä laboratoriotyöstä. Opintojakson Noppa ja/tai Moodle-verkkotuenta.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty

Oppimateriaalit	Opintojakson verkkomateriaali. Noppa/Moodle -materiaali. Kurssimoniste. Levlin, J-E, Söderhjelm, L. (eds), Papermaking Science and Technology, Book 17: Pulp and Paper Testing, Fapet Oy, 1999.
Edellytykset	BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ60A2100	***TULEVAISUUDEN MASSA- JA PAPERITEHTAAT*** ***5 op***
	Future Pulp and Paper Mills **Korvaa opintojakson BJ60A0900 Kuidun ja paperin valmistus.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Kaj Backfolk yliopisto-opettaja, DI Mika Pulkkinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Kaj Backfolk
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelija: - tuntee perinteisen sellutehtaan sivutuotteet ja biojalostamoiden mahdollisuudet - tuntee kuitupohjaiset erikoistuotteet ja niiden valmistusprosessit - hallitsee paperin ja kartongin jalostusprosessit - tietää puuperäisten tuotteiden mahdollisuudet
Sisältö	Selluprosessin sivuvirrat. Ympäristöasiat. Paperitehtaan toiminnot. Paperin ja kartongin jalostus. Uudet tuotteet ja pakkaukset.
Suoritustavat	Luentoja, harjoituksia ja itseopiskelua 28 h, 3. periodi. Luentoja, harjoituksia, itseopiskelua ja seminaareja 28 h, 4. periodi. Opintojakson Noppa-verkkotuenta. Seminaarityö tai muu vastaava yksilö/ryhmätyö. Itseopiskelu 74 h Luennot, kotitehtäviä/pikatenttejä, tentti.
Arvostelu	0-5, arvosana muodostuu pikatenttien/tentin ja kotitehtävien perusteella.
Oppimateriaalit	Luennot ja opintojakson verkkomateriaali (Noppa). KnowPap-verkkotietokanta. Häggblom - Ahnger, U. & Komulainen P.: Kemiallinen metsäteollisuus 2: Paperin ja kartongin valmistus, Opetushallitus, Jyväskylä 2006. Seppälä, M. (toim): Kemiallinen metsäteollisuus 1: Paperimassan valmistus, 2.-3. painos, Opetushallitus, Saarijärvi 2005. Luennoilla ilmoitettava muu kirjallisuus.
Edellytykset	BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ60A2200	***BIOREFINERY; PERSONAL ASSIGNMENT (SHORT)*** ***6 ECTS cr***
	Biorefinery; Personal Assignment (short) **Replaces the course BJ60A1000 Fiber and Paper Technology; Personal Assignment.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1/2, Period 3-4/1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Researchers of the laboratory of fiber and paper technology Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - apply obtained understanding of a specialized area considering biorefinery

	applications - get insight to new application of wood based chemicals - perform individual literature assignment and seminar presentation on a specified subject - search information on given topic - write a scientific literature review
Content	An individual and independent literature work and seminar on topic related to the research projects of the laboratory.
Modes of Study	Independent literature search and preparing of a scientific literature review about given topic. Seminar presentation. Project meetings 6 h, 3rd-4th period or 1st-2nd period. Seminars 10 h, 4th or 2nd period. Self study 140 h.
Evaluation	0-5, literature work and seminar 100%.
Study materials	Literature related to the project. Course material.
Prerequisites	BJ60A1400 Chemical Pulping Technology or BJ60A2500 Modern Cellulose and Biorefinery Processes attended.

BJ60A2300	***POLYMERS AND COLLOIDS IN PAPERMAKING*** ***4 ECTS cr***
	Polymers and Colloids in Papermaking **Replaces the course BJ60A1200 Rainanmuodostus ja märänpään kemia.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Visiting lecturer(s)
Aims	By the end of the course a student can: - understand the importance of the behavior of colloids in papermaking process - apply obtained deeper understanding of the chemical phenomena encountered at the wet end of a paper machine - understand colloidal properties of some modern biochemicals from wood (biorefinery) - get introduction to green nanotechnology - explain reasons for the use of chemical additives in paper making
Content	Surface and colloid chemistry of papermaking. Importance of surface charge. Polyelectrolyte adsorption. Retention. Internal sizing. Paper machine water chemistry. Wet end control. Nanotechnology and biochemicals.
Modes of Study	Lectures 14 h, exercises/demonstrations 6 h, 1st period. Lectures 14 h, exercises/demonstrations and seminars 10 h, 2nd period. Lectures and seminar work. Written examination. Self study 60 h.
Evaluation	0-5, consists of written exam and seminar.
Study materials	Course material on network. Other literature to be announced during lectures. Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds.), Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, vol. 3 Forest Products Chemistry, vol. 4 Papermaking Chemistry, vol. 8 Papermaking, Part 1, Stock preparation and Wet End (specified sections).
Prerequisites	BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics or BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka passed. Recommended: BJ80A0500 Pinta- ja kolloidikemia attended.

BJ60A2400	*SURFACE TREATMENT AND PRINTABILITY 5 ECTS cr*
	Surface Treatment and Printability **Replaces the course BJ60A1600 Päällystyksen ja pintakäsittelyn kemia.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku University Lecturer, M.Sc. (Tech.) Mika Pulkkinen Visiting lecturer(s) Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - explain the surface treatment methods for paper and board - explain how the properties of paper are linked to its structure and its surface treatment - get insight on how to create intelligent and functional surfaces - categorize printing methods and their requirements for the surface and end uses
Content	Surface treatment methods of paper and board – surface sizing, pigmentation and coating, calendaring, extrusion coating. Components and properties of coating colors. Drying of coated layer. Nanotechnology in surface treatment. Printing methods: offset, gravure, inkjet, electrophotography.
Modes of Study	Lectures and exercises/demonstrations 28 h, 1st period Lectures and exercises/demonstrations 28 h, 2nd period. Selfstudy 74 h. Network support. Examination.
Evaluation	0-5, written examination 100%.
Study materials	Lectures and lecture material. Named parts of the books of the book serie Gullichsen, J., Paulapuro, H. (eds), Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, vol. 10, 11, vol. 12, vol. 13, vol. 16.
Prerequisites	BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics or BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka or corresponding knowledge of forest industry.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ60A2500	*MODERN CELLULOSE AND BIOREFINERY PROCESSES 5 ECTS cr*
	Modern Cellulose and Biorefinery Processes
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk Invited lecturers Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk
Aims	By the end of the course a student can: - apply obtained understanding of trends in modern cellulose mills - understand manufacturing processes of different wood based biorefinery products - understand production of dissolving pulp and regerenated cellulose - understand how side streams in a paper mill can be used - search information on given topic and make assignments
Content	An individual and independent assignment with supervision on cellulose, biofuel or biochemical including literature review will be performed. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures and exercises/demonstrations 24 h, 3rd-4th period, intensive. Lectures and seminars 12 h, 4th period.

	Assignment. Selfstudy 94 h. Network support. Examination.
Evaluation	0-5, written examination 100%.
Study materials	Lectures and lecture material.
Prerequisites	BJ60A0001 Paperitekniikan perusteet and BJ60A0900 Kuidun ja paperin valmistus or BJ60A1800 Kuitu- ja paperitekniikka or BJ60A1500 Fiber and Paper Basics or corresponding knowledge of forest industry and BJ60A1701 Biorefineries
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ60A2600	***BIOREFINERY; PERSONAL ASSIGNMENT***	***10 ECTS cr***
	Biorefinery; Personal Assignment	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1/2, Period 3-4/1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Kati Turku Researchers of the laboratory of fiber and paper technology Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Kaj Backfolk	
Aims	By the end of the course a student can: - apply obtained understanding of a specialized area considering biorefinery applications - perform individual assignment including experimental and literature parts and seminar presentation on a specified subject - search information on given topic - analyse results of the laboratory experiments - write a scientific report	
Content	An individual and independent assignment with supervision on topic related to the research projects of the laboratory including literature review and experimental part. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Independent literature search and preparing of a scientific literature review about the given topic. Planning and performing an individual research work about the given topic. Writing a final report consisting the literature review and research work. Seminar presentation. Project meetings and supervised processing of the assignment 30 h, 3rd–4th period or 1st–2nd period. Seminars 10 h, 4th or 2nd period. Self study 220 h.	
Evaluation	0-5, consists of the performing of the research work, final report and seminar.	
Study materials	Literature related to the project. Course material.	
Prerequisites	BJ60A1400 Chemical Pulping Technology, BJ60A2000 Biomateriaalien prosessitekniikan laboratoriotyöt and BJ60A2500 Modern Cellulose and Biorefinery Processes attended (or corresponding knowledge).	

BJ70A0002	***EPÄORGAANINEN KEMIA***	***5 op***
	Inorganic Chemistry, Oorganisk kemi **Korvaa opintojakson BJ70A0001 Epäorgaaninen kemia.**	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-3	
Opettaja(t)	tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: -osaa kemian alkuaineet ja niiden yhdisteiden ominaisuudet -osaa yleisimmät alkuaineiden reaktiot	

	-ymmärtää kaasujen, liuosten ja kiinteiden aineiden käyttäytymisen -osaa ratkaista faasitasapainoja - osaa selvittää, ratkaista ja analysoida liuosten konsentraatioita, liukoisuuksia ja materiaali/konsentraatiotasapainoja -osaa ratkaista reaktioiden termo- ja sähkökemiallisia yhtälöitä
Sisältö	Aiheina ovat perusteet aiheesta: liuokset ja niiden ominaisuudet, ionisidokset ja, kovalenttiset sidokset ja molekyylirakenne, kaasut ja niiden ominaisuudet, nesteet ja kiinteät aineet sekä faasimuutokset, veden kemia, hapen kemia, vedyn kemia, pääryhmien alkuaineet ja niiden kemia, siirtymämetallit ja koordinaatiokemia, metallit ja kiinteän aineen materiaalit ja ydinaktiivisten alkuaineiden kemia. Luennoilla havainnoidaan opetettavia perusteita kemian ja kemiantekniikan esimerkeillä.
Suoritustavat	Luentoja ja laskuharjoituksia 21 h, 1. periodi. Luentoja ja laskuharjoituksia 21 h, 2. periodi. Luentoja ja laskuharjoituksia 21 h, 3. periodi. Itseopiskelu 72 h. Luennot ja laskuharjoitukset: 3 välikoetta tai lopputentti.
Arvostelu	0-5.
Oppimateriaalit	Oppikirja: McMurry, J., Fay, R. C.: Chemistry 5th ed., Pearson International Edition, ISBN 0-13-232146-7. Luentomateriaali. Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A0102	***EPÄORGAANISEN KEMIAN SYVENTÄVÄT TIEDOT*** ***5 op***
	Advanced Special Studies in Inorganic Chemistry **Korvaa opintojakson BJ70A0101 Epäorgaanisen kemian syventävät tiedot.** **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2013 - 2014.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: -hallitsee perustietoa syvempää osaamista epäorgaanisessa kemiassa ja -tietää metallit, epäorgaanisen kemian käytettävyyden yhdisteiden ja materiaalien valmistuksessa -hallitsee perustiedot kiinteän materiaalin kemiasta: epäorgaanisten yhdisteiden ja uusien materiaalien valmistus- ja käsittelytekniikoista -tietää mineraaliryhmät ja epäorgaanisen kemian kiderakenteet -tietää yleisimmät analyysimenetelmät epäorgaanisten näytteiden tutkimuksessa (kiinteä aine, kide ja neste) -tietää epäorgaanisen kemian teollisuuden uusimmat suuntaukset -osaa etsiä kirjallisuustietoa epäorgaanisiin aineisiin liittyvästä kirjallisuudesta -osaa analysoida kirjallisuusmateriaali, koota kirjallisuuskokonaisuuksia -osaa esittää tieteellisiä tuloksia ja opponoida esityksiä
Sisältö	Luennoilla käsitellään tärkeimpien alkuaineiden kiinteän olomuodon yhdistekemian pääpiirteet (ominaisuudet, rakenne, tunnistus, esiintyminen, eristäminen, käyttö) ja kvantitatiiviset analyysimenetelmät (induktiivisesti kytketty plasma-massaspektrometria, atomiemissiospektrometria, UV/VIS -spektrofotometria, atomiabsorptiospektrometria, sähköavusteiset tekniikat, ionikromatografia, mikroskopointi, infrapunaspektroskopia, termograviset menetelmät). Lisäksi selvitetään teollisuusmineraalien eristys, merkitys ja käyttökohteet; erityisesti rauta, pii, platina, alumiini, elohopea, sinkki, nikkeli,

	lyijy, jalometallit, lantanidit, alkali- ja maa-alkalimetallit (varsinkin kalsium), volframi ja lejeerinkiseokset. Opiskelijat valmistelevat pienimuotoisen kirjallisuusselvityksen annetusta kurssin aihealueesta, kirjoittavat siitä raportin ja esittelevät aiheen seminaarissa. Seminaareissa esitellään valikoiden kiinteän olomuodon tutkimukseen soveltuvan epäorgaanisen analytiikan käyttömahdollisuudet eri teollisuusaloilla. Lisäksi opiskelijat toimivat toistensa seminaariesityksissä opponoijina.
Suoritustavat	Luennot 14 h, 3. periodi. Luennot 14 h, seminaariesitykset, 4. periodi. Itseopiskelu 106 h. Itsenäinen laboratorioharjoitus parityönä toisen opiskelijan kanssa. Luennot, hyväksytty seminaariesitys ja osallistuminen seminaareihin. Ilmoittautuminen sekä Weboodin kautta että laboratorion ilmoitustaululle.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, seminaarin pitäminen ja opponointi 30 %. Luentopäiväkirjasta lisäpistemahdollisuus.
Oppimateriaalit	E-opetusmateriaali (Moodle) ja oppikirja. Cotton, F. A., Wilkinson, G., Murillo, C. A.: Advanced Inorganic Chemistry, New York (N.Y.), Wiley, uusin painos, ISBN 0471199575. Muu kirjallisuusmateriaali ilmoitetaan luennoilla.
Edellytykset	BJ70A0002 Epäorgaaninen kemia suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A0600	***ANALYYTTISEN KEMIAN LABORATORIOTYÖKURSSI*** ***3 op***
	Analytical Chemistry Laboratory Course
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-3
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen nuorempi tutkija, DI Salla Hiltunen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tunnistaa laboratoriotyöskentelyn riskitekijät ja huomioida ne työskentelyssä - työskentelee turvallisesti laboratoriossa - valmistaa yksinkertaisia kemikaaliliuoksia - tunnistaa yleisimpiä ionireaktiota - erottelee erilaisia epäorgaanisia ioneja ja niiden spesieksiä - tunnistaa tyypillisimmät perusanalytiikan menetelmät (titraukset ja gravimetriset menetelmät) - tunnistaa spektroskooppiset menetelmät sekä erotusmenetelmät, joita käytetään alkuaineiden tunnistuksessa ja kvantitatiivisessa määrityksessä
Sisältö	Laboratorioharjoituksissa käydään läpi yleisimpiä liuoskemian ionireaktioita sekä harjoitellaan analysointia sekä kvalitatiivisesti että kvantitatiivisesti analyyttisillä menetelmillä. Laboratoriossa tehdään käytännön harjoituksia perinteisillä analyysilaitteistoilla. Työkokonaisuuksissa on itsenäisiä työosuuksia.
Suoritustavat	Turvallisuusluentoja 6 h, laboratorioharjoituksia 24 h, 1. periodi. Laboratorioharjoituksia 28 h, 2. periodi. Laboratorioharjoituksia 14 h, 3. periodi. Laboratoriotöihin liittyvät tentit. Itseopiskelua 20 h. Ilmoittautuminen WebOodin kautta. Opiskelijan tulee myös varata laboratoriotöiden ryhmätyöajat laboratorion ilmoitustaululla olevalta listalta.
Arvostelu	0-5, arvosana muodostuu laboratoriotöistä ja –tenteistä saaduista arvosanoista.
Oppimateriaalit	Laboratoriotyöohjeet, Moodle-verkkomateriaali.

Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A0701	***TEOLLISUUS- JA YMPÄRISTÖANALYTIIKKA I 6 op***
	Analytical Methods in Industry and Environment I **Korvaa opintojakson BJ70A0700 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 2-4
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen professori, FT Heikki Haario
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tunnistaa epäorgaanisten yhdisteiden esikäsittelymenetelmät ja teoriat - tunnistaa orgaanisten yhdisteiden esikäsittelymenetelmät ja teoriat - tunnistaa kaasuuntuvien yhdisteiden eristykseen soveltuvat menetelmät ja niihin liittyvät teoriat - osaa tehdä esikäsittelymenetelmän valinnan näyte/yhdistetyypin tai sen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella - osaa ohjatusti käyttää analyyttisiä menetelmiä ympäristömonitoroinnissa - osaa soveltaa perusteita kokeelliseen suunnitteluun - osaa soveltaa näytteenkäsittelyn periaatteita epäorgaanisille ja orgaanisille näytteille.
Sisältö	Kurssilla esitellään teollisuuden eri osa-alueilla ja ympäristön tilan seurannassa käytettäviä tekniikoita ja menetelmiä sisältäen näytteenoton, näytteenkäsittelytekniikat ja kokeiden suunnittelun. Erilaiset näytteenotto- ja esikäsittelymenetelmät (epäorgaaniset ja orgaaniset näytteet) käsittävät on-, off- ja at-line –määritykset sekä niissä käytetyt analyysilaitteistot (sensorit, kromatografiset menetelmät, jne.) Esille tulevat myös epäorgaanisten ja orgaanisten yhdisteiden kvantitatiiviset standardimenetelmät ympäristötutkimuksissa. Kurssilla esitellään myös standardimenetelmiä ympäristön orgaanisten ja epäorgaanisten yhdisteiden kvantitoinnissa. Käytännön harjoitustyöllä pyritään lisäämään aiheisiin liittyvää osaamista. BM20A3401 Design of Experiments (DoE) –opintojakson luennot ovat osa Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I -opintojaksoa. Tämä osuus esittelee matemaattisia perusmenetelmiä ja kokeellisen suunnittelun merkitystä. Opintojaksolla tehdään laboratoriotyö, joka raportoidaan kirjallisesti.
Suoritustavat	Luennot 14 h, 2. periodi. Luennot 14 h, 3. periodi. Luennot 14 h, intensiivikurssi, 4. periodi. Harjoituksia 14 h ja laboratoriotyö 14 h, 4. periodi. Itseopiskelua 92 h. Opintojakson suoritus joko välikokeilla (3 kpl) tai lopputentillä.
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 70 %, laboratoriotyö 30 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. S. Mitra (Ed.), Sample Preparation Techniques in Analytical Chemistry, ISBN-10 0471328456. Sirén, H., Perämäki, P., Laiho, J.: Esikäsittelyn käsikirja, ohjeita vesi-, ympäristö-, ja prosessitekniikan sekä lääkeaineteollisuuden laboratorioille, ISBN 978-951-8983-29-9. BM20A3401 Design of Experiments –kurssin materiaali.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A0801	*TEOLLISUUS- JA YMPÄRISTÖANALYTIIKKA II 8 op*
	Analytical Methods in Industry and Environment II **Korvaa opintojakson BJ70A0800 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka II.**
Ajankohta	DI 1-2, periodi 4, 1-2
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tietää teollisuudessa käytetyistä instrumenttianalytiikasta, erotustekniikoista ja monimuuttujamenetelmistä ja osaa kuvata menetelmien teorian - tietää teollisuuden käyttämistä tavoista hyödyntää analytiikkaa ja erotustekniikkaa laboratoriomittakaavassa - tietää kalibroinnin ja eri kalibrointimenetelmien käytettävyyden - osaa kemiallisen aineiston kuvaamisen ja analysoinnin - osaa tehdä analyysejä ohjatusti - osaa kirjoittaa tieteellisen raportin mitatuista kokeellisista arvoista - osaa hyödyntää monimuuttujamenetelmiä nykyaikaisten mittausaineistojen monipuolisessa käsittelyssä.
Sisältö	Kurssilla esitellään instrumentti- ja erotusanalytiikan teoriaa ja menetelmien käyttöä eri ympäristön aihealueilla ja teollisuudessa (mm. elintarvike-, lääke- ja paperi -ja selluteollisuus). Myös teollisuuskemometria ja monimuuttujamenetelmät ovat kurssiin kuuluvat aiheet. Luennoilla käsitellään kromatografisten tekniikoiden (IC, LC ja GC), massaspektrometristen (MS) ja kapillaarielektroforeettisten (CE) tekniikoiden periaatteet ja laitteistot sekä selvitetään erot tekniikoiden välillä. Kurssilla opetellaan menetelmät teollisuus- ja ympäristönäytteiden kvantitointiin erotustekniikoilla. Kemometriaosuudessa tutustutaan monimuuttujakalibrointiin, -validointiin ja yleisellä tasolla monimuuttujamenetelmiin, sekä kalibroidaan harjoitustyönä malli NIR-spektrometrille. Monimuuttuja-osuus luennoidaan kurssin BJ70AJ105 Multivariate Methods in Industry yhteydessä intensiivikurssina. Esimerkit ovat laajasti eri aihealueilta, mm. bio- ja elintarviketuotteiden laatututkimus, ilma-, vesi- ja maanäyteanalytiikka ja paperi- ja selluteollisuusanalytiikka, kuten myös metalliteollisuuden ja lääketeollisuuden analytiikka.
Suoritustavat	DI 1: Luentoja 14 h, 4. periodi. DI 2: Luentoja 14 h, laboratoriotöitä 40 h, 1.-2. periodi. Luentoja ja harjoituksia 28 h, 2. periodi. Luentoja ja harjoituksia 32 h kurssin BJ70AJ105 Multivariate Methods in Industry mukaan, 2. periodi. Itseopiskelua 86 h. Luennot, hyväksytyt laboratorioharjoitukset sekä kemometrian harjoitustyö raportteineen. Kolme välikoetta tai lopputentti. Ilmoittautuminen WebOodin kautta.
Arvostelu	0-5, välikokeet tai lopputentti yhteensä 70 %, laboratorioharjoitukset 20 % ja kemometrian harjoitustyö 10 %. Luentopäiväkirjasta lisäpistemahdollisuus.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch, Principles of Instrumental Analysis, ISBN-10 0030020780. S.P.J. Higson, Analytical Chemistry, Oxford University Press, ISBN 0-19-850289-3. Lisäksi kurssin BJ70AJ105 Multivariate Methods in Industry materiaali.
Edellytykset	BJ70A0701 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A0900	***ORGAANINEN KEMIA***	***6 op***
	Organic Chemistry, Organisk kemi	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-3	
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén (luennot ja demonstraatiot) tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo (harjoitukset ja laboratoriotyöt) tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki (luennot ja demonstraatiot)	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - osaa selvittää orgaanisten yhdisteiden rakenteita, nimetä yhdisteet ja tunnistaa niiden ominaisuudet, - osaa yhdisteryhmien perusreaktiot ja synteettisen valmistuksen - osaa selittää orgaanisen kemian peruskäsitteitä - osaa valita kemikaalit ja valmistaa synteettisesti toivottuja tuotteita - osaa tunnistaa biokemiallisia yhdisteitä ja reaktioita - osaa tunnistaa eri polymeerireaktiot ja valmistetut tuotteet - osaa valita synteesin lopputuotteiden identifiointimenetelmät - hallitsee raportin kirjoittamisen ja perustelut synteesin etenemisestä, tuotteiden muodostumisesta ja niiden identifioinnista.	
Sisältö	Kurssilla esitellään orgaanisten yhdisteiden nimeäminen ja rakenteen mukainen ryhmittely, tunnistaminen funktionaalisten ryhmien avulla, aktiivisuus, sidosten poolisuus, orgaanisten yhdisteiden fysikaaliskemialliset ominaisuudet, reaktiomekanismit, reaktioiden kinetiikka, steerisyys ja happamuus sekä orgaanisen kemian työmenetelmiä. Kurssilla tutustutaan perinteisiin orgaanisten yhdisteiden tunnistustekniikoihin ja niiden käyttöön. Polymeerikemian osuudessa esitellään yhdisteiden nimeämistä ja yleisimpiä reaktioita. Biomolekyylien osuudessa esitellään niiden rakenteita, reaktioita ja tunnistusmenetelmiä. Esimerkkeinä ovat mm. orgaanisten yhdisteiden esiintyminen luonnossa ja erityyppisissä biomateriaaleissa, kuten veressä ja soluissa sekä esitellään synteesien käyttö tutkimuksessa. Kurssiin kuuluu kahdella ensimmäisellä periodilla viikoittaisia kirjallisia synteesiharjoituksia, jotka noudattavat harjoituskertaa edeltävän luennon aiheita ja pidetään ryhmäopetuksena. Kahdella ensimmäisellä periodilla opiskelijat suorittavat ryhmissä laboratoriodemonstraatioita, joihin on osallistumisvelvoite. Luento-osuuden päätyttyä tehdään laboratoriotyöt, joihin pääsyyn edellytetään orgaanisen kemian laboratoriotentin suorittamista.	
Suoritustavat	Luennot 14 h, harjoitukset ja demonstraatiot 10 h, 1. periodi. Luennot 14 h, harjoitukset ja demonstraatiot 10 h, 2. periodi. Luennot 14 h, 3. periodi. Laboratorioharjoitukset 24 h, 3. periodi. Itseopiskelua 80 h. Kurssiarvosana määräytyy 4 välikokeen tai loppukokeen tuloksesta. Lisäksi demonstraatiot tulee olla hyväksytysti suoritettu ja laboratorioharjoitustyöt raportoitu ja hyväksytty.	
Arvostelu	0-5, tentti (tai välikokeet) 70 %, laboratoriotyöt ja demonstraatiot 30 %.	
Oppimateriaalit	Luento- ja harjoitusmateriaalit. Hart, H., Craine, L. E., Hart D. J., Hadad C. M., Organic Chemistry, A Short Course, 12th ed. Artikkeli: Skonieczny, Stanislav: The IUPAC Rules for Naming Organic Modules, Journal of Chemical Education 83 (11) (2006) 1633-1637, Handbook of Chemistry and Physics. Moodle.	
Edellytykset	Laboratoriotöihin ilmoittauduttaessa kurssien BJ70A1101 Analytical Separation Methods ja BJ70A1200 Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka laboratoriotyöt tulee olla hyväksyttyinä.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ70A1001	***ORGAANISEN KEMIAN SYVENTÄVÄT TIEDOT 5 op***
	Advanced Special Studies in Organic Chemistry **Korvaa opintojakson BJ70A1000 Orgaanisen kemian syventävät tiedot. Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - osaa karakterisoida synteesituotteita - osaa selvittää, mihin ilmiöihin yhdisteiden tunnistus perustuu - ymmärtää biologisten yhdisteiden polymeroinnin ja hajotusoperaatiot - osaa selvittää orgaanisten yhdisteiden ja organometallien reaktiomekanismeja, reaktiokinetiikkaa ja niihin vaikuttavia tekijöitä - osaa määrittää reaktion kokonaisnopeuden ja reaktioasteen normaalissa ja katalysoiduissa reaktioissa kokeellisen tiedon perusteella - osaa käyttää laitetekniikkaa orgaanisten molekyylien karakterisointiin - osaa käyttää rakenneinformaatiota synteesin lopputuotteiden funktionaalisuuksia määritettäessä ja ennustettaessa reaktion etenemistä - ymmärtää ongelmalähtöisen tutkimuksen prosessit ja etenemisen - osaa selvittää, miten analytiikka hyödyntää biokemiaa ja polymeerikemiaa ja kuinka yhdisteet identifioidaan kokeellisia tietoja yhdistämällä - osaa etsiä tietoa orgaanisen kemian kirjallisuudesta ja hallitsee synteesien raportoinnin.
Sisältö	Kurssin tavoite on syventää orgaanisen kemian tietoja orgaanisten yhdisteiden ja polymeerien valmistuksen, rakennetutkimuksen ja reaktiomekanismien kontrolloinnin osalta. Kurssilla opetellaan käyttämään analyysilaitteilla (UV/VIS, IR, NMR ja MS) saatua kokeellista tutkimustietoa reaktionopeuksien määrittämiseen, reaktioasteen selvittämiseen ja katalyyttien vaikutukseen reaktion etenemisestä. Opiskelija ratkaisee kirjallisuuden perusteella hänelle annetun projektin, jonka hän raportoi ja esittelee seminaarissa. Opiskelijat tekevät myös molekyylityön itsenäisesti luentojen perusteella annetulle yhdisteelle ja raportoivat tulokset kirjallisesti. Työhön tarvittava kokeellinen osuus tehdään laboratoriossa. Työ kuulustellaan suullisesti. Hyväksytty suoritus seminaariesityksestä ja molekyylityöstä on edellytyksenä kurssin suorittamiseen.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, harjoituksia 7 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, laboratoriotöitä, demonstraatio, seminaari 10 h, 4. periodi. Itseopiskelua 90 h. Seminaariin valmistellaan pareittain spektrin tulkintatehtäviä. Seminaariharjoitukset haetaan opettavalta opettajalta ja ne tehdään itsenäisesti ohjeiden mukaisesti. Työt esitellään seminaarissa. Seminaarissa läsnäolovelvoite. Luennot, hyväksytty spektrin tulkintaraportti, seminaarityö ja tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, demonstraatiot ja laboratorioharjoitukset 30 %. Seminaarista lisäpistemahdollisuus.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Housecraft, C. E., Constable, E. C.: Chemistry (3rd ed.), Pearson Education Limited, Ashford Colour Press Ltd, Gosport, UK,2006, ISBN 0131275674. Luentokalvot.
Edellytykset	Luentoja varten BJ70A0900 Orgaaninen kemia luennot suoritettuina. Laboratoriotöitä varten BJ70A0900 Orgaaninen kemia laboratoriotyöt tehtyinä.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1101	*ANALYTICAL SEPARATION METHODS* *3 ECTS cr*
	Analytical Separation Methods **Replaces the course BJ70A0201 Analyyttinen kemia together with BJ70A1200 Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka. Jos haluat suorittaa kurssin suomen kielellä, ole yhteydessä kurssin opettajaan suomenkielisen materiaalin saamiseksi.**
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Heli Sirén Researcher/Teacher, Docent, D.Sc. (Tech.) Satu-Pia Reinikainen Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Maaret Paakkunainen Person in Charge: Professor, Ph.D. Heli Sirén
Aims	After attending and passing the course the student has completion: - to understand basics of the analytical separation techniques and methods - to know the applicability of analytical separation techniques in determination of ions, species, compounds and mixtures - to understand and use various chromatographic and electrodriven separation techniques - to understand operation principals of instruments - to know about compound identification and quantification with separation methods and instruments related to some applications - to understand how to adjust instruments for green chemical separations and analytical scale systems - to use electro solvent chemistry in separation.
Content	The lectures are focused to analytical separation methods called ion chromatography (IC), liquid chromatography (LC), gas chromatography (GC), and capillary electrophoresis (CE), as well as the detectors used in the instruments. Their basic theory is introduced and many applications are given. The lectures give information about parameters that effect on separation and how separation efficiency, including sensitivity and selectivity, are optimized in each of the separation methods based on van Deemter equations and IUPAC regulations. Six laboratory works on analytical separation techniques is made to learn separation of ions, species, compounds and mixtures. They are done in working groups or with a partner, except one that will be done individually. The student will write a written report on the work, where the background, experimental work, materials used and results with calculations are compiled. Before each laboratory the student should get acquainted with the materials and working instructions, including the answers in questions given and calculations done. Each of the work will be examined orally before the beginning of the work.
Modes of Study	Lectures 14 h, 3rd period. Laboratory exercises 40 h, 3rd-4th period. Self study 40 h. The course is passed after the reports of the laboratory experiments and a brief examination of the calculations of the reports have been accepted. Examination.
Evaluation	Both passing the lecture part and the laboratory part are evaluated with 0-5; both individually. Total evaluation 0-5, examination 70%, laboratory work 30%.
Study materials	Higson, S., Analytical Chemistry, Oxford University Press, 2003. Other analytical chemistry book and material. Working instructions. Moodle.
Prerequisites	Participation into safety lectures and safety examination passed.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ70A1300	***YLEISEN KEMIAN LABORATORIOTYÖT 3 op***
	General Chemistry Laboratory Course
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - ymmärtää yleisimmät kemialliset ilmiöt - osaa omaksua kemiassa tavallisesti käytetyt mittausmenetelmät ja -välineet - osaa tehdä mittauksia aiheista: manometrinen paineen mittaus, liukoisuus, massan määritys, adsorptio, kromatografinen erotus ja sähköerotus.
Sisältö	Opintojakson alussa perehdytään työturvallisuuteen kemian laboratoriossa. Luento I: Turvallinen työskentely laboratoriossa (suoritettava ennen laboratoriotöiden alkua). Luento II: Laboratorion välineet ja niiden käyttö (suoritettava ennen laboratoriotöiden alkua). Laboratorio-osuus: Viisi liuoskemiaan liittyvää laboratoriotyötä. Työt tehdään kolmen hengen ryhmissä ja niistä laaditaan kirjallinen raportti. Töihin liittyy töistä pääsykuulustelu.
Suoritustavat	Turvallisuusluennot: 6 h, 1. periodi. Laboratorioharjoituksia 35 h, 2. periodi. Itseopiskelua 40 h. Kurssin suoritus vaatii hyväksyttyä suoritusta luennoista I ja II sekä laboratoriotöiden, työselostusten että töistä pääsykuulustelun suoritusta. Muuta tenttiä ei ole.
Arvostelu	Opintojakso arvostellaan periaatteella hyväksytty-hylätty kuten myös kuulustelut.
Oppimateriaalit	Laboratoriotyöohjeet.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1400	***ANALYYTTINEN JA ORGAANINEN KEMIA 6 op***
	Analytical and Organic Chemistry
Ajankohta	TkK 2, periodi 2-4
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tunnistaa tavallisimmat analyyttisessa kemiassa käytettävät spektroskooppiset ja kromatografiset menetelmät - osaa käyttää kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä liuoskemiassa ja kiinteän aineen kemiassa - osaa hyödyntää luennoilla käytyä teoriaa ja tekniikkaa käytännössä case–luonteisesti - osaa selvittää orgaanisten yhdisteiden rakenteita, ominaisuuksia ja perusreaktioita - osaa etsiä tietoa yhdisteiden tunnistamiseksi - osaa valita synteesin puhtauden tarkistamiseen menetelmiä.
Sisältö	Osa I: Analyyttisen kemian luento-osuudessa perehdytään atomiabsorptiospektrometrisiin menetelmiin, UV/VIS -spektrofotometriaan ja IR-spektrofotometriaan sekä niissä yleisimmin käytettyihin tekniikoihin ja sovelluksiin. Kromatografiaosuudessa on tavoitteena oppia perusteet

	kromatografisissa, liuossähkökemiassa ja sähköavusteisissa erotustekniikoissa sekä ymmärtää laboratoriolaitteiden toimintaperiaatteet. Luennoilla annetaan harjoitustehtäviä. Osa II: Orgaanisen kemian osuudessa opitaan orgaanisten yhdisteiden rakenteita, ominaisuuksia ja nimeäminen sekä perusreaktiot aineryhmittäin. Luento-osuuden lisäksi on harjoitusosuus, jossa opiskelijat itsenäisesti ratkaisevat annettuja tehtäviä. Osa III: Analyyttisen kemian laboratorio-osuudessa tehdään viisi alkuaineanalytiikkaan ja kromatografiaan liittyvää laboratoriotyötä, jotka raportoidaan. Osa IV: Orgaanisen kemian laboratorio-osuudessa selvitetään kirjallisuuden perusteella yksi case –analyysi ja laaditaan raportti.
Suoritustavat	Osa I: Luentoja 6 h, 2. periodi Osa I: Luentoja 10 h, 3. periodi Osa II: Luentoja 18 h, 3.–4. periodi Osa III: Laboratoriotyöt 30 h, 2.-3. periodi. Osa IV: Orgaanisen kemian harjoitustyöt 10 h, 3.–4. periodi. Itseopiskelua 75 h. Luennot ja harjoitukset. Osatentit.
Arvostelu	0-5, tentti 100 % ja laboratoriotyöt hyväksytty. Luentopäiväkirjasta lisäpistemahdollisuus.
Oppimateriaalit	Luentokalvot, kirjamateriaali ja laboratoriotyöohjeet. Higson, S., Analytical Chemistry, Oxford University Press, 2003. Hart, H., Craine, L.E., Hart D.J., Hadad C.M., Organic Chemistry, a short Course, 12th ed. Skonieczny, S, The IUPAC Rules for Naming Organic Molecules, Journal of Chemical Education 83(11) (2006) 1633-1637. Moodle.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1500	***TEOLLISUUS- JA YMPÄRISTÖANALYTIIKAN JATKOKURSSI 4 op***
	Analytical Methods in Industry and Environment, Course Extension
Ajankohta	DI 1, periodi 4, 1-2
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - saa tietoa instrumenttianalytiikasta ja erotustekniikoista - osaa kirjoittaa tieteellisen raportin mitatuista kokeellisista arvoista - tunnistaa ympäristön seurannassa käytetyt analyysimenetelmät ja niiden käyttöön liittyvät rajoitteet
Sisältö	Kurssilla esitellään instrumentti- ja erotusanalytiikan teoriaa ja menetelmien käyttöä eri ympäristön aihealueilla ja teollisuudessa (mm. elintarvike-, lääke- ja paperi -ja selluteollisuus). Myös teollisuuskemometria ja monimuuttujamenetelmät ovat kurssiin kuuluvat aiheet. Luennoilla käsitellään kromatografisten tekniikoiden (IC, LC ja GC), massaspektrometristen (MS) ja kapillaarielektroforeettisten (CE) tekniikoiden periaatteet ja laitteistot sekä selvitetään erot tekniikoiden välillä. Kurssilla opetellaan menetelmät teollisuus- ja ympäristönäytteiden kvantitointiin erotustekniikoilla.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 4. periodi. Luentoja 14 h, 1. periodi. Laboratoriotöitä 14 h, 1.-2. periodi. Itseopiskelua 52 h. Luennot ja laboratoriotyöt raportteineen: 3 välikoetta tai lopputentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 % ja laboratoriotyöt hyväksytty.

Oppimateriaalit	Oppikirja: 1) Skoog, DA Holler FJ, Crouch SR, Principles of Instrumental Analysis, ISBN-10 0030020780. 2) Higson SPJ, Analytical Chemistry, Oxford University Press, ISBN 0-19-850289-3. Luentomateriaali. Laboratoriotyöt. Moodle.
Edellytykset	BJ70A0701 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1600	***KVALITATIIVINEN ANALYYSI*** ***1 op***
	Qualitative Analysis **Korvaa opintojakson BJ70A1200 Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka yhdessä opintojakson BJ70A1700 Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka kanssa.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-3
Opettaja(t)	tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tunnistaa tavallisimmat epäorgaanisten ionien reaktiot - osaa tunnistaa näytteessä olevat ionit - määrittää kvalitatiivisesti ionireaktioilla liuoksen ioneja.
Sisältö	Laboratorio-osuudessa tutustutaan ionien reaktioihin, tehdään harjoitusanalyysi sekä varsinainen analyysi.
Suoritustavat	Pakolliset turvallisuusluennot 6 h, 1. periodi. Laboratorioharjoituksia 28 h, 1.-3. periodi. Laboratoriotyöt sekä erillinen ns. sakkatentti. Ennen töiden aloittamista opiskelijan on täytynyt kuunnella turvallisuusluennot ja suorittaa turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti.
Arvostelu	0-5.
Oppimateriaalit	Laboratoriotyöohjeet.
Edellytykset	Turvallisuusluennot on kuunneltu ja turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti on suoritettu hyväksytysti.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1700	***ALKUAINEIDEN INSTRUMENTAALIANALYTIIKKA*** ***3 op***
	Elemental Instrumentation Analytics **Korvaa opintojakson BJ70A1200 Alkuaineiden instrumentaalianalytiikka yhdessä opintojakson BJ70A1600 Kvalitatiivinen analyysi kanssa.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén tutkijaopettaja, dosentti, TkT Satu-Pia Reinikainen tutkijatohtori, TkT Maaret Paakkunainen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - tutustuu atomiabsorptiospektrometrisiin menetelmiin, UV/VIS-spektrofotometriaan ja IR-spektrofotometriaan sekä niissä yleisimmin käytettyihin menetelmiin, tekniikoihin ja sovelluksiin - perehtyy gravimetrisiin pitoisuusmäärityksiin ja titraustekniikoihin

	- oppii menetelmien perusteet - pystyy soveltamaan perusteita sekä kvalitatiivisissa että kvantitatiivisissa liuos- ja kiinteän aineen tutkimuksissa - oppii spektroskooppisten menetelmien käytön alkuaineiden tunnistuksessa ja kvantitatiivisessa määrityksessä.
Sisältö	Luento-osuudessa esitellään atomiabsorptiospektrometrian (AAS), UV/VIS-spektrofotometrian ja infrapuna (IR) -spektrofotometrian perusteita, laitteita, tekniikoita ja sovelluksia. Lisäksi esitellään mittasensoreita (pH, alkuaineselektiiviset), joita käytetään liuoskemian menetelmissä (titraukset). Spektroskopian soveltamisesta on kolme alkuaineanalytiikkaan liittyvää laboratoriotyötä. Näiden lisäksi laboratoriotöissä tutustutaan kemian perusmenetelmiin, kuten gravimetriaan ja titraukseen. Luennoilla annetaan harjoitustehtäviä, jotka ratkaistaan itsenäisesti. Kukin työ kuulustellaan suullisesti ennen sen aloittamista. Tulokset raportoidaan työpäiväkirjaan.
Suoritustavat	Laboratorioharjoituksia 30 h, 1.-2. periodi. Luentoja 14 h, 1. periodi. Itseopiskelua 37 h. Luennot, laboratoriotyöt, työselostukset. Lopputentti luennoista.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, laboratoriotyöt 30 %.
Oppimateriaalit	Luentokalvot, kirjamateriaali ja laboratoriotyöohjeet. Higson, S., Analytical Chemistry, Oxford University Press, 2003.
Edellytykset	Turvallisuusluennot on kuunneltu ja turvallinen työskentely laboratoriossa -tentti on suoritettu hyväksytysti.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ70A1800	***BIOPROSESSITEKNIIKKA***	***3 op***
	Bioprocess Technology	
Ajankohta	TkK 2, periodi 4	
Opettaja(t)	professori, FT Heli Sirén TkT Juha-Pekka Pitkänen Vastuuhenkilö(t): professori, FT Heli Sirén	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on seuraavat valmiudet: - oppii tuntemaan biokemian yhdisteet - tutustuu tavallisimpiin bioprosessointitekniikoihin - oppii yhdisteiden ja tuotteiden tuottamisen teollisen biotekniikan keinoin - oppii biokemian hajotukseen käytettyjä entsyymi- ja hiivahajotuksia - oppii biokemiassa käytettyjä analyysi- ja erotusmenetelmiä - oppii tuntemaan DNA:n hajottamisen ja emäsparien monistusperiaatteet.	
Sisältö	Kurssilla keskitytään hiivan käyttöön biotekniikan tutkimusalueilla. Kurssin aiheita ovat perustiedot hiivan aineenvaihdunnasta, hiivan aineenvaihdunnan tutkimisen työkalut mittausmenetelmistä kuten transkriptomiikka ja metabolomiikka aineenvaihdunnan mallinnukseen ja reaktionopeuksien laskemiseen, hiivan muokkaukseen ja synteettiseen biologiaan liittyvää johdantoa, katsaus raaka-aineisiin eli millaista biomassaa on tarjolla ja miten sitä pitää käsitellä mm. entsymaattisesti, että hiiva voi sitä hyödyntää, katsaus mahdollisiin tuotteisiin, ja prosessinäkökulmia mukaan lukien on-line -analytiikkaa ja -säätöä. Kurssiin liittyy ryhmätöitä (3) ja kirjallinen itsenäinen työ.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 4. periodi Kurssin suorittaminen edellyttää luennoille osallistumista sekä ryhmätöiden ja itsenäisen kirjallisen työn hyväksyntää.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Oppikirjat ilmoitetaan luennoilla.	
Edellytykset	BJ70A0900 Orgaaninen kemia suoritettu. Turvallisuusluennot on kuunneltu ja turvallinen työskentely laboratoriossa-tentti on suoritettu hyväksytysti.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ80A0001	YLEINEN KEMIA 3 op
	General Chemistry
Ajankohta	TkK 1, periodi 1
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen tuntiopettaja, N. N. Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on tarvittava yliopistotasoinen yleinen perustietous kemiasta ja kemiantekniikasta.
Sisältö	Yleisen ja fysikaalisen kemian perusteet, joilla pyritään antamaan taustatiedot muun muassa seuraaville teknillisesti tärkeille ilmiöille: korroosio, palaminen, energian sähkökemiallinen varastointi ja jätevesien puhdistus.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14 h, 1. periodi. Itseopiskelu 36 h. Tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Luento- ja laskuesimerkkimonisteet tai luennoilla ilmoitettava korvaava kirjallisuus.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ80A0400	REAKTIOKINETIIKKA 3 op
	Reaction Kinetics
Ajankohta	TkK 2, periodi 2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on tarvittava perustietous kemiallisten reaktioiden kinetiikasta, tärkeimmistä reaktiotyypeistä ja niiden mekanismeista.
Sisältö	Kemiallisen reaktiokinetiikan peruskäsitteet. Yksinkertaisten reaktioiden nopeuslakien määrittäminen kokeellisista tuloksista. Reaktiokinetiikan molekylaarinen tulkinta ja reaktiomekanismit. Useita vaiheita sisältävät reaktiosysteemit. Adsorptioisotermit, pintareaktiot ja heterogeeninen katalyysi. Reaktiot liuosfaasissa ja homogeeninen katalyysi.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Luennot ja laskuharjoitukset. Itseopiskelu 36 h. Lopputentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Atkins, P. & Paula, J. de, Atkins' Physical Chemistry (8th ed.), Oxford University Press, 2006, luvut 22–25. Hill, C.G. Jr., An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, luvut 1-7. Luento- ja laskuesimerkkimonisteet. Moodle.
Edellytykset	BM30A0210 Fysiikka L, osa 1, BM30A0230 Fysiikka L, osa 3 ja BJ70A0002 Epäorgaaninen kemia tai BM30A0111 Fysiikka, osa 1: Lämpöoppi ja BJ80A0001 Yleinen kemia suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ80A0500	*PINTA- JA KOLLOIDIKEMIA*	*3 op*
	Surface and Colloid Chemistry	
Ajankohta	DI 1-2, periodi 3	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on kemiantekniikassa tarvittavat teoreettisesti peruskursseja syvällisemmät tiedot pintakemian käsitteistä ja niiden käytöstä, adsorptioilmiöistä, sähköisen kaksoiskerroksen malleista ja kolloidikemian teoreettisista perusteista.	
Sisältö	Pinnan termodynaaminen formulointi. Pintajännitys, pintaenergia ja pintafilmit. Adsorptio. Varatut pinnat ja sähköinen kaksoiskerros. Suspensiot ja emulsiot. Makromolekyylien tutkimusmenetelmät. Elektrokineettiset ilmiöt.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14 h, 3. periodi. Itseopiskelu 36 h. Tentti.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Opetusmonisteet: Partanen, J. I., Luentomoniste opintojaksoon Fysikaalinen kemia 5 (Pinta- ja kolloidikemia), Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan osasto, opetusmoniste 6, 2002 ja Partanen, J. I., Laskuesimerkkejä opintojaksoon Fysikaalinen kemia 5 (Pinta- ja kolloidikemia), Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan osasto, opetusmoniste 7, 2002.	
Edellytykset	BM30A0210 Fysiikka L, osa 1, BM30A0230 Fysiikka L, osa 3, BM30A0320 Fysiikan laboratoriotyöt (KETE, KOTE), BJ70A0002 Epäorgaaninen kemia ja BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka kuunneltuina.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ80A0600	*FYSIKAALISEN KEMIAN LABORATORIOTYÖT*	*4 op*
	Physical Chemistry Laboratory Course	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on perehtynyt tarkkoihin fysikaaliskemiallisiin mittaus-, työskentely- ja tulostenkäsittelymenetelmiin, joihin kemia tieteenä teoreettisesti perustuu. Laboratoriotöissä opetetaan muun muassa tarkka painemittaus, pH-mittaus, johtokykymittaus, liuoksen tiheysmittaus ja kalorimetrinen mittaus.	
Sisältö	Seitsemän kemialliseen termodynamiikkaan, kinetiikkaan ja pintakemiaan liittyvää laboratoriotyötä. Työt tehdään työpareittain ja niistä laaditaan kirjallinen raportti. Töihin liittyy esiluento ja töistäpääsykuulustelu.	
Suoritustavat	Luentoja 4 h, 1. periodi, laboratorioharjoituksia 56 h, 1.-2. periodi. Itseopiskelu 44 h. Luennot, laboratoriotyöt, työselostukset sekä töistäpääsykuulustelu. Muuta tenttiä ei ole.	
Arvostelu	Opintojakso arvostellaan periaatteella hyväksytty - hylätty kuten myös kuulustelu.	
Oppimateriaalit	Laboratoriotyöohjeet.	
Edellytykset	BM30A0210 Fysiikka L, osa 1, BM30A0230 Fysiikka L, osa 3, BM30A0320 Fysiikan laboratoriotyöt (KETE, KOTE) ja BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka kuunneltuina. BJ70A0900 Orgaaninen kemia työt suoritettuina.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ80A0900	*TODELLISTEN LIUOSTEN KEMIALLISET OMINAISUUDET* *4 op*
	Chemical Properties of Real Solutions **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**
Ajankohta	DI 1-2, periodi 2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on nykykäsityksen mukainen teoreettinen valmius ennustaa todellisten liuosten termodynaamisia ominaisuuksia.
Sisältö	Ideaaliset ja epäideaaliset liuokset. Aktiivisuuskertoimien määritysmenetelmät elektrolyytti- ja ei-elektrolyyttiliuoksissa. Wilsonin yhtälö, NRTL-yhtälö ja UNIQUAC-yhtälö epäideaalisuuden kuvaajina ei-elektrolyyttiliuoksissa. Debyen Hückelin teoria elektrolyyttiliuoksille. Pitzerin yhtälö epäideaalisuuden kuvaajana elektrolyyttiliuoksissa. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14 h, 2. periodi. Itsopiskelu 36 h. Luennot, laskuharjoitukset ja tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Partanen, J. I., Luentomoniste opintojaksoon Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan osasto, opetusmoniste 8, 2007. Partanen, J. I., Laskuesimerkkejä opintojaksoon Todellisten liuosten kemialliset ominaisuudet, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan osasto, opetusmoniste 9, 2007.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ80A1000	*KEMIALLINEN TERMODYNAMIIKKA* *6 op*
	Chemical Thermodynamics
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen tutkijatohtori, TkT Kari Vahteristo Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, dosentti, TkT Jaakko Partanen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää termodynamiikan neljää pääsääntöä ja niiden keskeisiä sovelluksia kemiassa ja kemiantekniikassa. Näitä sovelluksia ovat kaasujen, nesteiden ja kiintoaineiden ominaisuudet, reaktiolämpö, reaktiotasapaino, faasitasapaino, liuosten ominaisuudet, faasidiagrammit ja sähkökemialliset kennot.
Sisältö	Kaasujen, nesteiden ja kiintoaineiden ominaisuudet ja tilanyhtälöt. Reaktiolämpö. Kemiallinen potentiaali. Reaktiotasapaino. Termodynaamiset taulukot ja niiden käyttö. Partiaaliset moolisuureet. Yhden ja useamman komponentin faasitasapainot. Liuosten kolligatiiviset ominaisuudet. Ideaaliset ja epäideaaliset liuokset. Faasidiagrammit. Sähkökemialliset kennot.
Suoritustavat	Luentoja 56 h, laskuharjoituksia 28 h, 3.-4. periodi. Luennot ja laskuharjoitukset. Itseopiskelu 72 h. Kaksi välikoetta tai lopputentti.
Arvostelu	0-5, tentti tai välikokeet 100 %.
Oppimateriaalit	Atkins, P. & Paula, J. de, Atkins' Physical Chemistry (8th ed.), Oxford University Press, 2006, luvut 1 -7. Luento- ja laskuesimerkkimonisteet.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ90A0100	*KEMIALLINEN REAKTIOTEKNIIKKA*	*6 op*
	Chemical Reaction Engineering	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Kimmo Klemola tutkijaopettaja, TkT Tuomo Sainio Vastuuhenkilö(t): yliassistentti, TkT Kimmo Klemola	
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - termodynamiikan perusteiden soveltamisen kemiallisten reaktioiden tasapainolaskelmille - johtaa aine- ja energiataseet ideaalireaktoreille - mitoittaa ideaalireaktorit kaasu- ja nestefaaseissa - reaktiomekanismien johtamisen perusteet - sovittaa reaktionopeusyhtälöiden parametrit mitattuihin laboratoriokokeiden tuloksiin - tekijät jotka vaikuttavat reaktoreiden toimintaan - mitoittaa ideaalireaktorit ja valita oikean ideaalireaktorin.	
Sisältö	Kemiallisen termodynamiikan ja kinetiikan soveltaminen reaktoreiden valinnassa ja mitoituksessa. Pääpaino on homogeenisissa reaktioissa, jotka tapahtuvat ideaalireaktoreissa.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, laskuharjoituksia 18 h, 1. periodi. Luentoja 21 h, laskuharjoituksia 18 h, 2. periodi. Luennot, laskuharjoitukset ja kotilaskut. Itseopiskelu 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Fogler, H. Scott, Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th ed., Prentice-Hall, 2005. Levenspiel, O., Chemical Reaction Engineering, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., 1999.	
Edellytykset	BJ80A1000 Kemiallinen termodynamiikka suoritettuna. BJ90A1000 Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa kuunneltuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BJ90A0200	*TEKNILLINEN KEMIA*	*10 op*
	Industrial Chemistry **The lectures will be given in English and they are the same as in the course BJ90A0700 Chemical Separation Methods.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tuomo Sainio yliassistentti, TkT Kimmo Klemola	
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - tärkeimmät kemialliset erotusmenetelmät pääperiaattein - kemiallisten erotusmenetelmien käyttökohteet teollisuudessa - suunnitella ja toteuttaa projektiluontoisen tutkimustyön - suullisen esityksen pitämisen tieteellisestä aiheesta - kirjallisen raportin laatimisen tieteellisestä aiheesta.	
Sisältö	Henkilökohtainen harjoitustyö, joka liittyy laboratorion tutkimukseen reaktiotekniikan tai erotustekniikan alalta. Harjoitustöitä on mm. kemian- ja elintarviketeollisuuden alalta. Luennot tukevat tutkimusaiheita.	
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 28 h, 3. periodi. Luentoja ja seminaareja 28 h, 4. periodi. Kirjallisuustyö ja seminaarit, opintoretkiä sekä laboratorioharjoitustöitä ja tutkimustyötä n. 120 h. Itseopiskelu 60 h. Luennot ja seminaarit sekä hyväksytyt harjoitustyöt ja suullinen tentti.	

Arvostelu	0-5, tentti 25 %, kirjallisuustyö 25 %, laboratoriotyöt ja raportti 50 %.
Edellytykset	BJ90A1000 Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa, BJ90A0100 Kemiallinen reaktiotekniikka ja BJ90A0900 Teknillisen kemian ja teknillisen polymeerikemian laboratoriotyöt suoritettuina.

BJ90A0400	***CATALYSIS***	***4 ECTS cr***
	Catalysis **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-2	
Teacher(s)	Senior Assistant, D.Sc. (Tech.) Kimmo Klemola	
Aims	After a module a student can: - explain the basics of homogeneous catalysis - explain the basics of heterogeneous catalysis - explain how the catalysts work in chemical reactors - explain the basic mechanisms of catalytic reactions - make a preliminary catalyst selection - carry out some catalyst characterization experiment.	
Content	The focus during the course is on the structures, properties and applications of heterogeneous catalysts. Homogeneous and enzyme catalysts are briefly described. The mechanisms of catalytic reactions and the derivation of rate expressions. How to choose the catalyst and the reactor. Applications in environmental engineering. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Intensive course. Lectures and exercises 28 h, 1st-2nd period. Self study 70 h. Laboratory demonstration and homework.	
Evaluation	0-5, written examination 100%, homework passed.	
Study materials	Thomas, J.M. & Thomas, W.J., Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, John Wiley & Sons, Inc., 1997.	
Prerequisites	BJ90A1000 Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa passed.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BJ90A0710	***CHEMICAL SEPARATION METHODS***	***4 ECTS cr***
	Chemical Separation Methods **The lectures are included as a part in BJ90A0200 Teknillinen kemia.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Senior Lecturer, D.Sc. (Tech.) Tuomo Sainio Senior Assistant, D.Sc. (Tech.) Kimmo Klemola	
Aims	After a module a student can: - describe the principles of main chemical separation methods - describe industrial uses of the chemical separation methods - give oral presentation of a scientific topic - use scientific search engines.	
Content	The focus during the course is on the chemistry involved in the application of solvent extraction, ion-exchange, adsorption, chromatographic separation and flotation. Applications of these technologies are found widely especially in hydrometallurgy, food industry, pharmaceutical industry and chemical industry. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures and seminars 28 h, 3rd period. Lectures and seminars 10 h, 4th period. Self study 60 h.	

	Oral presentation of a literature study. Written examination.
Evaluation	0-5, examination 80%, seminar presentation 20%.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BJ90A0720	***CHEMICAL SEPARATION METHODS 8 ECTS cr***
	Chemical Separation Methods **The lectures are included as a part in BJ90A0200 Teknillinen kemia.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Senior Lecturer, D.Sc. (Tech.) Tuomo Sainio Senior Assistant, D.Sc. (Tech.) Kimmo Klemola
Aims	After a module a student can: - describe the principles of main chemical separation methods - describe industrial uses of the chemical separation methods - give oral presentation of a scientific topic - make a scientific report - use scientific search engines - apply some chemical separation methods in laboratory scale and use some analyzing instruments.
Content	The focus during the course is on the chemistry involved in the application of solvent extraction, ion-exchange, adsorption, chromatographic separation and flotation. Applications of these technologies are found widely especially in hydrometallurgy, food industry, pharmaceutical industry and chemical industry. The students also get training in scientific reporting and in giving oral presentations.
Modes of Study	Lectures and seminars 28 h, 3rd period. Lectures and seminars 20 h, 4th period. Oral and written presentation of a literature study. Laboratory work of approximately 40 h. Self study 100 h. Written examination.
Evaluation	0-5, examination 70%, report 20% and seminar presentation 10%. Exercises passed.

BJ90A0900	***TEKNILLISEN KEMIAN JA TEKNILLISEN POLYMEERIKEMIAN LABORATORIOTYÖT 4 op***
	Industrial Chemistry and Technical Polymer Chemistry Laboratory Course
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Kimmo Klemola tutkijaopettaja, TkT Arto Pihlajamäki
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - analysoida polymeerien ominaisuuksia - tutkia reaktioita ja/tai kemiallisia erotusmenetelmiä laboratoriomittakaavassa - laatia teknistieteellisen raportin - suorittaa laboratoriokokeita ja käyttää joitain analyysilaitteistoja.
Sisältö	Teknillisen kemian alueeseen liittyvien kokeiden toteuttaminen laboratoriomittakaavassa, esimerkiksi kemialliset reaktiot tai erotusmenetelmät. Raportointi. Työryhmissä tehtäviä harjoitustöitä polymeerikemian ja soveltavan polymeerikemian eri alueilta.
Suoritustavat	Laboratoriotöitä 30 h, 1. periodi. Laboratoriotöitä 30 h, 2. periodi. Itseopiskelu 40 h. Hyväksytyt laboratoriotyöt selostuksineen.

	Ilmoittautuminen WebOodin kautta, mutta opiskelijan tulee ilmoittautua myös laboratorion ilmoitustaululle.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty
Edellytykset	BJ50A0101 Teknillinen polymeerikemia ja BJ90A1000 Luonnonvarat ja niiden prosessointi kemian- ja energiateollisuudessa kuunneltuina.

BJ90A1000	***LUONNONVARAT JA NIIDEN PROSESSOINTI KEMIAN- JA ENERGIATEOLLISUUDESSA 3 op***
	Natural Resources in Chemical and Energy Industries
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Kimmo Klemola
Tavoitteet	Kurssin lopussa opiskelijan odotetaan osaavan: - fossiiliset energiavarat ja niiden merkittävimmät ympäristövaikutukset - biomassojen prosessointiteknologiat ja biomassan käytön rajoitukset - energiavarojen, ruoan ja muiden raaka-aineiden käytön sidokset - öljyhuipun käsitteen ja vaikutukset - suullisen esityksen pitämisen tieteellisestä aiheesta - tieteellisen tiedon hakemisen internetistä.
Sisältö	Luonnonvarojen, lähinnä fossiilisten raaka-aineiden ja biomassan, käyttö kemian- ja energiateollisuudessa ja käytön ympäristövaikutukset. Luodaan katsaus alan yrityksiin ja teollisuudessa käytössä oleviin prosesseihin. Pääpaino on prosessien toiminnan ymmärtämisessä niissä tapahtuvien kemiallisten reaktioiden kannalta ottaen huomioon taloudelliset ja ympäristönsuojeluun liittyvät näkökohdat.
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 21 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, 4. periodi. Luennot, seminaarit ja kotilaskut. Tentissä kysymykset luennoista ja muusta oppimateriaalista.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, seminaarit 20 %, kotilaskut hyväksyttynä.
Oppimateriaalit	Luentomateriaalit, artikkelit ja erikseen ilmoitettava kirjallisuus.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BJ90A1100	***HYDROMETALLURGY 4 ECTS cr***
	Hydrometallurgy
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-2
Teacher(s)	D. Sc. (Tech.) Markku Laatikainen
Aims	After the course, a student - understands the fundamentals of hydrometallurgy - is familiar with methods and equipment used for hydrometallurgical processes - has perspective on industrial utilization of hydrometallurgy.
Content	Minerals and ores. Solution chemistry of hydrometallurgical solutions. Mining, mineral processing and leaching. Treatment of leach solutions by solvent extraction, ion exchange, adsorption and precipitation. Electrochemical methods.
Modes of Study	Lectures and exercises 14 h, 1st period. Lectures and exercises 14 h, 2nd period. Self study 75 h.
Evaluation	0-5, written examination 100%, exercises passed.
Study materials	Lectures; Fathi Habashi, Textbook of Hydrometallurgy, Metallurgie Extractive Quebec, 2nd edition, 1999.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

4.3 LUT Kone

4.3.1 Konetekniikka

Tavoitteet

Konetekniikan tavoitteena on kouluttaa oman alansa kansalliseen ja kansainväliseen toimintaan pystyviä huippuosaajia, tuottaa uutta tietoa ja osaamista omilla painopistealoilla ja edistää yritystoiminnan syntymistä ja kehittymistä. Opetuksen painopistealueita ovat koneensuunnittelu, virtuaalisuunnittelu, teräsrakenteet, koneautomaatio, hitsaustekniikka, lasertekniikka, tuotantotekniikka, kuitukomposiitit ja pakkaustekniikka.

Konetekniikassa on englanninkielinen maisteriohjelma Master's Degree Programme in Mechanical Engineering. Lisäksi konetekniikan alueella toteutetaan työssä käyville tarkoitettuja diplomi-insinöörintutkintoon tähtääviä aikuiskoulutusohjelmia.

Konetekniikka antaa kattavan kokonaiskuvan tulevaisuuden tuotesuunnittelusta ja tuotantotekniikoista. Konetekniikan diplomi-insinöörin koulutus rakentuu vahvaan teoreettiseen perustaan ja näiden tietojen tehokkaaseen teknis-taloudelliseen käytännön soveltamiseen. Koulutus antaa mahdollisuuden syventyä joko suunnittelun tai valmistuksen alueelle.

Opetuksessa hyödynnetään laajasti tietotekniikkaa ja tietokoneavusteisia menetelmiä niin suunnittelun kuin valmistustekniikankin alueilla. Virtuaalisuus on merkittävä osa tämän päivän suunnittelua. Monitekninen konejärjestelmä tai tuotantoympäristö voidaan kehittää ja suunnitella lähes valmiiksi virtuaalisessa ympäristössä ennen ensimmäisen fyysisen prototyypin valmistamista tai tuotannon aloittamista. Tuotannon ja sen valmistusvaiheiden simuloinnilla kyetään luomaan todellisuutta vastaavat olosuhteet uusien tehokkaiden valmistusmenetelmien, esim. laser-, hitsaus- ja levytyömenetelmien sekä kuitukomposiittien valmistusprosessien kilpailukykyiselle käytölle.

Konetekniikka antaa mm. valmiudet

- perehtyä ennakkoluulottomasti käytännön työelämässä vastaan tuleviin tehtäviin ja ratkaista teoriaan pohjautuen käytännönläheisiä ja luovuutta vaativia kone- ja laiteteknisiä ongelmia ja tehtäviä
- tuntea ja hallita koneiden fysikaaliset toimintaperiaatteet sekä koneiden ja laitteiden osiin kohdistuvat rasitukset ja niiden rakennemateriaalien kestävyydet
- tuntea nykyaikaisimmat tuotantojärjestelmät ja valmistusmenetelmät sekä hallita niiden tehokas käyttöönotto ja toiminta
- hankkia tietoa eri lähteistä ja soveltaa sitä teknis-taloudellisesti entistä parempien teknisten ratkaisujen luomiseen
- seurata konetekniikan alan ja sen infrastruktuurin insinööritieteiden kansainvälistä kehitystä ja käyttää uusinta ja luotettavinta tietoa alan ongelmien ratkaisemiseen
- johtaa ja kehittää esimiehenä oman työyhteisön määrätietoista työskentelyä
- perustiedot ja -taidot tieteellisiin jatko-opintoihin tekniikan tohtorin tutkinnon suorittamiseksi.

Konetekniikka on aktiivinen toimija valtakunnallisissa Strategisen huippuosaamisen keskittymissä (SHOK) ja Osaamiskeskusohjelmassa (OSKE) tehden näiden kautta kiinteää yhteistyötä teollisuuden kanssa. Koulutus sisältää monimuotoisen kandidaatintyön sekä diplomityön suoraan teollisuuteen. Osaston yhteistyökumppaneina ovat niin metallin perusteollisuus, perinteinen kone- ja metalliteollisuus kuin myös energia-, sähkö-, kemian- ja elektroniikkateollisuus. Alueellisesti hyvin tärkeää yhteistyötä tehdään metsä- ja puunjalostusteollisuuden kanssa.

Ammatilliset tehtäväalueet

Konetekniikan koulutus tarjoaa mahdollisuuden hakeutua hyvin moniin tehtäviin elinkeinoelämän ja yhteiskunnan palveluksessa. Koulutus on laaja-alainen antaen valmiudet sekä suunnittelu- että tuotantopainotteisiin tehtäviin.

Konetekniikan diplomi-insinöörin koulutus tähtää eri teollisuuden aloilla tarvittavien tuotantokoneiden, kuljetusvälineiden, komponenttien, laitteiden ja rakenteiden sekä erilaisten

kulutushyödykkeiden suunnitteluun ja valmistukseen. Työtehtäviin kuuluu alkuvaiheessa yleensä suunnitteluinsinöörinä toimien koneiden, laitteiden ja komponenttien suunnittelua ja mitoitusta tai tuotantoinsinöörin tehtävissä valmistusmenetelmien tutkimista ja kehittämistä sekä niiden soveltamista tuotantoon. Tehtäväalue laajenee usein kattamaan suurempia suunnittelu- ja valmistuskokonaisuuksia päätyen aina mainittujen toimintojen johtamiseen saakka. Tehtäväalueena voi olla myös koulutus-, tutkimus- ja markkinointitehtävät sekä erilaiset asiantuntijatehtävät esim. teknisessä tarkastustoiminnassa ja projektiorganisaatioissa tai yhä useammin omassa yrityksessä.

Tutkintojen rakenteet

Konetekniikassa suoritetaan ensin alempana korkeakoulututkintona kolmivuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto ja ylempänä korkeakoulututkintona kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto. Tekniikan kandidaatin tutkinnon laajuus on 180 opintopistettä ja diplomi-insinöörin tutkinnon laajuus 120 opintopistettä.

TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINTO 180 OP	
A. Yleisopinnot 110 op	
B. Pääaine 45 op	C. Sivuaine 21 op tai 23 op
D. Valinnaiset opinnot 2-4 op	
DIPLOMI-INSINÖÖRIN TUTKINTO 120 OP	
A. Yleisopinnot 15 op	
B. Pääaine 60 op (väh.)	C. Sivuaine 20 op (väh.)
D. Valinnaiset opinnot 10 op (väh.)	

Tutkinnot muodostuvat yleisopinnoista, pää- ja sivuaineopinnoista, opinnäytetöistä sekä valinnaisista opinnoista. Molempiin tutkintoihin sisältyy harjoittelua sekä kieli- ja viestintäopintoja.

Tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma (180 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon opinnot aloitetaan kaikille pakollisilla yleisopinnoilla. Yleisopinnot sisältävät mm. matematiikan ja fysiikan opintoja, kieli- ja viestintäopintoja, harjoittelua sekä konetekniikan pakollisia yleisopintoja, jotka antavat pohjan tulevien vuosien opinnoille. Lisäksi yleisopintoihin kuuluu opintoja tiedekunnan muilta aloilta.

Kaikki konetekniikan opiskelijat suorittavat tekniikan kandidaatin tutkinnon **Konetekniikan** pääaineessa. Pääaineopinnot koostuvat konetekniikan perusopinnoista, jotka ovat kaikille pakollisia. Tekniikan kandidaatin tutkintoon kuuluu pakollinen 10 opintopisteen laajuinen kandidaatintyö ja seminaari. Kandidaatintyö ja seminaari sisältyy pääaineopintoihin.

Konetekniikan omia sivuaineita ovat **konstruktiotekniikka** ja **valmistustekniikka.** Nämä antavat pohjan diplomi-insinöörin tutkinnon opintojen suorittamiselle. Valittavina ovat myös muut kuin konetekniikan tarjoamat sivuaineet.

Tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy myös valinnaisia opintoja.

Konstruktiotekniikkaa tai **valmistustekniikkaa** sivuaineena opiskellut tekniikan kandidaatti osaa:

- kuvailla ja määritellä koneiden fysikaaliset toimintaperiaatteet
- laskea koneiden ja laitteiden osiin kohdistuvia rasituksia
- käyttää matematiikka ja fysiikkaa koneteknisten ongelmien ja suunnittelutehtävien ratkaisussa

- kuvailla ja määritellä eri valmistusmenetelmien ja tuotantojärjestelmien toimintaperiaatteet ja tunnistaa niiden käyttökohteet
- hankkia tietoa eri lähteistä, arvioida tiedon luotettavuutta ja käyttää tietoa teknis-taloudellisen ongelman ratkaisussa
- työskennellä asiantuntijaryhmässä, toteuttaa tavoitteellisesti projektin sekä toimia kansainvälisessä projektissa
- viestiä tutkimustoiminnasta sekä suullisesti että kirjallisesti tiedeyhteisön asettamat kriteerit täyttäen.

Konstruktiotekniikkaa tai valmistustekniikkaa sivuaineena opiskelleella tekniikan kandidaatilla on perustiedot ja -taidot diplomi-insinööritason opiskeluun.

Pääaine

Kaikki konetekniikan opiskelijat suorittavat tekniikan kandidaatin tutkinnon **Konetekniikan pääaineessa**.

Konetekniikka
Pääaineen vastuuhenkilö on konetekniikan koulutusohjelman johtaja, professori Aki Mikkola
Konetekniikan pääaineopinnot koostuvat konetekniikan alan perusopinnoista konstruktiotekniikan ja valmistustekniikan alueilla. Pääaine antaa perusvalmiudet edetä opinnoissa syvällisempiin ja ammatillisempiin opintoihin.

Sivuaineet

Konetekniikan tekniikan kandidaatin sivuaineita ovat seuraavat:

1. **Konstruktiotekniikka**
2. **Valmistustekniikka**

Konstruktiotekniikan sivuaine keskittyy koneensuunnitteluun ja rakenteiden kestävyyteen liittyviin opintoihin. **Valmistustekniikan** sivuaineen opinnot muodostuvat valmistusmenetelmiin ja metallioppiin liittyvistä opinnoista. Konstruktiotekniikan sivuaineen vastuuhenkilö on professori Aki Mikkola ja valmistustekniikan sivuaineen vastuuhenkilö on professori Jukka Martikainen.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon sivuaineen valinta tehdään ensimmäisen opintovuoden keväällä. Valinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja. Keväisin järjestetään valintainfo, jossa esitellään konetekniikan pääainetta sekä eri sivuainevaihtoehtoja.

Kandidaatintutkinnossa tehty sivuainevalinta ei määrää diplomi-insinöörintutkinnossa tehtävää pääainevalintaa. Kandidaatintutkinnossa konstruktiotekniikan sivuaineen valinnut voi valita diplomi-insinöörintutkinnossa valmistustekniikan pääaineen tai päinvastoin, mutta tällöin on huomioitava mahdolliset esitietovaatimukset diplomi-insinöörin tutkinnon opintojaksoissa.

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafyn opettajatuutorit antavat neuvoja soveltuvista matematiikan ja fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa koulutusohjelmassa.

Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:

- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa

- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö.

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista saa opinto-oppaan kohdasta *Matematiikka ja fysiikka* sekä Mafyn opettajatuutoreilta.

Matematiikka: TkT Jouni Sampo
Fysiikka: FK Jari Soininen

Kandidaatintyö ja seminaari (10 op)

Tekniikan kandidaatin tutkintoon kuuluva kandidaatintyö tehdään pääaineen johonkin opintojaksoon kuuluvana harjoitustyönä. Työ on pääsääntöisesti kirjallisuusselvitys, mutta se voi sisältää myös käytännön tutkimusosuutta. Kandidaatintyö yhdessä siihen liittyvän seminaarin kanssa antavat hyvät valmiudet jatkaa diplomi-insinöörin tutkinnon opinnoissa. Kandidaatintyön ja seminaarin laajuus on 10 op. Kandidaatintyön ja seminaarin vastuuhenkilönä on nuorempi tutkija Merja Huhtala.

Lukuvuodesta 2012-2013 alkaen kandidaatintyön seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Tällöin opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillistä 2 op:ttä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 op:en lisäksi.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on valmistuakseen kirjoitettava kypsyysnäyte. Kypsyysnäytteellä opiskelija osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Opiskelija kirjoittaa kypsyysnäytteen valvotusti ilman lähdeaineistoa Origon tenttiakvaariossa. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen tarkastavat kandidaatin tutkintoon kuuluvan opinnäytetyön ohjaaja LUT:ssa sekä yliopiston hyväksymä kielentarkastaja.

Lisätietoja: opintosihteeri Judy Hyvönen p. 040 830 9025, judy.hyvonen(at)lut.fi.

Konetekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	110	op
B. Pääaine, sisältää kandidaatintyön	45	op
C. Sivuaine	21 op tai 23 op	op
D. Valinnaiset opinnot	2-4	op
Opinnot yhteensä	*180 (väh.)*	*Op*

A. Yleisopinnot

Yleiset teknistieteelliset valmiudet (63 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A1300	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	TkK 1-3		2
BL10A0100(*	Sähkötekniikan peruskurssi	TkK 1	1-2	3
BL40A0300	Säätötekniikan perusteet B	TkK 2	3-4	3
BM20A0100	Matematiikka KoTiA1	TkK 1	1	3
BM20A0300	Matematiikka KoTiA2	TkK 1	1-2	5
BM20A0500	Matematiikka KoTiB1	TkK 1	3	3
BM20A0700	Matematiikka KoTiB2	TkK 1	3-4	2
BM20A0900	Matematiikka KoTiB3	TkK 1	4	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	TkK 2	1	3
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	TkK 2	2	3
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	TkK 1	4	4
BM30A0220(**	Fysiikka L, osa 2	TkK 1	2	2
BM30A0230(**	Fysiikka L, osa 3	TkK 1	3-4	5
BM30A0240(**	Fysiikka L, osa 4	TkK 1	4	2
BM30A0320	Fysiikan laboratoriotyöt (KETE, KOTE)	TkK 2	1	3
CS31A0210(***	Yritystalouden perusteet		3	3

CT60A0200	Ohjelmoinnin perusteet	TkK 1	1-2	5
FV10A 4op	Kieliopinnot			4
FV13A0150 (1(****	Svenska för teknologer	TkK 1	1,2,3,4,5	2
FV13A1200(1	Teknisk svenska	TkK 2-3	1, 2, 3, 4	2
FV18A2800	Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä	TkK 2	1-2, 3-4	3

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Konetekniikan koulutusohjelmassa opintojakso suoritetaan 2. (TkK 2) lukuvuonna.
**) Opiskelija voi suorittaa vaihtoehtoisesti Fysiikka L:n (osat 2-4) tilalle Fysiikka (osat 1-3)
***) Konetekniikan koulutusohjelmassa opintojakso suoritetaan 3. (TkK 3) lukuvuonna.
****) Kurssi on tarkoitettu vain ensimmäisen vuosikurssin (TkK 1) opiskelijoille

Konetekniikan yleiset valmiudet (41 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A0500	Johdatus konetekniikan opiskeluun	TkK 1	1	1
BK20A1600	Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi	TkK 1	1-2	5
BK20A1700	Tekninen piirustus I	TkK 1	1-2	5
BK50A0200	Tekninen piirustus II	TkK 1	3-4	5
BK65A0202	Teknisen suunnittelun peruskurssi	TkK 2	1-4	7
BK80A0000	Statiikka	TkK 1	1-2	6
BK80A0300	Lujuusoppi I	TkK 1	3-4	6
BK80A2202	Teräsrakenteet I	TkK 3	1-2	6

Seuraavista vaihtoehtoisista opinnoista valitaan yhteensä vähintään 6 op. Opintojaksot voi valita joko yhden tai useamman eri alan opinnoista.

Energiatekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BH20A0300	Lämmönsiirron perusteet	TkK 3	1-2	3
BH20A0700(*	Teknillisen termodynamiikan perusteet	TkK 2	2	2
BH40A0200	Pumput, puhaltimet ja kompressorit	TkK 3	1	3
BH40A1400	Virtaustekniikka I	TkK 2	3	3

*) Suositellaan suoritettavaksi ensimmäisenä ennen muita energiatekniikan opintojaksoja

Ympäristötekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3
BH60A2600	Ilmastonmuutos	TkK 2	3 int.	3

Kemiantekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A1501	Aineensiirtotekniikan perusteet	TkK 2	3-4	3
BJ30A0303	Prosessi- ja tehdassuunnittelu	TkK 3	1-2	6
BJ60A1800	Kuitu- ja paperitekniikka	TkK 2	1-2	5
BJ80A0001	Yleinen kemia	TkK 1	1	3

Sähkötekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BL20A0900	Tiede, teknologia ja yhteiskunta	TkK 1-3	1-2	4
BL30A0500	Sähkökäyttötekniikan perusteet	TkK 3	2	3
BL40A0110	Mittaus- ja automaatiotekniikan perusteet	TkK 2	1-2	3
BL40A1711	Johdanto digitaalielektroniikkaan	TkK 2	1-2	6
BL50A0020	Elektroniikan perusteet B	TkK 1	2	3

Matematiikka ja fysiikka		*vsk*	*per.*	*op*
BM30A0400	Moderni fysiikka	TkK 2-3	1-2	6
BM30A0910	Materiaalifysiikka A	TkK 3	3	3

B. Pääaine

Konetekniikka

Pakolliset (45 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A0401[*]	Kandidaatintyö ja seminaari	TkK 3	1-4	10
BK20A0200	Hitsaustekniikan peruskurssi	TkK 2	3-4	5
BK50A1800	Tuotantotekniikka	TkK 2	3-4	5
BK60A0001	Mekatroniikan peruskurssi	TkK 1	3-4	5
BK65A0100	Koneenosien suunnittelun peruskurssi	TkK 2	1-2	5
BK80A0100	Dynamiikka I	TkK 2	1-2	5
BK80A2500	Dynamiikka II	TkK 2	3-4	5
BK90C0501	Komposiittien jalostustekniikka	TkK 3	3	5

*) Seminaariosuuteen kuuluu integroituna FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op

C. Sivuaineet konetekniikan opiskelijoille

Konstruktiotekniikka

Pakolliset (23 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK60A0200	Mekatroniikka	TkK 3	1-2	6
BK65A0300	Koneensuunnitteluoppi	TkK 3	3-4	6
BK80A0501	Lujuusoppi II	TkK 2-3	1-2	6
BK80A1100	FE-analyysin peruskurssi	TkK 3	1-2	5

Valmistustekniikka

Pakolliset (21 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK20A0700	Metallioppi	TkK 2	1-2	5
BK30A0000	Sädetyöstö	TkK 3	3-4	5
BK50A0301	Levytyötekniikka	TkK 3	1-2	3
BK50A1900	Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt	TkK 2	(3)-4	3
BK90C0601	Metsäteollisuus I	TkK 2	1	5

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että tekniikan kandidaatin tutkinnon kokonaismäärä 180 opintopistettä täyttyy. Valinnaisiin opintoihin voi suorittaa LUT:n kieliopintoja max. 4 op. Tekniikan kandidaatin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös toinen sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, edellyttäen, että sitä ei ole sisällytetty aiempaan tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Tekniikan kandidaatin tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan diplomi-insinöörin tutkinto. Diplomi-insinöörin tutkintoon sisältyy pakollisia yleisopintoja, jotka koostuvat mm. kieliopinnoista sekä harjoittelusta. Pääaineopinnot koostuvat pakollisista opinnoista ja vaihtoehtoisista erikoistumisopinnoista. Diplomi-insinöörin tutkinnossa laaditaan opinnäytetyönä 30 opintopisteen laajuinen diplomityö, jolla opiskelija osoittaa perehtyneisyytensä tieteellisesti ja yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Diplomityö sisältyy pääaineopintoihin. Diplomityöhön liittyy seminaari. Diplomi-insinöörin tutkintoon sisältyy myös vapaasti valittava sivuaine sekä valinnaisia opintoja.

Konetekniikan diplomi-insinööri osaa:

- muodostaa systemaattisen analyyttisen lähestymistavan käytännönläheisten koneteknisten ongelmien ja abstraktien ongelmien ratkaisemiseksi
- suunnitella ja kehittää koneita ja laitteita sekä konejärjestelmiä
- johtaa ja organisoida insinöörityötä teollisuus- ja tutkimuslähtöisessä ympäristössä sekä kotimaisessa että kansainvälisessä työympäristössä
- tehdä päätelmiä optimointitehtävien ratkaisemiseksi konetekniikan sovelluskohteissa matemaattisia ja fysikaalisia perusteluja käyttäen

- ratkaista kompleksisia konetekniikan ongelmia, jotka koostuvat lujuus- ja materiaalitekniikan, valmistuksen ja markkinoinnin alueista
- tehdä tieteellisyyden kriteerit täyttävää tutkimusta

Konstruktiotekniikan pääaineekseen valinnut diplomi-insinööri osaa lisäksi:
- analysoida koneita ja rakenteita, niiden mitoitusta, toimintaa ja säätöä sekä valita suunnittelussa ja mitoituksessa tarvittavat tarkoituksenmukaisimmat menetelmät ja metodit
- käyttää monipuolisia simulointi- ja laskentaohjelmia suunnittelutyön apuvälineinä.

Valmistustekniikan pääaineekseen valinnut diplomi-insinööri osaa lisäksi:
- valita ja perustella sekä suunnitella tuotannon kilpailukykyisiä kehitysratkaisuja konepajateollisuuden sovelluskohteisiin
- kehittää tuotteiden jatkojalostuksessa tarvittavia tekniikoita.

Konetekniikan diplomi-insinöörillä on perustiedot tohtoriopintoja varten.

Pääaineet

Konetekniikan pääaineet diplomi-insinöörin tutkinnossa ovat:

1) **Konstruktiotekniikka**
2) **Valmistustekniikka**

Pääaine valitaan heti diplomi-insinööriopintojen alussa, ensimmäisen opintovuoden keväällä. Pää- ja sivuainevalinnat hyväksyy koulutusohjelman johtaja.

Konstruktiotekniikka
Pääaineen vastuuhenkilö on konetekniikan koulutusohjelman johtaja, professori Aki Mikkola
Konstruktiotekniikan pääaine antaa valmiudet toimia tuotekehitys-, suunnittelu-, laskenta- ja tutkimustehtävissä insinööritoimistoissa tai tuotannollisissa yrityksissä. Kokemuksen karttuessa koulutus antaa valmiudet johtaa tuotekehitysprojekteja, joissa on mukana eri alojen, kuten lujuus- ja materiaalitekniikan, valmistuksen ja markkinoinnin asiantuntijoita. Konstruktiotekniikan koulutuksen monipuolisuus tarjoaa hyvän pohjan toisaalta syvälle menevään koneiden ja rakenteiden analysointiin ja toisaalta kokonaisuuksien hallintaan. Konstruktiotekniikan opinnot täydennettynä sopivasti muilla opinnoilla antaa opiskelijalle varsin kilpailukykyiset lähtökohdat työmarkkinoilla.

Konstruktiotekniikan pääaineessa opiskelija voi erikoistua koneensuunnitteluun, koneautomaatioon, teräsrakenteisiin ja konedynamiikkaan. Koneensuunnittelu käsittää sekä perinteistä koneensuunnittelua ja sen metodiikkaa että havainnollista virtuaalisuunnittelua. Koneautomaation alueella perehdytään koneautomaatioon ja mekatroniikkaan. Virtuaalisuunnittelun ja koneautomaation opetuksen erityispiirteitä ovat älykkäiden konejärjestelmien suunnittelu ja ohjaus. Teräsrakenteet tarkastelee rakenteiden mitoitusta ja kestävyyttä. Opetuksen erityisalueina ovat hitsattujen rakenteiden suunnittelu ja väsymiskestävyys. Konedynamiikassa perehdytään koneiden ja rakenteiden värähtelyihin ja niiden analyyttiseen ja kokeelliseen analysointiin. Koulutuksen painopiste on pyörivissä koneissa ja sähkömekaanisissa järjestelmissä.

Konstruktiotekniikan pääaineen vastuuhenkilö on professori Aki Mikkola (virtuaalisuunnittelu). Muut pääaineen professorit ovat professori Timo Björk (teräsrakenteet), professori Heikki Handroos (koneautomaatio) ja professori Jussi Sopanen (konedynamiikka).

Valmistustekniikka
Pääaineen vastuuhenkilö on professori Jukka Martikainen
Valmistustekniikan pääaine antaa valmiudet toimia tuotannon ja valmistuksen kehitys-, johto- ja asiantuntijatehtävissä. Opetuksessa tuodaan esille moderneja valmistustekniikoita, joilla on mahdollista saavuttaa kilpailukykyinen tuottavuus, taloudellisuus ja laatu. Opetuksessa korostetaan tekniikan ohella myös talousasioita. Valmistustekniikan pääaineessa ns. läpimurtomateriaalit ja niiden soveltaminen tuotteissa ja tuotannossa sekä valmistettavuus automaattisessa verkottuneessa tuotantoympäristössä korostuvat. Tätä kautta syntyy tiivis yhteys koneiden ja rakenteiden suunnitteluun.

Valmistustekniikan pääaineessa opiskelija voi erikoistua hitaustekniikkaan, lasertekniikkaan, tuotantotekniikkaan ja kuitukomposiitteihin. Hitaustekniikka tarkoittaa opetuksessa hitaustekniikan kokonaisvaltaista hallintaa ja kehittämistä lähtien suunnittelusta päätyen itse hitauksen suorituksen (esim. laserhitsaus ja robotisointi) kautta aina jälkikäsittelyihin. Tuotantotekniikassa käsitellään koneistuksen ja levytöiden ohella moderneja tuotantojärjestelmiä ja tapoja organisoida konepaja siten, että tuotanto on kilpailukykyistä. Lasertyöstö ovat nykypäivää sekä hitaustekniikassa että laajemmin tuotantotekniikassa. Kuitukomposiiteissa painopiste on mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden jatkojalostuksessa ja komposiittitekniikassa. Opinnoissa käydään läpi kokonaisvaltaisesti mm. kuituraaka-aineita, koneita ja laitteita ja eri käsittelytekniikoita.

Valmistustekniikan pääaineen vastuuhenkilö on professori Jukka Martikainen (hitaustekniikka). Muut pääaineen professorit ovat professori Juha Varis (tuotantotekniikka), professori Timo Kärki (kuitukomposiitit), professori Antti Salminen (koneteknologia, lasertyöstö) ja professori Henry Lindell (pakkaustekniikka).

Sivuaineet

Diplomi-insinöörin tutkinnossa kummassakin pääaineessa sivuaineen voi valita vapaasti, myös muun kuin konetekniikan sivuaineen. **Konetekniikan** sivuaine on tarkoitettu konetekniikan omille opiskelijoille diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaineeksi. Teknillisen tiedekunnan koulutusohjelmien tarjoamat sivuaineet löytyvät kyseisen koulutusohjelman *Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille-osuudesta*. Muiden tiedekuntien tarjoamat sivuaineet löytyvät opinto-oppaan lopusta kohdasta *Muut sivuainekokonaisuudet*.

Diplomityö ja seminaari (30 op)

Diplomityö on diplomi-insinöörin tutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneisyytensä tieteellisesti ja yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Työ on laaja tutkimustehtävän luonteinen, noin 6 kuukauden työpanoksen vaativa pääaineen opintojakso. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Diplomityön ohjaajana ja ensimmäisenä tarkastajana toimii diplomityön aihealueen professori.

Diplomityöhön liittyy seminaari, jossa opiskelija tutustuu kuulijana muihin diplomitöihin ja esittelee oman diplomityönsä. Seminaarin vastuuhenkilönä toimii nuorempi tutkija Merja Huhtala.

Tekniikan kandidaatin tutkinnon tai mahdollisten täydentävien opintojen tulee olla suoritettu ennen diplomityön aiheen anomista.

Kypsyysnäyte

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon alemman korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta. Opiskelija suorittaa kypsyysnäytteen esittämällä yhteenvedon diplomityöstään Diplomityö ja seminaari -opintojaksoon kuuluvassa seminaariesityksessä tai vastaavassa muussa esitystilaisuudessa. Esitystilaisuudessa diplomityötä ohjaava professori tai hänen valtuuttamansa, diplomityön aihealueen tunteva henkilö arvioi esityksen.

Kypsyysnäytteellä tarkastetaan opiskelijan perehtyneisyys diplomityön alaan. Kypsyysnäyte kirjoitetaan viimeistään viisi viikkoa ennen suunniteltua valmistumispäivää.

Poikkeavasta käytännöstä päättää koulutusohjelman johtaja.

Huom! AMK-tutkinnon pohjalta hyväksiluettu kypsyysnäytteen äidinkielen osuus (K2) ei korvaa kypsyysnäytteen sisällön osuutta (K1) vaan diplomityön sisällön osuus on aina suoritettava diplomityöseminaariesityksen yhteydessä tai sopien muutoin diplomityön ohjaajan kanssa.

Lisätietoja: opintosihteeri Judy Hyvönen p. 040 830 9025, judy.hyvonen(at)lut.fi.

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto muodostuu seuraavasti:

A. Yleisopinnot	15	op
B. Pääaine, sisältää diplomityön	60 (väh.)	op
C. Sivuaine	20 (väh.)	op
D. Valinnaiset opinnot	10 (väh.)	op
Opinnot yhteensä	*120 (väh.)*	*op*

A. Yleisopinnot

Pakolliset yleisopinnot (15 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A1400[*]	DI-tutkinnon työharjoittelu	DI 1-2		2-10
BK50A2300	Konstruktiomateriaalit ja niiden valinta	DI 1	1-2	5
FV10A 4op	Kieliopinnot			4

[*] Pakollisen harjoittelun osuus on 6 op. Pakollisen harjoittelun ylittävän valinnaisen osuuden voi sijoittaa valinnaisiin opintoihin.

B. Pääaineet

Konstruktiotekniikka

Pakolliset (valitaan vähintään kolme opintojaksoa Diplomityön ja seminaarin lisäksi)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A0900[*]	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BK60A0800	Fluid Power	DI 1	3-4	5
BK70A0000	Simulation of a Mechatronic Machine	DI 1	1-2	6
BK70A0500	Machine Dynamics	DI 2	1-2	6
BK80A2302	Teräsrakenteet II	DI 1	3-4	6

[*] Kaikille pakollinen

Seuraavista erikoistumisopinnoista valitaan lisäksi vaihtoehtoisia opintojaksoja niin, että yhdessä pakollisten opintojaksojen kanssa vähintään 60 op täyttyy. Opintojaksot voi valita myös useammista erikoistumisopinnoista.

Koneensuunnittelun erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK65A0800	Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi	DI 1-2	1-4	4
BK70A0100	Koneen simuloinnin työkurssi	DI 1	3-4	6
BK70A0201	Koneen simuloinnin erityisopintojakso	DI 1	3-4	5

Mekatroniikan erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK60A0500	Mekatroniikan työkurssi	DI 1-2	3-4	6
BK60A0900	Mekatroniikan projektipäällikkökurssi	DI 1	3-4	4
BK60A1100	Toimilaitteiden säätötekniikka	DI 1	1-2	6

Teräsrakenteiden erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK80A1300	FE-analyysin jatkokurssi	DI 1	3-4	5
BK80A1401	Väsymiskestävyys	DI 1	1-2	6
BK80A2402	Teräsrakenteiden suunnitteluharjoitustyö	DI 2	1-4	6

Valmistustekniikka

Pakolliset (valitaan vähintään kolme opintojaksoa Diplomityön ja seminaarin lisäksi)		*vsk*	*per.*	*op*
BK10A0900[*]	Diplomityö ja seminaari	DI 2	1-4	30
BK20A0301	Hitsaustekniikan jatkokurssi	DI 2	1-2	6

BK30A0700	Laser Materials Processing	DI 2	1-2	5
BK50A0501	Tuotantotekniikan erityisopintojakso	DI 1	3-4	6
BK90C0701	Metsäteollisuus II	DI 1	2	5

*) kaikille pakollinen

Seuraavista erikoistumisopinnoista valitaan lisäksi vaihtoehtoisia opintojaksoja niin, että yhdessä pakollisten opintojaksojen kanssa vähintään 60 op täyttyy. Opintojaksot voi valita myös useammista erikoistumisopinnoista.

Hitsaustekniikan erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK20A0500	Hitsausmetallurgia	DI 1	3-4	5
BK20A1000	Virtuaalihitsaus	DI 1	3-4	3
BK20A2300	Hitsaustuotannon työkurssi	DI 2	3-4	5

Lasertekniikan erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK30A0600	Laser Based Products and Production Technology	DI 1	3-4	5
BK30A0801	Laboratory Course of Laser Processing Technology	DI 1	1-2	4
BK30A0900	Additive Manufacturing	DI 2	3-4	5

Tuotantotekniikan erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK20A1000	Virtuaalihitsaus	DI 1	3-4	3
BK30A0600	Laser Based Products and Production Technology	DI 1	3-4	5
BK50A0601	Tuotantotekniikan laboratoriotyöt	DI 2	1-4	6

Kuitukomposiittien erikoistumisopinnot

Vaihtoehtoiset		*vsk*	*per.*	*op*
BK90C1101	Puurakenteiden perusteet	DI 1	3-4	4
BK90C1601	Kuitutuotteiden työstötekniikka	DI 1	3-4	6
BK90C1800	Green Fiber Materials	DI 1	4	5

C. Sivuaineet konetekniikan opiskelijoille

Konetekniikka

Seuraavista vaihtoehtoisten opintojaksojen luetteloista valitaan opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Konstruktiotekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BK60A0900	Mekatroniikan projektipäällikkökurssi	DI 1	3-4	4
BK60A1100	Toimilaitteiden säätötekniikka	DI 1	1-2	6
BK65A0800	Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi	DI 1-2	1-4	4
BK70A0000	Simulation of a Mechatronic Machine	DI 1	1-2	6
BK70A0100	Koneen simuloinnin työkurssi	DI 1	3-4	6
BK70A0201	Koneen simuloinnin erityisopintojakso	DI 1	3-4	5
BK80A1300	FE-analyysin jatkokurssi	DI 1	3-4	5
BK80A2302	Teräsrakenteet II	DI 1	3-4	6

Valmistustekniikka		*vsk*	*per.*	*op*
BK20A0301	Hitsaustekniikan jatkokurssi	DI 2	1-2	6
BK20A0500	Hitsausmetallurgia	DI 1	3-4	5
BK20A1000	Virtuaalihitsaus	DI 1	3-4	3
BK30A0700	Laser Materials Processing	DI 2	1-2	5
BK50A0501	Tuotantotekniikan erityisopintojakso	DI 1	3-4	6

BK50A0601	Tuotantotekniikan laboratoriotyöt	DI 2	1-4	6
BK90C0701	Metsäteollisuus II	DI 1	2	5
BK90C1101	Puurakenteiden perusteet	DI 1	3-4	4
BK90C1800	Green Fiber Materials	DI 1	4	5

Sustainability

Opintojen tarkoituksena on antaa opiskelijalle näkemys siitä, miten kestävyyteen liittyviä asioita voidaan hyödyntää sähkötekniikkaan liittyvän liiketoiminnan kehittämisessä. Haasteista tarjoutuu liiketoiminnalle myös mahdollisuuksia, jotka uutta teknologiaa kehitettäessä on syytä tunnistaa. Sivuaineessa opiskelija oppii tunnistamaan, huomioimaan ja hyödyntämään kestävyyteen liittyviä haasteita, mikä on tullut myös yrityksille yhä välttämättömämmäksi sekä kiristyneen ohjauksen, lainsäädännön että ympäristötietoisuuden lisääntymisen myötä.

Pakolliset opinnot (3 op)		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A0000	Ympäristötekniikan perusteet	TkK 1	1-2	3

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy. Muutamia opintojaksoja suositellaan sisällytettäväksi sivuaineeseen. Opintojaksot voi valita useammista eri alojen opinnoista.

Ympäristötekniikan tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
BH60A1600	Basic Course on Environmental Management and Economics	TkK 2	2	5
BH60A3000(*	Yritysvastuu ja johtaminen 2	DI 1	3-4	5
BH60A3101	Introduction to Green Chemistry	TkK 2	1	4
BH60A3201	Advanced Course on Green Chemistry	DI 2	2	4
BH60A3300	Methods of Green Chemistry in Environmental Technology	DI 2	3-4	6
BH60A4500	Corporate Responsibility and Management 1	DI 1	1-4	3

*) Rajoitettu osallistujamäärä max. 25 opiskelijaa

Energiatekniikan tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
BH40A0100(*	Uusiutuva energia	TkK 2	4	3
BH40A1301(*	Power Machines in Renewable Energy	DI 2	2	5
BH50A1200(*	Energy Systems Engineering	DI 1	1-2	6
BH50A1400	Steam Boilers	DI 2	1-2	6
BH50A1500	Bioenergy Technology Solutions	DI 1	2-3	6
BH50A1600	Waste Heat Recovery Techniques	DI 2	3-4	6
BH50A1700	Kaukolämmitys	DI 1	3	4
BH50A1800	Energiajärjestelmien suunnittelun perusteet	DI 2	1-2	6
BH61A0600	Bioenergy	DI 1	1	3

*) Suositellaan sisällytettäväksi sivuaineeseen

Sähkötekniikan tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
BL40A2600(1(*	Tuuli- ja aurinkovoimateknologia ja liiketoiminta	TkK 3	3-4	5
BL40A3000(1	Wind Power and Solar Energy Technology and Business	DI 1	3-4	5

1) Keskenään vaihtoehtoiset opintojaksot
*) Suositellaan sisällytettäväksi sivuaineeseen

Kemiantekniikan tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
BJ20A0800	Treatment Processes of Industrial Discharges	TkK 3	3-4	5
BJ20A1902	Advanced Course in Environmental Technology and Unit Operations	DI 1	3-4	5
BJ30A0900	Prosessien vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	DI 1	1-2	6
BJ70A0701	Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I	TkK 3	2-4	6

BJ70A1800	Bioprosessitekniikka	TkK 2	4	3

Tuotantotalouden tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
CS10A0770	Cleaner Technologies and Markets	DI 1	3-4	5
CS30A1690	Social Sustainability	TkK 3	4	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	DI 1-2	1	5

Mafyn tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	TkK 3	3	6
BM20A1900	Statistics II	DI 1-2	2	3
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	TkK 3	1-2	5
BM20A3401	Design of Experiments	DI 1-2	4	4
BM20A3900	Modelling Methodology in Process Engineering	DI 1	1-2	6
BM20A4400	Sovelletun matematiikan erikoiskurssi	TkK 3	1-4	3-5

Tietotekniikan tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
CT10A7000	Green IT and Sustainable Computing	DI 1-2	3-4	4

Kauppatieteiden tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
A350A0500(*	Sustainable Strategy and Business Ethics	KTM 1	2	3

*) Suositellaan sisällytettäväksi sivuaineeseen

Kielikeskuksen tarjoamat opintojaksot		*vsk*	*per.*	*op*
FV11A9502(*	Independent Study		1-2, 3-4	1-6
FV12A5202(**	Saksan itseopiskelukurssi		1, 2, 3, 4	1-2
FV12A5600(***	Deutsch und Technik		1-2, 3	1-2

*) Opiskelija valitsee opintojensa laajuuden sekä tehtävät, jotka hän tekee kurssilla. Kurssin tehtävävalikosta kolme tehtävää voidaan räätälöidä opiskelijan toiveen mukaan. Kyseessä on ohjattu itseopiskelukurssi, joka voidaan suorittaa etäopiskeluna ja on siksi hyvin joustava opiskelumuoto.

**) Opiskelija valitsee opintojensa laajuuden sekä aiheen, jota hän käsittelee saksan kielellä. Hän voi esim. saada käyttöönsä valmiin saksankielisen materiaalin, jonka aiheena on ympäristö ja ympäristötekniikka. Kyseessä on ohjattu itseopiskelukurssi, joka voidaan suorittaa etäopiskeluna ja on siksi hyvin joustava opiskelumuoto.

***) Kyseessä on tekniikan saksan kurssi, joka voidaan integroida substanssiaineiden, siis myös ympäristötekniikan, opetukseen. Kurssi on saanut tähän mennessä erittäin hyvää palautetta. Se voidaan suorittaa joko yhden tai kahden opintopisteen laajuisena ja se sopii eritasoisille opiskelijoille.

HUOM! Opiskelijan tulee huolehtia itse opintojaksojen esitietovaatimuksista.

HUOM! Sivuaineisiin ei voi sisällyttää opintojaksoja, jotka on jo muualla suoritettu pakollisina opintoina.

Esitietovaatimukset eivät koske sivuaineopiskelijoita, mutta on suositeltavaa, että opintojaksolla vaadittavat esitiedot täyttyvät.

D. Valinnaiset opinnot

Valinnaisia opintoja on suoritettava niin, että diplomi-insinöörin tutkinnon kokonaismäärä 120 opintopistettä täyttyy. Valinnaisiin opintoihin voi suorittaa LUT:n kieliopintoja max. 15 op. Diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää mitä tahansa LUT:n opintojaksoja, myös sivuaine. Kotimaassa tai ulkomailla suoritettuja muiden yliopistojen suorituksia voidaan anomuksesta hyväksyä tutkintoon. Puolustusvoimien johtajakoulutus voidaan anoa valinnaisiin opintoihin 6 opintopisteen laajuisena, mikäli sitä ei ole jo sisällytetty tekniikan kandidaatin tutkintoon tai muuhun aiempaan tutkintoon. Lisätietoja opintojen hyväksilukemisesta Uni-portaalista.

Ohjeita opiskelijoille

Kieli- ja viestintäopinnot
Tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy pakollisia kieliopintoja 6 opintopistettä (ruotsia 2 op sekä yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan 4 op). Ruotsin kielen opintojaksot FV13A0150 Svenska för teknologer ja FV13A0120 Teknisk svenska ovat keskenään vaihtoehtoiset siten, että FV13A0150 Svenska för teknologer –opintojakso on tarkoitettu 1.vuosikurssin opiskelijoille ja myöhemmin suoritetaan opintojakso FV13A0120 Teknisk svenska. Viestintäopintoja tekniikan kandidaatin tutkintoon sisältyy yhteensä 3 opintopistettä (Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä (3 op). Kandidaatintyön yhteydessä suoritetaan integroituna opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä 2 op. Opiskelija ei saa kyseisestä opintojaksosta erillisistä 2 op:ttä kandidaatintyöstä ja seminaarista saatavan 10 op:en lisäksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakollisten kieliopintojen osuus on 4 opintopistettä (yhtä vierasta kieltä opiskelijan valinnan mukaan). Valinnaisiin opintoihin voidaan sijoittaa myös opintojakso FV18A4500 Tiedeviestintä. Lisätietoja Kielikeskuksen opinto-oppaasta.

Työharjoittelu
Tekniikan kandidaatin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy pakollista työharjoittelua 2 op. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Tekniikan kandidaatin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään kaikki kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Diplomi-insinöörin tutkinnon yleisopintoihin sisältyy 6 op pakollista työharjoittelua. Tämän lisäksi opiskelija voi halutessaan hyväksyttää diplomi-insinöörin tutkinnon valinnaisiin opintoihin työharjoittelua enintään 4 op. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä työharjoitteluksi. Diplomi-insinöörin tutkinnon pakolliseksi työharjoitteluksi hyväksytään omaan alaan liittyvä kokopäivätyö työsuhteessa, jonka pituus on vähintään 4 täyttä työviikkoa.

Ennen opiskelun aloittamista suoritetusta työharjoittelusta voidaan hyväksyä 2 op.

Työharjoittelusta vastaa koulutusohjelman johtaja ja harjoittelun hyväksyy harjoittelun tarkastaja, laboratorioinsinööri Jari Selesvuo (puh. +358 40 541 7387, jari.selesvuo(at)lut.fi).

Tarkempi kuvaus työharjoittelusta löytyy harjoitteluopintojaksojen BK10A1300 ja BK10A1400 kuvauksista ja ohjeet työharjoittelun suorittamisesta, anomuslomake sekä harjoitteluraportti löytyvät Uni-portaalista.

Opinnot ulkomailla tai muissa yliopistoissa
Ulkomailla tai muissa kotimaisissa yliopistoissa suoritettujen opintojen tai opintokokonaisuuksien hyväksymisestä tutkintoon päättää koulutusohjelman johtaja anomuksen perusteella. Em. opintojen sisällyttäminen tutkintoon tulee selvittää ennen opintojen aloittamista muualla.

Muualla suoritettujen opintojen hyväksyminen edellyttää opiskelijan kirjallista anomusta. Anomuslomakkeet ja ohjeistus hyväksilukemisesta ovat Uni-portaalissa. Arviointia varten opiskelija toimittaa kopiot tutkintotodistuksista sekä opintojaksokuvauksista.

Lisätietoja: opintosuunnittelija Tarja Pettinen, p. 040 159 2816, tarja.pettinen(at)lut.fi sekä Uni-portaali.

HOPS
Henkilökohtainen opintosuunnitelma eli HOPS on opiskelijan omien opintojen suunnittelun väline, joka mahdollistaa yksilöllisen opintokokonaisuuden rakentamisen. HOPSin tarkoituksena on hahmottaa opiskeluun käytettävää aikaa sekä selkeyttää oman opiskelun lähtökohtia ja päämääriä. HOPS laaditaan heti opintojen alussa *Johdatus konetekniikan opiskeluun*-opintojakson yhteydessä. Opiskelija päivittää HOPS:iaan opintojensa aikana.

Henkilökohtainen opintosuunnitelma tarkistetaan virallisesti kolme kertaa opiskelijan opintojen aikana:
- Johdatus konetekniikan opiskeluun-kurssin yhteydessä
- tekniikan kandidaatiksi valmistumisen yhteydessä (tekniikan kandidaatin tutkinnon anomisen yhteydessä)

- diplomityön aiheanomuksen yhteydessä
- tarvittaessa diplomi-insinööriksi valmistumisen yhteydessä

Jos opiskelija aloittaa opinnot suoraan diplomi-insinöörin tutkinnosta, tarkistetaan HOPS heti opintojen alussa.

Täydentävät opinnot diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyille

Suoraan diplomi-insinöörin tutkintoon hyväksytyt opiskelijat eivät suorita LUT:ssa tekniikan kandidaatin tutkintoa, vaan heiltä voidaan vaatia tekniikan kandidaatin tutkinnon tasoisia opintojaksoja täydentävinä opintoina. Täydentävät opinnot määrätään opiskelijalle opintojen alussa. Täydentävien opintojen laajuus riippuu opiskelijan aiemmasta koulutustaustasta ja LUT:ssa valittavasta pääaineesta.

Täydentävät opinnot eivät sisälly diplomi-insinöörin tutkintoon (120 op). Täydentävät opinnot tehdään diplomi-insinöörin tutkinnon ohessa mahdollisimman pian opintojen alussa (kuitenkin viimeistään diplomityön aiheen anomiseen mennessä) ja LUT:n lukujärjestyksessä tarjotussa opetuksessa (tai korvaavasti esim. avoimen yliopiston kursseilla, jolloin opiskelija vastaa kustannuksista). Jos opiskelijalla ei ole todistusta aiemmin suoritetusta tutkintoasetuksen edellyttämästä toisesta kotimaisesta kielestä, täydentäviin opintoihin lisätään suomenkielisillä LUT:n opintojakso FV13A1200 Teknisk svenska 2 op tai FV13A1600 Språkprov för teknologer 2 op.

Mikäli täydentävät opinnot ovat laajemmat kuin 60 opintopistettä, suorittaa opiskelija ensin tekniikan kandidaatin tutkinnon, jolloin aiemmat opinnot hyväksiluetaan tutkintoon opiskelijakohtaisesti.

Lisätietoja: opettajatuutori, yliopisto-opettaja Raimo Suoranta, p. 040 825 8648, raimo.suoranta(at)lut.fi.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon. Merkittävä osa tohtorin tutkinnosta on väitöskirja. Se on pitkäjänteinen tutkimustyö, joka kestää useamman vuoden ja tehdään yleensä osana pienehköä tutkimusryhmää.

Master’s Degree Programme in Mechanical Engineering

In the Master’s degree programme in Mechanical Engineering there is a possibility to select between two majors, major in Design and Manufacturing or major in Packaging Technology. The major in “Design and Manufacturing” corresponds to 120 ECTS credits and two years of full-time studies in which all lectures and laboratory work are conducted in English. The first three semesters include 90 ECTS credits of classroom and laboratory instruction. The Master’s thesis of 30 ECTS credits is conducted in the fourth semester, after other courses have been completed. The major in “Packaging Technology” is a part-time programme leading to the degree of Master of Science in Technology. Teaching is organized as intensive teaching periods (4-5 days at a time) during the academic year, and distance learning solutions are widely used. Students have two years (90 ECTS credits) of coursework in which all lectures, exercises and laboratory work are conducted in English. The Master’s thesis (30 ECTS credits) will be conducted after the other courses have been completed. Both majors in the programme lead to the degree of Master of Science in Technology.

Contact Information for Master’s Degree Programme

Professor, D.Sc (Tech.) Aki Mikkola, aki.mikkola(at)lut.fi

Professor, Ph.D. Henry Lindell, henry.lindell(at)lut.fi

Study Coordinator in Charge Minna Loikkanen
Phone +358 40 824 1096, minna.loikkanen(at)lut.fi

Further information: in the English version of the Study Guide.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Konetekniikkaa voi opiskella sivuaineena tekniikan eri tutkinto-ohjelmissa. Konetekniikan tarjoama sivuaine sopii sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkintoon. Konetekniikan sivuaine koostuu pakollisista opintojaksoista sekä vaihtoehtoisista opintojaksoista, joista opiskelija voi valita opintojaksoja kiinnostuksensa mukaan. Opiskelija voi suorittaa laajan sivuaineen konstruktiotekniikasta tai valmistustekniikasta. Konetekniikan sivuaine on esitietovaatimuksena yllä mainituille laajoille sivuaineille.

Konetekniikka

Pakolliset (6 op)		*per.*	*op*
BK20A1901(*	Teknisen piirustuksen perusteet	1-2	2
BK20A2000(**	Valmistustekniikan perusteet	2	2
BK65A0700(***	Teknisen suunnittelun perusteet	1	2

*) Jos opiskelija suorittaa laajan sivuaineen konetekniikasta, tilalle suositellaan BK20A1700 Tekninen piirustus I

**) Jos opiskelija suorittaa laajan sivuaineen konetekniikasta, tilalle suositellaan BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi.

***) Jos opiskelija suorittaa laajan sivuaineen konstruktiotekniikasta, tilalle suositellaan BK65A0202 Teknisen suunnittelun peruskurssi

Lisäksi valitaan seuraavista vaihtoehtoisista opinnoista opintojaksoja siten, että yhdessä pakollisten opintojen kanssa sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä täyttyy. Opintojaksoja voi valita molemmista ryhmistä. Huom! Jos opiskelija suorittaa laajan sivuaineen valmistustekniikasta, opintojaksoja suositellaan valittavaksi valmistustekniikan opinnoista ja päinvastoin, jos opiskelijia suorittaa laajan sivuaineen konstruktiotekniikasta, opintojaksoja suositellaan valittavaksi konstruktiotekniikan opinnoista.

Valmistustekniikka		*per.*	*op*
BK20A0200	Hitsaustekniikan peruskurssi	3-4	5
BK20A0700	Metallioppi	1-2	5
BK50A1800	Tuotantotekniikka	3-4	5
BK90C0601	Metsäteollisuus I	1	5

Konstruktiotekniikka		*per.*	*op*
BK60A0001	Mekatroniikan peruskurssi	3-4	5
BK65A0100	Koneenosien suunnittelun peruskurssi	1-2	5
BK80A0100	Dynamiikka I	1-2	5
BK80A0401	Lujuusopin perusteet	3	3
BK80A1100	FE-analyysin peruskurssi	1-2	5
BK80A2100	Statiikan perusteet	1	3

Valmistustekniikka (esitietovaatimuksena konetekniikan sivuaine):

Pakolliset (6 op)		*per.*	*op*
BK50A0501	Tuotantotekniikan erityisopintojakso	3-4	6

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että yhdessä pakollisten opintojaksojen kanssa sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset		*per.*	*op*
BK20A0301	Hitsaustekniikan jatkokurssi	1-2	6
BK20A1000	Virtuaalihitsaus	3-4	3
BK30A0000	Sädetyöstö	3-4	5
BK90C0701	Metsäteollisuus II	2	5

Konstruktiotekniikka (esitietovaatimuksena konetekniikan sivuaine):

Pakolliset		*per.*	*op*
BK65A0300	Koneensuunnitteluoppi	3-4	6

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että yhdessä pakollisten opintojaksojen kanssa sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset		*per.*	*op*
BK60A0200	Mekatroniikka	1-2	6
BK70A0000	Simulation of a Mechatronic Machine	1-2	6
BK80A2202	Teräsrakenteet I	1-2	6
BK80A2500	Dynamiikka II	3-4	5

Esitietovaatimukset eivät koske sivuaineopiskelijoita, mutta on suositeltavaa, että opintojaksolla vaadittavat esitiedot täyttyvät.

Konetekniikan opintojaksot

Konetekniikka yhteiset

		op
BK10A0100	Individual Project Work	6
BK10A0300	Introduction to M.Sc. Studies	1
BK10A0401	Kandidaatintyö ja seminaari	10
BK10A0500	Johdatus konetekniikan opiskeluun	1
BK10A0600	Vertaistuutorointi	3
BK10A0900	Diplomityö ja seminaari	30
BK10A1000	Tutkimusmetodiikan seminaari	4
BK10A1100	Laboratory Work Course in Mechanical Engineering	10 - 30
BK10A1200	Research Methods and Methodologies	4
BK10A1300	Tekniikan kandidaatin tutkinnon työharjoittelu	2
BK10A1400	DI-tutkinnon työharjoittelu	2 - 10
BK10A1500	Master's Thesis and Seminar	30

Hitsaustekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Jukka Martikainen		*op*
BK20A0101	Materials Engineering	6
BK20A0200	Hitsaustekniikan peruskurssi	5
BK20A0301	Hitsaustekniikan jatkokurssi	6
BK20A0400	Modern Welding Technology	7
BK20A0500	Hitsausmetallurgia	5
BK20A0700	Metallioppi	5
BK20A1000	Virtuaalihitsaus	3
BK20A1600	Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi	5
BK20A1700	Tekninen piirustus I	5
BK20A1901	Teknisen piirustuksen perusteet	2
BK20A2000	Valmistustekniikan perusteet	2
BK20A2200	Basics of Welding Technology	3
BK20A2300	Hitsaustuotannon työkurssi	5

Lasertyöstön laboratorio

Johtaja: professori, TkT Antti Salminen		*op*
BK30A0000	Sädetyöstö	5
BK30A0600	Laser Based Products and Production Technology	5
BK30A0700	Laser Materials Processing	5
BK30A0801	Laboratory Course of Laser Processing Technology	4
BK30A0900	Additive Manufacturing	5

Konepaja- ja levytyötekniikan laboratorio

Johtaja: professori, TkT Juha Varis		*op*
BK50A0200	Tekninen piirustus II	5
BK50A0301	Levytyötekniikka	3
BK50A0501	Tuotantotekniikan erityisopintojakso	6
BK50A0601	Tuotantotekniikan laboratoriotyöt	6
BK50A0701	Advanced Production Engineering	6
BK50A1300	Converting and Forming of Fibre Based Packaging	5
BK50A1401	Packaging Lines and Machinery	7
BK50A1800	Tuotantotekniikka	5
BK50A1900	Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt	3
BK50A2000	Legislation on Packaging, Interaction of Package and the Content, Environmental Issues and Sustainability	5
BK50A2100	Printing and Package Design	6
BK50A2200	Design Methodologies and Applications of Machine Element Design	5
BK50A2300	Konstruktiomateriaalit ja niiden valinta	5
BK50A2400	Packaging Materials	5

BK50A2500	Coating and Lamination of Fibre Based Packaging Materials	5
BK50A2600	Principles of Chemistry, Paper Technology and Food Technology	5

Koneensuunnittelun laboratorio

Johtaja: tutkijaopettaja, TkT Marko Matikainen		*op*
BK60A0601	Process and Product Innovations	10
BK65A0100	Koneenosien suunnittelun peruskurssi	5
BK65A0202	Teknisen suunnittelun peruskurssi	7
BK65A0300	Koneensuunnitteluoppi	6
BK65A0700	Teknisen suunnittelun perusteet	2
BK65A0800	Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi	4
BK70A0000	Simulation of a Mechatronic Machine	6
BK70A0100	Koneen simuloinnin työkurssi	6
BK70A0201	Koneen simuloinnin erityisopintojakso	5
BK70A0500	Machine Dynamics	6

Teräsrakenteiden laboratorio

Johtaja: professori, TkT Timo Björk		*op*
BK80A0000	Statiikka	6
BK80A0100	Dynamiikka I	5
BK80A0300	Lujuusoppi I	6
BK80A0401	Lujuusopin perusteet	3
BK80A0501	Lujuusoppi II	6
BK80A1100	FE-analyysin peruskurssi	5
BK80A1200	FE-analysis Course	5
BK80A1300	FE-analyysin jatkokurssi	5
BK80A1401	Väsymiskestävyys	6
BK80A2100	Statiikan perusteet	3
BK80A2202	Teräsrakenteet I	6
BK80A2302	Teräsrakenteet II	6
BK80A2402	Teräsrakenteiden suunnitteluharjoitustyö	6
BK80A2500	Dynamiikka II	5

Kuitukomposiittilaboratorio

Johtaja: professori, TkT, MMT Timo Kärki		*op*
BK90C0501	Komposiittien jalostustekniikka	5
BK90C0601	Metsäteollisuus I	5
BK90C0701	Metsäteollisuus II	5
BK90C1101	Puurakenteiden perusteet	4
BK90C1601	Kuitutuotteiden työstötekniikka	6
BK90C1800	Green Fiber Materials	5

Älykkäiden koneiden laboratorio

Johtaja: professori, TkT Heikki Handroos		*op*
BK60A0001	Mekatroniikan peruskurssi	5
BK60A0200	Mekatroniikka	6
BK60A0500	Mekatroniikan työkurssi	6
BK60A0800	Fluid Power	5
BK60A0900	Mekatroniikan projektipäällikkökurssi	4
BK60A1000	Control of Mechatronic Machines	6
BK60A1100	Toimilaitteiden säätötekniikka	6

BK10A0100	*INDIVIDUAL PROJECT WORK*	*6 ECTS cr*
	Individual Project Work **Only for the students of Master's Degree Programme in Mechanical Engineering**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4	
Teacher(s)	Professors of the Degree Programme of Mechanical Engineering	
Aims	The aim of this course module is to prepare the student for a scientific approach in the M.Sc. thesis work. After having passed this course module the student is able to apply scientific research methods and carry out a research work.	
Content	The student will apply methods of engineering and/or research work to a design or production technology related project supervised by a professor, industrial representative or researcher/instructor. The work will be reported and presented.	
Modes of Study	10 h of lectures, 1st-4th period. 146 h of tutorials and independent projects, 1st-4th period. Total workload 156 h.	
Evaluation	Pass/Fail, based on written report and oral presentation.	
Prerequisites	Consent of supervising professor.	

BK10A0300	*INTRODUCTION TO M.SC. STUDIES*	*1 ECTS cr*
	Introduction to M.Sc. Studies	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1	
Teacher(s)	Information Specialist, M.Sc. (Tech.) Marja Talikka Study Coordinator in Charge, M.A. Minna Loikkanen Person in Charge: Study Coordinator in Charge, M.A. Minna Loikkanen	
Aims	A) The course provides the student with basic knowledge of studying at LUT in general and particularly at his/her faculty and degree programme. The course helps the student to plan his/her studies at LUT and follow the progress of his studies with a help of WebOodi's personal study plan. B) The student learns to use the Moodle learning base which is widely used at LUT. The key topic of the web course is to learn about information searching and the information sources available at LUT. After completing the course, the student knows how to search the Library online catalog Wilma and how to find printed and electronic material from the Academic Library collections and databases.	
Content	The Orientation Days activities. Degree requirements. Planning of Master's studies. Making of the electronic personal study plan at the ePSP workshop. Use of the Moodle learning base. The Academic Library collections and databases.	
Modes of Study	Participation in the Orientation Days activities 15 h, 1st period. Library tour 1 h, 1st period. Assignments of information searching, library use and databases on Moodle. Information sources and information retrieval, lecture and exercises 2 h, 1st period. ePSP workshop 2 h, 1st period. Independent study 6 h. Total workload 26 h.	
Evaluation	Pass/Fail	
Study materials	The Orientation Days, Study Guide, Information Searching course in Moodle, the Academic Library collections and databases.	

BK10A0401	***KANDIDAATINTYÖ JA SEMINAARI***	***10 op***
	Bachelor's Thesis and Seminar	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Pääaineen professorit ja tutkijaopettajat Vastuuhenkilö(t): nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala	
Tavoitteet	Opiskelija osaa käyttää tulevissa diplomi-insinöörityotkinnon opinnoissa tarvittavia tutkimusmetodeja ja työkaluja. Opiskelija kykenee yhdistämään teoriatiedon ja käytännön; opiskelija osaa siirtää yleisesti tunnettua tietoa käytännönsovelluksiin. Opiskelija kykenee itsenäiseen ja tavoitteelliseen työskentelyyn, osaa asettaa itselleen sekä tuloksia koskevia että aikataulullisia tavoitteita. Opiskelija osaa hankkia tietoa monipuolisesti ja osaa käyttää mm. sähköisiä tieteellisiä tietokantoja. Opiskelija osaa arvioida kriittisesti sekä omia että toisten laatimia teknisiä tieteellisiä raportteja ja antaa niistä rakentavaa palautetta. Opiskelija osaa oikeaoppisesti viitata lähteisiin ja muokata useasta lähteestä hankittua tietoa hyvin kirjoitetuksi tieteelliseksi asiatekstiksi.	
Sisältö	Kandidaatintyö on kandidaatintutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneisyytensä työn aiheeseen. Kandidaatintyö tehdään pääaineen opintojaksoon kuuluvana opinnäytetyönä. Työhön kuuluu seminaariesitys. Kandidaatintyössä pääpaino on kirjallisuustutkimuksessa, jota voidaan täydentää soveltuvin osin käytännön osuudella. Kandidaatintyö voidaan tehdä myös ryhmätyönä, mutta tällöin jokaisen opiskelijan osuus työssä on oltava selvästi nähtävissä. Opiskelija opponoi opiskelijakollegansa kandidaatintutkielman. Opintojaksoon kuuluu seminaari. Opintojakson yhteydessä suoritetaan kielikeskuksen tuottama opintojakso FV18A4001 Tekniikan tutkimusviestintä.	
Suoritustavat	3 h aloitusluento (osallistuminen aloitusseminaariin joko 1. tai 3. periodissa). Välinäytöt ja opponointi. 8 h kandidaatintyöseminaariin osallistuminen ja oman työn esittäminen. Omaehtoista työskentelyä, aloitus-, väli- ja päätöspalaverit ohjaavan opettajan ja työn teettäjän kanssa 249 h. Kokonaismitoitus 260 h. HUOM! Ilmoittaudu opintojaksolle WebOodin kautta 1. periodilla alkavien opintojaksojen ilmoittautumisen päättymispäivämäärään mennessä, tällöin saat periodin alkaessa oikeudet opintojakson Moodle-ympäristöön.	
Arvostelu	Opinnäytetyö 100 %, seminaariesitys hyväksytty/hylätty.	
Oppimateriaalit	Opintojakson materiaali on Moodlessa.	

BK10A0500	***JOHDATUS KONETEKNIIKAN OPISKELUUN***	***1 op***
	Introduction to Studies of Mechanical Engineering	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	Eri luennoitsijoita. yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta	
Tavoitteet	Opiskelija tutustuu teknilliseen tiedekuntaan, konetekniikan koulutusohjelmaan ja yliopisto-opiskeluun. Opiskelija osaa suunnitella opintojansa ja seurata niiden edistymistä omien tavoitteidensa mukaisesti. Opiskelija tutustuu sekä yliopiston tiedekirjastoon että konetekniikan laitoksen kirjastojen palveluihin sekä oppii konetekniikan tiedonhaun alkeet.	
Sisältö	Tiedekuntakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla tekniikan kandidaatin tutkinnon ja diplomi-insinöörin tutkintojen yleisrakenteet ja niihin sisältyvät osiot. Opiskelija hahmottaa opintojensa opintopolun sekä henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintopolun eri vaiheessa. Opiskelija hahmottaa tiedekunnan opintopalvelujen kokonaisuuden ja osaa etsiä omiin opintoihinsa liittyvää neuvontamateriaalia sekä neuvontahenkilöstöä. Opiskelija	

	saa tietoa kv-harjoittelusta ja kv-opiskelijavaihdosta ja kykenee tarvittaessa hankkimaan lisätietoa. Koulutusohjelmakohtainen osuus: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla konetekniikan koulutusohjelman tutkintojen rakenteet, käsittää henkilökohtaisen opintosuunnitelman merkityksen opintojen suunnittelussa ja osaa laatia henkilökohtaisen opintosuunnitelman koko opintojen ajalle. Opiskelija tunnistaa kirjaston tarjoamat palvelut ja osaa konetekniikan tiedonhaun alkeet kirjaston palveluja hyödyntäen.
Suoritustavat	Pakolliset tiedekuntakohtaiset luennot 3 h, 1. periodi. Pakolliset koulutusohjelmakohtaiset luennot 4 h, 1. periodi. Kirjastokäynti 1 h, 1. periodi. Hyväksytysti suoritetut oppimistehtävät Tiedonhaun perusteet-verkkokurssilla 1. periodi. Henkilökohtaisen opintosuunnitelman (HOPS) laatiminen sekä tekniikan kandidaatin että diplomi-insinöörin opintojen ajalle, 1. periodi. Omaehtoista työskentelyä 18 h. Kokonaismitoitus 26 h. HUOM! Luennot eivät ole pakollisia aiemman yliopisto- tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneille.
Arvostelu	hyväksytty-hylätty
Oppimateriaalit	Tiedohaun perusteet-verkkokurssin verkkomateriaali sekä luennoilla jaettava materiaali. Moodle.

BK10A0600	***VERTAISTUUTOROINTI***	***3 op***
	Peer Student Tutoring	
Ajankohta	periodi 4, 1 – 2	
Opettaja(t)	Opintojakson toteuttamisesta vastaa opintopalvelut yhteistyössä koulutusohjelmien ja ylioppilaskunnan kanssa. Vastuuhenkilö(t): Opintotoimiston päällikkö Päivi Taipale Opettajatuutori N.N. (konetekniikan koulutusohjelma)	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yliopiston opiskeluympäristön kokonaisuutena ja sen keskeisimmiltä osiltaan. Hän osaa neuvoa uutta opiskelijaa LUT:n opiskelun käytännöissä ja tukea uutta opiskelijaa opinnoissa alkuun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa toimia pienryhmäohjaajana.	
Sisältö	Tuutoritoiminnan merkitys, pienryhmänohjaus- ja vuorovaikutustaidot, ajanhallinta ja motivaatio opiskelussa, uusien opiskelijoiden tutustuttaminen yliopistoon, opiskeluun ja opiskelijayhteisöön sekä opiskelussa tarvittaviin työvälineisiin.	
Suoritustavat	Tuutorit valitaan helmi-maaliskuussa, erikseen ilmoitetun haun perusteella. Koulutus alkaa 4. periodilla järjestettävillä pakollisilla koulutustilaisuuksilla ja päättyy seuraavan lukuvuoden 2. periodin lopussa. Koulutus sisältää luentoja opiskeluun ja pienryhmäohjaukseen liittyvistä asioista, toiminnallisia harjoituksia ja ryhmätyöskentelyä, verkkotehtäviä ja perehtymistä koulutusohjelmakohtaisiin asioihin. Tuutori ohjaa uusien opiskelijoiden pienryhmää syksyllä ensimmäisen periodin aikana ja kokoontuu ryhmän kanssa noin kymmenen kertaa. Tuutori vastaa palautekyselyyn, laatii kirjallisen loppuraportin ja osallistuu loppupalautetilaisuuteen. Koulutustilaisuuksia 16 h, verkkotehtävät ja muu itsenäinen työskentely 12 h 4. periodi. Koulutustilaisuus 6 h elokuun lopussa, oman pienryhmän tuutorointi 20 h, verkkotehtävät, loppuraportti ja muu itsenäinen työskentely 14 h ja palautetilaisuus 2 h, 1. ja 2. periodi. Kokonaismitoitus 70 h.	
Arvostelu	hyväksytty-hylätty.	
Oppimateriaalit	Erikseen jaettava materiaali koulutuksen yhteydessä ja verkkomateriaali (Moodle).	

BK10A0900	***DIPLOMITYÖ JA SEMINAARI***	***30 op***
	Master's Thesis and Seminar	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	Pääaineen professori(t) ja tutkijaopettajat Vastuuhenkilö(t): nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala	
Tavoitteet	Opiskelija kykenee yhdistämään teoriatiedon ja käytännön; hän osaa hyödyntää teoriatietoa käytännönläheisten ja abstraktien tutkimusongelmien ratkaisussa ja käsittelyssä. Opiskelija kykenee itsenäiseen ja tavoitteelliseen työskentelyyn, osaa asettaa itselleen sekä tuloksia koskevia että aikataulullisia tavoitteita. Opiskelija osaa johtaa kompleksisia projekteja. Opiskelija osaa perustella saamistaan tutkimustuloksista johdetut päätelmät käyttämällä systemaattista analyyttista ajattelutapaa. Opiskelija hallitsee laajan ja monipuolisen tieteellisen tiedonhankintataidon.	
Sisältö	Diplomityö on diplomi-insinöörin tutkinnon opinnäyte, jolla opiskelija osoittaa perehtyneisyytensä valittuun ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti ja yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Diplomityö on tutkimustehtävä, noin 6 kuukauden työpanoksen vaativa pääaineen syventäviin opintoihin liittyvä opinnäytetyö. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä diplomityö itsenäisesti tehtyjen suunnitelmien ja tavoitteiden mukaisesti. Opintojaksoon kuuluu seminaarit.	
Suoritustavat	Opiskelija kirjoittaa työstä diplomityöohjeiden mukaisen opinnäytteen, jossa opiskelija esittelee opinnäytteen tekemisen vaiheet, käytetyt menetelmät ja tulokset perusteluineen. Diplomityöhön liittyy posteriseminaari. Seminaareissa on läsnä diplomityötä aloittavia ja valmistumisvaiheessa olevia DI-opiskelijoita ja heidän opettajiaan. Vuorollaan diplomityönsä loppuvaiheessa jokainen diplomityöntekijä esittelee lyhyesti työnsä tavoitteineen, sisältöineen ja tuloksineen seminaarin kuulijoille. Opintojakson suorittaminen edellyttää kuuden (6) seminaariesityksen seuraamista sekä seminaariesitelmän pitämistä omasta diplomityöstä työn loppuvaiheessa. Seminaarit: 4 h. Omaehtoista työskentelyä ja aloitus-, väli- ja päätöspalaverit ohjaavan opettajan ja työn teettäjän kanssa 776 h. Kokonaismitoitus 780 h. Seminaarien kuuntelupisteet ovat voimassa koko opiskelijan opiskeluajan.	
Arvostelu	0-5, diplomityö 100 %. Hyväksytysti suoritettu seminaariesitys ja seminaarien kuuntelut.	
Oppimateriaalit	LUT opinnäyteohjeet. Diplomityöseminaariin liittyvät ohjeet Moodlessa.	

BK10A1000	***TUTKIMUSMETODIIKAN SEMINAARI***	***4 op***
	Research Methods Seminar **Opintojakso sisältyy AIMO-maisteriohjelmaan.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Harri Eskelinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - suunnitella, johtaa ja toteuttaa tutkimustyön tiedeyhteisössä vakiintuneita ja tiedeyhteisön hyväksymiä tutkimuksen suunnittelua, toteuttamista ja tutkimustulosten raportointia koskevia käytäntöjä noudattaen - vertailla, valita ja käyttää tutkimuksessa eri teollisuuden aloilla ja yrityksissä vakiintuneita, kunkin alan tai yrityksen hyväksi havaitsemia toimintatapoja tutkimuksen käytännön läpiviennissä - laatia tiedeyhteisön hyväksymän mallin mukaisen tutkimussuunnitelman ja –raportin.	
Sisältö	Tieteellisyyden kriteerit. Tieteellinen tutkimustyö tekniikan aloilla. Laadullisen ja määrällisen analyysin perusteita. Näkökulmia numeeristen tulosten	

	esittämiseen ja analysointiin. Kirjallisuustutkimuksen ja haastattelujen suorittaminen. Organisaation “hiljaisen tiedon” käyttäminen. Tutkimussuunnitelman rakenne. Tutkimusraportin rakenne ja kirjoittaminen. IMRAD- rakenteen käyttäminen raportoinnissa. Opintojaksolla harjoitellaan myös tutkimustulosten esittämistä tieteellisiä konferensseja varten sekä opponointia.
Suoritustavat	Luentoja 24 h. Tutkimussuunnitelman laadinta, seminaariesitykset ja opponointi 40 h. Omaehtoista työskentelyä 40 h. Kokonaismitoitus 104 h.
Arvostelu	0-5, seminaarityö 60 %, seminaariesitys 20 % ja opponointi 20 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Eskelinen & Karsikas, Tutkimusmetodiikan perusteet - Tekniikan alan oppikirja, 2012.
Edellytykset	Suositellaan FV11A8900 Academic Writing in English.

BK10A1100	***LABORATORY WORK COURSE IN MECHANICAL ENGINEERING***	***10 - 30 ECTS cr***
	Laboratory Work Course in Mechanical Engineering **The course is mainly intended for foreign visiting students. The students register for the course by contacting the supervisor.**	
Teacher(s)	N. N. Person in Charge: Head of the Laboratory	
Aims	To give the student a deeper understanding on mechanical engineering in a specialized area.	
Content	A specific project which is done in one of the laboratories of the department. The project is planned together with the supervisor(s) and consists mainly of laboratory work, literature work and report writing. The course may contain lectures and seminars. The project may also be planned together with industry and then carried out at some industrial location.	
Modes of Study	The amount of work hours in the project will determine the amount of credits, e.g. three months of work would give 15 ECTS cr. Credits will be granted when the final report is delivered. Extra credits can be received if specific examinations are made.	
Evaluation	0-5 or pass/fail, depending on the project carried out.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BK10A1200	***RESEARCH METHODS AND METHODOLOGIES***	***4 ECTS cr***
	Research Methods and Methodologies	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Harri Eskelinen	
Aims	After having passed this course module the student is able to: - plan, lead and organize the research project according to the established scientific practices and procedures - compare, choose and utilize proper scientific practices to carry out research projects in industrial environments - write and present a scientific research plan and research report	
Content	Learning outcomes: Criteria to evaluate scientific contribution. Scientific research projects in engineering science. Principles of qualitative and quantitative analysis. Viewpoints of how to illustrate the results of quantitative analysis. Different means to carry out literature reviews, interviews and surveys. Utilization of silent knowledge. Contents and structures of research plans and research	

	structures based on IMRAD-principle. Viewpoints of writing scientific articles and conference papers. Practical advice about making a conference presentation. Guidelines of acting as an opponent in a scientific conference or seminar.
Modes of Study	Lectures 14 h, 1st period. Exercises 28 h, 1st-2nd period. Independent study 48 h, 1st-2nd period. Seminar 14 h, 1st-2nd period. Total workload 104 h.
Evaluation	0-5, exercises 30%, seminar 70%.
Study materials	Lectures.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK10A1300	***TEKNIIKAN KANDIDAATIN TUTKINNON TYÖHARJOITTELU*** ***2 op***
	Work Internship in Bachelor's Degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**
Ajankohta	TkK 1-3
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, DI Jari Selesvuo
Tavoitteet	Opiskelija tietää käytännön omakohtaisen kokemuksen avulla, mitä on palkkatyö, millaista on työskentely työnantajan palveluksessa, mitkä ovat työelämän peruspelisäännöt työntekijän näkökulmasta ja miten työyhteisössä toimitaan.
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn tekniikan kandidaatin tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävän työsuhteen kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Kandidaatintyön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua). Yhteensä 52 h.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BK10A1400	***DI-TUTKINNON TYÖHARJOITTELU*** ***2 - 10 op***
	Work Internship in Master's Degree **Opintojaksolle ei ilmoittauduta (harjoitteluanomuksen jättäminen tiedekuntaan korvaa ilmoittautumisen).**
Ajankohta	DI 1-2
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, DI Jari Selesvuo
Tavoitteet	Opiskelijalla on perustuntemus jostakin oman alan työstä, työympäristöstä ja työyhteisöstä. Hän osaa soveltaa jo hankittuja tietoja ja taitoja johonkin oman alansa työhön.
Sisältö	Opiskelija hakeutuu yritykseen (kesä)töihin, työskentelee siellä työntekijänä palkallisessa työsuhteessa, pyytää työstä työtodistuksen ja hyväksyttää työn DI-tutkinnon harjoitteluksi. Harjoitteluun hyväksyttävien työsuhteiden kesto on vähintään 4 viikkoa kokoaikaisessa työsuhteessa. Diplomityön tekemistä ei hyväksytä harjoitteluksi. Harjoittelun tarkastajan harkinnan mukaan

	harjoitteluksi voidaan hyväksyä myös ennen opintojen alkamista tehty työ, jota ei ole ole hyväksytty opiskelijan aiempiin tutkintoihin.
Suoritustavat	Ensimmäiset 2 opintopistettä: työn hakua ja rekrytointia 10 h, työsuhteen aloittamiseen liittyviä tehtäviä (esim. perehdytys, työsuhteen ja työpaikan pelisäännöt) 15 h, työyhteisön toimintojen havainnointia työnteon ohessa (esim. töiden/tuotannon organisointitavat, johtaminen, työyhteisön/tiimien työskentelytavat, työpaikan sosiaalinen toiminta) 22 h, kirjallinen harjoitteluraportti 5 h (laajuus 2-3 sivua), yhteensä 52 h. Opintopisteet 3-10: yrityksen työtehtävissä työskentelyä 26-208 h (1 op/26 h). Pakollisen harjoittelun osuus on 6 op.
Arvostelu	Hyväksytty-hylätty, harjoitteluraportti 100 %.

BK10A1500	***MASTER'S THESIS AND SEMINAR***	***30 ECTS cr***
	Master's Thesis and Seminar, Diplomityö ja seminaari **In Master's degree programmes taught in English, the Master's thesis is always prepared in English.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-4	
Teacher(s)	Professors and researcher/teachers of the major subject Person in Charge: Doctoral Student, M.Sc. (Tech.) Merja Huhtala	
Aims	The Master's thesis is the final project of the Master's degree, which demonstrates the student's knowledge of a topic of scientific or societal importance in the professional field in question. Student is able to combine theory and practice: he/she can exploit theory in solving problems in scientific research. The student is capable of independent and target-oriented working, can set goals for him/her self concerning results and time schedules. The student manages extensive and versatile data acquisition knowhow.	
Content	The Master's thesis is a research project by nature, which requires approximately 6 months of work. It is related to the student's major subject and its topic is agreed on by the supervisor and the student together. During the work, student must show capability to work independently according to defined plans and goals. Course includes seminars.	
Modes of Study	The Master's thesis is a written report on the research work involved, presenting the stages of the work, the methods, results and explanations. Thesis includes a seminar, where are present students who are starting to write the Master's thesis and students who are about to graduate, and their supervisors. In the final stages, each student in his/her turn represents briefly their work's goals, content and results. Student must participate other seminars (listen at least 3 seminars) before starting his/her own thesis, and also have his/her own at the end of the work. Introductory lecture 3 h, 1st or 3rd period. Seminars 2 h, 2nd period. Independent study 775 h. Total workload 780 h. Seminar listening points are valid till the student will graduate.	
Evaluation	0-5, Master's thesis 100%. Seminars passed; students have to attend at least 3 seminars and give their own.	
Study materials	LUT Master's thesis instructions. Seminar instructions in Moodle.	

BK20A0101	***MATERIALS ENGINEERING***	***6 ECTS cr***
	Materials Engineering	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Raimo Suoranta	

	Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Paul Kah
Aims	After having passed this course module the student is able to: - utilize the basics of physical metallurgy and is able to explain the relationship between physical metallurgy and material properties - select proper material according to functionality and economics.
Content	The structure of steel, plastic deformation, restoration, hardening, heat treatment methods. Selecting materials according to strength, toughness, corrosion resistance, wear resistance. Manufacturability. Light metals and non-metallic materials. LCC. Systems for selecting materials.
Modes of Study	Lectures 24 h, 1st-2nd period. Independent study 132 h, 1st-2nd period. Total workload 156 h.
Evaluation	0-5, examination 80%, tutorials 20%.
Study materials	Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK20A0200	***HITSAUSTEKNIIKAN PERUSKURSSI*** ***5 op***
	Welding Technology, Basic Course
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta yliopisto-opettaja, TkT Jukka Karhula
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - ottaa huomioon hitsauksen erityispiirteet konepajatuotannossa - valita hitsausprosessin yksinkertaisten tuotannon reunaehtojen mukaisesti - laskea tavallisimmille hitsausprosesseille ominaisen lämmöntuonnin ja sen vaikutuksen rakenneterästen hitsauksessa. Harjoituksissa opiskelijat oppivat hitsaustekniikan tärkeimmät alueet hakemalla vastaukset harjoitusten esitietokysymyksiin itsenäisesti, mutta samalla yhteistyössä vertaisryhmän kanssa. Tällä tavoin opiskelijat oppivat ryhmätyöskentelytaitoja, joita tarvitaan opiskelun jälkeisessä työelämässä. Samalla opiskelijat oppivat ottamaan vastuun omasta opiskelustaan ja oppivat hyödyntämään ulkopuolista apua kriittisesti tarkastellen. Päästessään suorittamaan erilaisia hitsausprosesseja omakätisesti opiskelijat oppivat ja omaksuvat erilaisia työskentelytapoja sekä työturvallisuustoimenpiteitä käytännössä. Harjoitustilanteissa opitaan myös yhteisöllinen kurssikavereiden työturvallisuudesta huolehtiminen.
Sisältö	Hitsauksen peruskäsitteet ja terminologia. Hitsausprosessien fysikaaliset perusteet. Perustiedot konepajoissa yleisesti käytössä olevista hitsaus- ja leikkausprosesseista ja niiden toimintaperiaatteista. Perustiedot sopivan hitsausprosessin valinnasta eri kohteisiin. Hitsaavan konepajan tuotanto suunnittelusta valmistukseen. Eri materiaalien hitsattavuuden perusteet. Hitsauksen laadunhallinnan perusteet. Hitsauksen tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden perusteet. Hitsauksen työturvallisuus.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Laboratorioharjoituksia 36 h. Omaehtoista työskentelyä 66 h. Tentti. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoituksissa arvioidaan opiskelijan kykyä etsiä ja omaksua hitsaustekniikan perustietoja erilaisista tietolähteistä sekä kykyä ymmärtää ja oppia erilaisia hitsausprosesseja.
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.
Edellytykset	Suositellaan BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A0301	***HITSAUSTEKNIIKAN JATKOKURSSI***	***6 op***
	Welding Technology, Advanced Course	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Jukka Martikainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - kehittää hitsaavan konepajan tuotantoa ottaen huomioon yrityksen erityispiirteet hyödyntämällä hitsausmenetelmien tehostamista, hitsausaineiden tehokasta käyttöä, mekanisointia ja robotisointia sekä kustannustehokkuusnäkökulmia - toimia hitsaavan konepajan tuotantopäällikkönä, jolloin hän saa valmiudet organisoida ja hoitaa kompleksisia hitsaavan tuotannon projekteja sekä valmiuksia ihmisten johtamiseen - johtaa hitsaavan konepajan laatutyöskentelyä.	
Sisältö	Hitsaavan teollisuuden kilpailukyky. Hitsauksen tuottavuus, taloudellisuus ja laatu. Hitsaustuotannon tehostamiskeinot. Hitsauskustannukset. Hitsaavan tuotannon matemaattiset mallinnusmenetelmät ja niiden soveltaminen. Hitsausaineet. Hitsauksen mekanisointi ja robotisointi. Mekanisointi- ja robotisointilaitteistot sekä -järjestelmät. Ohjelmointitavat. Adaptiivinen hitsaus. Hitsaustuotannon virtuaalimallinnus. Railonvalmistusmenetelmät. Hitsatun rakenteen suunnittelu. Hitsauksen mallinnus ja simulointi. Hitsaavan konepajan laatu-, ympäristö- ja turvallisuusjärjestelmät. Hitsauksen koordinointi ja laatuvaatimukset ISO 3834. Hitsiluokat ja tarkastus. Hitsausohje WPS ja menetelmäkoe. Hitsauksen tulevaisuuden skenaariot.	
Suoritustavat	Luentoja ja seminaareja 28 h, 1.-2. periodi. Laboratorioharjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Seminaarityö 35 h, 1.-2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 65 h. Kokonaismitoitus 156 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, seminaarityö 20 %. Opintojaksolla arvostellaan virtuaalikonepajaan tehty hitsaavan tuotannon kehitystehtävä. Johtamista harjoitellaan ja arvostellaan pienryhmätyöskentelyn avulla.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste ja osia hitsaustekniikan alan kirjoista.	
Edellytykset	BK20A0200 Hitsaustekniikan peruskurssi suoritettuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK20A0400	***MODERN WELDING TECHNOLOGY***	***7 ECTS cr***
	Modern Welding Technology **Course can not be included in the same degree as BK20A2200 Basics of Welding Technology**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Raimo Suoranta Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Paul Kah	
Aims	After having passed this course module the student is able to: - identify and define the special features welding in production and product design - select proper processes and welding procedures for different materials.	
Content	Productivity, economy and quality in welding. Welding costs. Productive and efficient new welding processes. Weldability of the most common materials. Mechanization and robotization of welding. Basics of design of welded structures. Bevelling methods. The quality, environmental and safety in welding workshop.	
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Tutorials 14 h, seminar, 1st-2nd period.	

	Independent study 140 h. Total workload 182 h.
Evaluation	0-5, examination 80%, seminar 20%.
Study materials	Lecture notes. Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK20A0500	***HITSAUSMETALLURGIA***	***5 op***
	Welding Metallurgy	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Jukka Martikainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - ennustaa eri materiaalien hitsauksessa syntyvät makro- ja mikrorakenteet ja vertailla niiden ominaisuuksia sekä suunnitella tämän perusteella sopivan hitsausmenettelytavan - yleistää materiaalien hitsauksen aiheuttamaa metallurgista käyttäytymistä koskevaa tutkimustietoa käytännön kompleksisiin sovelluskohteisiin - päätellä ja perustella miten vaativienkin materiaalien hitsaus tulee suorittaa.	
Sisältö	Hitsattavuus-käsite. Hitsisulan jähmettyminen ja kiinteän tilan muutokset. Hitsausliitoksen vyöhykkeet ja mikrorakenteet sekä niihin vaikuttavat tekijät. Syntyvien mikrorakenteiden ennustaminen matemaattisia malleja soveltamalla. Sekoittuminen ja suotautuminen. Hitsausenergia ja lämmöntuonti. Halkeama- ja murtumisilmiöt: kuumahalkeama, kylmähalkeama, myöstöhalkeama, lamellirepeämä sekä sitkeä ja haurasmurtuma. Halkeamailmiöiden syntyyn ja kehittymiseen liittyvät ennustemenetelmät. Hitsattavuuskokeet. Hitsausliitoksen ja hitsin metallurginen laatu. Lämpösykli. Hitsausliitoksen ja hitsin tutkimusmenetelmät: makroskopia ja mikroskopia. Hitsausliitoksen korroosio. Eri materiaalien hitsattavuusominaisuudet: seostamattomat, niukkaseosteiset ja runsasseosteiset teräkset, valuteräkset ja -raudat, alumiinit, kuparit, titaanit, magnesiumit ja nikkelit sekä sekaliitokset. Ei-metallisten materiaalien hitsattavuus.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Laboratorioharjoituksia 14 h, 3.-4. periodi. Harjoitus- ja seminaarityö 28 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 60 h. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitus- ja seminaarityö 20 %. Arvostelussa otetaan huomioon itsenäiseen tieteelliseen työskentelyyn valmentavien harjoitus- ja seminaaritöiden suoritus.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Soveltuvin osin: Kou S., Welding Metallurgy, 2003. Easterling, K., Introduction to the Physical Metallurgy of Welding, 1983. Lancaster J.F., Metallurgy of Welding, 1980. Moodle.	
Edellytykset	BK20A0700 Metallioppi ja BK20A0200 Hitsaustekniikan peruskurssi suoritettuina.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK20A0700	***METALLIOPPI***	***5 op***
	Physical Metallurgy	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkT Jukka Karhula	
Tavoitteet	Tämän opintojakson hyväksytysti suoritettuaan opiskelija osaa:	

	- tunnistaa metallien ja metalliseosten rakenteet - selittää metallien ja metalliseosten käyttäytymisen perusteet ja terästen rakennemuutokset - käyttää ja toteuttaa yleisimpiä lämpökäsittelyjä - selittää teräksen valmistuksen perusteet - käyttää yleisimpiä aineenkoetusmenetelmiä - käyttää metallisten koneenrakennusmateriaalien perusominaisuuksia yksinkertaisten materiaalinvalintatehtävien ratkaisuissa. Harjoituksissa opiskelijat oppivat metalliopin perusteiden tärkeimmät alueet eli tarkentavat ja täydentävät pääsisältöjen omaksumista hakemalla vastaukset harjoituskysymyksiin omatoimisesti, mutta samalla yhteistyössä vertaisryhmän kanssa. Tällä tavoin opiskelijat oppivat ryhmätyöskentelytaitoja, joita tarvitaan opiskelun jälkeisessä työelämässä. Samalla opiskelijat oppivat ottamaan vastuun omasta opiskelustaan sekä oppivat hyödyntämään vertaisryhmän ja opettajan apua kriittisesti tarkastellen. Metallioppi-opintojaksolla opiskelijat omaksuvat itselleen hyvät pohjatiedot metallurgian syventäviä opintoja (esimerkiksi hitsausmetallurgia), ja eritoten tulevaa työelämää varten.
Sisältö	Metallien rakenne, plastinen muodonmuutos ja muokkauslujittuminen, elpyminen, metalliseosten tasapainotila ja tasapainopiirrokset, metallisulatteen jähmettyminen, erkautuminen, rauta-hiili-seosten rakennemuutokset, terästen lämpökäsittelymenetelmiä, katsaus metallisiin koneenrakennusmateriaaleihin, raakaraudan ja teräksen valmistus, metallien tutkiminen ja aineenkoetus, metallien korroosio sekä metallien muita ominaisuuksia. Terästen fysikaalisten ominaisuuksien sisäistäminen austeniitin hajaantumisesta lähtien.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %, harjoitukset on suoritettava hyväksytysti ennen tenttiä. Hyvin suoritetut harjoitukset voivat korottaa tenttiarvosanaa yhdellä numerolla, paitsi arvosanoja 0 ja 5. Tentissä arvioidaan opiskelijan kykyä oppia metalliopin perusasioita ja kykyä soveltaa oppimaansa teoriaa todellista vastaaviin esimerkkitapauksiin. Harjoituksissa arvioidaan opiskelijan kykyä etsiä ja omaksua oikeita vastauksia metalliopin peruskysymyksiin. Osasuoritukset ovat voimassa toistaiseksi.
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Valorinta V., Koneenrakentajan Metallioppi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A1000	***VIRTUAALIHITSAUS***	***3 op***
	Virtual Welding	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tuntiopettaja, DI Esa Hiltunen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - suunnitella hitsaavan konepajan toimintaa tietotekniikan tarjoamia apuvälineitä käyttäen - mallintaa robottihitsausjärjestelmän ja simuloida sen toimintaa - valita ja vertailla simulointiohjelmistoja ja muita hitsauksen apuohjelmistoja.	
Sisältö	Robottihitsausjärjestelmän työkiertojen mallinnus, simulointi, analysointi sekä optimointi hyödyntäen nykyaikaisia tietokonesovelluksia. Virtuaalitekniikan käyttö vaihtoehtoisten hitsausrobottiasemien kokoonpanojen suunnittelussa. Hitsausrobotin mekanismien liikkeiden virtuaalimallinnustekniikat. Teollisuusrobottien rakenteet ja toimintaperiaatteet. Tuottavan robottihitsauksen suunnittelunäkökohdat ja hitsauksen prosessiparametrien määritys osana kokonaisvaltaista simulointia.	
Suoritustavat	Luentoja 2 h, 3. periodi. Harjoituksia 10 h, 3.-4. periodi.	

	Ryhmätyönä tehtävä harjoitustyö 28 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 38 h. Kokonaismitoitus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyö 30 %.
Oppimateriaalit	Moodlessa.
Edellytykset	BK20A0200 Hitsaustekniikan peruskurssi suoritettuna. Suositellaan BK20A0301 Hitsaustekniikan jatkokurssi harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A1600	***METALLIOPIN JA VALMISTUSTEKNIIKAN PERUSKURSSI*** ***5 op***
	Introduction to Physical Metallurgy and Manufacturing Technology
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - vertailla teollisuuden tavallisimmissa sovelluskohteissa yleisesti käytettäviä teräksiä, alumiini- ja titaaniseoksia - ryhmitellä lastuavia, muovaavia, leikkaavia ja liittäviä valmistusmenetelmiä niille tyypillisimpien käyttökohteiden mukaan - laatia tiivistetyn raportin koneenosan valmistusmenetelmästä ja käytetystä materiaalista - ideoida ja kehittää konstruktiivisia ratkaisuja tuotekehitysryhmän jäsenenä.
Sisältö	Materiaaliominaisuudet. Aineenkoetuskokeet. Tavallisimpien metallisten materiaalien kiderakenteet ja niiden vaikutukset materiaalien käyttäytymiseen. Teräksen valmistusprosessi. Teräkset. Kevytmetallit. Valumetallit. Muovit. Nykyaikaisen materiaaliteknologian kehityskohteet. Materiaalien käyttökohteet ja valintakriteerit. Valaminen. Jauhemetallurgia. Muovaavat ja ainetta irrottavat työstömenetelmät. Lastuava työstö. Liittäminen. Lasertyöstö. Materiaalien kierrätys. Projektityöskentely.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia. Harjoitustyö 30 h, 1.-2. periodi. Projektityöskentelyä sekä omaehtoista työskentelyä 72 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 90 %, harjoitustyö 10 %.
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A1700	***TEKNINEN PIIRUSTUS I*** ***5 op***
	Technical Drawing I
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta yliopisto-opettaja, TkT Jukka Karhula
Tavoitteet	Tämän opintojakson hyväksytysti suoritettuaan opiskelija osaa: - tuottaa projektityössä sekä opinnoissa myöhemmin tarvittavia teknisen suunnittelun dokumentteja sekä käyttää hyväkseen tietokoneavusteista tietoa erilaisissa tuotteen suunnittelu- ja valmistusympäristöissä - mitoittaa yksinkertaisia, lastuamalla valmistettavia tuotteita ja osia SFS-EN-standardien mukaisesti. Harjoituksissa opiskelijat oppivat hahmottamaan kappaleet kolmiulotteisina, kuvaamaan niiden erilaisia projektioita sekä suunnittelemaan ja toteuttamaan kappaleiden mitoittamiset yksinkertaisimmat valmistusnäkökohdat huomioon ottaen.
Sisältö	Perustiedot teknisten piirustusten laadintaa käsittelevistä standardeista, tiedon käsittelystä ja tiedon siirrosta. Piirustusohjeet. Mitoitusperiaatteet. 3-D

	mallinnuksen perusteet ja eri mallinnusvaihtoehdot. Pinta- ja tilavuusmallit. Hydrauliikan toimintakaaviot. Tärkeimpien teknisten prosessien instrumentointi- ja toimintakaaviot.
Suoritustavat	Luentoja 24 h, 1.-2. periodi. Harjoitustöitä 28 h, 1.-2. periodi. Projektityöskentelyä sekä omaehtoista työskentelyä 78 h. Tentti. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %, harjoitukset on suoritettava hyväksytysti ennen tenttiä.
	Harjoituksissa arvioidaan opiskelijan kykyä oppia ja ymmärtää kolmiulotteisen maailman kuvaamista oikein sijoiteltuina kaksiulotteisina projektioina sekä järkiperäistä kappaleiden koon ilmaisemista mittalukujen sijoittamisen osalta. Samalla arvioidaan myös kappaleiden valmistuksen perusteiden ymmärtämistä.
Oppimateriaalit	Heikkilä, Matti: Tekniset piirustukset. Luentomateriaali.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A1901	***TEKNISEN PIIRUSTUKSEN PERUSTEET 2 op***
	Basics of Technical Drawing **Opintojaksoa ei voi sisällyttää konetekniikan koulutusohjelman tekniikan kandidaatin eikä diplomi-insinöörin tutkintoon.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - selittää tyypillisten teknisen suunnittelun dokumenttien sisällön - perusteet tietokoneavusteisen tiedon hyväksikäytöstä.
Sisältö	Perustiedot tarvittavista standardeista teknisiä piirustuksia laadittaessa, tietoa käsiteltäessä ja siirrettäessä. Piirustusohjeet ja mitoituksen perusteet. Tärkeimpien teknisten prosessien instrumentointi- ja toimintakaaviot.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 1. periodi. Harjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 10 h. Kokonaiskuormitus 52 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Heikkilä, Matti: Tekniset piirustukset. Luentokalvot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A2000	***VALMISTUSTEKNIIKAN PERUSTEET 2 op***
	Introduction Manufacturing Technology **Opintojaksoa ei voi sisällyttää konetekniikan koulutusohjelman tekniikan kandidaatin eikä diplomi-insinöörin tutkintoon.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 2
Opettaja(t)	yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija: - tuntee metalliteollisuudessa yleisesti käytettävät valmistusmenetelmät ja kunkin valmistusmenetelmän tyypilliset käyttökohteet - tuntee materiaalien pääryhmät ja niiden keskeiset ominaisuudet.
Sisältö	Muovaavat ja ainetta irrottavat työstömenetelmät. Lastuava työstö. Liittäminen. Lasertyöstö. Eri materiaaleja valmistettavuuden kannalta.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 2. periodi.

	Omaehtoista työskentelyä 38 h. Kokonaiskuormitus 52 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Ilmoitetaan luennoilla.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK20A2200	***BASICS OF WELDING TECHNOLOGY***	***3 ECTS cr***
	Basics of Welding Technology **Course can not be included in the same degree as BK20A0400 Modern Welding Technology**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 2	
Teacher(s)	University Lecturer, Lic.Sc. (Tech.) Raimo Suoranta	
Aims	After having passed this course module the student is able to: - identify and define the special features of quality management in production of welded constructions and - evaluate the influence of welding to material properties.	
Content	Productivity, economy and quality in welding. Welding costs. Weldability of the most common materials. Basics of mechanization and robotization of welding. Basics of design of welded structures. Quality management.	
Modes of Study	Lectures 14 h, 2nd period. Independent study 64 h. Total workload 78 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Lecture notes.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BK20A2300	***HITSAUSTUOTANNON TYÖKURSSI***	***5 op***
	Practical Course in Welding Production	
Ajankohta	DI 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Jukka Martikainen yliopisto-opettaja, TkL Raimo Suoranta Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Jukka Martikainen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - vertailla kokonaisvaltaisesti hitsaustuotannon tuottavuuteen, taloudellisuuteen ja laaduntuottokykyyn vaikuttavia tekijöitä - kehittää hitsaustuotantoa kokonaisvaltaisesti perustuen tuottavuuteen, taloudellisuuteen ja laaduntuottokykyyn - perustella hitaustuotannon kehittämiseksi tarvittavia toimenpiteitä hyödyntäen opintojaksolla tehtävän harjoitustyön ja workshop-työskentelyn antamia kokemuksia ja valmiuksia - johtaa hitsaustuotannon kehittämisprojekteja niin yksittäisessä yrityksessä kuin verkostotyyppisessä tuotannossa sekä kotimaassa että globaaleilla markkinoilla.	
Sisältö	Hitsaustuotannon tuottavuuteen, taloudellisuuteen ja laaduntuottokykyyn vaikuttavien tekijöiden valinta- ja vertailukriteerit, hitsaustuotannon kehittämistoimenpiteet sekä näiden soveltaminen käytännössä. Erilaisten kehittämistoimenpiteiden vaikutusten tekniset ja taloudelliset perustelut sekä vaativan teollisuusprojektin ongelmanratkaisutaitojen soveltaminen hitsaustuotannossa. Globaalin hitsaustuotannon mahdollisuudet, haasteet ja erityispiirteet. Hitsaustuotannon kehittämisprojektin johtamisessa suositeltavat toimintatapamallit ja periaatteet.	
Suoritustavat	Johdantoluentoja 4 h, 3. periodi. 3.-4. periodilla harjoitustyön tekeminen sekä workshop-tyyppiset välinäytöt ja palautetilaisuudet 40 h.	

	Loppuseminaarit 26 h. Omaehtoista työskentelyä 60 h. Kokonaiskuormitus 130 h.
Arvostelu	0-5. Loppuarvosana muodostuu harjoitustyön arvosanan mukaisesti. Harjoitustyöhön kuuluu sekä kirjallinen että suullinen esitys ja osallistuminen workshop-tilaisuuksiin.
Oppimateriaalit	Hitsaustekniikan jatkokurssilla jaettu aineisto. Johdantoluennoilla jaettava materiaali.
Edellytykset	BK20A0301 Hitsaustekniikan jatkokurssi seminaarit ja harjoitukset hyväksytysti suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK30A0000	***SÄDETYÖSTÖ***	***5 op***
	Beam Processing	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Antti Salminen DI Tuomas Purtonen tutkija, TkT Heidi Piili Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Antti Salminen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - perustiedot laserlaitteista, lasertyöturvallisuudesta ja sädetyöstöprosesseista ja näiden soveltamisesta - kuvailla sädetyöstöprosessien mahdollisuuksia eri teollisuuden sovelluskohteissa.	
Sisältö	Perustiedot eri laser- ja elektronisuihkumenetelmistä, niissä tarvittavista laitteista oheislaitteineen sekä säteenkäsittelystä. Perustiedot laser- ja elektronisuihkuhitsauksen, laserleikkauksen ja -pinnoituksen tekniikoista ja muista lasertyöstömenetelmistä. Sädetyöstön työturvallisuus, käytännön esimerkkejä. Sädetyöstön laadunvarmistus.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Seminaarityö 14 h. Omaehtoista työskentelyä 88 h. Tentti. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Kujanpää V., Salminen A., Vihinen J., Lasertyöstö. Meuronen I., Elektronisuihkuhitsaus konepajateollisuudessa, MET-julkaisuja 6/97, Metalliteollisuuden Kustannus, 67 s.	
Edellytykset	BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi ja BK20A0700 Metallioppi suoritettuna tai vastaavat tiedot.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK30A0600	***LASER BASED PRODUCTS AND PRODUCTION TECHNOLOGY***	***5 ECTS cr***
	Laser Based Products and Production Technology	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen Researcher, D.Sc. (Tech.) Heidi Piili M.Sc. (Tech.) Tuomas Purtonen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen	
Aims	After having passed the course module the student: - is able to compare and generalize the special features of laser processing systems in production and the impact and utilization of special features of these processes on product design - knows how to select and develop proper process and processing procedure	

	for processing of different materials - is able to utilize means of process monitoring to practice.
Content	Knowledge on different laser equipment, resonator types, accessories and processing systems and requirements of different ways to process material with laser beam. The principles of systems used for production. Tools of beam forming, guiding and modification. Knowledge on performance of most common laser processes like laser welding, cutting, marking, micro processing, additive manufacturing and surface treatment. Optical components used with laser processing, safety and quality assurance. Practical cases. Principles of utilization of laser based processes in product design. Economical aspects of laser materials processing. Utilization of the potential of laser processing possibilities on the product design. Special features of laser processing methods for product design.
Modes of Study	Lectures 28 h, 3rd-4th period. Seminar 14 h, 3rd-4th period. Individual work 88 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, written exam 80%, seminar 20%.
Study materials	Steen W., Laser Material Processing. Moodle.
Prerequisites	Obligatory BK30A0000 Sädetyöstö or BK30A0801 Laboratory Course of Laser Processing Technology accepted.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK30A0700	***LASER MATERIALS PROCESSING***	***5 ECTS cr***
	Laser Materials Processing **Replaces the course BK30A0300 Lasertekniikan jatkokurssi.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen Researcher, D.Sc. (Tech.) Heidi Piili M.Sc. (Tech.) Tuomas Purtonen Docent, D.Sc. (Tech.) Veli Kujanpää Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen	
Aims	After having passed the course module the student: - is able to compare and select the special features of laser materials processing processes - knows how to select and optimize proper process and processing procedure for different materials - is able to develop processes for different applications.	
Content	Laser beam material interaction, transmission, reflection, absorption. The features of different materials and laser beams on phenomena. Heating, melting, vaporizing, ablating material with laser beam. Behaviour of molten material, heat transfer mechanisms. Formation of keyhole and phenomena connected. Knowledge on existing ways to process material with laser beam and the effect of laser beam material interaction on that. Knowledge on most common laser processes like laser welding, cutting, marking, drilling, scribing, micro processing additive manufacturing and surface treatment. Practical cases, applications will be combined to theory.	
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Seminar 14 h, 1st-2nd period. Individual work 88 h. Total workload 130 h.	
Evaluation	0-5, written exam 80%, seminar 20%.	
Study materials	Steen W., Laser Material Processing. Ion, J., Laser Processing of Engineering Materials. Moodle.	

Prerequisites	Obligatory BK30A0000 Sädetyöstö or BK30A0801 Laboratory Course of Laser Processing Technology accepted.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK30A0801	***LABORATORY COURSE OF LASER PROCESSING TECHNOLOGY***	***4 ECTS cr***
	Laboratory Course of Laser Processing Technology **Replaces the course BK30A0800 Laboratory Course of Laser Materials Processing.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen M.Sc. (Tech.) Tuomas Purtonen Person in Charge: Researcher, D.Sc. (Tech.) Heidi Piili	
Aims	After having passed the course module the student is able to: - describe, specify and compare the special features and practical aspects of laser materials processing practices of different materials and - classify them for different processes.	
Content	Basics of laser processes, systems and equipment. Processability of common engineering materials with different processes. Practical using of laser processes. Lectures for this course are similar to BK30A0000 Sädetyöstö.	
Modes of Study	Lectures 10 h, 1st period. Laboratory practices 14 h, 1st-2nd period. Individual work 80 h. Total work load 104 h.	
Evaluation	0-5, written exam 50%, reports of laboratory practices 50%. Both have to be passed for course completion.	
Study materials	Lecture notes. Steen, W., Laser Material Processing.	

BK30A0900	***ADDITIVE MANUFACTURING***	***5 ECTS cr***
	Additive Manufacturing	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4	
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen Researcher, D.Sc. (Tech.) Heidi Piili N. N. Acknowledged invited lecturers Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Antti Salminen	
Aims	After having passed the course module the student: - is able to compare and select the special features of additive manufacturing processes - knows how to select proper process and equipment - knows the basics about product design for LAM.	
Content	AM-processes, equipment etc. Laser beam material interaction. Principles of utilization of additive manufacturing in product design. Economic aspects of additive manufacturing. Utilization of the potential of additive manufacturing on the product design. Special features of additive manufacturing methods for product design. Practical cases and applications.	
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Tutorials 14 h, 1st-2nd period. Individual work 88 h. Total workload 130 h.	
Evaluation	0-5, written exam 80%, seminar 20%.	

Study materials	Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B.: Additive Manufacturing Technologies. Moodle.
Prerequisites	Obligatory BK30A0000 Sädetyöstö or BK30A0801 Laboratory Course of Laser Processing Technology accepted. Preferably BK30A0600 Laser Based Products and Production Technology and BK30A0700 Laser Materials Processing accepted.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK50A0200	***TEKNINEN PIIRUSTUS II***	***5 op***
	Technical Drawing II	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	dosentti, TkT Harri Eskelinen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - käyttää 3D-mallinnusohjelmaa (SolidWorks) konetekniikan eri sovellusalueilla ja mallintaa erityyppisiä geometrioita - suorittaa kappaleen toleranssimitoituksen ja selittää, mitä eri toleransseilla tarkoitetaan - merkitä pinnanlaatua koskevat vaatimukset dokumentteihin ja määritellä, mitä nämä vaatimukset tarkoittavat - laatia tuotteen valmistuspiirustukset, ml. hitsauspiirustukset, voimassa olevien standardien mukaisesti - laatia kokoonpanon tekniset dokumentit, tunnistaa niistä eri koneenosat, ja löytää kokoonpanon kriittiset kohdat laitteen toiminnan varmistamiseksi - tuottaa, vertailla ja valita eri käyttötarkoituksiin parhaiten soveltuvat tietokoneavusteiset tuotteen esitys- ja mallinnustavat.	
Sisältö	Tuotteen valmistuspiirustukset, niissä käytettävät symbolit ja merkinnät (tolerointi, pintamerkit, hitsausmerkinnät) ja valmistusystävällisyyden huomioon ottaminen. Kokoonpanopiirustukset ja 3D-räjäytyskuvat. CAD-sovellusten vertailun perusteet. CAD/CAM -integroinnin perusteet. Tietokoneavusteisen suunnittelun tehokkuuden lisääminen parametrisen, olioperusteisen ja piirrepohjaisen mallinnuksen avulla. Tietokoneavusteisen tuotetiedon hallinnan perusteet (PDM -järjestelmät, CAE-järjestelmien perusominaisuudet). Visualisoinnin perusteet. 3D-mallinnettujen kappaleiden valmistaminen.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 56 h, 3.-4. periodi. Projektityöskentelyä sekä omaehtoista työskentelyä 46 h. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, suullinen tentti 50 %, harjoitukset 50 %.	
Oppimateriaalit	Luennot ja harjoitukset.	
Edellytykset	BK20A1700 Tekninen piirustus I harjoitukset suoritettuina.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK50A0301	***LEVYTYÖTEKNIIKKA***	***3 op***
	Sheet and Plate Metal Engineering, Plåtbearbetningsteknik, Grundkurs	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	tutkija, TkT Mika Lohtander nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala erikoislaboratoriomestari Juha Turku laboratorioinsinööri, DI Jari Selesvuo Tuntiopettaja(t) Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juha Varis	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa tärkeimmät ohut- ja karkealevytuotteiden valmistuksessa käytettävät	

	materiaalit, pinnoitteet, valmistusmenetelmät, koneet, laitteet ja laitejärjestelmät sekä osaa valita sopivan valmistusmenetelmän levytuotteelle - vertailla yleisimpiä levytuotteen valmistusmenetelmiä - selittää ja kuvata nykyaikaisten NC-teknologiaan perustuvien levyntyöstökoneiden toiminta- ja käyttöperiaatteet - suunnitella levytuotteita 3D-ohjelmistoilla - Opiskelija osaa soveltaa oppimaansa opintojaksoilla BK50A0501 Tuotantotekniikan erityisopintojakso ja BK50A0601 Tuotantotekniikan laboratoriotyöt.
Sisältö	Opintojaksolla perehdytään opintojaksoa BK50A1800 Tuotantotekniikka syvällisemmin levytuotteiden valmistusmenetelmiin: leikkaukseen, lävistykseen, taivutukseen, muovaukseen, mekaaniseen liittämiseen ja näissä käytettäviin laitteistoihin ja työkaluihin sekä luennoilla että käytännönharjoituksissa. Tutustutaan myös levytuotteiden kokoonpanoon. Lisäksi perehdytään menetelmien automatisointitapoihin ja työturvallisuusasioihin. Käydään läpi levyjen pinnoitteet ja pinnoitteiden ominaisuudet. Opintojaksolla käsitellään myös osavalmistuksen trendejä ja visioita. Opintojaksolla opiskelijat tutustuvat käytännössä levytuotteiden nykyaikaiseen 3D-suunnitteluun. Esitellään eri valmistusmenetelmiin ja laitteistoihin liittyvien tehokkuuden tunnuslukujen laskenta- ja käyttöperiaatteet sekä nestauksen optimointinäkökulmien tunnistamisen periaatteet.
Suoritustavat	Luentoja 24 h, 1.-2. periodi. Aloitusluento 1 h, 1. periodi. Harjoitustyöt 16 h, 1. periodi. Omaehtoista työskentelyä 37 h. Kokonaismitoitus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 75 %, harjoitustyöt 25 %. Laboratorioharjoituksiin liittyvät suulliset/kirjalliset kuulustelut.
Oppimateriaalit	Kirjallisuus ilmoitetaan luennolla. Opintojakson ohjaus ja täydentävä materiaali Moodlessa.
Edellytykset	BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi suoritettuna. BK50A0200 Tekninen piirustus II harjoitukset suoritettuna. BK50A1800 Tuotantotekniikka luennot kuunneltuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A0501	***TUOTANTOTEKNIIKAN ERITYISOPINTOJAKSO*** ***6 op***
	Production Engineering, Special Course
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	dosentti, TkT Harri Eskelinen tutkija, TkT Mika Lohtander nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala kehityspäällikkö, DI, KTM Mika Kainusalmi Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Juha Varis
Tavoitteet	Opiskelija osaa selittää millä tavoin tuotanto on osa yrityksen strategiaa ja osaa käyttää tätä tietoa kehittäessään tuotantoa strategian mukaiseksi. Opiskelija osaa suunnitella ja hallita valmistusjärjestelmiä. Opiskelijalla on valmiudet integroida tuotantoprosesseja ja suunnitella, kehittää ja toteuttaa tuotannonohjausta. Opiskelija osaa johtaa kappaletavaroita valmistavien yritysten kompleksisia tutkimus-, suunnittelu-, tuotanto- ja kehitysprojekteja. Osaa työskennellä kansainvälisessä ja monikulttuurisessa yrityksessä. Opiskelija osaa laatia laajan teknisen tieteellisen raportin. Opiskelija osaa etsiä ja kriittisesti arvioida tietoa tuotantotekniikan uusimmista trendeistä ja tuotantotekniikan tutkimuksista sekä soveltaa näitä tietoja ratkaistessaan tuotantotekniikkaan liittyviä tutkimusongelmia. Opiskelija osaa tuoda esiin omia näkökulmiaan valmistustekniikkaan liittyen ja esittää oman tutkimuksensa tuloksia sekä kirjallisesti että suullisesti.

	Opiskelija osaa johtaa kehityshankkeita ja toimia asiantuntijatehtävissä valmistustekniikan alalla. Opiskelija osaa arvioida kriittisesti tutkimustuloksia/ tutkimusraportteja ja antaa rakentavaa palautetta.
Sisältö	Opintojaksolla syvennetään opintojaksoilla BK50A1800 Tuotantotekniikka, BK50A1900 Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt ja BK50A0301 Levytyötekniikka opittuja asioita. Perustyöstötekniikoita täydentävien valmistusmenetelmien toimintaperiaatteet, sovellusalueet, fysikaaliset perusteet, vertailu- ja valintakriteerit, simulointimallien muodostaminen ja niiden käyttö. Täydentävinä valmistusmenetelminä käsitellään vesisuihkuleikkaus, kipinätyöstö, pitkien reikien poraus, tarkkuusmeisto, sähköimpulssi- ja magneetti-impulssimuovaus, sisäpuolinen suurpainemuovaus ja vierintämuovaus. Sopivien tuotannon ohjausmallien etsiminen, vertailu ja ajaminen tehdastasolle. Tuotteen valmistuskustannusten muodostuminen ja tuotannon volyymietujen määrittäminen, laskenta ja tulkinta. Tuotannon analysointiperiaatteet verkostoituneessa toimintaympäristössä. Työstökoneiden hankinnassa, käyttöönotossa, käynnissä pidossa ja kunnonvalvonnassa huomioon otettavat seikat. Valmistusjärjestelmien matemaattisen ja tietokoneavusteisen mallintamisen ja simuloinnin perusteet. Tuotesuunnittelun ja valmistuksen yhteistyön merkitys ja tietokoneavusteisten tekniikoiden (CAD, CAP, PPS, CAM) sekä moduloinnin, standardoinnin ja valmistus- ja kokoonpanoystävällisen suunnittelun (DFMA) hyödyntäminen teollisuuslähtöisissä tuotannon kehitystehtävissä. Joustavan automaattisen (FMS- ja IMS -tason) tuotetehtaan piirteet, tunnusmerkit ja toiminta. Konepajan ja prosessien systemaattisessa kehittämisessä käytettävin menetelmien valinta- ja vertailunäkökohdat ja laatupolitiikan kehittäminen. ISO-9000 laatujärjestelmän soveltaminen konepajateollisuudessa. Pikamallinnustekniikoiden vertailu- ja valintakriteerit levytuotteiden proto- ja piensarjojen valmistuksen suunnittelemiseksi ja valmistamiseksi.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 3.-4. periodi. Seminaariluento 2 h, 3. periodi. Seminaariesitykset 21 h, 4. periodi. Seminaarityö (parityö) ja opponointi 65 h, 3.-4. periodi. Teollisuusvierailu 12 h, 3. tai 4. periodissa. Omaehtoista työskentelyä 14 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 65 %, seminaarit 35 %. Seminaarityön välinäyttö, esitys ja opponointi. Kursiolle osallistuminen ja riittävä osallistuminen seminaareihin.
Oppimateriaalit	Kirjallisuus ilmoitetaan ensimmäisellä luennolla. Luentomoniste. Soveltuvin osin: Askin R.G., Standridge C.R., Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. Sipper, D., Bulfin, R.L., Production Planning, Control and Integration. Opintojakson ohjaus- ja täydentävä materiaali Moodlessa.
Edellytykset	BK50A0301 Levytyötekniikka, BK50A1800 Tuotantotekniikka ja BK50A1900 Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A0601 TUOTANTOTEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT 6 op

	Laboratory Course in Manufacturing Systems, Laboratoriearbeten i tillverkningssystem
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4
Opettaja(t)	dosentti, TkT Harri Eskelinen
Tavoitteet	Opiskelija osaa muodostaa ja kehittää eri menetelmillä valmistettavan ja kokoonpantavan tuotteen tuotesuunnittelun, valmistuksen suunnittelun,

	tuotannonsuunnittelun ja tuotteen lopullisen valmistuksen kokonaisketjun ryhmätyönä. Opiskelija osaa soveltaa DFM(A):n periaatteita kompleksisessa tuotesuunnitteluprojektissa. Opiskelija osaa vertailla ja valita eri valmistusvaihtoehdoista soveltuvimman ja kustannustehokkaimman vaihtoehdon soveltamalla arvoanalyysiä ja päätöksenteon tukisysteemejä. Opiskelija osaa johtaa, organisoida ja dokumentoida tuotannonsuunnitteluprojektin eri vaiheet. Opiskelija osaa käyttää nykyaikaisia valmistusjärjestelmiä ja hyödyntää sovellusohjelmia.
Sisältö	Laaditaan tuotteen valmistussuunnitelma, suunnitellaan kappale 3D-suunnitteluohjelmistolla, ohjelmoidaan työstökoneita, valmistetaan suunniteltu kappale käyttäen soveltuvia työstökoneita ja tarkoituksenmukaisia liittämistekniikoita. Opiskelijat johtavat itsenäisesti tuotteen valmistusprosessia. Harjoituksista laaditaan kirjallinen tuotteen valmistussuunnitelma.
Suoritustavat	Luennot 8 h, 1.-4. periodi. Harjoitukset 40 h, 3.-4. periodi. Laboratoriotyöt/harjoitustyöt 70 h, 1.-4. periodi. Omaehtoista projektityöskentelyä 38 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, kirjallinen valmistussuunnitelma 80 % ja projektin johtaminen 20 %.
Oppimateriaalit	Soveltuvin osin: Askin, R.G., Standridge, C.R., Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. Sipper, D., Bulfin, R.L. Production Planning, Control and Integration. Oppimateriaali Nopassa.
Edellytykset	BK50A0301 Levytyötekniikka, BK50A0501 Tuotantotekniikan erityisopintojakso, BK50A1800 Tuotantotekniikka ja BK50A1900 Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A0701	***ADVANCED PRODUCTION ENGINEERING 6 ECTS cr***
	Advanced Production Engineering **Replaces the course BK50A0700 Advanced Production Engineering**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Juha Varis Docent, D.Sc. (Tech.) Harri Eskelinen Researcher, D.Sc. (Tech.) Mika Lohtander Doctoral Student, M.Sc. (Tech.) Ville Leminen Doctoral Student, M.Sc. (Tech.) Merja Huhtala Development Manager, M.Sc. (Tech.), M.Sc. (Econ. & Bus. Adm.) Mika Kainusalmi
Aims	After having completed this course module the student should be able to: - compare and evaluate the most advanced design and production methods, equipment, equipment systems and modern product facilities used especially in the manufacture of thin and rough sheet metal products especially in the manufacturing of solid parts and sheet metal products - justify the role of manufacturing as a part of the company's strategy - understand the duties of factory management and development as well as in research in the field.
Content	Manufacturing methods for modern metal cutting, sheet metal production and basics of paperboard forming. Advanced production methods for punching, folding and mechanical joining of sheet metal products. Production control systems of flexible automatic (FMS, IMS) production facilities. The significance and technologies of product design as well as of production (CAD, CAP, PPS, CAM). DFMA and cost functions of products, production control and simulation. The operation of a factory as part of a principal-supplier network. The technology and methods for improving production. Material handling,

	production and information systems of a workshop. Development of workshop operations and quality control.
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Seminar lecture 2 h, 1st period. Seminars 18 h, 2nd period. Seminar work (pair work) and working as an opponent 65 h, 1st-2nd period. Independent study 30 h. Industry visit 12 h in 1st or 2nd period. Total workload 155 h.
Evaluation	0-5, examination 65%, seminar 35%. Intermediate seminar presentation, final presentation and working as an opponent. Adequate participation in seminars.
Study materials	Materials to be announced during the introductory lecture. Moodle.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK50A1300	***CONVERTING AND FORMING OF FIBRE BASED PACKAGING*** ***5 ECTS cr***
	Converting and Forming of Fibre Based Packaging
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell Professor, D.Sc. (Tech.) Juha Varis Researcher, M.Sc. (Tech.) Panu Tanninen Laboratory Engineer, M.Sc. (Tech.) Jari Selesvuo
Aims	After having passed this course module the student is able to: - choose and evaluate various paper and board converting technologies and - compare and analyze their developments in package production.
Content	The main technologies of carton forming: die cutting, scoring, folding of blanks and other forming technologies. Tool design (3D-systems) and tool manufacturing technologies in modern workshops. Machines and equipment for listed converting processes, and their integration into effective production systems. Sealing, gluing and closing technologies of fibre based packaging materials. The special requirements various paper based materials for converting processes. Features to be considered in multimaterial converting. Knowledge of the main paper package forming technologies. The requirements of various paper and board grades set for the processes.
Modes of Study	Lectures 28 h. Independent study 102 h. Total workload 130 h.
Evaluation	Written examination 100%.
Study materials	Lecture handouts. Moodle.

BK50A1401	***PACKAGING LINES AND MACHINERY*** ***7 ECTS cr***
	Packaging Lines and Machinery
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell Researcher, D.Sc. (Tech.) Jari Varis Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Kimmo Kerkkänen Researcher, D. Sc. (Tech.) Huapeng Wu Visiting lecturer, M.Sc. (Tech.) Tapani Sarin
Aims	After having passed this course module the student is able to: - explain and categorize operations and functions of packaging lines and - construct and derive their development aspects.

Content	The unit processes in packaging line, the main components of packaging line. The main filling technologies in food packaging, for example liquid packaging, aseptic packaging, MAP packaging, autoclave packaging. The main filling technologies in non-food packaging like pharma, electronics, industrial packaging. Technologies used in carton packaging and flexible packaging: pouch, wrapping, form-fill-seal. The focus in fibre based packaging. Instrumentation, automation, robotics in packaging lines.
Modes of Study	Lectures 20 h. Team work and seminars 30 h. Independent study 132 h. Total workload 182 h.
Evaluation	0-5, seminar 100%.
Study materials	Handouts provided on Moodle.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK50A1800	***TUOTANTOTEKNIIKKA***	***5 op***
	Production Engineering, Produktionsteknik	
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Juha Varis Tuntiopettajat Vastuuhenkilö(t): nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala	
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelija osaa esitellä konepajan yleisimmät lastuavat työstömenetelmät (niiden periaatteet, käyttökohteet, käytettävät työkalut, koneet sekä mahdollisuudet ja rajoitukset). Opiskelija osaa esittää lastunmuodostuksen periaatteet. Hän tunnistaa lastuamisprosessiin vaikuttavat tekijät ja osaa arvioida niiden vaikutuksia. Opiskelija osaa vertailla lastuavia valmistusmenetelmiä keskenään sekä muihin yleisimpiin valmistusmenetelmiin menetelmien potentiaalin sekä kustannusten osalta ja hän kykenee valitsemaan näin sopivan valmistusmenetelmän tietyn tuotteen valmistukseen. Opiskelija tuntee lastuamalla valmistettavan tuotteen valmistuksen suunnittelun vaiheet. Hän osaa kuvata yleisimpien lastuavien työstökoneiden toiminnan. Hän osaa kuvata myös nykyaikaisten NC-koneiden toimintaperiaatteet ja tunnistaa näiden käyttökohteet, mukaan lukien niiden mahdollisuudet ja rajoitukset. Opiskelija osaa käyttää oppimaansa toimiessaan konepajaympäristössä opintojaksolla BK50A1900 Lastuavan työstötekniikan laboratoriotyöt. Opiskelija osaa luetella levytöissä käytettävät raaka-aineet ja niiden käyttökohteet, valmistus-, varastointi- ja käsittelytekniikat. Opiskelija tunnistaa yleisimmät ohut- ja karkealevytuotteiden valmistuksessa käytettävät koneet ja laitteet ja tietää näiden käyttökohteet. Hän tuntee nykyaikaisten levytuotteiden valmistuksen periaatteet. Opiskelija osaa vertailla levytuotteiden valmistusmenetelmiä keskenään sekä verrata niitä muihin yleisimpiin valmistusmenetelmiin menetelmien potentiaalin sekä kustannusten osalta ja hän kykenee valitsemaan näin sopivan valmistusmenetelmän tietyn levytuotteen valmistukseen. Opiskelija osaa määritellä levyjen varastoinnissa ja käsittelyssä tarvittavat tekniikat. Näitä taitoja hän tarvitsee mm. opintojaksolla BK50A0301 Levytyötekniikka. Opiskelija tuntee opintojakson suoritettuaan konepajojen ja levytuotetehtaiden yleisimmät vaarat ja osaa välttää ne ja suojautua niiltä sekä tuntee esimiehenä vastuunsa turvallisuusasioissa. Opiskelija osaa laatia lyhyitä teknillisiä ja tieteellisiä tekstejä sekä etsiä tieteellistä tietoa, arvioida sitä kriittisesti ja käyttää sitä raporteissaan.	
Sisältö	Opintojaksolla syvennetään opintojaksolla BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi opittuja asioita. Tuotantotekniikan opintojaksolla tutustutaan lastuavan työstötekniikan ja levytyötekniikan perusteisiin. Pääpaino on lastuavan työstötekniikan alueella. Lastuavan työstötekniikan osalta opintojaksolla perehdytään lastuamisen	

	perusteisiin (mm. lastun muodostukseen ja lastun muodostuksen matemaattiseen mallintamiseen, työkappaleiden kiinnitykseen sekä lastuamisvoimien staattiseen ja dynaamiseen analyysiin, kiinnitystekniikoihin, lastuamisnesteisiin, ja muihin lastuamiseen vaikuttaviin tekijöihin sekä lastuamisen mahdollisuuksiin ja rajoituksiin). Opintojaksolla käydään läpi peruslastuamisprosessit: sorvaus, jyrsintä ja poraus sekä niiden sukuiset menetelmät. Tutustutaan prosessien suorittamiseen ja menetelmien sovelluskohteisiin. Esitellään lastuamisprosesseissa käytettävät koneet, työkalut ja oheislaitteet. Opintojaksolla käydään läpi lastuamisarvojen, työkalujen ja työkappaleen kiinnitysmenetelmän valinnan perusteet sekä esitellään lastuamisen optimointimenetelmiä. Tutustutaan numeerisesti ohjattuun lastuamiseen, FMS:n perusteisiin ja prosessin automaattisiin seuranta- ja säätömahdollisuuksiin. Levytyötekniikan osalta perehdytään nykyaikaiseen levytuotteiden valmistukseen, ohutlevymateriaaleihin ja leikkauksen perusteisiin sekä esitellään nykyaikaisen 3D-suunnittelun perusteet. Esitellään ohut- ja karkealevytuotteiden valmistuksessa käytettävät koneet ja laitteet. Lisäksi tarkastellaan levytöiden ja konepajatöiden työturvallisuusnäkökohtia ja nostetaan esiin työnjohtajan vastuu näissä asioissa.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoitukset 6 h, 3. periodi. Harjoitustyöt (yksilö- ja ryhmätyöt) 60 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 36 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoitustyöt (läsnäolot ja harjoitustehtävät) tulee olla hyväksytysti suoritettu ennen tenttiä. Laboratorioharjoituksiin/harjoitustöihin liittyvät suulliset kuulustelut.
Oppimateriaalit	Childs T. et. al., Metal Machining: Theory and Applications, John Wiley & Sons, 2000 (e-kirja). Walsh R. A., Cormier D. R., Machining and Metalworking Handbook, McGraw-Hill, cop. 2006 (e-kirja). Serruys W., Sheet Metalworking State of Art, LVD Company n.v., 2006. Machinery's Handbook: A Reference Book for the Mechanical Engineer, Designer, Manufacturing Engineer, Draftsman Toolmaker and Machinist, 2008 (e-kirja). Opintojakson ohjaus- ja täydentävä materiaali Moodlessa. Muu materiaali ilmoitetaan luennolla.
Edellytykset	BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi suoritettuna. BK50A0200 Tekninen piirustus II harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A1900	***LASTUAVAN TYÖSTÖTEKNIIKAN LABORATORIOTYÖT*** ***3 op***
	Laboratory Course of Metal Cutting, Grundkurs i produktionsteknik, laboratorium kurs
Ajankohta	TkK 2, periodi (3)-4
Opettaja(t)	nuorempi tutkija, DI Merja Huhtala erikoislaboratoriomestari, Juha Turku laboratorioinsinööri, DI Jari Selesvuo
Tavoitteet	Opiskelija osaa kuvata konepajan yleisimpien manuaalisten lastuavien työstökoneiden (sorvi, jyrsinkone, porakone, hiomakone) toiminnan ja käytön perusteet. Hän osaa selittää nykyaikaisten NC-koneiden (koneistuskeskus, NC-sorvi) toimintaperiaatteet ja tunnistaa näiden käyttökohteet sekä osaa eritellä numeerisen ohjauksen mahdollisuudet ja rajoitukset. Lisäksi opiskelijalla on valmiudet laatia lastuamalla valmistettavien tuotteiden NC-ohjelmia manuaalisesti ja valmistuksen suunnitteluun tarkoitetulla ohjelmistolla.

	Opiskelija tunnistaa ja osaa käyttää perinteisiä konepajojen mittavälineitä. Opiskelija osaa arvioida tuotteen suunnittelun vaikutuksen tuotteen valmistukseen, esim. toleranssien merkityksen tuotteiden (kokoonpanojen) valmistettavuuteen sekä valmistuskustannuksiin. Hänellä on valmiudet suunnitella lastuamalla valmistettava tuote ja tehdä tuotteen valmistussuunnitelma. Opiskelija osaa valita sopivan lastuamismenetelmän lastuamalla valmistettavalle tuotteelle ja osaa suunnitella lastuttavan tuotteen optimaalisen valmistuksen (työstöjärjestyksen sekä lastuamisarvojen, työkalujen, koneen ja kappaleen kiinnityksen valinnan) sekä optimoida jo tuotannossa olevan tuotteen valmistusta. Hän osaa kiinnittää huomion lastuamalla tapahtuvan valmistuksen kriittisiin kohtiin ja esittää parannuksia mahdollisiin epäkohtiin. Opiskelija osaa soveltaa oppimaansa opintojaksoilla BK50A0501 Tuotantotekniikan erityisopintojakso ja BK50A0601 Tuotantotekniikan laboratoriotyöt.
Sisältö	Opintojaksolla syvennetään BK50A1800 Tuotantotekniikka -opintojaksolla opittuja asioita lastuavan työstötekniikan osalta. Perehdytään käytännössä lastuamisen perusprosesseihin; sorvaukseen, jyrsintään ja poraukseen sekä niiden sukuisiin menetelmiin. Laboratoriossa tutustutaan lastuaviin työstökoneisiin, niiden toimintaan ja käyttöön. Tutustutaan lastuamisprosesseissa käytettäviin työkaluihin, kappaleiden ja työkalujen kiinnitysmenetelmiin ja apulaitteisiin. Opiskelija saa yleiskuvan lastuavien työstökoneiden kunnossapidosta. Opintojaksolla tutustutaan nykyaikaiseen 3D-suunnitteluun ja tässä käytettäviin ohjelmistoihin. Lisäksi tarkastellaan käytännössä joustavan valmistusjärjestelmän (FMS:n) toimintaa ja ohjausta. Opintojaksolla perehdytään myös konepajateknisiin mittauksiin ja mittavälineisiin sekä harjoitellaan mittavälineiden käyttöä. Tarkastellaan valmistettavan tuotteen laatuun vaikuttavia tekijöitä ja tutustutaan mm. lastuamalla valmistettavien tuotteiden laadun tarkkailuun.
Suoritustavat	Luennot 2 h, 3. periodi. Harjoitukset 28 h, 4. periodi. Laboratorio-/harjoitus- sekä projektityöt (yksilö ja ryhmätyöt) 48 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 78 h.
Arvostelu	0-5, harjoitukset ja harjoitustyöt 100 %. Laboratorioharjoituksiin/harjoitustöihin liittyvät suulliset kuulustelut.
Oppimateriaalit	Kirjallisuus ilmoitetaan johdantoluennolla. Opintojakson ohjaus- ja täydentävä materiaali Moodlessa.
Edellytykset	BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi suoritettuna. BK50A0200 Tekninen piirustus II harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A2000	***LEGISLATION ON PACKAGING, INTERACTION OF PACKAGE AND THE CONTENT, ENVIRONMENTAL ISSUES AND SUSTAINABILITY*** ***5 ECTS cr***
	Legislation on Packaging, Interaction of Package and the Content, Environmental Issues and Sustainability **Replaces the course BK20A1201 Interaction of the Package and the Content, Passive and Active Packaging (4 ECTS cr) and BK50A1701 Food Packaging Hygiene, Legislation on Packaging, Sustainability and Environmental Issues Related to Packaging (4 ECTS cr).**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell Visiting lecturer, M. Sc. (Tech.) Päivi Harju-Eloranta Person in Charge: Professor, Ph.D. Henry Lindell
Aims	After having passed this course module the student is able to:

	- describe and explain the EU-legislation on packaging - summarize the interaction of the package and the content and the relation to the regulation - recognize and formulate legislation aspects on the environmental and sustainability issues related to packaging.
Content	The main content on EU legislation on food contact material and environmental issues. Legislation on active packaging. Fundamentals of the interaction of packaging and the content. The main analyzing methods of packages and packaging materials. Environmental issues of packaging and packaging waste. The environmental standardization of packages in EU. Sustainability concerning packaging legislation on product safety aspects and traceability.
Modes of Study	Lectures total 24 h, 3rd-4th period. Exercises/seminars 16 h. Independent study 90 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, examination 50%, seminar work 50%.
Study materials	Handouts.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK50A2100	***PRINTING AND PACKAGE DESIGN***	***6 ECTS cr***
	Printing and Package Design	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell M.Sc. (Tech.), B.Sc. (Arts) Noora Nylander Visiting lecturer, M.Sc. (Tech.) Risto Vesanto Industry lecturers Person in Charge: Professor, Ph.D. Henry Lindell	
Aims	After having passed this course module the student is able to: - compare and analyze different printing methods used in packaging industry - choose proper printing methods for a certain packaging solution - solve printing problems and to control print quality - justify the importance of graphic design process in packaging - communicate with the various partners involved in a design process - to act as a producer for a dedicated product.	
Content	Pre-press operations. The main printing technologies and their use in packaging industry. Printing of various substrates. Composition of printing inks. Emerging printing technologies and their potential use in packaging industry. Future trends of printing technologies. Aspects of the role of package in the value chain. Demands set on the lay-out of a package. Various ways for idea generation of a package lay-out.	
Modes of Study	Lectures total 20 h, 1st-2nd period. Exercises/seminars 30 h. Independent study 106 h. Total work load 156 h.	
Evaluation	0-5, examination 50%, seminarwork 50%.	
Study materials	Handouts. Saarelma, H., Oittinen, P., Printing. In series of books: Papermaking Science and Technology, Book 13, Fapet, Helsinki 1989.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BK50A2200	*DESIGN METHODOLOGIES AND APPLICATIONS OF MACHINE ELEMENT DESIGN* *5 ECTS cr*
	Design Methodologies and Applications of Machine Element Design **Replaces the course BK50A1201 Machine Design for Packaging Technology.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Harri Eskelinen
Aims	After having passed the course student knows: - how to dimension the most essential machine elements according to the requirements of their strength, reliability, lifetime and wear - how to carry out mechanisms synthesis and analysis for typical engineering applications - how to handle the design process of a simple machine or mechanism and means to estimate functional aspects of applied technology.
Content	Basic mechanisms types, mechanisms analysis and synthesis, reliability-based machine design, wear phenomena and lifetime analysis of selected machine parts and elements. Different methodologies of DFM(A) and means to apply them in mechanical engineering. Knowledge about how to design a simple machine or mechanisms for special application areas of mechanical engineering and means to estimate functional aspects of applied technology.
Modes of Study	Lectures total 28 h, 1st-2nd period. Exercises total 28 h, 1st-2nd period. Seminar 16 h, 1st-2nd period. Independent study 58 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, examination 50%, exercises and seminar 50%.
Study materials	Erdman A.G., Mechanism Design. Norton R.L., Design of Machinery.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK50A2300	*KONSTRUKTIOMATERIAALIT JA NIIDEN VALINTA* *5 op*
	Selection Criteria of Structural Materials **Järjestetään ensimmäisen kerran lukuvuonna 2013-2014.**
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	dosentti, TkT Harri Eskelinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - soveltaa ja kehittää materiaalinvalinnan systemaattisia ja analyyttisiä menetelmiä ja metodeja poikkiteknisten materiaalinvalintatehtävien ratkaisuun - arvioida ja analysoida eri konstruktiomateriaalien ryhmien ominaisuuksia, vahvuuksia ja heikkouksia erityyppisissä teknologisissa sovelluskohteissa - tuottaa perustelut ja kehittää yleistettävissä olevia malleja tuotteen toimintojen, valmistuksen, kustannusten ja ympäristötekijöiden vaikutusten yhdistämiseksi materiaalinvalinnassa - kriittisesti arvioida ja hyödyntää uusinta materiaalitutkimuksen tieteellistä tutkimusaineistoa - johtaa laskentamalleja LCC:a (Life Cycle Cost), LCA:a (Life Cycle Analysis) ja MIPS (Material Input Per Service Unit) -kertoimia hyödyntäviin lähestymistapoihin osana materiaalinvalinnan analyyttistä tarkastelua
Sisältö	Opintojaksolla perehdytään eri konstruktiomateriaalien pääluokkien ominaisuuksiin ja sovelluskohteisiin sekä uusimpiin tieteellisiin tutkimustuloksiin

	sekä näiden hyödyntämiseen materiaalin valintatehtävän ratkaisussa. Opintojaksolla käydään läpi rakennemateriaalien valinnassa ja vertailussa huomioon otettavat seikat konstruktion toiminnan, valmistuksen, kustannusten ja ympäristön kannalta. Opintojaksolla käsitellään seuraavia materiaalien pääryhmiä: metallit ja niiden seokset, polymeerit, keraamit, komposiitit, puu, adaptiiviset materiaalit, nanomateriaalit. Innovatiivisuus materiaalien ja niiden sovelluskohteiden kehityksessä. Materiaalinvalinnan ympäristönäkökulmien tarkastelu LCC:n ja LCA:n näkökulmista sekä MIPS-kertoimien laskennan periaatteet. Materiaalin valintatehtävän formulointi ja vaatimusprofiilista lähtien ja tieteellinen ongelmanratkaisu. Systemaattisten ja analyyttisten mallien muodostaminen materiaalin valintatehtävän formuloimiseksi ja ratkaisemiseksi. Todennäköisyyspohjaisen materiaalin vaurioanalyysin liittäminen osaksi analyyttistä valintatapaa. Malleja muodostettaessa hyödynnetään uusinta englannin-, saksan- ja ranskankielistä tieteellistä lähdeaineistoa.
Suoritustavat	Luentoja 21 h, 1. periodi. Luentoja 14 h, 2. periodi. Harjoituksia 45 h, 1.-2. periodi. Ryhmätyö 20 h. Omaehtoista työskentelyä 30 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, suullinen tentti 50 %, harjoitukset ja ryhmätyö 50 %.
Oppimateriaalit	Mangohon, P., The Principles of Materials Selection for Engineering Design. Strong, A. B., Plastics, Materials and Processing. Kalpakjan, S. & Schmid, S., Manufacturing Engineering and Technology. Luennot ja harjoitukset.
Edellytykset	Suositellaan BK20A1600 Metalliopin ja valmistustekniikan peruskurssi suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK50A2400	***PACKAGING MATERIALS***	***5 ECTS cr***
	Packaging Materials **Replaces the course BK20A1301 Packaging Materials**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell	
Aims	After having passed this course module the student is able to: - compare the packaging related properties of various packaging materials - choose appropriate packaging materials for typical packaging applications.	
Content	The manufacture, physical and chemical properties (relevant for packaging) of the major packaging materials: paper, paperboard, corrugated board, wood, glass, metals, polymers including biopolymers and adhesives. Foreseeable future development of each material. Material composite possibilities and their use. Capability to select material alternatives or combinations for specific packaging solutions based on their possible performance characteristics.	
Modes of Study	Lectures total 16 h, 1st-2nd period. Exercises total 8 h, 1st-2nd period. Independent study 80 h. Total workload 104 h.	
Evaluation	0-5, examination 70%, exercises 30%.	
Study materials	Course material. Handouts. Moodle.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BK50A2500	*COATING AND LAMINATION OF FIBRE BASED PACKAGING MATERIALS* *5 ECTS cr*
	Coating and Lamination of Fibre Based Packaging Materials **Replaces the course BK20A1400 Coating and Lamination of Fibre Based Packaging Materials**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-3
Teacher(s)	Visiting lecturer, Professor, Jurkka Kuusipalo Professor, Ph.D. Henry Lindell
Aims	After having passed this course module the student is able to: - compare various ways to combine materials with paper and board and - compare and evaluate their properties in different packaging applications.
Content	Raw materials, for main coating and laminating methods. Main properties (including pronting) of the finished products. Focus in extrusion coating process. The main applications of paper based packaging materials in packaging sector. Combined packaging structures and their manufacturing techniques. Capability to run extrusion coating line and utilize fibre materials on the packaging solutions.
Modes of Study	Lectures total 18 h, 1st-3rd period. Exercises total 8 h, 1st-3rd period. Seminars 24 h, 1st-3rd period. Independent study 80 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, examination 70%, exercises 30%.
Study materials	Course material. Handouts. Lecturers' comments. Kuusipalo, J. ed., Paper and Paperboard Converting. In series of books: Papermaking Science and Technology, part 12, 2nd edition, Fapet, Helsinki. Moodle.

BK50A2600	*PRINCIPLES OF CHEMISTRY, PAPER TECHNOLOGY AND FOOD TECHNOLOGY* *5 ECTS cr*
	Principles of Chemistry, Paper Technology and Food Technology **Replaces the course BK20A1500 Principles of Chemistry, Paper Technology and Food Technology. Belongs only to complementary studies and minor subject in Packaging Technology. Course registrations during 1st period.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Henry Lindell
Aims	After having passed this course module the student is able to: - explain basic general, organic and biochemical phenomena - explain and categorize basics of paper technology and products - define packaging related features of processed food.
Content	Basic phenomena of general, organic and biochemistry. Main fibre grades and other raw materials and their role in paper products, the main part processes of paper production, typical properties of the main paper and board grades. The basic principles of foods and processing theory, the main food processes and their effect on foods considering packaging.
Modes of Study	Essays with specific instruction. Independent study 130 h. Total work load 130 h.
Evaluation	Pass/Fail.

Study materials	Smook G.A., Handbook for Pulp & Paper Technologists, 2nd edition, p 1-7, 36-44,194-324 or Smook G.A., Handbook for Pulp & Paper Technologists, 3rd edition, p 1-9, 37-45, 190-324 or Herbert Holik, Handbook of Paper and Board, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Wennheim, Germany. Bettelheim & March, Introduction to General, Organic and Biochemistry Saunders College Publishing Fellows P., Food processing technology - Principles and Practice, 2nd edition, Part I p 7-62, III and IV, p 229-452. Moodle.

BK60A0001	***MEKATRONIIKAN PERUSKURSSI***	***5 op***
	Introduction to Mechatronics	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Heikki Handroos	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa ja erotella eri järjestelmätyyppien ominaisuudet, edut ja heikkoudet ja osaa valita sovelluskohteen - muodostaa eri järjestelmien hybridejä - mitoittaa ja valita tehonsiirtokomponentit erilaisiin mekatronisiin järjestelmiin - laatia logiikkakaavioita sanallista loogisista säännöistä lähtien - muodostaa loogisia funktioita logiikkakaavioista - sieventää loogisia funktioita.	
Sisältö	Mekatroniikan peruskäsitteitä. Hydraulisen, pneumaattisen ja sähköisen tehonsiirron perusteet. Loogiset ohjaukset. Boolen algebran käyttö loogisten ohjausten muodostamisessa. Loogisten algoritmien sievennys Karnaughin kartan avulla. Hydrauliikan, pneumatiikan ja sähköservokäyttöjen edut ja heikkoudet. Erilaisten metalliteollisuuden tuotteiden tehonsiirron tyypillinen toteutus. Hydraulipiirien ja pneumaattisten piirien staattinen mitoitus tasapainoyhtälöiden avulla. Loogisten ohjausten toteuttaminen pneumatiikkakomponenteilla.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 28 h, 3.-4. periodi. Laboratoriotyöt 20 h. Harjoitustyö 30 h, 4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 24 h. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 75 %, harjoitus ja harjoitustyöt 25 %.	
Oppimateriaalit	Opintomoniste. Luennolla ilmoitettava kirjallisuus. Moodle.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK60A0200	***MEKATRONIIKKA***	***6 op***
	Mechatronics	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Heikki Handroos	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - valita teknistaloudellisesti hyvät komponentit eritasoisiin mekatronisen koneen ohjaus- ja tehonsiirtojärjestelmiin - kriittisesti vertailla vaihtoehtoisia komponenttiratkaisuja - valita oikeanlaisen ohjausjärjestelmän mekatronisen koneeseen - suunnitella koneen mekatronista vuorovaikutteista lähestymistapaa käyttäen - ohjelmoida ja kytkeä loogisia ohjausjärjestelmiä - johtaa yksinkertaisten robottirakenteiden kinemaattiset mallit	

Sisältö	Mekatroniikan komponenttien rakenteet, toimintaperiaatteet ja ominaisuudet painottuen sähkötoimilaitteisiin, antureihin ja sensoreihin sekä ohjaimiin. Mekatronisten järjestelmien osajärjestelmien väliset vuorovaikutukset ja niiden huomioon ottaminen järjestelmätasolla. Erilaisissa koneissa olevien mekatronisten järjestelmien komponentit ja niiden valintaperusteet. Komponenttien tarkkuuteen ja dynaamiseen suorituskykyyn liittyvät tunnusluvut (erottelukyky, lineaarisuus, hystereesi, rajataajuus jne.). Älykkäät materiaalit toimilaitteissa. Robottikinematiikan perusteet. D-H parametrit. Rinnakkaisrakenteisten robottien kinematiikka.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 42 h, 1.-2. periodi. Laboratoriotyöt ryhmätöinä 10 h, 2. periodi. Harjoitustyö 10 h, 2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 52 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Noppa.
Edellytykset	BK60A0001 Mekatroniikan peruskurssi harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK60A0500	***MEKATRONIIKAN TYÖKURSSI***	***6 op***
	Mechatronics Project Work	
Ajankohta	DI 1-2, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Heikki Handroos	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - johtaa vaihtoehtoisia ratkaisuja mekatronisen koneen tai järjestelmän käytännöllisen ja teollisuuslähtöisen suunnitteluongelman ratkaisemiseksi - valita ja perustella optimaalisen vaihtoehdon - hankkia itsenäisesti tarvittavan tieteellisen ja käytännönläheisen tiedon kompleksisen ongelman ratkaisemiseksi - hankkia ja tilata komponentit mekatronisen laitteen toteuttamiseksi ja osaa itsenäisesti integroida komponentit toimivaksi järjestelmäksi - osaa työskennellä englannin kielellä monikulttuurisessa tutkimusympäristössä - laatia tieteellisen tutkimusraportin.	
Sisältö	Mekatronisten koneiden analyysi- ja suunnittelumenetelmien soveltaminen käytännössä. Prototyyppien käytännön toteutus ja mittaaminen laboratorio-olosuhteissa. Mekatronisen tuotteen suunnitteluprojektin itsenäinen läpivienti ja johtaminen. Simulointiohjelmistojen ja mittalaitteiden soveltaminen käytännön ongelmien ratkaisuun.	
Suoritustavat	Luentoja 2 h, 3.-4. periodi. Ohjattua laboratoriotyöskentelyä tutkimusryhmän ja ohjaavan professorin kanssa 80 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 156 h.	
Arvostelu	Harjoitustyö 100 %.	
Oppimateriaalit	Mekatroniikan kurssien luentomonisteet. Erikseen ilmoitettava kirjallisuus.	
Edellytykset	BK60A0200 Mekatroniikka suoritettuna. Suositellaan BK60A0400 Mekatroniikan erityisopintojakso ja BK60A0100 Hydraulitekniikka.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK60A0601	PROCESS AND PRODUCT INNOVATIONS 10 ECTS cr
	Process and Product Innovations **Mainly for Finnish and international students from the departments of Chemical Technology, Mechanical Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering and Management. The number of participants is limited and the applicants will be interviewed.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-4
Teacher(s)	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Kimmo Kerkkänen Professor, D.Sc. (Tech.) Tuomo Kässi Professor, D.Sc. (Tech.) Ville Ojanen Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Ilkka Turunen
Aims	At the end of the course a student is expected to know: - how to generate innovations and new technology using and deepening skills learned in other connections. - how to analyze typical methods, problems and their solutions - how to apply teamwork in interdisciplinary, international environment for a product and process development project.
Content	Methods of product and process development. Interdisciplinary R & D activities as project and teamwork. Development of new technology, patenting. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Informational lectures 28 h, 1st-2nd period. Project meetings, 6 h/period. Independent project and teamwork in groups of 3-4 students.
Evaluation	0-5, project work 100%.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK60A0800	FLUID POWER 5 ECTS cr
	Fluid Power **Replaces the course BK60A0100 Hydraulitekniikka.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Heikki Handroos
Aims	To understand the structure and behavior of fluid power transmission components and system. Skills for dimensioning hydraulic components for various systems. Skills for design fluid power transmissions for industrial and mobile machines. Ability to analyze hydraulic component and systems through modeling and simulation.
Content	Fluid power system structures, hydraulic fluids, hydraulic transmission lines, pumps, motors, cylinders, basic control valves, servo valves, accessories, hydraulic servo systems, modeling and simulation of hydraulic components and circuits.
Modes of Study	Lectures 42 h, 3rd-4th period. Tutorials 42 h, 3rd-4th period. Laboratory work 10 h. Independent study 36 h. Total loading 130 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Lecture notes in Noppa. Rabie, M. Galal: Fluid Power Engineering, McGraw-Hill, 2009.
Prerequisites	The student must have completed BK60A0001 Mekatroniikan peruskurssi. Recommended BK60A0200 Mekatroniikka (not required from students of Master's Degree Programme in Mechanical Engineering).
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK60A0900	***MEKATRONIIKAN PROJEKTIPÄÄLLIKKÖKURSSI*** ***4 op***
	Project Managering in Mechatronics **Korvaa opintojakson BK60A0400 Mekatroniikan erityisopintojakso. Opintojaksolle hyväksytään rajoitettu määrä opiskelijoita. Valinnassa suositaan mekatroniikkaan syventyviä, tarvittaviin läsnäolomääriin pystyviä opiskelijoita.**
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, N. N.
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - soveltaa mekatroniikan kursseilla opittuja menetelmiä ja teknologioita toimiessaan mekatronisen koneen tuotesuunnitteluryhmän esimiehenä teollisuuden tuotesuunnitteluprojektissa - vertailla hyvän johtamistavan mukaisia toimintatapoja ja valita tarkoituksenmukaisimman tavan T&K hankkeen tavoitteiden mukaan - kehittää omaa johtajuuttaan.
Sisältö	Ryhmätyönä tehtävän mekatronisen tuotteen järjestelmällisen suunnitteluprojektin johtaminen. Hyvään esimies- ja johtamistapaan perehtyminen. Asioiden ja ihmisten johtamisen integrointi T&K projektissa. T&K-projektin toteutustavan kehittäminen ja tarkoituksenmukaisten suunnittelu- ja toimintamenetelmien valinta, vertailu ja perusteltu käyttö. Projektisuunnitelman ja projektin tilannekatsausten laatiminen globaalia, verkostoitunutta suunnitteluympäristöä ajatellen.
Suoritustavat	Luentoja 8 h, 3.-4. periodi. Ryhmätöiden ohjaaminen ja seminaarit 56 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 44 h. Kokonaismitoitus 104 h.
Arvostelu	0-5, jatkuva näyttö 100 %. Ryhmätyöstä arvostellaan sisällön lisäksi sekä suullinen että kirjallinen esitys. Arvostelussa noudatetaan jatkuvan näytön periaatetta. Vertaisarvioinnin käyttö johtamisen arvostelussa.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Opintojaksolla käytetään Noppa-opintoportaalia.
Edellytykset	BK60A0200 Mekatroniikka harjoitukset suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK60A1000	***CONTROL OF MECHATRONIC MACHINES*** ***6 ECTS cr***
	Control of Mechatronic Machines
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Associate Professor, D.Sc. (Tech.) Huapeng Wu
Aims	The aim of this course is to develop the theoretical and practical expertise in the analysis and design of control systems as well as programming and control of robotic machines. The application of control system strategies covers a wide area and the course provides a sound base for the study of both classical and modern techniques. After having passed this course module, the student is able to: - model and simulate the control of mechatronic machines - design servo control systems for hydraulic, pneumatic and electro-machines e.g., by utilizing the frequency- and time-domain methods - programming and control mechatronic machines e.g., a robotic machine
Content	This course introduces common industrial servo control systems: hydraulic, pneumatic, and electro-mechanic systems. The dynamic analysis of these servo systems is studied in both time- and frequency-domain. Different control strategies are introduced, mainly classical with some concepts of modern

	control. Design and analysis of digital control will be introduced. During this course, the design, analysis and simulation using Matlab/Simulink are conducted. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 42 h, 1st-2nd period. Tutorials 42 h, 1st-2nd period. Exercises 30 h, 2nd period. Laboratory work 10 h. Independent study 50 h. Total loading 174 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Lecture notes. Selected chapters from the following text books: 1) Shinners: "Modern control system theory and application". 2) Gene F. Franklin, J. David Prowell: "Feedback control of dynamic systems". 3) Jelali Mohieddine: "Hydraulic servo-systems, modeling, identification and control".
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK60A1100	***TOIMILAITTEIDEN SÄÄTÖTEKNIIKKA 6 op***
	Control of Actuators
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	professori, TkT Heikki Handroos
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - valita oikeantyyppisen toimilaitteen ja säätöjärjestelmän erilaisiin mekatronisiin koneisiin - mitoittaa takaisinkytkettyjä hydraulisia pneumaattisia ja sähköisiä toimilaitteita siten, että mekatroniselta koneelta vaaditut staattiset ja dynaamiset suoritusarvot täyttyvät - valita teknistaloudellisesti optimaaliset komponentit toimilaitteiden säätöjärjestelmiin - kompensoida dynaamisesti alivaimennettuja tai epästabiileja toimilaitejärjestelmiä - valita ja virittää erilaisia säätäjiä servojärjestelmille - käyttää Matlab-ohjelmistoa servojärjestelmien mitoituksessa
Sisältö	Servojärjestelmien sovellusesimerkkejä mekatronisissa koneissa. Servojen mallinnus differentiaali- ja algebrallisilla yhtälöillä. Linearisointi. Servojen mallinnus siirtofunktioilla. Servojen mallinnus tilayhtälöillä. Stabiilisuuden, tarkkuuden ja taajuuskaistan analysointi taajuustasossa. Venttiiliohjatun hydraulisen asemaservon mallinnus differentiaaliyhtälöillä ja algebrallisilla yhtälöillä. Venttiiliohjatun hydraulisen asemaservon siirtofunktion ja tilayhtälön johto sekä mitoitus taajuusanalyysin avulla. Hydraulisten asemaservojen säätö- ja kompensointimenetelmät. Servo- ja proportionaaliventtiilien ominaisuudet takaisinkytketyissä järjestelmissä. Hydrauliset nopeus- ja voimaservot sekä niiden säätömenetelmät. Pneumaattisen asemaservon siirtofunktio ja mitoitus taajuustasossa. Sähköisen asemaservon differentiaaliyhtälöt, siirtofunktio ja mitoitus. Servojen säätäjien digitalisointi, Z-muunnos ja stabiilisuuden analysointi yksikköympyrän avulla. Servojärjestelmien mallinnus ja analysointi Matlab/Simulink-ohjelmistolla.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 21 h, 1. periodi. Mikroluokkaharjoituksia 21 h, 2. periodi. Laboratoriotyöt ryhmätöinä 20 h, 2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 52 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 60 %, harjoitukset 40 %.
Oppimateriaalit	Luento- ja harjoitusmateriaalit, Noppa.
Edellytykset	BK60A0001 Mekatroniikan peruskurssi harjoitukset suoritettuna. BL40A0300 Säätötekniikan perusteet B harjoitukset suoritettuna.

Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK65A0100	***KONEENOSIEN SUUNNITTELUN PERUSKURSSI*** ***5 op***
	Introduction to Machine Element Design
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Kimmo Kerkkänen
Tavoitteet	Tämän opintojakson hyväksytysti suoritettuaan opiskelija osaa valita ja mitoittaa yleisimmät koneenosat niiden tavallisiin käyttökohteisiin. Harjoituksissa opiskelijat oppivat koneenosien suunnittelun perusteiden tärkeimmät alueet, eli tarkentavat ja täydentävät pääsisältöjen omaksumista hakemalla vastaukset harjoituskysymyksiin omatoimisesti, mutta samalla yhteistyössä vertaisryhmän kanssa. Tällä tavoin opiskelijat oppivat ryhmätyöskentelytaitoja, joita tarvitaan opiskelun jälkeisessä työelämässä. Samalla opiskelijat oppivat ottamaan vastuun omasta opiskelustaan ja oppivat hyödyntämään vertaisryhmän sekä opettajan apua kriittisesti tarkastellen. Koneenosien suunnittelun peruskurssin opintojaksolla opiskelijat omaksuvat itselleen hyvät pohjatiedot koneensuunnitteluopin syventäviä opintoja ja eritoten tulevaa työelämää varten.
Sisältö	Tavallisimmat koneenosat ja niiden suunnittelun perusteet, koneenosien staattinen ja dynaaminen lujuuslaskenta, jouset, ruuvit, akseliliitokset, laakerit, hihnavälitykset, ketjuvälitykset, hammasvaihteet, kytkimet, jarrut, koneenrakennusmateriaalit, voitelu ja tiivisteet. Koneenosien väsymismitoituksen tavallisimmat menetelmät ja työkalut sekä niiden matemaattiset perusteet.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Laskuharjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Opiskelijan omaehtoista työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5. Harjoitukset on suoritettava hyväksytysti ennen tenttiä. Hyvin suoritetut harjoitukset voivat korottaa tenttiarvosanaa yhdellä numerolla, paitsi arvosanoja 0 ja 5. Tentissä arvioidaan opiskelijan kykyä oppia koneenosien suunnittelun perusasioita ja kykyä soveltaa oppimaansa matemaattista teoriaa todellista vastaaviin esimerkkitapauksiin. Harjoituksissa arvioidaan opiskelijan kykyä suunnitella laskennallisesti erilaisia yksinkertaisia koneenosia. Osasuoritukset ovat voimassa toistaiseksi.
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Airila M. et.al., Koneenosien suunnittelu. Täydentävä oheismateriaali: Niemann G. & Winter H., Maschinenelemente I, II ja III.
Edellytykset	BK20A1700 Tekninen piirustus I suoritettuna. BK80A0000 Statiikka laskuharjoitukset sekä BK80A0300 Lujuusoppi I tai BK80A0401 Lujuusopin perusteet laskuharjoitukset suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK65A0202	***TEKNISEN SUUNNITTELUN PERUSKURSSI*** ***7 op***
	Introduction to Engineering Design
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Kimmo Kerkkänen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - käyttää järjestelmällisen tuotesuunnittelun metodiikkaa - käyttää luovaa ideointikykyä tuotekehitysprosessissa

	- tunnistaa ryhmätyön edut uuden tuotteen suunnittelussa - työskennellä rakentavasti ja järjestelmällisesti ryhmässä.
Sisältö	Järjestelmällisen tuotesuunnittelun ja erityisesti järjestelmällisen koneensuunnittelun käsitteet ja prosessi, sen päävaiheet ja niiden osatehtävät. Asiakkaan tarpeista lähtevä tuotekonseptin luonnostelu. Suunnittelutehtävän asettaminen ja rakennevaihtoehtojen järjestelmällinen ideointi ja arviointi. Rakenneanalyysin käyttäminen tuotteen suunnittelussa. Valmistuksen ja kustannusten huomioon ottaminen tuotesuunnittelussa. Luotettavuuden hallinnan peruskäsitteet ja -menetelmät. Potentiaalisten ongelmalähteiden ja vikaantumissyiden analysointikeinot. Turvallisuussuunnittelun pääperiaatteet. Digitaalinen koneenrakennus. Toiminta verkottuneessa tuotesuunnitteluprojektissa. Keksinnön suojaamisen keinot ja vaikutus tuotekehitysprojektiin, patenttihakemuksen rakenne ja sisällön pääkohdat. Älymateriaalit ja komposiittirakenteet koneenrakennuksessa. Opiskelija perehtyy laajassa ryhmätyöprojektissa teknisen tuotteen suunnitteluun ja valmistukseen käytännöllisestä tarpeesta käsin.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Ryhmätyöharjoitukset ja seminaarit 56 h, 1.-4. periodi. Itsenäinen ryhmätyöskentely 75 h, 1.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 25 h. Kokonaismitoitus 184 h.
Arvostelu	Ryhmätyöstä arvostellaan sisällön lisäksi sekä suullinen että kirjallinen esitys. Arvostelussa noudatetaan lisäksi jatkuvan näytön periaatetta. 0-5, tentti 40 %, harjoitustyö 60 %.
Oppimateriaalit	Pahl G. & Beitz W., 1996. Engineering Design: A Systematic Approach, London, Springer. 543 s. Ulrich K.T. & Eppinger S.D. 2000. Product Design and Development. New York, Irwin McGraw-Hill. 358 s. Luentomateriaali. Opintojaksolla käytetään Moodle-oppimisympäristöä.
Edellytykset	BK20A1700 Tekninen piirustus I ja BK80A0000 Statiikka suoritettuina. Suositellaan: BK80A0300 Lujuusoppi I ja BK80A0100 Dynamiikka I
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BK65A0300	***KONEENSUUNNITTELUOPPI***	***6 op***
	Machine Design	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Kimmo Kerkkänen	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - työskennellä tavoitteellisesti ja järjestelmällisesti tuotekehitysryhmässä - arvioida ja kehittää rakentavaa ideointikykyään - käyttää järjestelmällisen koneensuunnitteluprosessin päävaiheita ja olennaisinta sisältöä teollisuuden tuotesuunnitteluprosessissa.	
Sisältö	Järjestelmällinen koneensuunnittelu, erityisesti koneenosien vuorovaikutus sekä valmistettavuus huomioon ottaen. Rakennemuotoilun periaatteet. Tuotekehityksen tehokkuuden ja nopeuden mahdollistaminen. Tuotesarjat, modulaarisen tuotekonseptin luominen ja suunnittelu. Korroosion torjunta konstruktiivisin keinoin. Turvallisuuden varmistaminen, tuotteen kunnossapito, kunnonvalvonnan perusteet. Ihminen ja kone –rajapinta. Robust Design, tuotteen laatu, koesuunnittelu. Prototypointi, mallinnus, simulointi. Kappaleen käsittely. Teknistä tuotekehitystä koskevan kirjoittamisen ja dokumentoinnin tärkeimmät periaatteet. Poikkitekninen näkökulma tuotekehitysprojektissa. Elinkaariajattelun liittäminen osaksi järjestelmällistä koneensuunnittelua. Tuotetiedonhallinta. Projektinhallinta. Teknistä tuotekehitystä koskevan kirjoittamisen ja dokumentoinnin tärkeimmät periaatteet. Tieteelliseen ongelmanratkaisuun tutustuminen. Opiskelija perehtyy ryhmätyössä yhteen	

	metalliteollisuuden asiakasympäristöön niin, että hän tietää asiakkaan olennaisimmat tarpeet, jotka koskevat yhtä koneteknistä tuotetta. Ryhmätyössä ideoidaan uusia laitteita ja rakenteita tai kehitetään olemassa olevia. Opiskelijat etsivät itsenäisesti ryhmätyöaiheet mielellään jo syksyn aikana.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Ryhmätyöharjoitukset ja seminaarit 42 h, 3.-4. periodi. Itsenäinen ryhmätyöskentely 70 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 16 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	Ryhmätyöstä arvostellaan sisällön lisäksi sekä suullinen että kirjallinen esitys. Arvostelussa noudatetaan jatkuvan näytön periaatetta. 0-5, tentti 50 %, harjoitustyö 50 %.
Oppimateriaalit	Pahl G. & Beitz W., 1996. Engineering Design: A Systematic Approach, London, Springer. 543 s. Ulrich K.T. & Eppinger S.D. 2000. Product Design and Development. New York, Irwin McGraw-Hill. 358 s. Virkkala V., 1994. Luova ongelmanratkaisu. Helsinki. 292 s. Luentomateriaali. Opintojaksolla käytetään Moodle-oppimisympäristöä.
Edellytykset	BK20A1700 Tekninen piirustus I, BK80A0000 Statiikka, BK65A0100 Koneenosien suunnittelun peruskurssi, BK80A0300 Lujuusoppi I ja BK65A0202 Teknisen suunnittelun peruskurssi suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BK65A0700	***TEKNISEN SUUNNITTELUN PERUSTEET 2 op***
	Basics of Engineering Design **Opintojaksoa ei voi sisällyttää konetekniikan koulutusohjelman tekniikan kandidaatin eikä diplomi-insinöörin tutkintoon.**
Ajankohta	TkK 2, periodi 1
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Kimmo Kerkkänen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - työskennellä rakentavasti ja järjestelmällisesti ryhmässä - käyttää luovaa ideointikykyä tuotekehitysprosessissa - käyttää järjestelmällisen tuotesuunnittelun metodiikkaa.
Sisältö	Järjestelmällisen tuotesuunnittelun ja erityisesti järjestelmällisen koneensuunnittelun käsitteet ja prosessi, sen päävaiheet ja niiden osatehtävät. Asiakkaan tarveanalyysistä lähtevä tuotekonseptin luonnostelu. Suunnittelutehtävän asettaminen ja rakennevaihtoehtojen järjestelmällinen ideointi ja arviointi. Valmistuksen ja kustannusten huomioon ottaminen tuotesuunnittelussa. Luotettavuuden hallinnan peruskäsitteet ja -menetelmät. Potentiaalisten ongelmalähteiden ja vikaantumissyiden analysointikeinot. Turvallisuussuunnittelun pääperiaatteet. Opiskelija perehtyy ryhmätyöprojektissa teknisen tuotteen ideointiin, suunnitteluun ja kehittämiseen käytännöllisestä tarpeesta käsin.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, 1. periodi Ryhmätyöharjoitukset ja seminaarit 14 h, 1. periodi. Omaehtoista työskentelyä 28 h. Kokonaiskuormitus 56 h. Tentti.
Arvostelu	Ryhmätyöstä arvostellaan sisällön lisäksi sekä suullinen että kirjallinen esitys. 0-5, tentti 80 %, harjoitustyö 20 %.
Oppimateriaalit	Pahl, G. & Beitz, W., Engineering Design: A Systematic Approach, London, Springer, 1996. 543 s. Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. , Product Design and Development, New York, Irwin McGraw-Hill, 2000. 358 s.

	Luentomateriaali. Opintojaksolla käytetään Moodle-oppimisympäristöä.
Edellytykset	BK20A1700 Tekninen piirustus I Suositellaan: BK80A0000 Statiikka tai BK80A2100 Statiikan perusteet suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BK65A0800 *KONEENSUUNNITTELUN PROJEKTIPÄÄLLIKKÖKURSSI* *4 op*

	Project Managering in Machine Design **Opintojaksolle hyväksytään rajoitettu määrä opiskelijoita. Valinnassa suositaan koneensuunnitteluun syventyviä, tarvittaviin läsnäolomääriin pystyviä opiskelijoita.**
Ajankohta	DI 1-2, periodi 1-4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Kimmo Kerkkänen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - käyttää järjestelmällisen koneensuunnitteluprosessin päävaiheita ja olennaisinta sisältöä toimiessaan tuotesuunnitteluryhmän esimiehenä teollisuuden tuotesuunnitteluprojektissa - vertailla hyvän johtamistavan mukaisia toimintatapoja ja valita tarkoituksenmukaisimman tavan suunnitteluprojektin tavoitteiden mukaan - kehittää omaa johtajuuttaan.
Sisältö	Ryhmätyönä tehtävän teknisen tuotteen järjestelmällisen suunnitteluprojektin johtaminen. Hyvään esimies- ja johtamistapaan perehtyminen. Asioiden ja ihmisten johtamisen integrointi koneensuunnitteluprojektissa. Suunnitteluprojektin toteutustavan kehittäminen ja tarkoituksenmukaisten suunnittelu- ja toimintamenetelmien valinta, vertailu ja perusteltu käyttö. Projektisuunnitelman ja projektin tilannekatsausten laatiminen globaalia, verkostoitunutta suunnitteluympäristöä ajatellen.
Suoritustavat	Luentoja 8 h, 1.-4. periodi. Ryhmätöiden ohjaaminen ja seminaarit 56 h, 1.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 40 h. Kokonaismitoitus 104 h.
Arvostelu	Ryhmätyöstä arvostellaan ryhmän menestyksen lisäksi projektisuunnitelman suullinen ja kirjallinen esitys. Johtamisen arvostelussa noudatetaan jatkuvan näytön sekä vertaisarvioinnin periaatteita. 0-5, projektisuunnitelma 30 %, jatkuva näyttö 70 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Opintojaksolla käytetään Moodle-oppimisympäristöä.
Edellytykset	BK65A0300 Koneensuunnitteluoppi harjoitustyö suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK70A0000 *SIMULATION OF A MECHATRONIC MACHINE* *6 ECTS cr*

	Simulation of a Mechatronic Machine
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Aki Mikkola
Aims	The student possesses the theories and practices of mathematical modeling and computer simulation of machine systems, which are either hydraulically, pneumatically or electronically actuated. The student is able to utilize simulations as an integrated tool of product design and he can utilize his skills to generalize the theories of engineering design to

	solve multidisciplinary design tasks. The student is able to compare and justify the use of different constructional solutions for linear and rotating motion mechanism based on their static, kinematic and dynamic analysis. The student is able to individual scientific work to simulate mechatronic machines.
Content	Principles of multibody dynamics, modelling of actuators, coupled simulation. The use of Lagrangian equation. Constraint equations and Lagrangian multipliers. Inertia of rigid bodies. Modeling of hydraulic components. Numerical integration of the equation of motion. Individual utilization of simulation software, which includes also the principles of how to apply previous mentioned mathematical theories into handling and solving abstract and multidisciplinary problems.
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Teamwork in multi-cultural working environment 30 h, 1st-2nd period. Supervised tutorials 28 h, 1st-2nd period. Independent study 70 h, 1st-2nd period. Total loading 156 h.
Evaluation	0-5, examination or mid-course examinations 80%, simulation work 20%.
Study materials	Lecture notes. Shabana, A. A.: Computational Dynamics, John Wiley & Sons, Inc., 1st edition, 1994. ISBN 0-471-30551-0. Moodle.
Prerequisites	Students are recommended to have completed BK60A0001 Mekatroniikan peruskurssi, BK80A0000 Statiikka, BK80A0100 Dynamiikka I BK80A2500 Dynamiikka II (not required from students of Master's Degree Programme in Mechanical Engineering).
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction. Enrolment to tutorial groups in WebOodi

BK70A0100	***KONEEN SIMULOINNIN TYÖKURSSI 6 op***
	Simulation, Laboratory Course
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	professori, TkT Aki Mikkola
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - suunnitella koneita simuloinnin avulla - monimutkaisia ja kompleksisia numeerisia analyysejä - valita sopivan analysointimenetelmän koneensuunnittelun ongelman ratkaisuun - tyypillisimmät epälineaaristen järjestelmien analysoinnissa käytetyt menetelmät - robottikinematiikassa yleisimmin käytetyt menetelmät.
Sisältö	Avaruusjärjestelmien kinematiikka, avaruusjärjestelmien dynamiikka, epälineaarinen elementtimenetelmä, reaaliaikasimuloinnin käyttö koneiden tuotekehityksessä, simulointimallien käyttö sulautetuissa järjestelmissä. Inkrementtaalinen ratkaisumenetelmä, elementtimenetelmä ja ominaismuotojen superponointitekniikka epälineaaristen järjestelmien analysoinnissa. Liikkuvan kaluston mallinnusmenetelmät. Koneiden simuloinnin käyttö väsymisvaurion analysoinnissa. Reaaliaikasimulointien käyttö tuotekehityksessä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 42 h, 3.-4. periodi. Kokeelliset mittaukset 5 h. Harjoitustyö, välinäytöt opettajalle 36 h. Omaehtoista työskentelyä 45 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti tai kaksi välikoetta 50 %, harjoitustyö 50 %.
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Shabana, A. A.: Dynamics of Multibody Systems, Cambridge University Press,

	3rd edition, 2005. ISBN 0-521-85011-8. Shabana, A. A.: Computational Dynamics, John Wiley & Sons, Inc., 1st edition,1994. ISBN 0-471-30551-0. Moodle.
Edellytykset	BK70A0000 Simulation of a Mechatronic Machine suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK70A0201	***KONEEN SIMULOINNIN ERITYISOPINTOJAKSO*** ***5 op***
	Simulation of a Machine, Advanced Course
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	TkT Marko Matikainen
Tavoitteet	Opiskelija osaa valita sopivan numeerisen laskentamenetelmän koneiden dynaamisen vasteen ratkaisuun ja arvioida ratkaisun oikeellisuutta. Opintojakson aikana opiskelija kehittää tietokoneohjelman koneiden simulointiin, jonka avulla opiskelija osaa todistaa ajoneuvolle kehittämänsä konstruktion toimivuuden stabiiliuden suhteen.
Sisältö	Opintojakson aikana syvennetään koneiden simuloinnissa tarvittavien numeeristen menetelmien hallintaa. Erityisesti painopisteinä ovat epälineaarinen elementtimenetelmä monikappaledynamiikassa, numeerisen ratkaisun konvergenssi ja tarkkuus, epäkonservatiivisen järjestelmän stabiilius ja epälineaariset materiaalimallit. Opintojakson pääpaino on harjoitustöissä, joissa koneiden simuloinnin erityisongelmia ratkaistaan perus- ja jatko-opiskelijoista muodostetuissa pienryhmissä. Jatko-opiskelijat toimivat opintojaksolla pienryhmien tuutoreina. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.
Suoritustavat	Luentoja 21 h, 3.-4. periodi. Mikroluokkaharjoitukset 21 h, 3.-4. periodi. Harjoitustyöt 18 h. Omaehtoista työskentelyä 70 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 20 %, harjoitustyö 80 %.
Oppimateriaalit	Moodle.
Edellytykset	BK70A0000 Simulation of a Mechatronic Machine ja BK70A0100 Koneen simuloinnin työkurssi suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK70A0500	***MACHINE DYNAMICS*** ***6 ECTS cr***
	Machine Dynamics
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-2
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Jussi Sopanen
Aims	After having passed the course student knows: - theory of structural dynamics design and how to apply the knowledge in the design of machine systems (especially electromechanical systems) - how to model dynamic machine systems, solve the equations of motion in frequency and time domains and analyze the results - basics of vibration measurements and experimental modal analysis
Content	Multiple degree-of-freedom vibrations, solution and interpretation of natural frequencies and modes. Response to the harmonic and general force excitation. Derivation of the equations of motion of the system and solution in frequency and time domain. Vibration measurements and experimental modal analysis. Basics of Rotor Dynamics. Torsion vibrations. Vibrations of electromechanical systems.
Modes of Study	Lectures 28 h, 1st-2nd period. Supervised tutorials 20 h, 1st-2nd period.

	Laboratory work 6 h. Independent study 72 h, 1st-2nd period. Teamwork in multi-cultural working environment 30 h, 1st-2nd period. Total workload 156 h.
Evaluation	0-5, examination or mid-course examinations 70%, simulation work 20%, laboratory exercises 10%.
Study materials	Lecture notes. Inman, D. J.: Engineering vibration, 3rd ed., Pearson Education Inc., New Jersey, 2007. ISBN 0-13-228173-2. Moodle
Prerequisites	Students are recommended to have completed BK80A0100 Dynamiikka I, BK80A2500 Dynamiikka II (not required form students of Master's Degree Programme in Mechanical Engineering) and BK80A1100 FE-analyysin peruskurssi or BK80A1200 FE-analysis Course.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BK80A0000	***STATIIKKA***	***6 op***
	Statics	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - erottaa käsitteellisesti partikkelin ja jäykän kappaleen voimasysteemin - muodostaa tasapainoyhtälöt - laskea sauvan sisäiset rasitukset. Lisäksi opiskelija osaa laskea yksinkertaisten kappalesysteemien sisäiset rasitukset, ottaa huomioon kitkan vaikutuksen ja käyttää virtuaalisen työn periaatetta tehtäviä ratkaistaessa.	
Sisältö	Samaan pisteeseen vaikuttavien voimien yhdistäminen, voiman staattinen momentti, voimapari ja sitä koskevat lauseet, jäykän kappaleet tasapainoehdot, suoran palkin sisäiset rasitukset, ristikoiden ja yksinkertaisten koneiden tasapaino, kitkaan liittyvät sovellukset rakenteissa, painopisteen ja pintakeskiön määritys, virtuaalinen työ. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.	
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Harjoitustyö 2 h. Itsenäistä työskentelyä 84 h. Kokonaismitoitus 156 h. Henkilökohtainen harjoitusten palautustilaisuus, jossa arvioidaan opintojakson aihepiirin osaamista sekä annetaan opiskelijalle mahdollisuus harjoitella itsenäistä työskentelyä ja kommunikaatiotaitoja oman alan esimies-alainen –tilanteissa.	
Arvostelu	0-5, tentti tai vaihtoehtoisesti kaksi välikoetta 100 %.	
Oppimateriaalit	Hibbeler R.C., Engineering Mechanics. Salmi T., Statiikka. Moodle.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK80A0100	***DYNAMIIKKA I***	***5 op***
	Dynamics I	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Timo Nykänen tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa ratkaista koneenelimiin, virtausmekaniikkaan ja konstruktiiviseen suunnitteluun liittyviä	

	partikkelidynamiikan tehtäviä.
Sisältö	Partikkelin suoraviivainen liike, partikkelin käyräviivainen liike, partikkelin liikkeen määritys voimayhtälöillä, energiaperiaatteella ja impulssiperiaatteella, sysäysvoimista, kitkaton keskeinen sysäys, harmoninen yhden vapausasteen värähtely. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Itsenäistä työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h. Opiskelijat saavat netin kautta palautteen hyväksyttyjen harjoitustehtävien määrästä sekä välikokeiden tuloksista ja pystyvät seuraamaan opintojensa etenemistä viikoittain.
Arvostelu	0-5, tentti tai 2 välikoetta 70 % ja harjoitukset 30 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Hibbeler R.C., Engineering Mechanics, Dynamics, 9th ed. Chapters 12-15, 22.
Edellytykset	BK80A0000 Statiikka suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK80A0300	***LUJUUSOPPI I***	***6 op***
	Strength of Materials I	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - laskea yleisimpien koneenosien jännitykset ja siirtymät yksinkertaisissa kuormitustapauksissa - ratkaista sauvan nurjahdustehtävän - ratkaista yksinkertaisen rakenneosan väsymismitoitustehtävän.	
Sisältö	Jännitys- ja venymäkäsite, materiaalien mekaaniset ominaisuudet, aksiaalikuorma, vääntö, taivutus, suora leikkaus, yhdistetyt rasitukset, tasojännitystilan jännitys-venymäyhteys, lujuushypoteesit, palkkien ja akselien mitoitus, taivutuksen siirtymätila, staattisesti määräämätön rakenne, puristettujen sauvojen stabiliteetti, materiaalin väsymisen perusteet, jännitys-kuormanvaihtopiirros, yhdistetty palkki, plastinen taivutus, murtorajatila. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.	
Suoritustavat	Luentoja 56 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 42 h, 3.-4. periodi. Itsenäistä työskentelyä 58 h. Kokonaismitoitus 156 h. Henkilökohtainen harjoitusten palautustilaisuus, jossa arvioidaan opintojakson aihepiirin osaamista sekä annetaan opiskelijalle mahdollisuus harjoitella itsenäistä työskentelyä ja kommunikaatiotaitoja oman alan esimies-alainen –tilanteissa.	
Arvostelu	0-5, tentti tai kaksi välikoetta 100 %.	
Oppimateriaalit	Hibbeler, R.C., Mechanics of Materials, Moodlen luentomateriaali. Outinen, H., Koski, J., Salmi, T., Lujuusopin perusteet.	
Edellytykset	Suositellaan BK80A0000 Statiikka.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK80A0401	***LUJUUSOPIN PERUSTEET***	***3 op***
	Basic Course in Strength of Materials **Opintojaksoa ei voi sisällyttää konetekniikan koulutusohjelman tekniikan kandidaatin eikä diplomi-insinöörin tutkintoon.**	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3	

Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - laskea yleisimpien koneenosien jännitykset ja siirtymät yksinkertaisissa kuormitustapauksissa.
Sisältö	Jännitys- ja venymäkäsite, materiaalien mekaaniset ominaisuudet, aksiaalikuorma, vääntö, taivutus, suora leikkaus, yhdistetyt rasitukset, tasojännitystilan jännitys-venymäyhteys, lujuushypoteesit. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3. periodi. Harjoituksia 21 h, 3. periodi. Itsenäistä työskentelyä 29 h. Kokonaismitoitus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Hibbeler, R.C., Mechanics of Materials, Moodlen luentomateriaali. Outinen, H., Koski, J., Salmi, T., Lujuusopin perusteet.
Edellytykset	Suositellaan BK80A2100 Statiikan perusteet tai BK80A0000 Statiikka.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK80A0501	***LUJUUSOPPI II*** ***6 op***
	Strength of Materials II
Ajankohta	TkK 2-3, periodi 1-2
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Timo Nykänen tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme
Tavoitteet	Opintojakso antaa konetekniikan opiskelijoille tarvittavat syvällisemmät ja laajemmat lisätiedot jatkona opintojaksolle BK80A0300 Lujuusoppi I. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - laskea yleisimpien koneenosien jännitykset ja siirtymät yksinkertaisissa kuormitustapauksissa useita eri laskentamenetelmiä käyttäen - osaa vertailla eri laskentamenetelmiä ja valita niistä sopivimman - osaa laskea jännitykset ja siirtymät 3D-tapauksissa.
Sisältö	Ohutseinäisen profiilin taivutus ja vääntökeskiö. Avaruusjännitystila, pääjännitykset, tasomuodonmuutostila, yleinen muodonmuutostila, päävenymät, yleistetty Hooken laki. Ortotrooppinen materiaali. Paksu pyörähdyssymmetrisesti kuormitettu ympyrälieriökuori. Jännitysfunktio. Kimmoisella alustalla oleva palkki. Muodonmuutosenergia, murtumishypoteesit. Ohutseinäisen sulkeutuvan profiilin vääntö. Monionteloisen sauvan vääntö. De Saint Venantin vääntöteoria. Prandtlin kalvoanalogia. Käyrän sauvan normaalijännitykset. Ympyrärengaskaaren muodonmuutokset. Nurjahduksen yleinen differentiaaliyhtälö. Kimmoisten nurjahdustapausten ratkaisuja tasapainomenetelmällä. Castiglianon lauseet. Potentiaalienergian minimin periaate. Yksikkövoimamenetelmä. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 42 h, 1.-2. periodi. Itsenäistä työskentelyä 72 h. Kokonaismitoitus 156 h. Opiskelijat saavat netin kautta palautteen hyväksyttyjen harjoitustehtävien määrästä sekä välikokeiden tuloksista ja pystyvät seuraamaan opintojensa etenemistä viikoittain.
Arvostelu	0-5, tentti tai 2 välikoetta 70 % ja harjoitukset 30 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Ugural A.C. and Fenster S.K., Advanced Strength and Applied Elasticity, 4th ed. Ugural A.C. Mechanics of Materials Hibbeler, Structural Analysis Pennala, Lujuusopin perusteet.
Edellytykset	BK80A0300 Lujuusoppi I harjoitukset suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK80A1100	***FE-ANALYYSIN PERUSKURSSI***	***5 op***
	FE-analysis, Elementary Course	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää elementtimenetelmän matemaattis-fysikaaliset perusteet ja osaa ratkaista yksinkertaisiin staattisesti kuormitettuihin mekaanisiin rakenteisiin liittyviä tehtäviä käyttäen elementtimenetelmäohjelmistoja.	
Sisältö	Luennoilla käsitellään staattisen lineaarikimmoisen FE-analyysin kulkua tarkoituksena antaa perustiedot mm. elementtien jäykkyysmatriisien johtamisesta, globaalin jäykkyysmatriisin kokoamisesta, reunaehtojen ja kuormitusten käsittelystä sekä tehtävän ratkaisusta. Kaikkia elementtityyppejä koskevat matemaattis-fysikaaliset perusteet. Harjoituksissa tutustutaan FE-mallinnukseen ohjelmistojen avulla.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 28 h, 1.-2. periodi. Itsenäistä työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 50 %, harjoitukset 50 %.	
Oppimateriaalit	Hakala M.K., Lujuusopin elementtimenetelmä. Otakustantamo No. 457. Luennoilla ilmoitettava materiaali. Moodle.	
Edellytykset	BK80A0000 Statiikka ja BK80A0300 Lujuusoppi I suoritettuina.	

BK80A1200	***FE-ANALYSIS COURSE***	***5 ECTS cr***
	FE-analysis Course	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3-4	
Teacher(s)	Researcher/Teacher, D.Sc. (Tech.) Pasi Tanskanen Professor, D.Sc. (Tech.) Timo Björk	
Aims	Students understand the mathematical foundations of finite element analysis and are able to use a commercial finite element program to analyse simple statically loaded mechanical structures.	
Content	The student will be acquainted with the procedure of static linear-elastic FE analysis with the aim of providing the student with a basic knowledge of the derivation of element stiffness matrices of elements, the assembly of a global stiffness matrix, the handling of boundary conditions and loading as well as the problem solving. In the tutorials the student will be acquainted with FE modelling using commercial software.	
Modes of Study	28 h of lectures, 3rd-4th period. 28 h of tutorials, 3rd-4th period. Independent study 74 h. Overall 130 h.	
Evaluation	0-5, examination 50%, exercises 50%.	
Study materials	The material is to be specified during lectures. Moodle.	

BK80A1300	***FE-ANALYYSIN JATKOKURSSI***	***5 op***
	FE-analysis, Advanced Course	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Timo Nykänen	
Tavoitteet	Opintojaksolla syvennetään opintojakson FE -analyysin peruskurssi tietoja. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää syvällisemmin elementtimenetelmän matemaattis-fysikaaliset perusteet ja kykenee	

	ratkaisemaan staattisesti ja dynaamisesti kuormitettuja rakenteita koskevia tehtäviä käyttäen elementtimenetelmäohjelmistoja. Opiskelija osaa: - mallintaa rakenteita ja tulkita FE -analyysin tuloksia siten, että tulokset ovat luotettavia - osaa vertailla eri mallinnustapoja ja -tekniikoita - osaa muodostaa tarkoituksenmukaisia FE-malleja eri elementtityyppejä (solid, levy, kuori, laatta) käyttäen.
Sisältö	Luennoilla käsitellään mm. FE-analyysissä käytettäviä ratkaisualgoritmejä, stabiiliuteen ja värähtelyihin liittyviä ominaisarvotehtäviä ja rakenteiden epälineaarisia analyysejä, alirakenne- ja alimallinnustekniikoita sekä dynaamista analyysiä. Harjoituksissa tutustutaan eri analyysityyppeihin ja mallinnustekniikoihin ohjelmistojen avulla.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 28 h, 3.-4. periodi. Itsenäistä työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 50 %, harjoitukset 50 %.
Oppimateriaalit	Hakala M.K., Lujuusopin elementtimenetelmä. Otakustantamo No. 457 soveltuvin osin. Luennoilla ilmoitettava materiaali. Moodle.
Edellytykset	BK80A1100 FE-analyysin peruskurssi harjoitustehtävät hyväksyttyinä.

BK80A1401	***VÄSYMISKESTÄVYYS***	***6 op***
	Fatigue Design **The course will be lectured in Finnish. The foreign students read the course book (the particular chapters), carry out the home exercises and finally participate the exam in order to pass the course.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Timo Nykänen professori, TkT Timo Björk	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa yleistää väsyttävästi kuormitettujen rakenteiden suunnittelun perusteet, ja valita ja perustella keinot miten välttää väsymismurtuma. Opiskelija osaa: - valita ja vertailla eri väsymismitoituskriteerejä - osaa suunnitella väsymiskestoltaan paremman rakenteen - osaa hyödyntää kokeellisia tuloksia laskennassa ja tulkita tuloksia kestoiän arvioinnissa.	
Sisältö	Materiaalin väsyminen toistuvien kuormien vaikuttaessa. Jännityskonsentraatiot. Jännitykseen perustuva menetelmä. Lineaariselastista murtumismekaniikkaa – väsymissärön kasvu. Paikallisen venymän menetelmä. Plastinen muodonmuutos. Hitsien väsymisestä. LUT:n tuottamaa hitsattujen rakenteiden väsymistä koskevaa tutkimustietoa. Opetettavien aihepiirien integrointi Teräsrakenteiden opintojaksojen oppisisältöihin. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Harjoitukset/harjoitustyöt 82 h, 1.-2. periodi. Itsenäistä työskentelyä: 74 h. Kokonaismitoitus 156 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 60 %, harjoitustyöt 40 %. Opiskelijat saavat netin kautta viikoittain palautetta harjoitusten arvostelusta.	
Oppimateriaalit	Oppimateriaalia Moodlessa. Dowling N.E., Mechanical Behavior of Materials 2nd ed., Prentice Hall.	
Edellytykset	BK80A0501 Lujuusoppi II tai BK20A0101 Materials Engineering.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK80A2100	*STATIIKAN PERUSTEET*	*3 op*
	Basics of Statics **Opintojaksoa ei voi sisällyttää konetekniikan koulutusohjelman tekniikan kandidaatin eikä diplomi-insinöörin tutkintoon.**	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - erottaa käsitteellisesti partikkelin ja jäykän kappaleen voimasysteemin - muodostaa tasapainoyhtälöt - laskea sauvan sisäiset rasitukset.	
Sisältö	Samaan pisteeseen vaikuttavien voimien yhdistäminen, voiman staattinen momentti, voimapari ja sitä koskevat lauseet, jäykän kappaleen tasapainoehdot, suoran palkin sisäiset rasitukset. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.	
Suoritustavat	Luentoja 21 h, 1. periodi. Harjoituksia 14 h, 1. periodi. Itsenäistä työskentelyä 43 h. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Hibbeler R.C., Engineering Mechanics. Salmi T., Statiikka. Moodle.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK80A2202	*TERÄSRAKENTEET I*	*6 op*
	Design of Steel Structures I **Korvaa opintojakson BK80A2200 Teräsrakenteiden suunnittelu I.**	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Björk	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - tunnistaa hitsattujen teräsrakenteiden suunnittelussa esiintyviä keskeisiä ilmiöitä - luokitella erilaisia metallirakenteiden vauriomekanismeja - laskea eri vauriomekanismien mukaisia tyypillisiä rakenneosien ja rakenteiden kestävyyksiä.	
Sisältö	Eri murtumismekanismien aktivoituminen käyttötilanteesta riippuen. Staattisen ja väsyttävän kuormituksen tunnistaminen ja väsyttävän kuormituksen luokittelu väsymisennusteen laatimiseksi. Eri tasoisten jännityskeskittymien luokittelu. Kuormituspohjainen liitostyyppien luokittelu. Hitsin kestävyyden määritys staattisessa ja väsyttävässä kuormituksessa. Lommahduksen ja muiden stabiiliusilmiöiden tunnistaminen erilaisilla kuormitus- ja reunaehdoilla sekä rakenteen standardin mukainen mitoitus. Hitsauksen ja kylmämuovauksen aiheuttamien jäännösjännitysten merkitys rakenteen käytettävyyteen.	
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 1.-2. periodi. Harjoituksia 14 h, 1.-2. periodi. Laboratorioharjoituksia 3 h, 1.-2. periodi. Ryhmätyöskentelyä 26 h, 1.-2. periodi. Omaehtoista työskentelyä 45 h, 1.-2. periodi. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 70 %, harjoitustyöt 30 %.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa.	
Edellytykset	BK80A0300 Lujuusoppi I suoritettuna.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.	

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK80A2302	***TERÄSRAKENTEET II***	***6 op***
	Design of Steel Structures II **Korvaa opintojakson BK80A2301 Teräsrakenteet II.**	
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Björk	
Tavoitteet	Kurssi on jatkoa opintojaksolle BK80A2201 Teräsrakenteet I. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - suunnitella vaativia hitsattuja teräsrakenteita - laskea kestävyyksiä hyödyntäen plastisen rajatilan mukaista mitoitusta - valita tarkoituksenmukaisen väsymiskestävyyden mitoitusmenetelmän - arvioida haurasmurtumisvaaran todennäköisyyttä laskennallisesti - mitoittaa stabiiliusilmiöiden mukaisia kestävyyksiä - laskea estetystä väännöstä ja vinoutumisesta johtuvat rasitukset - optimoida palkkirakenteita - suunnitella ruuviliitoksia.	
Sisältö	Hitsausliitoksen plastisen rajatilan mukaisen kestävyyden laskenta myötöviivateoriaa käyttäen. Väsymiskestävyyden mitoitusmenetelmien fysikaaliset perusteet. Haurasmurtumiskestävyyden arviointimenetelmät ja materiaaliominaisuuksien huomioon ottaminen laskentamalleissa. Rakenneosan muotoilu käytettävyyden ja kuormituksen perusteella. Estetyn väännön, vinoutumisen, leikkausviiveen ja rusennuskestävyyden tarkastelujen matemaattiset taustat. Palkkirakenteiden kokonaisvaltainen optimointi. Ruuviliitosten mitoitus-, valinta- ja vertailukriteerit.	
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 3.-4. periodi. Harjoitustöitä 14 h, 3.-4. periodi. Laboratorioharjoituksia 5 h, 3.-4. periodi. Ryhmätyöskentelyä 24 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 71 h, 3.-4. periodi. Kokonaismitoitus 156 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 60 % harjoitukset 40 %.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Niemi, E. Levyrakenteen suunnittelu. Eurocode 3.	
Edellytykset	BK80A0501 Lujuusoppi II harjoitukset suoritettuna, suositellaan BK80A2202 Teräsrakenteet I ja BK80A1401 Väsymiskestävyys.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK80A2402	***TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELUHARJOITUSTYÖ***	***6 op***
	Steel Structures Design Practice **Korvaa opintojakson BK80A2401 Teräsrakenteiden suunnitteluharjoitustyö.**	
Ajankohta	DI 2, periodi 1-4	
Opettaja(t)	professori, TkT Timo Björk	
Tavoitteet	Opintojakso antaa teräsrakenteiden opiskelijalle suunnittelukokemusta luoda ja mitoittaa vaativia teräsrakenteita. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - ratkaista teollisuuslähtöisestä kompleksisesta suunnitteluongelmasta johdetun teräsrakenteen suunnittelutehtävän - yleistää aikaisemmilla opintojaksoilla opittua matemaattisia numeerisia menetelmiä suunnittelutavoitteiden saavuttamiseksi - vertailla eri ratkaisuvaihtoehtoja ja valita vaihtoehdoista arvoanalyysin tai	

	käyttötarkoituksen perusteella edullisimman ratkaisun - perustella valitsemansa suunnittelutehtävän ratkaisun.
Sisältö	Teräsrakenteiden suunnitteluongelmien käsittely ja ratkaisutavan valinta ja toteutus. Suunnitteluongelmasta johdetun suunnittelutehtävän formulointi ja läpivienti. Suunnittelutehtävän ratkaisun dokumentointi.
Suoritustavat	Ohjattuja harjoitustunteja 10 h. Suunnittelutyön etenemisen seuranta vastuuopettajan johdolla 10 h, 1.-4. periodi. Omaehtoista suunnittelua 131 h, 1.-4. periodi. Suunnittelutehtävän ratkaisun esittely 5 h, 1.-4. periodi. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, harjoitustyö 100 %.
Oppimateriaalit	Eurocode 3
Edellytykset	BK80A2202 Teräsrakenteet I harjoitukset suoritettu.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK80A2500 DYNAMIIKKA II 5 op

	Dynamics II
Ajankohta	TkK 2, periodi 3-4
Opettaja(t)	yliassistentti, TkT Timo Nykänen tutkijaopettaja, TkT Tapani Halme
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa ratkaista koneenelimiin, virtausmekaniikkaan ja konstruktiiviseen suunnitteluun liittyviä jäykän kappaleen dynamiikan tehtäviä.
Sisältö	Jäykän kappaleen tasokinematiikka, voima- ja momenttiyhtälöt jäykän kappaleen liikkeessä, energiaperiaate, impulssiperiaate, kitkaton epäkeskeinen törmäys. Yhden vapausasteen värähtelyt. Vaimentamattomat ja vaimennetut vapaat värähtelyt. Energiamenetelmä. Harmonisen herätteen vaste. Alustaheräte. Pyörivä massaepätasapaino. Impulssivaste, vaste mielivaltaiseen herätteeseen, konvoluutiointegraali. Differentiaalilaskennan ja vektorianalyysin käyttö opintojakson aihepiireissä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoituksia 28 h, 3.-4. periodi. Itsenäistä työskentelyä 74 h. Kokonaismitoitus 130 h. Opiskelijat saavat netin kautta palautteen hyväksyttyjen harjoitustehtävien määrästä sekä välikokeiden tuloksista ja pystyvät seuraaman opintojensa etenemistä viikoittain.
Arvostelu	0-5, tentti tai 2 välikoetta 70 % ja harjoitukset 30 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali Moodlessa. Hibbeler R.C., Engineering Mechanics, Dynamics 9th ed. Inman D. J., Engineering Vibration. Wahab M. A., Dynamics and Vibration.
Edellytykset	BK80A0000 Statiikka suoritettuna.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK90C0501 KOMPOSIITTIEN JALOSTUSTEKNIIKKA 5 op

	Processing of Wood Composites
Ajankohta	TkK 3, periodi 3
Opettaja(t)	professori, Anne-Christine Ritschkoff tutkija, TkT Svetlana Butylina projektitutkija, DI Ossi Martikka laboratorioinsinööri, DI Marko Hyvärinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT, MMT Timo Kärki
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa:

	- luokitella ja erotella komposiittien jalostustekniikoita puutuoteteollisuudessa - arvioida kuitutuotteiden uusia käyttömahdollisuuksia - osaa kuvailla ja määritellä puu-muovikomposiittien ja biokomposiittien ominaisuuksia.
Sisältö	Komposiittien nykyisten käyttökohteiden esittely puutuoteteollisuudessa. Puu-muovikomposiittien ja biokomposiittien mekaaniset ominaisuudet ja käyttökohteet sekä palo-, UV- ja kosteuden absorptiotestaus. Ekstruusio- ja ruiskuvalutekniikoiden soveltaminen kuitumateriaalien jalostuksessa. Puumuovikomposiittien työstäminen.
Suoritustavat	Luentoja 32 h, 3. periodi. Laboratoriotyöt 48 h, 3. periodi. Omaehtoista työskentelyä 50 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Artikkelikokoelma. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BK90C0601 Metsäteollisuus I.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK90C0601	***METSÄTEOLLISUUS I***	***5 op***
	Wood Processing Industry I, Mekanisk träindustri I	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1	
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, DI Marko Hyvärinen Vastuuhenkilö(t): professori, TkT, MMT Timo Kärki	
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - osaa määritellä ja tunnistaa mekaanisen metsäteollisuuden osa-alueita, niiden tuotteita ja tuotteiden sovelluskohteita - selittää pääpirteissään mekaanisen metsäteollisuuden keskeisimmät prosessit - arvioida mekaanisen metsäteollisuuden kannattavuuteen vaikuttavia ydintekijöitä - kuvailla alan teknistä kehittymistä ja kehitystrendejä.	
Sisältö	Puutuoteteollisuuden tuotteiden, koneiden, laitteiden ja prosessien esittely jaoteltuna saha-, levy- ja puusepänteollisuuteen mukaan lukien CNC-työstön eritysvaatimukset mekaanisessa puutuoteteollisuudessa. Sahatavaran kuivauksen vaikutukset prosessien onnistumiseen. Puutuoteteollisuuden tuotteiden tuotantomäärien kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 1. periodi. Ryhmätyönä tehtävä seminaarityö ja ekskursio 36 h, 1. periodi. Omaehtoista työskentelyä 66 h. Kokonaismitoitus 130 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, seminaarityö ja ekskursio 20 %. Seminaarityön suullinen välinäyttö ja seminaarin esitystilaisuus.	
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Sipi M., Sahatavaratuotanto. Koponen H., Puulevytuotanto. Koponen H., Puusepänteollisuuden tuotteet. Moodle.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BK90C0701	***METSÄTEOLLISUUS II***	***5 op***
	Wood Processing Industry II, Mekanisk träindustri II	
Ajankohta	DI 1, periodi 2	
Opettaja(t)	tutkija, MMT Veikko Möttönen	

	laboratorioinsinööri, DI Marko Hyvärinen projektitutkija, DI Ossi Martikka Vastuuhenkilö(t): professori, TkT, MMT Timo Kärki
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - valita ja vertailla puutuoteteollisuuden jatkojalostuksen valmistustekniikoita ja niissä käytettäviä koneita ja laitteita - päätellä ja perustella tuotantokoneisiin ja laitteisiin liittyvien teknisten ratkaisujen vaikutuksia laitoksen toimintaan ja taloudellisuuteen - kehittää puutuoteteollisuuden jatkojalostuksessa käytettäviä mittaus- ja analysointimenetelmiä esimerkiksi vanerilevyn mekaanisten ominaisuuksien määrittämisessä - osaa valita ja vertailla erityyppisiä liimoja sovelluskohteen vaatimusten mukaisesti - tulkita ja perustella puutuoteteollisuuden tulevaisuuden strategioita.
Sisältö	Puutuoteteollisuuden jatkojalostuksen näkökulmat syvällisemmin kuin opintojaksolla Mekaaninen metsäteollisuus I. Puutuoteteollisuuden nykytilan ja tulevaisuuden sekä tulevaisuuden strategioiden eri näkökulmien vertailu. Rakennuspuusepänteollisuuden, huonekaluteollisuuden ja puurakentamisen tuotteet sekä niiden valmistustekniikat ja niiden toteuttamisessa käytettävien koneiden ominaisuuksien vertailu- ja valintaperusteet. Prosessiautomaation sovellusten käyttökohteet puusepän- ja puulevyteollisuudessa sekä mekanisointi- ja automaatioratkaisuilla saavutettavan tuotantotehokkuuden analysointimallit.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 2. periodi. Laboratorioharjoituksia 42 h. Omaehtoista työskentelyä 60 h. Kokonaismitoitus 130 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitustyöt, ekskursiot ja laboratoriotyöt 20 %.
Oppimateriaalit	CEI-Bois, Roadmap 2010 for the European Woodworking Industries. Research Strategy of the Finnish Forest Cluster. Puutuoteteollisuuden elinkeinopoliittinen ohjelma 2004-2010. Maloney T.M., Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Baldwin R.F., Plywood and Veneer-Based Products. Puutuoteteollisuus kirjasarja osat 1-3. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BK90C0601 Metsäteollisuus I.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK90C1101	***PUURAKENTEIDEN PERUSTEET*** ***4 op***
	Wooden Constructions **Opintojakso luennoidaan yhteistyössä Saimaan ammattikorkeakoulun kanssa AMK:n tiloissa.**
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö: laboratorioinsinööri, DI Marko Hyvärinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - arvioida puun ja puutuotteiden käyttömahdollisuuksia ja ominaisuuksia kantavissa rakenteissa - määritellä ja tunnistaa kantavien puurakenteiden suunnittelu- ja mitoitusperusteet.
Sisältö	Puun ja puutuotteiden käyttö kantavissa rakenteissa, puumateriaalien lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet, puurakenteet ja puurakennejärjestelmät, palkki-, pilari-, ristikko- ja levyrakenteiden mitoitus, palotekninen mitoitus, liitokset ja liitosten mitoitus, puurakenteiden kosteustekninen toiminta, puurakenteiden suunnitteluasiakirjat, puurakenteiden tuotanto- ja asennustekniikan perusteet.
Suoritustavat	Luentoja 42 h, 3.-4. periodi. Harjoitustyö 15 h, 3.-4. periodi.

	Omaehtoista työskentelyä 27 h. Kokonaiskuormitus 84 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 % ja suoritettu harjoitustyö.
Oppimateriaalit	RakMk B10. Luennoilla ilmoitettava materiaali.
Edellytykset	BK80A0000 Statiikka ja BK80A0401 Lujuusopin perusteet suoritettuina.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK90C1601	***KUITUTUOTTEIDEN TYÖSTÖTEKNIIKKA 6 op***
	Wood Processing Machinery
Ajankohta	DI 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	laboratorioinsinööri, DI Marko Hyvärinen
Tavoitteet	Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa: - valita ja vertailla sahateollisuuden prosesseissa tarvittavia koneita - suunnitella ja kehittää prosesseja sisältäen raaka-aineen käsittelyn, kuorinnan, haketuksen ja sahauksen - muodostaa valinta- ja vertailukriteereitä, jotka koskevat lajittelua, laadutusta, kuivausta sekä jatkojalostusta - muodostaa tuotannonvalvonnassa ja -optimoinnissa tarvittavia malleja - soveltaa muodostettuja em. malleja sopivien mittaus- ja ohjauslaitteiden vertailuun ja valintaan.
Sisältö	Sahateollisuuden tuotantoprosessin vaiheittainen läpikäynti ja eri vaiheissa tarvittavien koneiden toimintaperiaatteiden ymmärtäminen. Tuotannonvalvonnassa ja -optimoinnissa tarvittavien mallien käyttäminen raaka-aineen käsittelyssä ja sahausprosessin tuotannonsuunnittelussa. Sahaavien terien huoltonäkökohtien integrointi prosessitehokkuuteen. Mekaanisen metsäteollisuuden käyttämien mittaus- ja tuotannonvalvontasovellusten ja laitteiden toimintaperiaatteet sekä vertailukriteerit. Sahausasetteen optimointimetodit ja tietokoneavusteiset sovellukset pyrittäessä raaka-aineen mahdollisimman tehokkaaseen hyödyntämiseen. Perusteita systemaattisen ja analyyttisen ratkaisutavan soveltamisesta sahateollisuuden tuotantoprosessin kehittämiseen sekä yksilö- että ryhmätyönä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, 3.-4. periodi. Harjoitustyö 36 h, 3.-4. periodi. Omaehtoista työskentelyä 92 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 80 %, harjoitustyö 20 %. Harjoitustyön suullinen välinäyttö ja palautuskuulustelu.
Oppimateriaalit	Luentomateriaali. Sipi M., Sahatavaratuotanto. Vuorilehto J., Size Control of Sawn Timber by Optical Means in Breakdown Saw Machines. Moodle.
Edellytykset	Suositellaan BK90C0601 Metsäteollisuus I
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BK90C1800	***GREEN FIBER MATERIALS 5 ECTS cr***
	Green Fiber Materials **Replaces the courses BK90C0000 Puuraaka-aineoppi and BK90C1700 Metsätalous.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.), D.Sc. (Agr. & For.) Timo Kärki

Aims	After having passed this course module the student is able to: - estimate different fiber resources available - define concepts and entities related to fiber usage - conclude and ground what kind of properties fibers have in relation to growth and functions of fiber cells - compare structures and properties of fiber materials and their effects on most important practical applications
Content	Fiber resources. Practical principles of managing fiber resources. Fiber procurement. Macroscopial and microscopial structure of fiber materials and functions of fiber cells. Analyzing of fibres with Franklin method. Physical and mechanical properties. Empirical methods for defining strength properties. Modeling of relations between physical/mechanical/end use properties. Introduction to fiber based composites.
Modes of Study	Lectures 28 h, 4th period. Exercises 42 h, 4th period. Independent study 60 h. Total workload 130 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Course material. Handouts. Lecturer's comments. Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory, 2010. (www.fpl.fs.fed.us) Moodle.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

4.4 LUT Mafy

Teknillinen fysiikka ja matematiikka

LUT Mafy kouluttaa soveltavan tieteen ja laskennallisen teknologian osaajia kehitystehtäviin tuotantoelämän eri alueille. Painopistealueita ovat tieteellinen laskenta, matemaattiset mallit ja simulointi sekä materiaalifysiikka, sovellettu optiikka ja mikroelektroniikka. Laskennallinen tiede on yksi Lappeenrannan teknillisen yliopiston painopistealueista ja laitos kuuluu Suomen Akatemian huippuyksikköohjelmaan.

LUT Mafy antaa alansa perusopetusta kaikille LUT:n opiskelijoille: tekniikan kandidaatin tutkinnossa opiskellaan matematiikan ja fysiikan perusopintoja kahden ensimmäisen opintovuoden aikana. Lisäksi LUT Mafy tarjoaa sivuaineet sekä fysiikassa että matematiikassa. Sivuaine soveltuu hyvin eri pääaineiden opiskelijoille tekniikan kandidaatin tutkintoon. Teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaineen voi myös valita vasta diplomi-insinöörin tutkintoon.

Teknillisen fysiikan ja matematiikan diplomi-insinöörin tutkinnon (120 opintopistettä) voi tehdä englanninkielisessä maisteriohjelmassa Master's Degree Programme in Technomathematics and Technical Physics.

Mafy-painotteinen HOPS tekniikan kandidaatin tutkinnossa

Matematiikasta tai fysiikasta kiinnostunut opiskelija voi sivuaine- ja opintojaksovalintojen avulla tehdä tekniikan kandidaatin tutkinnossa mafy-painotteisen HOPS:in. Koulutus tähtää poikkitieteellisiin osaajiin, jotka oman alansa pääaineen lisäksi erikoistuvat joko laskennallisiin menetelmiin tai fysiikkaan. Matematiikassa opiskelija perehtyy matemaattisten mallien, tilastollisen ja satunnaisen mittaustiedon käsittelyyn ja numeerisiin menetelmiin, fysiikassa taas kokeellisiin menetelmiin ja teollisuudessa tarvittavaan soveltavaan fysiikkaan.

Opiskelija valitsee HOPS:iinsa perusopintoja kattavamman valikoiman soveltavan matematiikan tai teknillisen fysiikan opintoja. Mafy-painotteinen HOPS rakentuu seuraavasti:

- matematiikan ja fysiikan opinnot yleisopinnoissa
- teknisen matematiikan tai teknillisen fysiikan sivuaine
- matematiikan tai fysiikan opinnot valinnaisissa opinnoissa
- opiskelijan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä ohjaama kandidaatintyö.

Kandidaatintyön aiheesta sovitaan pääaineen ja Mafyn yhteistyönä. Se on pääaineen alalta nouseva projekti tai tekninen haaste, jonka ratkaiseminen vaatii soveltavan fysiikan tai mallinnuksen ja laskennan taitoja.

Mafy-painotteisesta HOPS:ista kiinnostuneet opiskelijat voivat saada Mafyn opettajatuutoreilta neuvoja soveltuvista matematiikan ja fysiikan opintojaksoista ja niiden sisällöistä. HOPS:in hyväksyttäminen kandidaatin tutkintoon tapahtuu aina opiskelijan omassa pääaineessa.

Lisätietoja Mafy-painotteisesta HOPS:ista Mafyn opettajatuutoreilta.
Matematiikka: TkT Jouni Sampo
Fysiikka: FK Jari Soininen

DI-opintoihin tarvittavat valmiudet

LUT Mafyn englanninkieliseen maisteriohjelmaan voivat hakea soveltuvan kandidaatin tutkinnon luonnontieteiden, tekniikan tai tietojenkäsittelyn alalta suorittaneet opiskelijat, mikäli aiempi tutkinto sisältää riittävästi matematiikkaa tai fysiikkaa. LUT:n Mafy-painotteinen tekniikan kandidaatin tutkinto antaa riittävät valmiudet jatkaa opintoja kohti diplomi-insinöörin tutkintoa teknillisessä fysiikassa ja matematiikassa.

Pääaineena teknillistä fysiikkaa opiskelemaan tulevien edellytetään kandidaatin tutkinnossa suorittaneen fysiikan sivuaineen (ks. sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille) tai omaavan vastaavat tiedot.

Pääaineena sovellettua matematiikkaa opiskelemaan tulevien odotetaan kandidaatin opinnoissaan hankkineen seuraavat tiedolliset valmiudet:

- differentiaali- ja integraalilaskennan hallinta myös useamman muuttujan funktioilla
- matriisilaskennan ja differentiaaliyhtälöiden perustiedot
- diskreettien menetelmien, numeerisen analyysin ja tilastomatematiikan perusteet
- fysiikan perusteiden ymmärtäminen aalto-, sähkö- ja lämpöopin sekä mekaniikan osalta
- ohjelmointitaito jollakin ohjelmointikielellä on välttämätöntä.

Diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma (120 op)

Teknillisen fysiikan tai sovelletun matematiikan DI-opinnoista kiinnostuneille on tarjolla englanninkielinen maisteriohjelma Master's Degree Programme in Technomathematics and Technical Physics. Maisteriohjelman kesto on kaksi vuotta ja laajuus 120 opintopistettä. Teknillisen fysiikan ja sovelletun matematiikan pääaineopinnot ovat englanninkielisiä. Pääaineet diplomi-insinöörin tutkinnossa ovat Technomathematics (sovellettu matematiikka) ja Technical Physics (teknillinen fysiikka).

4.4.1 Technomathematics (Sovellettu matematiikka)

Pääaineen vastuuhenkilö on FT Matti Heiliö

Sovelletun matematiikan pääaine nojautuu Sovelletun matematiikan laboratorion laajaan kansainväliseen toimintaan. Sovelletun matematiikan opiskelijat saavat laajan kuvan matemaattisten mallien ja menetelmien sovellusalueista. Tavoitteena on antaa opiskelijalle ammatilliset ja teoreettiset valmiudet sellaisilta soveltavan matematiikan ja laskennallisten menetelmien aloilta, joita tarvitaan teollisuuden ja tuotantoelämän kehitystehtävissä. Opinnot antavat valmiudet myös tutkijan uraan. Ohjelmassa annetaan

- perustiedot tekniikkaa tukevasta tietotekniikasta ja laskennallisista työvälineistä
- mahdollisuus hankkia perustiedot jollakin tekniikan tai kauppatieteiden alalla
- kirjallisuuden käyttöön ja kansainvälisiin työtehtäviin vaadittava kielitaito.

Sovelletun matematiikan pääaineen monipuolinen ja kasvava ammatillinen tehtäväalue painottuu joko teollisuuden ja tuotantoelämän matemaattisia malleja ja simulointia hyödyntäviin kehitys- ja tutkimustehtäviin tai luonnontieteen tuloksiin nojaavaan tuotteiden ja prosessien kehitykseen. Sovelletun matematiikan diplomi-insinöörien tyypillisiä työtehtäviä ovat esimerkiksi

- järjestelmien simulointi ja optimointi
- prosessien mallintaminen, identifiointi ja ohjaus
- data-analyysi, tiedon ”louhinta”
- laskennallinen tuotannon ohjaus
- virtauslaskenta.

Tärkeimmät opetuksen ja tutkimuksen alat

- **Inversio-ongelmat**
  Laboratorio on osa Suomen Akatemian Inversio-ongelmien huippuyksikköä. Inversio-ongelmassa pyritään selvittämään kohteen rakenne siihen koskematta, yhdistämällä laskennallinen simulointi ja mittaus. Esimerkiksi kaikuluotain lähettää äänisignaalin veteen ja mittaa äänen heijastumisen takaisin: järveä ei tarvitse tyhjentää kun halutaan tietää sen syvyys. Menetelmillä on monia sovelluksia erilaisten kappaleiden läpivalaisusta teollisten prosessien analysointiin, ilmaston ja ilmakehän tutkimuksesta maailman metsien hiilen määrän arviointiin satelliittimittauksista.
- **Laskennallinen materiaalitiede**
  Laskennallisen perustutkimuksen avulla on onnistuttu selvittämään eri aineiden atomitason ilmiöitä, esimerkiksi hapettumisen alkuvaiheet monilla metallipinnoilla. Tutkimusryhmä on erityisesti kunnostautunut transitiometallien pintailmiöiden selvittämisessä. Merkittäviä tuloksia on saatu myös teollisuuden kannalta tärkeiden metallien rakenteellisten ominaisuuksien selvittämisessä.

- **Tilastollinen ”pehmeä” mallinnus**
  Erilaiset tilastolliset menetelmät – data mining eli tiedon ”louhinta”- ovat käytettävissä silloin kun ilmiöitä ei voida simuloida kovien luonnontieteiden avulla. Aikasarjat ovat pääasiallinen työkalu kun yritämme ymmärtää finanssimarkkinoita, esimerkiksi sähkön paikallismarkkinoita. LUT:ssa on myös sumeiden menetelmien ja monissa sovelluksissa käytetyn ns. pehmeän laskennan eturintaman tutkimusta, esimerkkeinä luokittelun, systeemiohjauksen ja data-analyysin sumeat menetelmät.
- **Teollisten prosessien mallinnus**
  Mafy osallistuu prosessien ja laitteiden simulointiin yhteistyössä muiden laitosten ja yritysten kanssa. Mafyn rooli on tarjota algoritmien ja mallinnustekniikoiden osaamista ja koulutusta. Mafyltä valmistunut diplomi-insinööri voi työllistyä tai tehdä jatko-opintoja näiden alojen vaativissa mallinnustehtävissä, esimerkkeinä pörssihintojen analyysit, tuulivoimaloiden simulointi tai monet virtauslaskennan sovellukset.

Diplomityö

Diplomitöiden aiheet liittyvät laitoksella tehtävään tutkimukseen, meneillään oleviin projekteihin ja teollisiin yhteistyöhankkeisiin. Diplomityö käsittää tyypillisesti teoreettisen osuuden sekä esitettyjen menetelmien tietokoneella tehtävän toteutuksen johonkin soveltavaan ongelmaan.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon.

ECMI -verkosto

Sovelletun matematiikan laboratorio on osana eurooppalaista yliopistojen välistä verkostoa, jossa on luotu tutkintorakennemalli ECMI Model Master in Industrial Mathematics (ECMIMIM). Matematiikan pääaineopiskelijat voivat sopivilla opintojaksovalinnoilla tehdä ECMIMIM -rakenteen kanssa yhteensopivan DI-tutkinnon. Opiskelijoilla on mahdollisuus lähteä opiskelijavaihtoon verkostoon kuuluvaan yliopistoon. LUT Mafylla on myös double degree -ohjelma Milanon yliopiston (Università degli Studi di Milano) kanssa.

Lisätietoja: www.ecmi-indmath.org/

4.4.2 Technical Physics (Teknillinen fysiikka)

Pääaineen vastuuhenkilö on professori Erkki Lähderanta

Fysiikka ja sen ilmiöt ovat kaikkien tekniikan sovellusten toiminnan perustana. LUT:n teknillisen fysiikan opetuksessa on sopivassa tasapainossa sekä teoreettista asioiden analysointia että käytännönläheistä soveltamista. Kansainvälisten yliopistojen ja kotimaisten yritysten kanssa toteutettu kokeellinen ja teoreettinen tutkimusyhteistyö näkyy opetuksen sisällössä.

Teknillisen fysiikan diplomi-insinöörillä on hyvät valmiudet tieteelliseen ja analyyttiseen ongelmanratkaisuun sekä menestymiseen suunnittelu- ja tuotekehitystehtävissä tekniikan eri aloilla. Hän pystyy suunnittelemaan tutkimus- ja selvitystyötä sekä käyttämään fysiikan perusteoreemoja tutkimistulosten tulkitsemisessa ja analysoimisessa. Tyypillisiä työtehtäviä ovat teollisuudessa ja yliopistoissa tehtävä tutkimus- ja selvitystyö. Suuri osa valmistuneista aloittaa tohtoriopinnot jossain suomalaisessa tai eurooppalaisessa yliopistossa.

Teknillisen fysiikan pääaineen erikoistumisalueet

Teknillisen fysiikan pääaineessa on kolme erikoistumisaluetta: materiaalifysiikka, sovellettu optiikka ja mikroelektroniikka. Opiskelija voi opintojaksovalinnoilla ja diplomityöllä syventyä haluamaansa erikoistumisalueeseen.

- **Materiaalifysiikka**
  Opinnoissa hankitaan perustiedot puolijohde-, suprajohde- ja nanofysiikasta. Diplomitöiden aiheet käsittelevät materiaalien johtavuuskäyttäytymistä sekä magneettisia ominaisuuksia matalissa lämpötiloissa ja voimakkaissa magneettikentissä. Yhtenä tutkimussuuntana ovat nanopartikkelit.
- **Sovellettu optiikka**
  Optiikkaan perustuvat teknologiat ovat voimakkaasti lisääntymässä. Teollisuuden monissa mittausteknisissä järjestelmissä sovelletaan yleisesti reaaliaikaisia optisia menetelmiä. Sovelletussa optiikassa perehdytään modernin optiikan perusteisiin sekä sovelluksiin. Opinnot antavat valmiudet optisten mittausjärjestelmien suunnitteluun ja hyödyntämiseen.
- **Mikroelektroniikka**
  Puolijohdekomponentit muodostavat merkittävimmän osan kaikista elektroniikan komponenteista. Mikroelektroniikan komponenttien kehitys on nopeaa ja se näkyy hyvin mikroprosessorin tehon ja tiedonsiirron nopeuden kasvuna. Tärkeimmät tutkimuskohteet ovat sensorit ja niiden tiedonsiirtoon liittyvä elektroniikka, kuten optiset kuitulinkit.

Diplomityö

Diplomitöiden aiheet liittyvät laitoksella tehtävään tutkimukseen, laiterakennukseen, meneillään oleviin projekteihin ja teollisiin yhteistyöhankkeisiin. Diplomityö käsittää tyypillisesti teoreettisen osuuden, kokeellisen osuuden ja tulosten analysoinnin.

Tohtoriopiskelu

Opiskelija voi aloittaa suunnitelmalliset tohtoriopinnot jo diplomi-insinööriopintojen loppuvaiheessa. Tohtoriopiskelijaksi voidaan kuitenkin hyväksyä vasta kun opiskelija on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon. Merkittävä osa tohtorin tutkinnosta on väitöskirja. Se on pitkäjänteinen tutkimustyö, joka kestää useamman vuoden ja tehdään yleensä osana pienehköä tutkimusryhmää.

4.4.3 Master's Degree Programme in Technomathematics and Technical Physics

The Master's Degree Programme in Technomathematics and Technical Physics takes two years, corresponds to 120 ECTS credits and leads to the degree of Master of Science in Technology. The programme has two alternative major subjects: Technomathematics and Technical Physics.

Technomathematics

Programme Coordinator in Technomathematics is Ph.D. Matti Heiliö

The aim of the major subject in Technomathematics is to train our graduates to combine modeling, computational skills, advanced theory and data analysis in innovative ways and provide solutions to questions of industrial R&D. The programme also provides the student with capabilities for doctoral studies and independent research.

Technical Physics

Programme Coordinator in Technical Physics is professor, Ph.D. Erkki Lähderanta

The aim of the major subject in Technical Physics is to prepare the student professionally and academically in physics and other technical science skills in industry and other research and development tasks. The programme also provides the student with capabilities for doctoral studies and independent research.

For further information: LUT Study Guide and Uni-portal.

Sivuaineet muiden koulutusohjelmien opiskelijoille

Sovelletun matematiikan laboratorion tarjoaman sivuaineen voi valita

a. tekniikan kandidaatin tutkinnossa
b. diplomi-insinöörin tutkinnossa

Teknisen matematiikan sivuaine 20-30 op

Sivuaineen vastuuhenkilö on FT Matti Heiliö

Matematiikan opettajatuutorit auttavat opiskelijan HOPSiin parhaiten soveltuvien matematiikan sivuaineen opintojaksojen valinnassa.

- Kandidaatin tutkinnon sivuaineeseen valitaan vaihtoehtoisia opintojaksoja ryhmistä 1 ja 2 siten, että vähintään 20 op täyttyy.
- Diplomi-insinöörin tutkinnon sivuaineeseen valitaan vaihtoehtoisia opintojaksoja ryhmistä 1 ja 2 siten, että vähintään 20 op täyttyy. Lisäksi sivuaineessa on oltava ryhmän 2 opintojaksoja vähintään 12 op.
- Mikäli opiskelija valitsee teknisen matematiikan sivuaineen sekä kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkinnossa on kyseessä teknisen matematiikan laaja sivuaine vähintään 20 + 20 op.
- Tuotantotalouden ja tietotekniikan opiskelijat valitsevat pakolliset opinnot 8 op ja lisäksi vaihtoehtoisia opintojaksoja ryhmistä 1 ja 2 siten, että vähintään 30 op täyttyy.

Pakolliset opinnot TUTAn ja TITEn opiskelijoille (8 op)		*per.*	*op*
BM20AMatA2	Matematiikka A2	1-2	5
BM20A0750	Matematiikka B3	2	3

Ryhmä 1		*per.*	*op*
BM20A1001	Matematiikan tutorkurssi	1-2	4
BM20A1410	Tilastomatematiikan harjoitustyö	1	1
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	2	3
BM20A1601	Matriisilaskenta	4	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	1-2	5
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	4	4
BM20A4310	Teknisen laskennan harjoitustyö	4	1
BM20A4400	Sovelletun matematiikan erikoiskurssi	1-4	3-5

Ryhmä 2		*per.*	*op*
BM20A1300	Complex Analysis	3	3
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	3	6
BM20A1900	Statistics II	2	3
BM20A2000	Simulation	1	4
BM20A2102	Differential Equations	3	6
BM20A2201	Logic and Discrete Methods	1-4	4
BM20A2500	Linear Algebra and Normed Spaces	1	3
BM20A2600	Integral Transforms	4	3
BM20A2701	Numerical Methods II	3	3
BM20A2800	Nonlinear Optimization	3	4
BM20A2901	Discrete Optimization	4	5
BM20A3101	Fuzzy Sets and Fuzzy Logic	1-2	6
BM20A3202	Fuzzy Engineering	3-4	6
BM20A3401	Design of Experiments	4	4
BM20A3602	Fuzzy Data Analysis	3-4	6
BM20A3801	Advanced Mathematical Methods	1-4	3-6
BM20A3900	Modelling Methodology in Process Engineering	1-2	6
BM20A4100	Vektorianalyysi teknillisessä laskennassa	1	4
BM20A4201	Applied Functional Analysis	2-3	4-6
BM20A4500	Evolutionary Computation	2-3	5
BM20A4600	Jatkuvat mallit	3	4
BM20A4701	Modelling with Partial Differential Equations	2	4

Kvantitatiivisten menetelmien sivuaine kauppatieteiden opiskelijoille 24 op

Pakolliset opinnot (14 op)		*per.*	*op*
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	3	3
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	3	6
BM20A4000	Case Study Seminar	1-4	5

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä 24 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
A220A0000	Financial Econometrics	1-2	6
BM20A0700	Matematiikka KoTiB2	3-4	2
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	2	3
BM20A1601	Matriisilaskenta	4	4
BM20A2000	Simulation	1	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	1-2	5
BM20A2800	Nonlinear Optimization	3	4
BM20A3001	Statistical Analysis in Modelling	2	5
BM20A3301	Stochastic Theory and Models	4	3-5
CS30A1551	System Dynamics and Industrial Management	1-2 int.	5

Teknillisen fysiikan sivuaine 20-30 op

Sivuaineen vastuuhenkilö on professori Erkki Lähderanta

- Sivuaineeseen kuuluu fysiikan laboratoriotöiden suorittaminen 6 op:n laajuisena. Jos opiskelija on suorittanut laboratoriotyökurssin 3 op:n laajuisena, on se täydennettävä 6 opintopisteeseen. Mikäli laboratoriotöitä ei ole aikaisemmin opiskeltu, on sivuaineen vaihtoehtoisissa opinnoissa valittava Fysiikan laboratoriotyöt 6 op.
- Tietotekniikan opiskelijat valitsevat pakolliset opinnot TITEn opiskelijoille 14 op ja lisäksi muita fysiikan opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen määrä tutkinto-ohjelman vaatimusten mukaisesti täyttyy.

Pakolliset opinnot teknillisen tiedekunnan opiskelijoille (12 op)		*per.*	*op*
BM30A0400	Moderni fysiikka	1-2	6
BM30A0601	Optoelectronics	1	6

Pakolliset opinnot TITEn opiskelijoille (14 op)		*per.*	*op*
BM30A0111[*]	Fysiikka, osa 1: Lämpöoppi	1-2	5
BM30A0121	Fysiikka, osa 2: Aaltoliike ja valo-oppi	2-3	4
BM30A0131	Fysiikka, osa 3: Sähköoppi	3-4	5
BM30A0210	Fysiikka L, osa 1	1-2	5
BM30A0220	Fysiikka L, osa 2	2	2
BM30A0230	Fysiikka L, osa 3	3-4	5
BM30A0240	Fysiikka L, osa 4	4	2

[*] Suoritetaan joko Fysiikka (osat 1-3) tai Fysiikka L (osat 1-4)

Lisäksi valitaan seuraavasta vaihtoehtoisten opintojaksojen luettelosta opintojaksoja siten, että sivuaineopintojen vähimmäisopintopistemäärä täyttyy opiskelijan tutkinto-ohjelman vaatimusten mukaisesti (20-30 op).

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
BM30A0310	Fysiikan laboratoriotyöt (SÄTE)	3-4	6
BM30A0500	Applied Optics	2	6
BM30A0910	Materiaalifysiikka A	3	3
BM30A0920	Materiaalifysiikka B	4	3
BM30A1200	Teollisuusoptiikka	4	6

BM30A2100	Microelectronics Processing Technology	1-2	2
BM30A2400	Kvanttimekaniikka	3-4	4

Teknillisen fysiikan laaja sivuaine 20 op

Mikäli opiskelija valitsee teknillisen fysiikan sivuaineen sekä kandidaatin että diplomi-insinöörin tutkintoon on kyseessä teknillisen fysiikan laaja sivuaine vähintään 20 + 20 op. Laajan sivuaineen opintoihin voi valita myös niitä vaihtoehtoisia opintojaksoja, joita opiskelija ei ole käyttänyt teknillisen fysiikan sivuaineessa.

Vaihtoehtoisia opintojaksoja valitaan siten, että vähintään 20 op täyttyy.

Vaihtoehtoiset opinnot väh. 20 op		*per.*	*op*
BM30A1500	Advanced Topics in Material Science	2	6
BM30A1600	Microelectronics	1	6
BM30A1701	Physics of Semiconductor Devices	1-2	6
BM30A2200	Semiconductor and Superconductor Physics	1-2	6

Matematiikan ja fysiikan opintojaksot

Matematiikan ja fysiikan laitoksen yhteiset

		op
BM10A0000	Master's Thesis and Seminar	30
BM10A0100	Work Internship in Master’s Degree	2 - 10

Sovelletun matematiikan laboratorio

Johtaja: professori, FT Heikki Haario		*op*
BM20A0000	Matematiikka SäEnKeA1	3
BM20A0100	Matematiikka KoTiA1	3
BM20A0200	Matematiikka SäEnKeA2	5
BM20A0300	Matematiikka KoTiA2	5
BM20A0350	Matematiikka B1	3
BM20A0400	Matematiikka SäEnKeB1	3
BM20A0500	Matematiikka KoTiB1	3
BM20A0550	Matematiikka B2	2
BM20A0600	Matematiikka SäEnKeB2	2
BM20A0700	Matematiikka KoTiB2	2
BM20A0750	Matematiikka B3	3
BM20A0800	Matematiikka SäEnKeB3	3
BM20A0900	Matematiikka KoTiB3	3
BM20A0910	Matematiikka A, laaja	10
BM20A0920	Matematiikka B, laaja	10
BM20A1001	Matematiikan tutorkurssi	4
BM20A1300	Complex Analysis	3
BM20A1401	Tilastomatematiikka I	3
BM20A1410	Tilastomatematiikan harjoitustyö	1
BM20A1501	Numeeriset menetelmät I	3
BM20A1601	Matriisilaskenta	4
BM20A1801	Lineaarinen optimointi	6
BM20A1900	Statistics II	3
BM20A2000	Simulation	4
BM20A2102	Differential Equations	6
BM20A2201	Logic and Discrete Methods	4
BM20A2401	Matemaattinen mallinnus	5
BM20A2500	Linear Algebra and Normed Spaces	3
BM20A2600	Integral Transforms	3
BM20A2701	Numerical Methods II	3
BM20A2800	Nonlinear Optimization	4
BM20A2901	Discrete Optimization	5
BM20A3001	Statistical Analysis in Modelling	5
BM20A3101	Fuzzy Sets and Fuzzy Logic	6
BM20A3202	Fuzzy Engineering	6
BM20A3301	Stochastic Theory and Models	3 - 5
BM20A3401	Design of Experiments	4
BM20A3602	Fuzzy Data Analysis	6
BM20A3801	Advanced Mathematical Methods	3 - 6
BM20A3900	Modelling Methodology in Process Engineering	6
BM20A4000	Case Study Seminar	5
BM20A4100	Vektorianalyysi teknillisessä laskennassa	4
BM20A4201	Applied Functional Analysis	4 - 6
BM20A4301	Johdatus tekniseen laskentaan	4
BM20A4310	Teknisen laskennan harjoitustyö	1
BM20A4400	Sovelletun matematiikan erikoiskurssi	3 - 5
BM20A4500	Evolutionary Computation	5
BM20A4600	Jatkuvat mallit	4
BM20A4701	Modelling with Partial Differential Equations	4
BM20A4800	Project Work in Applied Mathematics	10 - 30

BM20A5000	Principles of Technical Computing and Scientific Publishing	4
BM20A5100	Scientific Computing and Numerics for PDEs	6
BM20A5200	Modeling Workshop and Summer School	3 - 6
BM20A5300	Special Course on Industrial Mathematics	2 - 5
BM20A9100A	Johdatus yliopistomatematiikkaan	3

Fysiikan laboratorio

Johtaja: professori, FT Erkki Lähderanta		*op*
BM30A0111	Fysiikka, osa 1: Lämpöoppi	5
BM30A0121	Fysiikka, osa 2: Aaltoliike ja valo-oppi	4
BM30A0131	Fysiikka, osa 3: Sähköoppi	5
BM30A0210	Fysiikka L, osa 1	5
BM30A0220	Fysiikka L, osa 2	2
BM30A0230	Fysiikka L, osa 3	5
BM30A0240	Fysiikka L, osa 4	2
BM30A0310	Fysiikan laboratoriotyöt (SÄTE)	6
BM30A0320	Fysiikan laboratoriotyöt (KETE, KOTE)	3
BM30A0400	Moderni fysiikka	6
BM30A0500	Applied Optics	6
BM30A0601	Optoelectronics	6
BM30A0910	Materiaalifysiikka A	3
BM30A0920	Materiaalifysiikka B	3
BM30A1200	Teollisuusoptiikka	6
BM30A1410	Fourierin analyysi A	3
BM30A1420	Fourierin analyysi B	2
BM30A1500	Advanced Topics in Material Science	6
BM30A1600	Microelectronics	6
BM30A1701	Physics of Semiconductor Devices	6
BM30A2100	Microelectronics Processing Technology	2
BM30A2200	Semiconductor and Superconductor Physics	6
BM30A2300	Project Work in Technical Physics	10 - 30
BM30A2400	Kvanttimekaniikka	4

BM10A0000	MASTER'S THESIS AND SEMINAR	30 ECTS cr
	Master's Thesis and Seminar, Diplomityö ja seminaari **In Master's degree programmes taught in English, the Master's thesis is always prepared in English.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 1-4	
Teacher(s)	Professor of the major subject Person in Charge: Ph.D. Matti Heiliö	
Aims	Student has general knowledge about a specific field of engineering and applied science in society and is able to apply scientific knowledge and methods in this area. The student is able to work independently, prepare a research plan and operate in a disciplined way.	
Content	The Master's thesis is the final project of the Master's degree, which demonstrates the student's knowledge of a topic of scientific or societal importance. The thesis is a research or planning project. A report is prepared following the instructions for the Master's thesis. The report contains description of the problem and the context, the used methods, describes the actual analysis and acts of implementation, gives the results and evaluates the outcome and conclusions.	
Modes of Study	The student works independently and keeps contact with the supervisor informing about the progress. The thesis work is presented in a seminar with other thesis students and their instructors. The student gives a brief presentation on the results of his/her project. The presentations are discussed and reviewed by asking questions. Research work 300 h, independent study 200 h, report preparation 200 h.	
Evaluation	0-5, Master's thesis 100%.	

BM10A0100	WORK INTERNSHIP IN MASTER'S DEGREE	2 - 10 ECTS cr
	Work Internship in Master's Degree	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2	
Teacher(s)	Internship coordinator in mathematics: Ph.D. Matti Heiliö Internship coordinator in physics: Lecturer, B.A. Jari Soininen	
Aims	After the work environment internship, the student has obtained a basic knowledge of the work, work environment and working community in his/her own field. The student is able to apply and generalize knowledge and skills acquired during the course of studies to work in his/her own field.	
Content	The student obtains a (summer) job from the company, works as a paid employee, requests a certificate of employment and applies for the approval of the work as an internship for the Master's degree. Full-time employment relationships of at least four weeks can be approved as internships. The completion of the Master's thesis is not accepted as an internship. An employment relationship that took place before the studies can be approved as an internship providing that it has not been accepted and included in any other previous degree.	
Modes of Study	First 2 ECTS credits: applying for a job and recruiting 10 h, tasks connected to starting an employment relationship (e.g. orientation, the rules of the employment relationship and the work place) 15 h, observing (while working) how the working community operates (e.g. how work/production is organized, supervision, the working manners of the working community/teams, the social environment of the work place) 22 h, a written internship report 5 h (2-3 pages), total 52 h. 3-10 ECTS credits: having different tasks in a company 26-208 h (1 ECTS credit/26 h). There is no compulsory internship in technomathematics and technical physics but a maximum of 10 ECTS credits of internship can be	

	included in elective studies.
Evaluation	Pass/Fail, internship report 100%.

BM20A0000	***MATEMATIIKKA SÄENKEA1***	***3 op***
	Mathematics SäEnKeA1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on rakentaa pohjaa insinööritieteissä tarvittavalle matematiikalle, matemaattiselle ajattelulle sekä kehittää opiskelijan ongelmanratkaisukykyä. Opintojakson jälkeen opiskelija tuntee funktioiden käyttäytymiseen sekä differentiaali- ja integraalilaskentaan liittyvät peruskäsitteet, osaa muotoilla ongelmia matemaattiseen muotoon ja soveltaa matemaattisia työkaluja yksinkertaisten ongelmien ratkaisuun.	
Sisältö	Yhden muuttujan funktioiden määritelmät ja laskusäännöt. Funktion jatkuvuus, raja-arvojen määrittäminen, derivaatta ja integraali. Ääriarvot. Implisiittinen ja logaritminen differentiointi. Taylorin polynomit ja approksimointi. Eksponentiaaliset kasvumallit. Matemaattinen induktio.	
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 18 h, kotitehtäviä 24 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 15 h, 1. periodi. Kokonaismitoitus 93 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0100	***MATEMATIIKKA KOTIA1***	***3 op***
	Mathematics KoTiA1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on rakentaa pohjaa insinööritieteissä tarvittavalle matematiikalle, matemaattiselle ajattelulle sekä kehittää opiskelijan ongelmanratkaisukykyä. Opintojakson jälkeen opiskelija tuntee funktioiden käyttäytymiseen sekä differentiaali- ja integraalilaskentaan liittyvät peruskäsitteet, osaa muotoilla ongelmia matemaattiseen muotoon ja soveltaa matemaattisia työkaluja yksinkertaisten ongelmien ratkaisuun.	
Sisältö	Yhden muuttujan funktioiden määritelmät ja laskusäännöt. Funktion jatkuvuus, raja-arvojen määrittäminen, derivaatta ja integraali. Ääriarvot. Implisiittinen ja logaritminen differentiointi. Taylorin polynomit ja approksimointi. Eksponentiaaliset kasvumallit. Matemaattinen induktio.	
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 18 h, kotitehtäviä 24 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 15 h, 1. periodi. Kokonaismitoitus 93 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0200	*MATEMATIIKKA SÄENKEA2*	*5 op*
	Mathematics SäEnKeA2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on rakentaa pohjaa insinööritieteissä tarvittavalle matematiikalle, matemaattiselle ajattelulle sekä kehittää opiskelijan ongelmanratkaisukykyä. Opintojakson jälkeen opiskelija osaa soveltaa integraalilaskentaa tavallisimpiin käytännön ongelmiin, tuntee ja osaa käsitellä erilaisia käyrien esitystapoja, osaa tukkia ja soveltaa sarjoja sekä käyttää vektoreita kolmiulotteisen geometrian ongelmien esittämisessä ja ratkonnassa. Lisäksi opiskelija tuntee kompleksilukuihin liittyvät peruskäsitteet ja laskutoimitukset.	
Sisältö	Erilaisia integroimistekniikoita. Integraalilaskennan sovelluksia, mm. pinta-alojen, tilavuuksien, massa-keskipisteiden ja kaarenpituuksien määrittäminen. Parametriset käyrät ja napakäyrät. Lukujonojen ja sarjojen soveltaminen ja suppenemisen tutkiminen, mm. potenssisarjat ja Taylorin sarjat. Analyyttistä geometriaa vektoreiden avulla, erityisesti tasot ja suorat. Kompleksilukujen peruslaskutoimitukset, mukaan lukien juuren otto.	
Suoritustavat	Luentoja 6 h, kotitehtävät 6 h, 1. periodi. Luentoja 42 h, harjoituksia 21 h, kotitehtävät 21 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 24 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 120 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0300	*MATEMATIIKKA KOTIA2*	*5 op*
	Mathematics KoTiA2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on rakentaa pohjaa insinööritieteissä tarvittavalle matematiikalle, matemaattiselle ajattelulle sekä kehittää opiskelijan ongelmanratkaisukykyä. Opintojakson jälkeen opiskelija osaa soveltaa integraalilaskentaa tavallisimpiin käytännön ongelmiin, tuntee ja osaa käsitellä erilaisia käyrien esitystapoja, osaa tukkia ja soveltaa sarjoja sekä käyttää vektoreita kolmiulotteisen geometrian ongelmien esittämisessä ja ratkonnassa. Lisäksi opiskelija tuntee kompleksilukuihin liittyvät peruskäsitteet ja laskutoimitukset.	
Sisältö	Erilaisia integroimistekniikoita. Integraalilaskennan sovelluksia, mm. pinta-alojen, tilavuuksien, massa-keskipisteiden ja kaarenpituuksien määrittäminen. Parametriset käyrät ja napakäyrät. Lukujonojen ja sarjojen soveltaminen ja suppenemisen tutkiminen, mm. potenssisarjat ja Taylorin sarjat. Analyyttistä geometriaa vektoreiden avulla, erityisesti tasot ja suorat. Kompleksilukujen peruslaskutoimitukset, mukaan lukien juuren otto.	
Suoritustavat	Luentoja 6 h, kotitehtävät 6 h, 1. periodi. Luentoja 42 h, harjoituksia 21 h, kotitehtävät 21 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 24 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 120 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and	

	Engineering, Studentlitteratur.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A0350	***MATEMATIIKKA B1***	***3 op***
	Mathematics B1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on antaa opiskelijalle perustiedot insinööritieteissä tarvittavien usean muuttujan funktioiden käsittelystä. Opiskelija harjaantuu ongelmien matemaattisessa muotoilussa ja oppii muodostamaan ja ratkaisemaan analyyttisesti yksinkertaisia optimointitehtäviä sekä käyttämään muutamia kokeellisten mittausten virhearviomenetelmiä.	
Sisältö	Monen muuttujan funktioiden raja-arvot ja osittaisderivaatat. Implisiittifunktiot. Gradientti ja suunnattu-derivaatta. Kokonaisdifferentiaali, lineaariset approksimaatiot ja Taylorin polynomit. Funktion ääriarvot. Rajoitetut ääriarvotehtävät ja Lagrangen menetelmä. Kaksiulotteisen integraalin käsite.	
Suoritustavat	Luentoja 30 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 1. periodi. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, L., Westergren, B.: Beta, Mathematics Handbook, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan Matematiikka A1-A2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0400	***MATEMATIIKKA SÄENKEB1***	***3 op***
	Mathematics SäEnKeB1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on antaa opiskelijalle perustiedot insinööritieteissä tarvittavien usean muuttujan funktioiden käsittelystä. Opiskelija harjaantuu ongelmien matemaattisessa muotoilussa ja oppii muodostamaan ja ratkaisemaan analyyttisesti yksinkertaisia optimointitehtäviä sekä käyttämään muutamia kokeellisten mittausten virhearviomenetelmiä.	
Sisältö	Monen muuttujan funktioiden raja-arvot ja osittaisderivaatat. Implisiittifunktiot. Gradientti ja suunnattu-derivaatta. Kokonaisdifferentiaali, lineaariset approksimaatiot ja Taylorin polynomit. Funktion ääriarvot. Rajoitetut ääriarvotehtävät ja Lagrangen menetelmä. Kaksiulotteisen integraalin käsite.	
Suoritustavat	Luentoja 30 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 3. periodi. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1, BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0500	*MATEMATIIKKA KOTIB1*	*3 op*
	Mathematics KoTiB1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoite on antaa opiskelijalle perustiedot insinööritieteissä tarvittavien usean muuttujan funktioiden käsittelystä. Opiskelija harjaantuu ongelmien matemaattisessa muotoilussa ja oppii muodostamaan ja ratkaisemaan analyyttisesti yksinkertaisia optimointitehtäviä sekä käyttämään muutamia kokeellisten mittausten virhearviomenetelmiä.	
Sisältö	Monen muuttujan funktioiden raja-arvot ja osittaisderivaatat. Implisiittifunktiot. Gradientti ja suunnattu-derivaatta. Kokonaisdifferentiaali, lineaariset approksimaatiot ja Taylorin polynomit. Funktion ääriarvot. Rajoitetut ääriarvotehtävät ja Lagrangen menetelmä. Kaksiulotteisen integraalin käsite.	
Suoritustavat	Luentoja 30 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 3. periodi. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan BM20A0100 Matematiikka KoTiA1, BM20A0300 Matematiikka KoTiA2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0550	*MATEMATIIKKA B2*	*2 op*
	Mathematics B2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	lehtori, FL Sirkku Parviainen	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä tarvittavan matriisilaskennan alkeisiin. Opintojakson jälkeen opiskelija tunteen matriiseihin liittyvät peruskäsitteet ja osaa laskea matriisilaskennan peruslaskutoimituksia. Lisäksi opiskelija osaa esittää lineaariset yhtälöryhmät matriisien avulla ja tutkia niiden ratkaisuja sekä ymmärtää lineaarisen riippuvuuden ja lineaarisen muunnoksen käsitteen.	
Sisältö	Matriisien summa ja kertolasku. Lineaariset yhtälöryhmät ja Gaussin algoritmi näiden ratkaisemiseksi. Cramerin sääntö. Käänteismatriisit. Ominaisarvot ja ominaisvektorit. Lineaarinen riippuvuus. Lineaariset muunnokset.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h, harjoituksia 3 h, kotitehtävät 3 h, 1. periodi. Luentoja 6 h, harjoituksia 6 h, kotitehtävät 6 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 12 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 48 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, L., Westergren, B.: Beta, Mathematics Handbook, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan Matematiikka A1-A2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0600	*MATEMATIIKKA SÄENKEB2*	*2 op*
	Mathematics SäEnKeB2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä tarvittavan matriisilaskennan alkeisiin. Opintojakson jälkeen opiskelija tunteen matriiseihin liittyvät peruskäsitteet ja osaa laskea matriisilaskennan peruslaskutoimituksia. Lisäksi opiskelija osaa esittää lineaariset yhtälöryhmät matriisien avulla ja tutkia niiden ratkaisuja sekä ymmärtää lineaarisen riippuvuuden ja lineaarisen muunnoksen käsitteen.	
Sisältö	Matriisien summa ja kertolasku. Lineaariset yhtälöryhmät ja Gaussin algoritmi näiden ratkaisemiseksi. Cramerin sääntö. Käänteismatriisit. Ominaisarvot ja ominaisvektorit. Lineaarinen riippuvuus. Lineaariset muunnokset.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h, harjoituksia 3 h, kotitehtävät 3 h, 3. periodi. Luentoja 6 h, harjoituksia 6 h, kotitehtävät 6 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 12 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 48 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1, BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0700	*MATEMATIIKKA KOTIB2*	*2 op*
	Mathematics KoTiB2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä tarvittavan matriisilaskennan alkeisiin. Opintojakson jälkeen opiskelija tunteen matriiseihin liittyvät peruskäsitteet ja osaa laskea matriisilaskennan peruslaskutoimituksia. Lisäksi opiskelija osaa esittää lineaariset yhtälöryhmät matriisien avulla ja tutkia niiden ratkaisuja sekä ymmärtää lineaarisen riippuvuuden ja lineaarisen muunnoksen käsitteen.	
Sisältö	Matriisien summa ja kertolasku. Lineaariset yhtälöryhmät ja Gaussin algoritmi näiden ratkaisemiseksi. Cramerin sääntö. Käänteismatriisit. Ominaisarvot ja ominaisvektorit. Lineaarinen riippuvuus. Lineaariset muunnokset.	
Suoritustavat	Luentoja 12 h, harjoituksia 3 h, kotitehtävät 3 h, 3. periodi. Luentoja 6 h, harjoituksia 6 h, kotitehtävät 6 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 12 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 48 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan BM20A0100 Matematiikka KoTiA1, BM20A0300 Matematiikka KoTiA2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0750	*MATEMATIIKKA B3*	*3 op*
	Mathematics B3	
Ajankohta	TkK 1, periodi 2	
Opettaja(t)	lehtori, FL Sirkku Parviainen	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä yleisten differentiaaliyhtälöiden käsitteisiin ja ratkaisumenetelmiin. Opintojakson jälkeen opiskelija osaa muotoilla yksinkertaisia ongelmia differentiaaliyhtälöinä ja ratkaista joitakin tavallisia differentiaaliyhtälöitä ja differentiaaliyhtälöryhmiä analyyttisesti.	
Sisältö	Ensimmäisen, toisen ja korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöt. Tavallisten differentiaaliyhtälöiden peruskäsitteet ja ratkaisumenetelmät. Lineaariset, vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt ja yhtälöryhmät.	
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 84 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, L., Westergren, B.: Beta, Mathematics Handbook, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan Matematiikka A1, A2 ja B2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0800	*MATEMATIIKKA SÄENKEB3*	*3 op*
	Mathematics SäEnKeB3	
Ajankohta	TkK 1, periodi 4	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä yleisten differentiaaliyhtälöiden käsitteisiin ja ratkaisumenetelmiin. Opintojakson jälkeen opiskelija osaa muotoilla yksinkertaisia ongelmia differentiaaliyhtälöinä ja ratkaista joitakin tavallisia differentiaaliyhtälöitä ja differentiaaliyhtälöryhmiä analyyttisesti.	
Sisältö	Ensimmäisen, toisen ja korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöt. Tavallisten differentiaaliyhtälöiden peruskäsitteet ja ratkaisumenetelmät. Lineaariset, vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt ja yhtälöryhmät.	
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 84 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	Suositellaan BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1, BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 ja BM20A0600 Matematiikka SäEnKeB2.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0900	*MATEMATIIKKA KOTIB3*	*3 op*
	Mathematics KoTiB3	
Ajankohta	TkK 1, periodi 4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson tavoitteena on tutustuttaa opiskelija insinööritieteissä yleisten	

	differentiaaliyhtälöiden käsitteisiin ja ratkaisumenetelmiin. Opintojakson jälkeen opiskelija osaa muotoilla yksinkertaisia ongelmia differentiaaliyhtälöinä ja ratkaista joitakin tavallisia differentiaaliyhtälöitä ja differentiaaliyhtälöryhmiä analyyttisesti.
Sisältö	Ensimmäisen, toisen ja korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöt. Tavallisten differentiaaliyhtälöiden peruskäsitteet ja ratkaisumenetelmät. Lineaariset, vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt ja yhtälöryhmät.
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 15 h, kotitehtävät 15 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 18 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 84 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.
Edellytykset	Suositellaan BM20A0100 Matematiikka KoTiA1, BM20A0300 Matematiikka KoTiA2 ja BM20A0700 Matematiikka KoTiB2.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A0910	***MATEMATIIKKA A, LAAJA***	***10 op***
	Mathematics A, extensive	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelijalla on laajempi ja syvempi ymmärrys opintojaksojen BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 ja BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 (tai BM20A0100 Matematiikka KoTiA1 ja BM20A0300 Matematiikka KoTiA2) aihepiireistä. Lisäksi opiskelija ymmärtää matemaattisen logiikan peruskäsitteistöä ja todistustekniikoita.	
Sisältö	Kuten opintojaksoissa BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 ja BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 (tai BM20A0100 Matematiikka KoTiA1 ja BM20A0300 Matematiikka KoTiA2). Lisäksi kurssilla voidaan käsitellä joitain erityisotsakkeita em. kurssien aihealueiden ulkopuolelta. Aihepiirejä ovat mm. johdatus matemaattiseen päättelyyn ja todistamiseen, logiikan alkeita, johdatusta Fourier-sarjoihin,...	
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 14h h, kotitehtäviä 8 h, 1. välikoe ja siihen valmistautuminen 5 h, 1. periodi. Luentoja ja harjoituksia 14 h, kotitehtäviä 8 h, 2. välikoe ja siihen valmistautuminen 5 h, 2. periodi. Kokonaiskuormitus 54 h. Välikokeiden lisäksi opintojakso on myös mahdollista suorittaa tentillä. Lisäksi opiskelijan tulee osallistua myös opintojaksojen BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 ja BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 (tai BM20A0100 Matematiikka KoTiA1 ja BM20A0300 Matematiikka KoTiA2) luennoille ja harjoituksiin.	
Arvostelu	0-5, kaksi välikoetta tai tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A0920	***MATEMATIIKKA B, LAAJA***	***10 op***
	Mathematics B, extensive	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelijalla on laajempi ja syvempi ymmärrys opintojaksojen BM20A0400 Matematiikka SäEnKeB1, BM20A0600 Matematiikka SäEnKeB2 ja BM20A0800 Matematiikka SäEnKeB3 (tai BM20A0500 Matematiikka KoTiB1, BM20A0700 Matematiikka KoTiB2 ja BM20A0900 Matematiikka KoTiB3) aihepiireistä. Lisäksi opiskelija osaa perusteita eräistä em. kursseihin sisältymättömistä menetelmistä ja aiheista. Nämä voivat vaihdella opiskelijoiden suuntautumisen mukaan, esimerkkeinä singulaariarvohajotelma ja erikoisfunktiot.	
Sisältö	Kuten opintojaksoissa BM20A0400 Matematiikka SäEnKeB1, BM20A0600 Matematiikka SäEnKeB2 ja BM20A0800 Matematiikka SäEnKeB3 (tai BM20A0500 Matematiikka KoTiB1, BM20A0700 Matematiikka KoTiB2 ja BM20A0900 Matematiikka KoTiB3). Lisäksi kurssilla voidaan käsitellä joitain erityisotsakkeita em. kurssien aihealueiden ulkopuolelta. Kurssin otsakkeita voivat olla esimerkiksi moninkertaisten integraalien perusteet, singulaariarvohajotelma, differentiaaliyhtälöt mallinnuksessa,...	
Suoritustavat	Luentoja ja harjoituksia 14 h, kotitehtäviä 8 h, 3. periodi. Luentoja ja harjoituksia 14 h, kotitehtäviä 8 h, 4. periodi. 3 välikoetta ja niihin valmistautuminen 10 h. Kokonaiskuormitus 54 h. Lisäksi opiskelijan tulee osallistua myös opintojaksojen BM20A0000 Matematiikka SäEnKeA1 ja BM20A0200 Matematiikka SäEnKeA2 (tai BM20A0100 Matematiikka KoTiA1 ja BM20A0300 Matematiikka KoTiA2) luennoille ja harjoituksiin. Välikokeiden lisäksi opintojakso on myös mahdollista suorittaa tentillä.	
Arvostelu	0-5, kaksi välikoetta tai tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Virtuaalimateriaali opintojakson kotisivulla. Adams, R.A.: Calculus, A Complete Course, Addison-Wesley. Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Råde, Lennart & Westergren, Bertil: Mathematics Handbook for Science and Engineering, Studentlitteratur.	
Edellytykset	BM20A0910 Matematiikka A, laaja	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM20A1001	***MATEMATIIKAN TUTORKURSSI***	***4 op***
	Mathematics Tutoring	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1-2	
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo tutkijaopettaja, FT Tuomo Kauranne	
Tavoitteet	Opiskelija laajentaa perusopintojaksojen tietoja matemaattisesta analyysistä ja kehittää ongelmaratkaisun, ryhmäohjauksen ja kouluttajan taitojaan nuoremman vuosikurssin laskuharjoitusten ohjaajan tehtävässä.	
Suoritustavat	39 h seminaarityöskentelyä viikon aihepiiristä ja osallistumista Matematiikkakarnevaalien ohjaukseen sekä 39 h ryhmäohjausharjoittelua ja harjoitustehtävien neuvontaa. Itseopiskelua ja yksittäisten oppilaiden ohjausta 26 h, 1.-2. periodi. Kokonaismitoitus 104 h.	
Arvostelu	0-5. Osallistuminen opetukseen.	
Edellytykset	Opintojaksolle valitaan soveltuvuusharkinnan perusteella noin 15 opiskelijaa. Edellytyksenä on hyvin arvosanoin suoritetut oman alan Matematiikka A ja B.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille.	

	Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A1300	***COMPLEX ANALYSIS***	***3 ECTS cr***
	Complex Analysis, Kompleksianalyysi **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3	
Teacher(s)	Lecturer, Lic.Phil. Paavo Kukkurainen Person in Charge: Professor, Ph.D. Heikki Haario	
Aims	In the end of the course student is expected to be able to understand - complex numbers and functions, conformal mapping - derivative of a complex function and analytical functions - complex integration, Cauchy's theorem, complex series and Residue theorem - the necessary knowledge of complex analysis needed in technical applications.	
Content	Complex number arithmetics. Complex functions, also as mappings of complex plane. Derivative of a complex function and analytical functions. Complex integration, Cauchy's theorem and Residue theorem.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, homework 7 h, preparing to the exam and the exam 29 h, 1st period. Overall 78 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, 8th Ed., Part D.	
Prerequisites	Recommended Mathematics A and B.	
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction. Enrolment to tutorial groups in WebOodi	

BM20A1401	***TILASTOMATEMATIIKKA I***	***3 op***
	Statistics I	
Ajankohta	TkK 2, periodi 1	
Opettaja(t)	lehtori, FL Sirkku Parviainen	
Tavoitteet	Opintojakson lopussa opiskelija: - tuntee pääpiirteissään todennäköisyyslaskennan ja tilastotieteen peruskäsitteet ja merkinnät - osaa laskea todennäköisyyksiä ja käyttää yleisimpiä todennäköisyysjakaumia - pystyy tekemään havaintoaineistosta perusteltuja johtopäätöksiä parametrien estimoinnin ja hypoteesien testauksen muodossa - osaa sovittaa regressiomalli havaintoaineistoon kahden muuttujan välisen riippuvuuden tutkimiseksi.	
Sisältö	Satunnaismuuttujat ja tilastolliset perusjakaumat. Havaintoaineiston käsittely. Tilastollisen päättelyn perusteet. Parametrien estimointi. Hypoteesien testaus. Korrelaatio ja yhden selittävän muuttujan lineaarinen regressioanalyysi. Tilastollisten ohjelmistojen käyttöä.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, kotitehtäviä, 1. periodi. Kotitehtävät 21 h. Tenttiin valmistautuminen ja tentti 15 h. Kokonaismitoitus 78 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste. Hayter, A.J.: Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Duxbury, 2002. Muu luennoilla ilmoitettava kirjallisuus.	
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B.	
Lisätietoja	Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.	

BM20A1410	*TILASTOMATEMATIIKAN HARJOITUSTYÖ 1 op*
	Statistics Assignment
Ajankohta	TkK 2, periodi 1
Opettaja(t)	lehtori, FL Sirkku Parviainen
Tavoitteet	Harjoitustyön tehtyään opiskelijan tulisi osata: - soveltaa opintojakson BM20A1401 Tilastomatematiikka I tietoja todennäköisyyslaskennan ja tilastollisen päättelyn tehtävissä - käyttää matemaattisia ohjelmistoja todennäköisyyslaskennassa ja tilastollisessa päättelyssä. Tämä harjoitustyö suoritetaan erillisenä opintosuorituksena, mutta sitä suositellaan tehtäväksi rinnakkain opintojakson BM20A1401 Tilastomatematiikka I kanssa.
Sisältö	Todennäköisyyslaskentaa jakaumien perusteella, luottamusvälit, hypoteesien testaus.
Suoritustavat	Itsenäistä harjoitustyön tekoa (sis. kontrollikäynnin n. 15 min.) 26 h, 1. periodi.
Arvostelu	Hyväksytty/hylätty
Oppimateriaalit	Opintojakson BM20A1401 Tilastomatematiikka I luentomoniste. Hayter, A. J.; Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Duxbury, 2002.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B.

BM20A1501	*NUMEERISET MENETELMÄT I 3 op*
	Numerical Methods I
Ajankohta	TkK 2, periodi 2
Opettaja(t)	nuorempi tutkija, DI Ville Manninen professori, TkT Matti Alatalo Vastuuhenkilö(t): professori, TkT Matti Alatalo
Tavoitteet	Opiskelija osaa numeerisesti Matlab-ohjelmalla: - ratkaista lineaariset ja epälineaariset yhtälöt ja yhtälöryhmät, differentiaaliyhtälöiden ja –yhtälöryhmien alkuarvotehtävät - etsiä funktioiden lokaaliset ääriarvot - laskea yhdenmuuttujan funktion määrätyn integraalin, interpolaatiopolynomin ja splinen arvon annetussa pisteessä - tehdä lineaarisia ja epälineaarisia funktiosovituksia annettuun dataan.
Sisältö	Laskennassa syntyvistä virheistä. Numeerisia ja Matlab-ratkaisumenetelmiä seuraaville ongelmille: epälineaariset yhtälöt ja yhtälöryhmät, optimointi, lineaariset yhtälöryhmät, interpolointi, käyrän sovitus, integrointi, differentiaaliyhtälöiden alkuarvotehtävät.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, 2. periodi. Omatoiminen opiskelu 34 h, tentti 2 h. Kokonaismitoitus 78 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoitustyö.
Oppimateriaalit	Haataja, Juha et al.: Numeeriset menetelmät käytännössä, 2. uud. painos, CSC-Tieteellinen laskenta, 2002. 415 sivua. Gerald, C.F., Wheatley, P.O.: Applied Numerical Analysis, 6th Edition, Addison-Wesley, 1999. Mäkinen, Raino & Salmenjoki, Kimmo: Numeeriset menetelmät, Jyväskylän yliopisto, luentomoniste 12, 1999.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B sekä BM20A4301 Johdatus tekniseen laskentaan.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A1601	*MATRIISILASKENTA* *4 op*
	Matrix Calculus
Ajankohta	TkK 2, periodi 4
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo
Tavoitteet	Opiskelija tuntee matriisilaskennan teorian ja osaa käyttää sen menetelmiä eri sovellusalueilla. Opiskelija osaa kuvata teknistieteellisiä järjestelmiä vektoriavaruuden käsittein, tuntee lineaaristen muunnosten, kantaesitysten, ominaisarvojen ja matriisihajotelmien perusteet, matriisien eri tyyppejä ja osaa analysoida lineaaristen systeemien ominaisuuksia. Opiskelija tuntee ortogonaalisuuskäsitteen ja osaa käyttää tätä minimointi-, approksimointi- jne. sovelluksissa. Opiskelija osaa muodostaa singulaariarvohajotelman ja soveltaa sitä.
Sisältö	Vektoriavaruudet, lineaarimuunnokset, koordinaatistot, kannanvaihto, ominaisarvoteoriaa, matriisin diagonalisointi, sisätulo ja ortogonaalisuus, pienimmän neliösumman menetelmä, symmetriset matriisit, neliömuodot, singulaariarvohajotelma. Sovelluksia useilta aloilta: differenssiyhtälöt, Markov-ketjut, diskreetit systeemit, kuvankäsittely ja grafiikka, taloudelliset mallit, optimointi.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 28 h, itseopiskelu 28 h, tentti ja valmistautuminen 12 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 96 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Kivelä, S.K.: Matriisilasku ja lineaarialgebra, Otakustantamo, 466 tai 485. Lay, D.C.: Linear Algebra and Its Applications, Addison Wesley, 2003. Luennot pidetään viimeksi mainitun kirjan mukaan.
Edellytykset	Suositellaan oman alan matematiikka A ja B sekä BM20A1501 Numeeriset menetelmät I.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta. Opintojakson harjoitusryhmiin ilmoittaudutaan WebOodissa.

BM20A1801	*LINEAARINEN OPTIMOINTI* *6 op*
	Linear Optimization **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**
Ajankohta	TkK 3, periodi 3
Opettaja(t)	lehtori, FL Sirkku Parviainen
Tavoitteet	Opintojakson lopussa opiskelija: - osaa muodostaa lineaarisia optimointimalleja erilaisissa tilanteissa - osaa ratkaista erilaisia lineaarisia optimointitehtäviä - ymmärtää ratkaisualgoritmien periaatteet ja osaa analysoida tuloksia - osaa käyttää optimointiohjelmistoja.
Sisältö	Johdanto operaatiotutkimukseen. Esimerkkejä LP-mallin muodostamisesta. LP-tehtävän ratkaiseminen simplex-menetelmällä ja ratkaisun analysointi. Johdatus kokonaislukuoptimointiin. Kuljetusongelmat ja niiden ratkaiseminen. Erilaisia verkkomalleja ja niiden ratkaisumenetelmiä. Johdatus monitavoitteiseen optimointiin. Lineaarisen optimoinnin tietokoneohjelmistojen esittelyä.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 28 h, harjoitustyö, 3. periodi. Kotitehtävät ja harjoitustyö 80 h. Tenttiin valmistautuminen ja tentti 20 h. Kokonaismitoitus 156 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Harjoitustyö.

Oppimateriaalit	Luentomoniste. Hillier, F.S., Lieberman, G.J.: Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, 1990. Taha, H.A.: Operations Research, An Introduction, Prentice-Hall, 1997. Eppen, G.D., Gould, F.J., Schmidt, C.P.: Introductory Management Science, Prentice-Hall, 1993.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka B.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A1900	***STATISTICS II***	***3 ECTS cr***
	Statistics II, Tilastomatematiikka II	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 2	
Teacher(s)	Ph.D. Matti Heiliö	
Aims	The student acquires understanding of basic and some advanced statistical methods, is able to formulate models and apply these methods to various areas in technology, economics and science. The student is able to perform two-sample tests, analysis of variance, analyze time series data, formulate decision problems using decision tree. The student understands multivariate distributions and is able to perform PCA analysis and factor analysis on multivariate data sets.	
Content	Statistical inference: hypothesis testing, two sample tests. Nonparametric tests. Basics of analysis of variance, time series analysis and multiple regression models. Introduction to nonlinear regression. Elements decision theory. Introduction to multivariate methods. Principal component analysis. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, independent study and homework 20 h, exam and preparation 10 h, 2nd period. Total 72 h.	
Evaluation	0-5, examination 80%, home assignments 20%.	
Study materials	Will be announced at lectures.	
Prerequisites	Recommended BM20A1401 Tilastomatematiikka I.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction. Enrolment to tutorial groups in WebOodi	

BM20A2000	***SIMULATION***	***4 ECTS cr***
	Simulation, Simulointi	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Heikki Haario	
Aims	The course gives an introduction to the concepts of discrete simulation models and methods together with numerical examples. After the course, the student is able numerically simulate basic queuing, server, scheduling and storage size problems.	
Content	Basic concepts, discrete and continuous systems. Random numbers, discrete event generation by random numbers. Statistical and empirical distributions for event generation. Application examples: queuing systems, storage size optimization. Building numerical simulation examples with Matlab. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, homework 21 h, practical assignment 26 h, preparation for examination and the examination 22 h. Total 104 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Practical assignment.	
Prerequisites	Recommended BM20A1401 Tilastomatematiikka I.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A2102	*DIFFERENTIAL EQUATIONS*	*6 ECTS cr*
	Differential Equations, Differentiaaliyhtälöt **Replaces the course BM20A2101 Differential Equations.** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3	
Teacher(s)	Person in Charge: Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Matylda Jablonska	
Aims	The course introduces the basic concepts of ordinary and partial differential equations together with numerical solution methods. After the course, the student is able to solve analytically simple equations, and numerically, using Matlab solvers, ordinary and basic partial differential equations.	
Content	Linear and nonlinear ordinary differential equations. Initial and boundary value problems. Stability and phase space presentation of solutions. Numerical solutions for ordinary differential equations with Matlab solvers. Basic types of partial differential equations: advection, diffusion/heat, wave equations. Numerical solutions with semidiscretization methods. Modelling examples from different engineering fields.	
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, homework 35 h, practical assignment 38 h, preparation for examination and the examination 22 h. Total 130 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Practical assignment.	
Prerequisites	Mathematics A and B.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A2201	*LOGIC AND DISCRETE METHODS*	*4 ECTS cr*
	Logic and Discrete Methods, Logiikka ja diskreetit menetelmät	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Pasi Luukka	
Aims	In the end of the course student is expected to be able to understand: - classical logic and resolution method - inductive, recursional and relational methods for computer science - graphs and trees, grammars, formal languages and parsing - resolution method for non-classical logics - applications of number theory to computer science.	
Content	The course consists of classical logic and resolution method, some basic things of non-classical logics, inductive, recursional and relational methods for computer science. An algebraic approach to discrete methods is considered. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Self study course, studying material and exam, overall 104 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Grassmann, W.K., Tremblay J-P.: Logic and Discrete Mathematics. A Computer Science Perspective, Prentice Hall, 1996.	
Prerequisites	Basic knowledge in elementary intuitive set theory.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A2401	*MATEMAATTINEN MALLINNUS*	*5 op*
	Mathematical Modelling	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1-2	
Opettaja(t)	FT Matti Heiliö	
Tavoitteet	Opiskelija osaa arvioida matemaattisten mallien soveltuvuutta erilaisten reaalimaailman tehtävien ratkaisemiseen, hänellä on perusvalmiudet mallien muodostamiseen, mallien hyvyyden arviointiin, ratkaisumenetelmiin ja taustatietoja vaativampiin sovelluksiin syventymiseen. Opiskelija ymmärtää	

	mallinnusprosessin vaiheet, säilymislait ja mallien perusteet. Osaa muodostaa erilaisia systeemejä kuvaavia malleja käyttäen differentiaaliyhtälöitä, diskreettejä, todennäköisyyspohjaisia ja sumeita menetelmiä. Osaa datan ja mallin sovituksen ja parametrien estimoinnin, ymmärtää approksimaation ja skaalauksen merkityksen.
Sisältö	Matematiikan soveltamisesta, mallinnusprosessin vaiheet. Mallien tyyppejä. Säilymislait ja mallien perusteet. Differentiaaliyhtälöt ja systeemiteoria. Diskreeteistä malleista. Mallit, data ja parametrien estimointi. Tasapainomallit ja stabiilius. Approksimaatio ja skaalat. Probabilistiset mallit. Valikoima tapausesimerkkejä.
Suoritustavat	Luennot 21 h, harjoitukset 14 h, itseopiskelu 28 h, 1. periodi. Luennot 21 h, harjoitukset 14 h, harjoitustyö 28 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 126 h. Opintojaksoon liittyy verkko-opetusympäristö http://hlab.ee.tut.fi/mallinnus. Luennot pääosin verkkoluentoja.
Arvostelu	0-5, harjoitukset 60 %, harjoitustyö 40 %.
Oppimateriaalit	Giordano, F.R., Weir, M.D., Fox, W.P.: A First Course in Mathematical Modeling, Brooks/Cole Publishing, 1997. Shier, D. R. & Wallenius, K. T.: Applied Mathematical Modeling: A Multidisciplinary Approach, Chapman & Hall/CRC, 1999. Mesterton-Gibbons, M.: A Concrete Approach to Mathematical Modelling, Wiley, 1995. Svobodny, T.: Mathematical Modeling for Industry and Engineering, Prentice Hall, 1998.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B sekä BM20A1401 Tilastomatematiikka I, BM30A0210 Fysiikka L, osa 1 ja BM30A0220 Fysiikka L, osa 2.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A2500	***LINEAR ALGEBRA AND NORMED SPACES 3 ECTS cr***
	Linear Algebra and Normed Spaces, Lineaarialgebra ja normiavaruudet
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1
Teacher(s)	Ph.D. Matti Heiliö
Aims	The student knows the concepts of function spaces, norms, metric and convergence, linear operators, orthogonality, eigenvalues, singular values and decomposition. He/she is able to use these concepts in modeling and analysis of technical systems. Student understands essential principles in various methods of applied mathematics and is able to apply these methods in analysis of functions and signals in areas of differential equations, image analysis, numerical methods and optimization.
Content	Vector spaces and linear operators. Linear subspaces and projection. Norms, metric and convergence. Function spaces. Banach spaces, Lp-spaces. Inner product and orthogonality. Hilbert spaces. Theory of linear operators, eigenvalues and spectral decomposition. Introduction to wavelet analysis. Applications in systems and signal analysis, numerical methods, optimization. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, independent study and homework 28 h, exam and preparation 10 h, 1st period. Total 73 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Lay, D.: Linear Algebra and its Applications, Addison-Wesley, 2000. Kreyszig, E.: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley, 1989. Reddy, B.D.: Introductory Functional Analysis, with applications to Boundary Value Problems and Finite Elements, Springer, 1998.
Prerequisites	Recommended BM20A1601 Matriisilaskenta.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A2600	*INTEGRAL TRANSFORMS*	*3 ECTS cr*
	Integral Transforms, Integraalimuunnokset	
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 3, Period 4	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Pasi Luukka	
Aims	In the end of the course student is expected to be able to - apply Laplace transform to solve differential equations and use this knowledge to solve engineering applications - understand Fourier series and Fourier transform and apply them - understand Z-transform and apply it.	
Content	Laplace transform. Inverse Transform. Linearity. Shifting. Transforms of Derivatives and Integrals. Differential equations. Unit Step Function. Second Shifting Theorem. Dirac's delta function, Differentiation and Integration of Transforms. Convolution. Integral Equations. Partial Fractions. Differential Equations. Fourier series, complex Fourier series, Fourier integrals, Fourier cosine and sine transforms, Fourier transform. Z transform, inverse Z transform, discrete-time systems and difference equations, discrete linear systems, engineering applications.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, homework 7 h, preparing to the exam and the exam 29 h, 4th period. Overall 78 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 1999. James, G.: Advanced Modern Engineering Mathematics, Addison-Wesley, 2003.	
Prerequisites	Recommended Mathematics A and B.	
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction. Enrolment to tutorial groups in WebOodi	

BM20A2701	*NUMERICAL METHODS II*	*3 ECTS cr*
	Numerical Methods II, Numeeriset menetelmät II	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 3	
Teacher(s)	D.Sc. (Tech.) Virpi Junttila Person in Charge: Professor, D.Sc. (Tech.) Matti Alatalo	
Aims	An introduction to numerical methods for differentiation, integration, interpolation and differential equations. Numerical methods for linear systems. After the course the student understands the basic concepts of numerical analysis, and is able to independently use numerical software (Matlab solvers).	
Content	Numerical differentiation and integration. Interpolation methods in 1D and 2D. Numerical matrix calculations with applications. Over- and underdetermined linear systems, singular values of a matrix, principal components. II-posed linear problems and regularized solutions.	
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, homework 21 h, preparation for examination and the examination 22 h. Total 78 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Will be announced at lectures.	
Prerequisites	Mathematics A and B. Recommended BM20A1501 Numeeriset menetelmät I.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A2800	*NONLINEAR OPTIMIZATION*	*4 ECTS cr*
	Nonlinear Optimization, Epälineaarinen optimointi **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**	

Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3
Teacher(s)	Lecturer, Lic.Phil. Sirkku Parviainen
Aims	After the course the student should - know how formulate and classify nonlinear optimization models - recognize optimum solutions using optimality criteria - be able to understand the principles of optimization algorithms and solve problems of line search, multivariate unconstrained and constrained optimization - know how to use optimization software.
Content	Formulation of optimization models. Classification of optimization problems. Optimality criteria in unconstrained and constrained optimization. Line search methods, unconstrained multivariate optimization methods. Methods for constrained optimization. Methods for global optimization. Principles of evolutionary algorithms. Optimization software tools, examples with Matlab. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, homework 42 h, 3rd period. Study and exam 20 h. Total work load 104 h.
Evaluation	0-5, examination 100%. Exercises.
Study materials	Nocedal, J. and Wright, S. J.: Numerical Optimization, Springer, 2006.
Prerequisites	Experience in programming or using mathematical software required. BM20A4301 Johdatus tekniseen laskentaan Mathematics A and B, BM20A1501 Numeeriset menetelmät I.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A2901	***DISCRETE OPTIMIZATION***	***5 ECTS cr***
	Discrete Optimization, Diskreetti optimointi **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 4	
Teacher(s)	Lecturer, Lic.Phil. Sirkku Parviainen	
Aims	After the course the student should - understand the nature of discrete and combinatorial optimization problems - know the classes of computational complexity and be able to classify problems and algorithms according to their complexity - be able to solve various discrete optimization problems with exact methods and heuristics.	
Content	Discrete optimization problems. Algorithms and computational complexity. Polynomial-time problems and NP-complete problems. Integer linear programming. Assignment problem. Traveling salesman problem: solution with branch&bound and heuristic methods. Routing and packing problems: solution with heuristics and dynamic programming. Principles of genetic algorithms and simulated annealing methods in discrete optimization. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 28 h, homework 54 h, 4th period. Study and exam 20 h. Total work load 130 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Exercises.	
Study materials	Will be announced at lectures.	
Prerequisites	Experience in programming or using mathematical software required. BM20A4301 Johdatus tekniseen laskentaan Recommended BM20A1801 Lineaarinen optimointi.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A3001	***STATISTICAL ANALYSIS IN MODELLING 5 ECTS cr***
	Statistical Analysis in Modelling, Mallien tilastollinen analyysi
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 2
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Heikki Haario
Aims	Introduction to modern computational methods of estimating reliability of modeling and simulation results. After the course, the student is able to estimate parameters of nonlinear models by measured data and to create posterior distributions for parameters and model predictions by MCMC (Markov chain Monte Carlo) methods.
Content	Introduction to the methods of estimating reliability of modelling. Errors and uncertainty in experimental data. Uncertainty in model parameters and prediction results. Bayesian approach for parameter estimation and inverse problems, various Monte Carlo (MCMC) methods for nonlinear models. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, homework 35 h, practical assignment 38 h, preparation for examination and the examination 22 h. Total 130 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	To be given at the lectures.
Prerequisites	Mathematics A and B, BM20A1401 Tilastomatematiikka I. Recommended BM20A2000 Simulation.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A3101	***FUZZY SETS AND FUZZY LOGIC 6 ECTS cr***
	Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Sumeat joukot ja sumea logiikka
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-2
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Pasi Luukka
Aims	In the end of the course student is expected to be able to understand - relations between crisp and fuzzy sets - basics operations on fuzzy sets - relations between algebras of crisp and fuzzy sets, some function algebras - basics on fuzzy arithmetic - basics of mathematical fuzzy logic - fuzzy measures and uncertainty based information.
Content	The course consists of concept of fuzzy sets, some algebras of fuzzy sets, fuzzy quantities, logical aspects of fuzzy sets, operations of fuzzy sets, relations, universal approximation, fuzzy compositional calculus, fuzzy ranking, aggregation operators, fuzzy screening systems, averaging operators and modifier operations. Fuzzy measures, possibility theory and uncertainty based information. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 56 h, exercises 28 h, homework 28 h, preparing to the exam and the exam 44 h, 1st-2nd period. Overall 156 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Nguyen, H.T., Walker, E.A.: A First Course in Fuzzy Logic, 2nd Ed., Chapman & Hall/CRC, 2000. Klir, G., Yuan, B.:Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. Theory and Applications, Prentice Hall, 1995. Fullér, R.: Introduction to Neuro-Fuzzy Systems, Physica-Verlag, 2000. Carlsson C. and Fullér, R.: Fuzzy Reasoning in Decision Making and Optimization, Physica-Verlag, 2002.
Prerequisites	Bachelor level basic math courses.
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A3202	*FUZZY ENGINEERING*	*6 ECTS cr*
	Fuzzy Engineering, Sumea teknologia **Replaces the course BM20A3201 Fuzzy Engineering.** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3-4	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Pasi Luukka	
Aims	In the end of the course student is expected to be able to - apply fuzzy systems in engineering environment - apply function approximation methods with fuzzy systems - model and solve control problems and apply neuro-fuzzy systems - apply fuzzy decision making tools.	
Content	Fuzzy sets and relations, fuzzy functions and rule-based systems, Mamdani fuzzy system and Sugeno-Tagaki fuzzy system, universal approximators, fuzzy modelling, fuzzy control, fuzzy controllers in applications, aggregation operators, fuzzy screening systems, averaging operators and modifier operations, fuzzy decision making. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, homework before exercises 7 h, 3rd period. Practical assignment 60 h, preparing to the exam and the exam 47 h, 4th period. Overall 156 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Project work.	
Study materials	Fullér, R.: Introduction to Neuro-Fuzzy Systems, Physica-Verlag, 2000. Kosko, B.: Fuzzy Engineering, Prentice-Hall, 1996. Passino, K.M., Yurkovich, S.: Fuzzy Control, Addison-Wesley, 1998.	
Prerequisites	Recommended BM20A3101 Fuzzy Sets and Fuzzy Logic.	
Further Information	This course has 6-10 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A3301	*STOCHASTIC THEORY AND MODELS*	*3 - 5 ECTS cr*
	Stochastic Theory and Models, Stokastiikan teoriaa ja malleja	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 4	
Teacher(s)	Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Matylda Jablonska	
Aims	Student knows the theory of stochastic models and advanced statistical methods and is able to apply them in analyzing and understanding systems and phenomena containing randomness and uncertainty. Student is able to formulate and analyse reliability models, Markov chain and poisson processes, birth/death models, ARMA models for time series. The student knows the principles of estimation parameters of stochastic models and nonlinear regression. The student learns basics of stochastic calculus and stochastic differential equations.	
Content	Theory of stochastics applicable to modelling and analysing systems where randomness is inherent in a non-trivial way. Stochastic processes, conditional expectations and martingales. Brownian motion, introduction to Ito-integral and stochastic differential equations. Time series and ARMA-models. Regression and linear statistical models. Analysis and identification of nonlinear statistical models. Bayesian methods. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Supervised self study course. Lectures 10 h, exercises 14 h, project assignment 20-40 h, self-study material 20-50 h, exam and preparation 10 h, 4th period. Total 74-124 h.	
Evaluation	0-5, examination 50%, project assignment 50%.	
Study materials	Will be announced at lectures.	
Prerequisites	BM20A1401 Tilastomatematiikka I.	

	Recommended BM20A1900 Statistics II, BM20A2500 Linear Algebra and Normed Spaces.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A3401	***DESIGN OF EXPERIMENTS***	***4 ECTS cr***
	Design of Experiments, Koesuunnittelu **The course is organized jointly with the Department of Mathematics and Physics and with the Department of Chemical Technology. It covers the design of experiment modules of the courses BJ70A0701 Teollisuus- ja ympäristöanalytiikka I and BJ70AJ110 Design of Experiments and Sampling (postgraduate course).**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 4	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Heikki Haario Researcher/Teacher, Docent, D.Sc. (Tech.) Satu-Pia Reinikainen Person in Charge: Professor, Ph.D. Heikki Haario	
Aims	After the course, the student is expected to master the basic skills for effective experimentation, together with regression analysis of data: - understanding of the importance of designed experiments - ability to apply the basic experimental plans, and regression techniques to analyse the results - skills to optimize an engineering process using design of experiments and data analysis.	
Content	Importance of experimental design, minimization of prediction uncertainty of regression models. Basic factorial designs: 2N, Central Composite designs for regression analysis. Mixture designs. The Taguchi principles. Experimental optimisation of engineering processes. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 21 h, exercises 14 h, homework 21 h, experimental work in laboratory 26 h, preparation for examination and the examination 22 h. Total 104 h.	
Evaluation	0-5, examination 70%, project work 30%.	
Study materials	Box, G., Hunter, S., Hunter, W. G.: Statistics for Experimenters, Wiley 2005, 2nd Edition.	
Prerequisites	Mathematics A and B, BM20A1401 Tilastomatematiikka I/basic statistics. Basic (Matlab) skills for technical computing with PC.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A3602	***FUZZY DATA ANALYSIS***	***6 ECTS cr***
	Fuzzy Data Analysis, Data-analyysiä sumeassa ympäristössä **Replaces the course BM20A3601 Fuzzy Data Analysis.** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 3-4	
Teacher(s)	Docent, D.Sc. (Tech.) Pasi Luukka	
Aims	In the end of the course student is expected to be able to - understand theoretical aspects of data analysis. - understand the principles of multi-criteria decision making and is capable of applying them. - model and analyze uncertainty in different problem settings. - apply fuzzy principal component analysis, fuzzy clustering and classification methods to data analysis problems. - apply fuzzy regression analysis.	
Content	Fuzzy sets and relations. Uncertainty measures. Qualitative and quantitative	

	analysis of fuzzy data. Introduction to possibility theory and generalized measure theory. Principles of multiperson, multicriteria decision making, fuzzy interpolation, fuzzy principal component analysis, fuzzy clustering and classification, fuzzy regression analysis. Evaluation of methods. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 28 h, homework before exercises 14 h, 3rd period. Practical assignment 57 h, preparing to the exam and the exam 29 h, 4th period. Overall 156 h.
Evaluation	0-5, examination 100%. Project work.
Study materials	Bandemer, H., Näther, W.: Fuzzy Data Analysis, Kluwer Academic Publ., 1992.
Prerequisites	Recommended BM20A3101 Fuzzy Sets and Fuzzy Logic.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A3801	***ADVANCED MATHEMATICAL METHODS***	***3 - 6 ECTS cr***
	Advanced Mathematical Methods, Matemaattisten menetelmien erikoiskurssi	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4	
Teacher(s)	Person in Charge: Ph.D. Matti Heiliö	
Aims	The student will obtain theoretical and operational skills in some specific area of applied mathematics. He understands the methods and knows how to apply the methods to modeling problems in science and engineering.	
Content	The course will demand reading literature, working on exercises and practical projects. Material will be individually chosen according to the focus of the study module, students' interests and research task. The topic may be for example optimization, numerical methods, PDE:s, stochastics, theory of algorithms, wavelets, filtering, systems analysis, mathematics of finance etc. The course with the same title can be included in the study programme twice when two distinct areas are covered. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Self study of learning material 40-60 h, exercises 20-40 h, project assignment and report writing 20-40 h, 1st-4th period. Total 80-140 h.	
Evaluation	0-5, report 100%.	
Prerequisites	Recommended BM20A1501 Numeeriset menetelmät I, BM20A1601 Matriisilaskenta.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A3900	***MODELLING METHODOLOGY IN PROCESS ENGINEERING***	***6 ECTS cr***
	Modelling Methodology in Process Engineering, Mallinnus prosessitekniikassa	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Researcher/Teacher, Ph.D. Tuomo Kauranne M. Sc. (Tech.) Ville Manninen M. Sc. (Tech.) Miika Tolonen Person in Charge: Researcher/Teacher, Ph.D. Tuomo Kauranne	
Aims	The student knows the principles of regression analysis and mathematical modeling in process engineering and is able to build simple mathematical models for chemical processes using Matlab and calibrate their parameters with measurement data.	
Content	Types of modelling: empirical and physicochemical models and their uses. Measurement of uncertainty in experimental data. Basic concepts of regression methods for empirical models. Building physicochemical models for	

	engineering processes from first principles. How to employ various mathematical tools to formulate and numerically solve models. Least squares methods, curve fitting, parameter estimation and data assimilation. Examples from data analysis, process modelling, pulp and paper technology, chemical engineering, and signal processing among others. Examples and exercises with Matlab.
Modes of Study	Lectures 42 h, computer class exercises 28 h, independent study 36 h, completing a practical assignment and writing a report 50 h, exam, 1st-2nd period. Total 156 h.
Evaluation	0-5, examination 70%, practical assignment 30%.
Study materials	Giordano, Frank R. - Weir, Maurice D. - Fox, William P.: A first course in mathematical modeling, Brooks/Cole, 1997. Borrelli, R., Coleman, C.: Differential Equations: A Modeling Perspective, John Wiley & Sons, 2003. Svobodny, T.: Mathematical Modeling for Industry and Engineering, Prentice Hall, 1998.
Prerequisites	Mathematics A and B. Recommended BM20A1401 Tilastomatematiikka I, BM20A1501 Numeeriset menetelmät I, BM20A1601 Matriisilaskenta, BM20A2102 Differential Equations.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A4000	***CASE STUDY SEMINAR***	***5 ECTS cr***
	Case Study Seminar, Sovelletun matematiikan erikoistyöt	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-4	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Heikki Haario Researcher/Teacher, Ph.D. Tuomo Kauranne	
Aims	The course gives an introduction to independent scientific work by presenting seminar works from different fields of applied mathematics. After the course, the student is able to prepare and give scientific presentations.	
Content	The course works in a seminar form. Each student receives a project work topic and presents the problem as well as the work plan in the beginning. For example, the topics cover modelling problems from different engineering fields, together with numerical solutions. Solution methods for the project work problems are discussed during the course. At conclusion, the participants present their project works. The project work typically is an introduction to the diploma work topic of the student. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 42 h, exercises 14 h, homework 38 h, preparation of the presentation 36 h. Total 130 h.	
Evaluation	Pass/fail. To pass the course student must attend 7 weeks and present his/her project work.	
Prerequisites	Mathematics A and B. Recommended BM20A1501 Numeeriset menetelmät I, BM20A1601 Matriisilaskenta, BM20A3900 Modelling Methodology in Process Engineering.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A4100	***VEKTORIANALYYSI TEKNILLISESSÄ LASKENNASSA***	***4 op***
	Vector Analysis in Engineering	
Ajankohta	TkK 3, periodi 1	
Opettaja(t)	professori, TkT Matti Alatalo	
Tavoitteet	Opintojakson jälkeen opiskelija osaa - laskea moniulotteisia integraaleja sekä viiva- ja pintaintegraaleja - ymmärtää vektorikentän käsitteen - käyttää Greenin, Gaussin ja Stokesin lauseita	

	- ymmärtää skalaari- ja vektoripotentiaalin käsitteet - hyödyntää erilaisia koordinaatistoja moniulotteisten tehtävien ratkaisussa - laskea gradientteja, divergenssejä ja roottoreita.
Sisältö	Integraalilaskenta usean muuttujan funktioilla. Kaksinkertainen integraali, kolminkertainen integraali, koordinaatistomuunnoksia, skalaarikentän viivaintegraali, konservatiiviset vektorikentät. Vektorikentän viivaintegraali, Greenin lause tasossa, skalaarikentän pintaintegraali, vektorikentän pintaintegraali, gradientti, divergenssi ja roottori, Gaussin lause, Stokesin lause, vektoripotentiaali, käyräviivaiset suorakulmaiset koordinaatit.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 28 h, itseopiskelua 24 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 26 h, 1. periodi. Kokonaismitoitus 104 h.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A4201	***APPLIED FUNCTIONAL ANALYSIS***	***4 - 6 ECTS cr***
	Applied Functional Analysis, Sovellettu funktionaalianalyysi **Replaces the course BM20A4200 Applied Functional Analysis.** **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 2-3	
Teacher(s)	D.Sc. (Tech.) Jouni Sampo	
Aims	Student understands and is able to apply basic methods in some field of applied functional analysis. Specific field may vary, academic year 2012-2013 it is "Representation methods for image/signal processing and inverse problems". After course student is able to apply singular valued decomposition, Fourier-, wavelet- and curvelet-transform for image compression, restoration and analysis. Student understands theory and ideas behind used algorithms in general level.	
Content	Academic year 2014-2015: Fourier analysis, multiresolution analysis and wavelets, curvelets and singular value decomposition. Signal/image compression, denoising, deconvolution, compressed sensing and sparse representations. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	4 ECTS cr: Lectures 28 h, exercises 28 h, homework 35 h, 2nd period. Exam and preparation for exam 17 h. Total 108 h. 6 ECTS cr: Lectures 28 h, exercises 28 h, homework 35 h, 2nd period. Seminars 7 h and project work and seminar presentation 40 h, 3rd period. Exam and preparation for exam 17 h. Total 155 h.	
Evaluation	0-5, examination 100% (4 ECTS cr). Project work and seminar presentation (6 ECTS cr).	
Study materials	Will be announced at lectures.	
Prerequisites	Recommended BM20A2500 Linear Algebra and Normed Spaces.	
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A4301	***JOHDATUS TEKNISEEN LASKENTAAN***	***4 op***
	Introduction to Technical Computation	
Ajankohta	TkK 1, periodi 4	
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, FT Tuomo Kauranne Nuorempi tutkija, DI Ville Manninen	

	Tutkimusapulainen, Miika Tolonen Vastuuhenkilö(t): tutkijaopettaja, FT Tuomo Kauranne
Tavoitteet	Opiskelija tuntee teknisen laskennan ja ohjelmoinnin peruskäsitteet. Opiskelija osaa toteuttaa yksinkertaisia laskennallisia ohjelmia ja visualisoida tuloksia ja dataa MATLAB/Octave ympäristössä.
Sisältö	Teknisen laskennan ja ohjelmoinnin peruskäsitteitä yleisesti. Loogiset operaatiot, kontrollirakenteet, koodin haarauttaminen, toistorakenteet. Visualisointi. Funktioiden muotoilu ja käyttö. MATLAB/Octave laskennallisena työkaluna.
Suoritustavat	Luentoja 14 h, mikroluokkaharjoituksia 28 h, oma harjoittelu 28 h, harjoitustyön teko ja raportin kirjoittaminen 34 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 104 h. Pakolliset harjoitukset ja harjoitustyö, josta raportti.
Arvostelu	0–5, harjoitukset 50 %, harjoitustyö 50 %.
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A4310 TEKNISEN LASKENNAN HARJOITUSTYÖ 1 op

Practical Assignment in Technical Computation

Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.

Ajankohta	TkK 1, periodi 4
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, FT Tuomo Kauranne
Tavoitteet	Opiskelija on tutustunut johonkin oman alansa teknillisen laskennan ohjelmistoon ja ratkaissut sillä yksinkertaisen mallitehtävän.
Sisältö	Annetun tekniikan laskennallisen ongelman ratkaiseminen MATLAB/Octave-ohjelman avulla.
Suoritustavat	Harjoitustyön tekeminen ja raportin kirjoittaminen 26 h, 4. periodi.
Arvostelu	Hyväksytty/hylätty
Edellytykset	Suositellaan oman alan Matematiikka A ja B tai vastaavat tiedot.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A4400 SOVELLETUN MATEMATIIKAN ERIKOISKURSSI 3 - 5 op

Special Course on Applied Mathematics

Ajankohta	TkK 3, periodi 1-4
Opettaja(t)	TkT Jouni Sampo
Tavoitteet	Opiskelija syventää matematiikan peruskurssien tietoja, tuntee jonkin soveltamisalan matemaattisia menetelmiä, osaa soveltaa niitä ja ymmärtää perustana olevan teoriaa.
Sisältö	Opintojakson tarkoituksena on syventää matematiikan peruskurssien tietoja jonkin soveltamisalan menetelmällisten välineiden hallintaan. Aihepiiri vuosittain vaihteleva ja yksilöllisesti sovittava. Aiheina voivat olla esimerkiksi talousmatematiikan perusteet, FEM ja tieteellisen laskennan perusteet, mittaustekniikan ja signaalianalyysin matemaattiset menetelmät, osittaisdifferentiaaliyhtälöiden alkeet, diskreetit mallit ja menetelmät.
Suoritustavat	Harjoitukset 20-30 h, itseopiskelu 30-50 h, projektityö 20-40 h, tentti 5 h. 1.-4. periodi. Kokonaismitoitus 75-125 h. Ohjattu itseopiskelukurssi.
Arvostelu	0-5, harjoitustyö/raportti (sovitaan yksilöllisesti).
Edellytykset	Esitietoina suositellaan Matematiikka A ja B sekä aihevalinnasta riippuen BM20A1401 Tilastomatematiikka I tai BM20A2102 Differential Equations.

Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A4500	***EVOLUTIONARY COMPUTATION***	***5 ECTS cr***
	Evolutionary Computation, Evoluutiolaskenta **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 2-3	
Teacher(s)	D.Sc. (Tech.) Saku Kukkonen	
Aims	Upon completion of the course the student will: 1. Understand what evolutionary computation is and what its possibilities/limitations are. 2. Know major types of evolutionary algorithms. 3. Be able to apply evolutionary computation in order to solve practical problems.	
Content	Introduction to evolutionary computation and its applications. Structure, components, and characteristics of evolutionary algorithms. Evolutionary problem solving, searching, and optimization. Different evolutionary algorithms, practical problem solving, and multiobjective optimization using evolutionary algorithms. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 28 h, exercises 14 h, project work 55 h and seminars 7 h, preparation for the exercises and exam 26 h, 2nd-3rd period. Total 130 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Project work.	
Study materials	Haupt, R. L., Haupt, S. E.: Practical Genetic Algorithms, Wiley, 1998. Eiben, A. E., Smith, J. E.: Introduction to Evolutionary Computing, Springer-Verlag, 2003. Other material given at lectures.	
Prerequisites	Good programming skill using some programming language is needed. The following courses might be helpful: CT60A0200 Ohjelmoinnin perusteet, CT60A0210 Käytännön ohjelmointi and CT50A2310 Tietorakenteet ja algoritmit.	
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A4600	***JATKUVAT MALLIT***	***4 op***
	Continuum Models **Luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran lukuvuonna 2014 - 2015.**	
Ajankohta	DI 2, periodi 3	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): TkT Jouni Sampo	
Tavoitteet	Opiskelija osaa analysoida differentiaali ja osittaisdifferentiaaliyhtälöpohjaisia malleja eri menetelmillä, tuntee asymptoottisen analyysin, linearisoinnin ja regularisoinnin periatteet ja osaa soveltaa malleja optimoinnin, säädön ja data-sovituksen yhteyksissä.	
Sisältö	Opintojaksolla tutustutaan jatkuvien (differentiaali- ja osittaisdifferentiaaliyhtälöpohjaisten) mallien käsittelytekniikoihin. Käsiteltäviä asioita mm erilaiset erikoistilanteet, linearisointi, asymptoottinen analyysi, säännöllistäminen, mallipohjainen optimointi ja säätö, mallien sovitus ja käännetyt tehtävät. Opintojakso soveltuu myös jatko-opintoihin.	
Suoritustavat	Verkkokurssin suorittamisen ohjeet, katso http://hlab.ee.tut.fi/mallinnus/kurssit. Luentoja 14 h, harjoituksia 14 h, harjoitustyö 30 h, itseopiskelu 30 h, tentti ja valmistautuminen tenttiin 10 h. Kokonaismitoitus 98 h.	
Arvostelu	0-5, palautettavat harjoitustehtävät (40 %), harjoitustyö (40 %), tentti (20 %).	
Edellytykset	Suositellaan BM20A2102 Differential Equations ja BM20A2401 Matemaattinen	

	mallinnus.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM20A4701	***MODELLING WITH PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS***	***4 ECTS cr***
	Modelling with Partial Differential Equations, Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2014 - 2015.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 2	
Teacher(s)	Person in Charge: D.Sc. (Tech.) Jouni Sampo	
Aims	The student is able to formulate PDE-models, knows fundaments of theory, basic model types and most common numerical schemes, and is able to perform numerical solution using mathematical software tools. The student familiar with a number of application areas. He/she is able to analyze PDE models in multiphysical phenomena, examples are acoustics, solidification and free-boundary computations, crystal growth and impedance tomography.	
Content	Introduction to PDE:s, basics of finite element method, multiphysics and modeling, examples of applications in acoustics, solidification and free-boundary computation, crystal growth, parameter estimation in impedance tomography. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Supervised self study course: supervision 4 h, exercises 12 h, self study 55 h, project assignment 30 h, exam and preparation 10 h. Total 111 h. The course is available in Finnish language as web-course http://hlab.ee.tut.fi/mallinnus/kurssit.	
Evaluation	0-5, exam 40%, project assignment 60%.	
Study materials	Haberman, R.: Elementary Applied Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems, Prentice Hall 1983. O'Neil, P.: Beginning Partial Differential Equations, John Wiley 1999. Kevorkian, J.: Partial Differential Equations. Analytical solution techniques, Chapman & Hall 1996. Tveito, A., Winther, R.: Introduction to Partial Differential Equations: A Computational Approach (edited by J.E. Marsden, L. Sirovich, M. Golubitsky, W. Jäger), Springer 2005.	
Prerequisites	BM20A2102 Differential Equations Recommended: BM20A1300 Complex Analysis, BM20A2600 Integral Transforms.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM20A4800	***PROJECT WORK IN APPLIED MATHEMATICS***	***10 - 30 ECTS cr***
	Project Work in Applied Mathematics, Soveltavan matematiikan projektityö	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2	
Teacher(s)	Researcher/Teacher, Ph.D. Tuomo Kauranne	
Aims	The student obtains practical skills and advanced knowledge in a specific application area. The student gains experience in project work, team work skills, self management and work discipline.	
Content	A specific project which is done in one of the research groups of applied mathematics. The project is planned together with the supervisor(s) and consists of computational research work, model building, literature surveys and report writing. The course may contain lectures and seminars. The project may	

	also be planned together with industry and partly carried out in the environment of the company.
Modes of Study	Research work 100-300 h, independent study 100 h, report preparation 100-200 h.
Evaluation	0-5 or pass/fail, depending on the work performance and project report.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A5000	***PRINCIPLES OF TECHNICAL COMPUTING AND SCIENTIFIC PUBLISHING*** ***4 ECTS cr***
	Principles of Technical Computing and Scientific Publishing, Teknisen laskennan ja julkaisemisen perusteet
Year and Period	B.Sc. (Tech.) 2, M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2
Teacher(s)	Post-Doctoral Researcher, D.Sc. (Tech.) Matylda Jablonska
Aims	Students get a good understanding of Matlab syntax and programming, gain fluency in principles of technical computing and are able to apply the skills to basic mathematical and engineering problems (the skills are applicable in big part to Octave and R programming, too). Students learn to typeset documents in LaTeX, create basic LaTeX templates and use ready templates. Students learn to follow basic publishing principles when writing research papers.
Content	Matlab: Working with various data structures (multidimensional arrays, cell arrays, etc.), using built-in functions, handling external data, plotting, writing user-defined functions. LaTeX: Basic typesetting, handling document structure and layout, text environments, bibliography, insertion of figures and tables, typesetting mathematical formulae, creating presentations.
Modes of Study	Lectures 14 h, computer class exercises 28 h, independent study 21 h, completing a practical assignment 30 h, preparation for exam 10 h, 1st-2nd period. Total 103 h.
Evaluation	0-5, examination 40%, practical assignment 40%, exercise work 20%.
Study materials	Gilat, A.: An Introduction to Matlab with Applications. Oetker, T.: The Not So Short Introduction to LaTeX 2e. Lectures published in Noppa.
Prerequisites	Basic University Calculus required. Recommended Mathematics A and B or corresponding knowledge.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A5100	***SCIENTIFIC COMPUTING AND NUMERICS FOR PDES*** ***6 ECTS cr***
	Scientific Computing and Numerics for PDEs, Tieteellinen laskenta ja ODY-numeriikka **The course will be lectured every other year, next during the academic year 2013 - 2014.**
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 4
Teacher(s)	Professor, D.Sc. (Tech.) Matti Alatalo Professor, Ph.D. Jari Hämäläinen
Aims	The student knows basic equations of mass and heat flow, physics of electric fields, acoustics, radiation and is able of use physical principles and conservation laws to model multiphysical systems and behaviour of materials, describe boundary conditions and choose ways to describe turbulence and multiscale phenomena. The student is able to implement advanced numerical algorithms for the solutions and work with professional software tools.
Content	The course is connected to the projects in CEID institute and presents the methods of scientific computing and software tools used in CEID-projects.

	Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 14 h, exercises 28 h, self study 40 h, project assignment 40 h, exam and preparation 10 h, 4th period. Total 132 h.
Evaluation	0-5, project work 50%, exam 50%.
Prerequisites	BM20A2102 Differential Equations BM20A2701 Numerical Methods II Recommended BM20A4100 Vektorianalyysi teknillisessä laskennassa.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A5200	***MODELING WORKSHOP AND SUMMER SCHOOL***	***3 - 6 ECTS cr***
	Modeling Workshop and Summer School, Matemaattisen mallinnuksen työpaja ja kesäkoulu **Will be organized during summer months in different European universities. LUT can send 1-3 participants based on academic merits. See http://www.ecmi-indmath.org/. Participation in another equivalent summer school will be accepted.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2	
Teacher(s)	Person in Charge: Researcher/Teacher, Ph.D. Tuomo Kauranne	
Aims	Student will obtain skills in formulating mathematical models of problems coming for industrial R&D, analyse the model, derive numerical solutions and report the results. Student will obtain skills in group work and communication.	
Content	The course consists of 6-10 problems from industry or various applied fields. Students are expected to analyze the problem, formulate mathematical models, evaluate and select appropriate theoretical and numeric methods and derive solutions. Lectures presenting the problems and required methods will be delivered.	
Modes of Study	Lectures 15 h, project work and research 40-90 h, studying literature and report writing 20-40 h. Seminar presentation and its preparation 20 h. Total 70-165 h.	
Evaluation	Pass/Fail	
Study materials	Problem specific literature will be given during the workshop.	
Prerequisites	Recommended background: BSc degree or equivalent in applied mathematics or engineering. One year of master's level studies (minimum 40 ECTS cr) in mathematics, physics and IT.	

BM20A5300	***SPECIAL COURSE ON INDUSTRIAL MATHEMATICS***	***2 - 5 ECTS cr***
	Special Course on Industrial Mathematics, Teollisuusmatematiikan vaihtuva-alainen erikoiskurssi **Intensive lecture course by visiting professor. Will be announced when a visit is confirmed.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2	
Teacher(s)	Visiting professor Person in Charge: Ph.D. Matti Heiliö Professor, Ph.D. Jari Hämäläinen	
Aims	Intensive lecture course is based on special expertise of visiting professors and extends the area of expertise covered by LUT staff. Students will achieve knowledge on the theory, methods and applications. Students achieve recent knowledge and skills on mathematical technology.	
Content	The content depends on the speciality of the visitor. Possible themes include stochastic differential equations, tensor calculus, mathematical physics, CFD-	

	methods, mathematical epidemiology, finance, Bayesian methods, inverse problems, signals and wavelet theory.
Modes of Study	Lectures 10-28 h, exercises 7-21 h, project work 0-20 h, exam and preparation 0-20 h. Total 37-89 h.
Evaluation	0-5, exam 60%, exercises/project work 40%.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM20A9100A	***JOHDATUS YLIOPISTOMATEMATIIKKAAN 3 op***
	Introduction to University Level Mathematics
Ajankohta	TkK 1, KTK 1
Opettaja(t)	tutkijaopettaja, FT Tuomo Kauranne
Tavoitteet	Opiskelija täydentää ja kertaa lukiomatematiikan keskeisimpien osa-alueiden tietojaan ja saa sen tuloksena riittävät valmiudet suoriutua teknillisen yliopiston vaatimista perusmatematiikan laskutehtävistä. Sopii kaikkien koulutusohjelmien opiskelijoille ja pääsykokeisiin valmistautuville.
Sisältö	Alkeisfunktiot, tasokäyrät, yhtälöt ja epäyhtälöt, itseisarvo, differentiaali- ja integraalilaskennan perusteita.
Suoritustavat	Opintojakso järjestetään Avoimen yliopiston opetuksena ja on maksullinen. Luentoja 7 h, harjoituksia 21 h, kotitehtävät 50 h ja tentti. Luennoidaan huhti-toukokuussa LUT Avoin yliopisto myöhemmin ilmoittamana ajankohtana. Katso aikataulu Avoimen yliopiston ohjelmasta www.lut.fi/avoinyliopisto. Vapaasti valittava opintojakso joko TkK/KTK tai DI/KTM -tutkinnoissa.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %. Kotitehtävät.
Oppimateriaalit	Luennoilla jaettava materiaali. Opetushallituksen verkkosivut: http://www.oph.fi/etalukio/pitka_matematiikka/
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0111	***FYSIIKKA, OSA 1: LÄMPÖOPPI 5 op***
	Physics, Part 1: Thermal Physics **Korvaa opintojakson BM30A0110 Fysiikka, osa 1.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2
Opettaja(t)	lehtori, FK Jari Soininen
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä niitä fysiikan - käsitteitä (työ. lämmönsiirto, energia, entalpia, entropia) - malleja - teorioita (termodynamiikan 1. ja 2. pääsääntö) - ilmiöitä, jotka muodostavat lämpöopin ja termodynamiikan perustan tekniikan sovellutuksille niissä oppiaineissa, joita opiskellaan yliopistossa.
Sisältö	Lämpöopin fysikaaliset perusteet, työ, lämmönsiirto, termodynamiikan 1. ja 2. pääsääntö, termodynaamiset laitteet ja kiertoprosessit, entropian muutokset eri prosesseissa, lämmönsiirron mekanismit.
Suoritustavat	Luentoja 36 h, harjoituksia 18 h, 1.-2. periodi. Kotitehtävät 26 h. Tenttiin valmistautuminen ja välikokeet tai tentti 40 h. Kokonaismitoitus 130 h. 2 välikoetta tai vaihtoehtoisesti tentti.
Arvostelu	0-5, kaksi välikoetta tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	J. Soininen: BM30A0110 Fysiikka osa 1, Lämpöoppi (luentomoniste).
Edellytykset	Opintojakso on tarkoitettu niille kone-, energia- ja ympäristötekniikan sekä tuotantotalouden opiskelijoille, joilla on ollut lukiossa 4 tai enemmän fysiikan kurssia.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0121	*FYSIIKKA, OSA 2: AALTOLIIKE JA VALO-OPPI 4 op*
	Physics, Part 2: Wave Motion and Wave Phenomena **Korvaa opintojakson BM30A0120 Fysiikka, osa 2.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 2-3
Opettaja(t)	lehtori, FK Jari Soininen
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä - harmonista värähtelyä, vaimenevaa värähtelyä ja pakotettua värähtelyä - harmonisia aaltoja erilaisissa fysikaalisissa systeemeissä (mekaaniset, sähkömagneettiset) - aaltojen superpositiota ja interferenssiä - aaltojen diffraktiota - aaltojen polarisaatiota. Värähtelyt ja aallot ovat tavallinen ilmiöluokka, joita esiintyy lähes kaikilla fysiikan ja tekniikan aloilla.
Sisältö	Mekaaniset värähtelyt (harmoninen, vaimeneva, pakotettu), harmoninen aalto, mekaaniset aallot, sähkömagneettiset aallot, interferenssi, diffraktio, polarisaatio.
Suoritustavat	Luentoja 36 h, laskuharjoituksia 18 h, 2.-3. periodi. Kotitehtävät 20 h. Tenttiin valmistautuminen ja välikokeet tai tentti 30 h. Kokonaismitoitus 104 h. 2 välikoetta tai vaihtoehtoisesti tentti.
Arvostelu	0-5, kaksi välikoetta tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	J. Soininen: BM30A0120 Fysiikka osa 2, Aaltoliike- ja valo-oppi (luentomoniste).
Edellytykset	Opintojakso on tarkoitettu niille kone-, energia- ja ympäristötekniikan sekä tuotantotalouden opiskelijoille, joilla on ollut lukiossa 4 tai enemmän fysiikan kurssia.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0131	*FYSIIKKA, OSA 3: SÄHKÖOPPI 5 op*
	Physics, Part 3: Electricity and Magnetism **Korvaa opintojakson BM30A0130 Fysiikka, osa 3.**
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	lehtori, FK Jari Soininen
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä - sähköinen voima (pistevaraukset ja jatkuvat varaukset) - sähkökenttää (pistevaraukset ja jatkuvat varaukset) - sähkökentän potentiaalia (pistevaraukset ja jatkuvat varaukset) - kondensaattoreita - tasavirtapiirejä - magneettisia voimia ja magneettikenttiä - sähkömagneettista induktiota - muuttuvia virtoja tasavirtapiireissä - pistevaraukset ja jatkuvat varaukset vaihtovirtapiirejä.
Sisältö	Sähköstatiikka (sähköinen voima, sähkökenttä, sähkökentän potentiaali), magnetismi (magneettinen voima, magneettikenttä), sähkömagneettinen induktio, muuttuvat virrat tasavirtapiirissä, vaihtovirtapiirit.
Suoritustavat	Luentoja 40 h, laskuharjoituksia 20 h, 3.-4. periodi. Kotitehtävät 30 h. Tenttiin valmistautuminen ja välikokeet tai tentti 40 h. Kokonaismitoitus 130 h. 2 välikoetta tai vaihtoehtoisesti tentti.

Arvostelu	0-5, kaksi välikoetta tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	J. Soininen: BM30A0130 Fysiikka osa 3, Sähköoppi (luentomoniste).
Edellytykset	Opintojakso on tarkoitettu niille kone-, energia- ja ympäristötekniikan sekä tuotantotalouden opiskelijoille, joilla on ollut lukiossa 4 tai enemmän fysiikan kurssia.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 6-10 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0210	***FYSIIKKA L, OSA 1***	***5 op***
	Physics L, part 1	
Ajankohta	TkK 1, periodi 1-2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä etenevän ja pyörivän kappaleen liikettä (esim. paikka, nopeus ja energia) sekä kappaleen tasapainoa soveltaen Newtonin liikelakeja sekä säilymislakeja (energia, liikemäärä ja liikemäärämomentti).	
Sisältö	Mekaniikka: Etenevän ja pyörimisliikkeen perusteet, Newtonin lait, säilymislait.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14/28 h, 1. periodi. Luentoja 8 h, laskuharjoituksia 8/4 h 2. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja 2 välikoetta tai tentti 76 h. Kokonaismitoitus 130 h/148 h. Suositellaan harjoituksia 2 x 2 h/viikko, jos esitietona vähemmän kuin neljä kurssia lukion fysiikkaa. Enemmän fysiikkaa lukeneille 2 h/viikko.	
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	P. Sikanen, Fysiikka L osa 1, Mekaniikka.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A0220	***FYSIIKKA L, OSA 2***	***2 op***
	Physics L, part 2	
Ajankohta	TkK 1, periodi 2	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa ratkaista aineen lämpölaajenemiseen ja lämmönsiirtoon liittyviä tehtäviä, soveltaa lämpöopin pääsääntöjä ideaalikaasussa tapahtuviin prosesseihin (lämpötilan, paineen, tilavuuden, lämmön, energian ja entropian muutokset) ja kiertoprosesseihin (lämpövoimakoneet).	
Sisältö	Lämpöoppi: Lämpöopin fysikaaliset perusteet, termodynamiikan pääsäännöt ja kiertoprosessit.	
Suoritustavat	Luentoja 20 h, harjoituksia 10/20 h, 2. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja tentti 26 h. Kokonaismitoitus 56/66 h. Suositellaan harjoituksia 2 x 2 h/viikko, jos esitietona vähemmän kuin neljä kurssia lukion fysiikkaa. Enemmän fysiikkaa lukeneille 2 h/viikko.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	P. Sikanen, Fysiikka L osa 2, Lämpöoppi.	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A0230	***FYSIIKKA L, OSA 3***	***5 op***
	Physics L, part 3	
Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä pistevarausten ja varattujen kappaleiden sähkökenttää ja sähkökentän potentiaalia sekä	

	varattujen kappaleiden liikettä sähkökentässä, kondensaattoreita (kapasitanssi, kondensaattorikytkennät), tasavirtapiirejä (Kirchhoffin lait, vastuskytkennät, smv, teho), magneettisia voimia ja magneettikenttiä, sähkömagneettista induktiota ja yksinkertaisia vaihtovirtapiirejä.
Sisältö	Sähköoppi: Sähkö- ja magneettikenttien perusteet. Induktio. Tasa- ja vaihtovirtapiirien perusteet.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14/28 h, 3. periodi. Luentoja 8 h, harjoituksia 4/8 h, 4. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja 2 välikoetta tai tentti 76 h. Kokonaismitoitus 130/148 h. Suositellaan harjoituksia 2 x 2 h/viikko, jos esitietona vähemmän kuin neljä kurssia lukion fysiikkaa. Enemmän fysiikkaa lukeneille 2 h/viikko.
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	P. Sikanen, Fysiikka L osa 3, Sähköoppi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0240 FYSIIKKA L, OSA 4 2 op

Physics L, part 4

Ajankohta	TkK 1, periodi 4
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta
Tavoitteet	Opintojakson loputtua opiskelija ymmärtää ja osaa käsitellä harmonista värähtelyä (vapaa, vaimeneva ja pakkovärähtely), harmonisia aaltoja (mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot), aallon etenemistä väliaineessa (heijastus, taittuminen), aaltojen havaitseminen (intensiteetti, desibeliasteikko, Dopplerin ilmiö), aaltojen superpositiota (interferenssi, huojunta, seisovat aallot), aaltojen diffraktiota ja aaltojen polarisaatiota.
Sisältö	Aaltoliikeoppi: Aaltoliikkeen perusteet. Äänen ja valon eteneminen aineessa. Interferenssi ja diffraktio.
Suoritustavat	Luentoja 20 h, laskuharjoituksia 10/20 h, 4. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja tentti 26 h. Kokonaismitoitus 56/66 h. Suositellaan harjoituksia 2 x 2 h/viikko, jos esitietona vähemmän kuin neljä kurssia lukion fysiikkaa. Enemmän fysiikkaa lukeneille 2 h/viikko.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Oppimateriaalit	P. Sikanen, Fysiikka L osa 4, Aaltoliikeoppi.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0310 FYSIIKAN LABORATORIOTYÖT (SÄTE) 6 op

Physics, Laboratory Course (SÄTE)

Ajankohta	TkK 1, periodi 3-4
Opettaja(t)	DI Aki Pulkkinen Vastuuhenkilö(t): dosentti, FT Erik Vartiainen
Tavoitteet	Kurssin jälkeen opiskelija osaa suunnitella yksinkertaisten fysikaalisten ilmiöiden mittauksia sekä kirjoittaa saaduista tuloksista tieteellinen raportti, jossa on arvioitu myös mittauksissa syntyvät virhelähteet ja niiden suuruudet.
Sisältö	Tieteellinen mittaustekniikka, tulostenkäsittely ja raportin teko.
Suoritustavat	Luentoja 8 h, laboratoriotöitä 20 h, kotitehtävät 50 h, 3. periodi. Laboratoriotöitä 28 h, kotitehtävät 50 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 156 h. Moodle.
Arvostelu	0-5, laboratoriotyöt 100 %.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0320	FYSIIKAN LABORATORIOTYÖT (KETE, KOTE) 3 op
	Physics, Laboratory Course (KETE, KOTE)
Ajankohta	TkK 2, periodi 1
Opettaja(t)	DI Aki Pulkkinen Vastuuhenkilö(t): dosentti, FT Erik Vartiainen
Tavoitteet	Kurssin jälkeen opiskelija osaa mitata yksinkertaisia fysikaalisia ilmiöitä sekä kirjoittaa saaduista tuloksista tieteellisen raportti, jossa on arvioitu myös mittauksissa syntyvät virhelähteet ja niiden suuruudet.
Sisältö	Tieteellinen mittaustekniikka, tulostenkäsittely ja raportin teko.
Suoritustavat	Luentoja 4 h, laboratoriotöitä 24 h, kotitehtäviä 50 h, 1. periodi. Kokonaismitoitus 78 h. Moodle.
Arvostelu	0-5, laboratoriotyöt 100 %.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0400	MODERNI FYSIIKKA 6 op
	Modern Physics **2. vuosi (En, Ti), 3. vuosi (Sä)**
Ajankohta	TkK 2-3, periodi 1-2
Opettaja(t)	dosentti, FT Erik Vartiainen
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelija: 1. osaa erityisen suhteellisuusteorian, kvanttimekaniikan, kiinteän aineen fysiikan, sekä ydinfysiikan perusteet; 2. osaa päättää, milloin systeemiä tai annettua ongelmaa on kuvattava kvanttimekaanisesti ja milloin riittää klassinen tarkastelu; 3. osaa päättää, milloin kinematiikan probleemassa on käytettävä suhteellisuusteoriaa ja milloin riittää epärelativistinen (klassinen) tarkastelu; 4. osaa soveltaa opittuja asioita yksinkertaisissa probleemoissa; 5. osaa kertoa miten aineen eri olomuotojen makroskooppiset ominaisuudet selittyvät atomi- ja molekyylitason ominaisuuksista ja miten näitä ominaisuuksia voidaan mitata; 6. osaa kertoa millä eri tavoin kiinteä aine pysyy kasassa ja millaisia hilarakenteita luonnosta löytyy; 7. osaa kertoa mitä eroja on eristeillä, puolijohteilla ja johteilla sekä mistä nämä erot johtuvat; 8. osaa kertoa mikä on nykyfysiikan mukainen kuva atomiytimen rakenteesta sekä ymmärtää mitä fissio ja fuusio tarkoittavat ja miten ne liittyvät energian tuotantoon.
Sisältö	Erikoisen suhteellisuusteorian, atomi-, molekyyli- ja ydinfysiikan sekä kiinteän aineen fysiikan perusteet.
Suoritustavat	Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14 h, kotitehtävät 24 h, välikokeeseen/tenttiin valmistautuminen ja välikoe/tentti 12 h, 1. periodi. Luentoja 28 h, laskuharjoituksia 14 h, kotitehtävät 24 h, välikokeeseen/tenttiin valmistautuminen ja välikoe/tentti 12 h, 2. periodi. Kokonaismitoitus 156 h. 3 välikoetta tai vaihtoehtoisesti tentti.
Arvostelu	0-5, välikokeet tai tentti 100 %.
Oppimateriaalit	Young, Hugh D. & Freedman, Roger A.: Sears and Zemansky's University Physics, Addison-Wesley, 2000 osa: Modern Physics (262 sivua).
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0500	APPLIED OPTICS 6 ECTS cr
	Applied Optics, Sovellettu optiikka
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 2
Teacher(s)	Docent, Ph.D. Erik Vartiainen
Aims	After the course a student:

	- knows the basic properties of waves and wave motion - understands the material polarization phenomenon as the ultimate source of light - knows the basic properties and physics of laser action - knows the ideas and applications of ultrafast optics - knows the basic physics and applications of nonlinear optics - knows the Fresnel-equations, and understand accordingly the physics of light reflection and refraction - knows the basics of light polarization, the corresponding applications and the Jones matrix formulation - understands the meaning of spatial and temporal coherence of light, and their implications for the technical applications, such as FTIR spectroscopy - knows the ABCD-matrix formulation for geometrical optics - knows the basics of laser imaging: one- and two-photon confocal microscopy, spectral imaging, and fluorescence nanoscopy - understands the physics of producing slow and fast light, and knows their applications - understands diffraction of light, and its applications.
Content	Ocular optics. Optical measurement instruments. Interferometry. Polarisation. Diffraction. Fourier optics. The optical properties of materials.
Modes of Study	Lectures 42 h, exercises 14 h, homework 70 h, preparation for the exam 30 h, 2nd period. Total 156 h.
Evaluation	0-5, examination 100%.
Study materials	Pertti Silfsten: Sovellettu optiikka.
Prerequisites	Students are recommended to have completed Physics or Physics L.
Further Information	This course has 11-15 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM30A0601	***OPTOELECTRONICS***	***6 ECTS cr***
	Optoelectronics, Optoelektroniikka	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Tuure Tuuva	
Aims	To understand the basics of optical data communication. Construction of wave guides using total internal reflection and working principals of light emitting diodes and photodetectors.	
Content	Optical waveguides, light emitting devices and photodetectors. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 35 h, exercises 14 h, preparation for exam 107 h, 1st period. Examination.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Kasap, S. O.: Optoelectronics and Photonics P. Silfsten & E. Vartiainen: Optoelektroniikka,	
Prerequisites	Physics or Physics L.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM30A0910	***MATERIAALIFYSIIKKA A***	***3 op***
	Materials Science and Engineering A	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3	
Opettaja(t)	professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Ymmärtää materiaalien käyttäytyminen, mekaaniset ominaisuudet.	
Sisältö	Kiderakenne ja sen määrittäminen, käänteisavaruus, hilavirheet, diffuusio, lujuusominaisuudet, faasidiagrammit.	
Suoritustavat	Luennot 24 h, laskuharjoitukset 8 h, laskuharjoituksiin valmistelu 16 h, tenttiin valmistautuminen 30 h, 3. periodi. Yhteensä 78 h.	

	Tentti.
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.
Edellytykset	Matemaattiset taidot, voiman ja energian ymmärtäminen, fysiikan perusteiden osaaminen.
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.

BM30A0920	***MATERIAALIFYSIIKKA B***	***3 op***
	Materials Science and Engineering B	
Ajankohta	TkK 3, periodi 4	
Opettaja(t)	Henri Petrow Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Ymmärtää materiaalien käyttäytyminen, elektroniset ominaisuudet.	
Sisältö	Hilavärähtely ja fononit, elektronit kiteessä, energiavyörakenne, perusasiat puolijohteista, magneettisista ominaisuuksista, suprajohteista ja hiilinanoputkista.	
Suoritustavat	Luennot 20 h, laskuharjoitukset 8 h, laskuharjoituksiin valmistelu 18 h, tenttiin valmistautuminen 32 h, 4. periodi. Yhteensä 78 h. Tentti.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Edellytykset	BM30A0910 Materiaalifysiikka A	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A1200	***TEOLLISUUSOPTIIKKA***	***6 op***
	Optics in Engineering	
Ajankohta	DI 1-2, periodi 4	
Opettaja(t)	dosentti, FT Erik Vartiainen	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelija: - tietää miten valo käyttäytyy eri materiaaleissa - tietää epälineaarisen optiikan perusteet ja sen mahdollistamat sovellukset - tietää paperin optiset ominaisuudet ja kuinka paperinäytteen fysikaalisia ominaisuuksia (pinnan karheus ja huokoisuus) voidaan mitata optisesti - tietää laserin perusfysiikan ja erilaiset tekniset sovellukset - ymmärtää optisen materiaalianalyysin perusteet - tietää pintaplasmoniresonassi-ilmiön ja sen mittaussovellukset - tuntee fotoniikan perusteet ja sovelluksia - tietää modernit optiset kuvantamistekniikat (lasermikroskopiat, spektraalitekniikat ja laser-nanoskopian) - tietää optistenkuitujen anturisovelluksia - tietää ultranopean optiikan perusteet ja sovelluksia.	
Sisältö	Teollisuusvalvonnan tarve ja tehtävät, optinen laadunvalvonta, optinen materiaalianalyysi, kuituoptiset anturit.	
Suoritustavat	Luentoja 28 h, harjoituksia 14 h, kotitehtävät 84 h, tenttiin valmistautuminen ja tentti 30 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus 156 h.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Cielo, P.: Optical Techniques for Industrial Inspection (Academic Press, Boston 1988).	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A1410	***FOURIERIN ANALYYSI A***	***3 op***
	Fourier Analysis A	
Ajankohta	DI 1	
Opettaja(t)	dosentti, FT Erik Vartiainen	
Tavoitteet	Kurssin jälkeen opiskelija tuntee seuraavat käsitteet: - Fourierin sarjat - Dirichlet'n ehdot - Gibbsin ilmiö - Fourierin integraali - Fourierin muunnos - konvoluutio- ja korrelaatio teoreema - tehospektri - FFT - kosini- ja sinimuunnos - Diracin deltafunktio sekä osaa soveltaa näitä käytännön ongelmissa.	
Sisältö	Fourierin sarjat, Dirichlet'n ehdot, Gibbsin ilmiö, Fourierin integraali, Fourierin muunnos, konvoluutio- ja korrelaatioteoreema, keräilyteoreema, Fourierin spektri, FFT.	
Suoritustavat	Verkko-opiskelua 48 h, harjoitustyö 26 h, tentti 4 h. Yhteensä 78 h. Opiskelumateriaali: www.eaeeie.org/ineit-mucon/index02.html.	
Arvostelu	0-5, tentti 50 %, harjoitustyö 50 %.	
Oppimateriaalit	www.eaeeie.org/ineit-mucon/index02.html	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A1420	***FOURIERIN ANALYYSI B***	***2 op***
	Fourier Analysis B	
Ajankohta	DI 1	
Opettaja(t)	dosentti, FT Erik Vartiainen	
Tavoitteet	Kurssin jälkeen opiskelija tuntee seuraavat käsitteet: - Fourierin sarjat - Dirichlet'n ehdot - Gibbsin ilmiö - Fourierin integraali - Fourierin muunnos - konvoluutio- ja korrelaatio teoreema - tehospektri - FFT - kosini- ja sinimuunnos - Diracin deltafunktio	
Sisältö	Fourierin sarjat, Dirichlet'n ehdot, Gibbsin ilmiö, Fourierin integraali, Fourierin muunnos, konvoluutio- ja korrelaatioteoreema, keräilyteoreema, Fourierin spektri, FFT.	
Suoritustavat	Verkko-opiskelua 48 h, tentti 4 h. Yhteensä 52 h. Opiskelumateriaali: www.eaeeie.org/ineit-mucon/index02.html.	
Arvostelu	0-5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	www.eaeeie.org/ineit-mucon/index02.html	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 11-15 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

BM30A1500	***ADVANCED TOPICS IN MATERIAL SCIENCE***	***6 ECTS cr***
	Advanced Topics in Material Science, Moderni materiaalitiede	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 2, Period 2	

Teacher(s)	Visiting lecturers Person in Charge: Professor, Ph.D. Erkki Lähderanta
Aims	The aim of the course is to introduce students to selected topics of advanced physics, especially in the area of nanophysics.
Content	Nanophysics, applied superconductivity, ferroelectrics, other advanced topics in material science connected to nanophysics. Suitable also for postgraduate studies.
Modes of Study	Lectures 30 h, homework 126 h (5 essays á 25 h 12 min), 2nd period. Total work load 156 h.
Evaluation	Pass/Fail. Written assignment 100%.
Study materials	To be given at lectures.
Prerequisites	BM30A2200 Semiconductor and Superconductor Physics
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM30A1600	***MICROELECTRONICS***	***6 ECTS cr***
	Microelectronics, Mikroelektroniikka	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1	
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, Ph.D. Tuure Tuuva	
Aims	To acquaint students with integrated circuit technology and provide them with skills for analog IC design. The students will learn the most important variables and functions related to the components of integrated circuits. Components will be modelled with simulation programs. The assignment of IC design will be carried out with a suitable design program.	
Content	Semiconductor physics for the analysis of the operation of components. The geometry and design rules of IC components. PN junctions, MOS, BJT, and passive components in IC. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 28 h, tutorials 28 h, preparation for exam 46 h, assignment 54 h, 1st period. Assignment and its presentation. Written examination.	
Evaluation	0-5, examination 100%. Satisfactorily completed assignment required.	
Study materials	Roger T. Howe, Charles G. Sodini: Microelectronics An Integrated Approach.	
Prerequisites	Recommended BL40A1711 Johdanto digitaalielektroniikkaan and BL50A1400 Analogiaelektroniikka.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM30A1701	***PHYSICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES***	***6 ECTS cr***
	Physics of Semiconductor Devices, Puolijohdekomponenttien fysiikka	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2, Period 1-2	
Teacher(s)	Person in Charge: Professor, Ph.D. Tuure Tuuva	
Aims	To provide the student with an in-depth knowledge of semiconductor diode, CCD, MOSFET, LED and photodiode and their operation.	
Content	Structure, operation and physics of semiconductor devices. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Special assignment 128 h, seminars 28 h, 1st-2nd period.	
Evaluation	Pass/fail, special assignment 100%.	
Study materials	Sze, Physics of Semiconductor Devices.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM30A2100	***MICROELECTRONICS PROCESSING TECHNOLOGY***	***2 ECTS cr***
	Microelectronics Processing Technology, Mikropiirien valmistustekniikka	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	

Teacher(s)	Professor, Ph.D. Tuure Tuuva
Aims	To provide the student with a basic knowledge of microelectronics processing technology and components. Oxidation, diffusion and metallization.
Content	Purification of semiconductor materials. Growth of semiconductor crystals and wafer preparation. Epitaxial layers, diffusion, ion implantation, oxidation, etching and photolithography. Semiconductor manufacturing and development.
Modes of Study	Special assignment 52 h.
Evaluation	0-5, seminar and/or written assignment 100%.
Study materials	Plummer, J. D., Deal, M. D., Griffin, P. B., Silicon VLSI Technology: Fundamentals, Practice and Modeling.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM30A2200	***SEMICONDUCTOR AND SUPERCONDUCTOR PHYSICS***	***6 ECTS cr***
	Semiconductor and Superconductor Physics, Puolijohde- ja suprajohdefysiikka	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1, Period 1-2	
Teacher(s)	Professor, Ph.D. Erkki Lähderanta	
Aims	The course gives the student the skills to understand the basic behaviour of semiconductors and superconductors.	
Content	Classical conductor, free-electron model of metals, energy bands, doped semiconductors, spintronics, basic properties of superconductivity, London equations, thermodynamics of the superconducting transition, the intermediate state, coherence length, current in superconductor, thin films, BCS-theory, type-II superconductors. Suitable also for postgraduate studies.	
Modes of Study	Lectures 42 h, exercises 28 h, preparing for exercises 56 h, preparing for the exam 30 h, 1st-2nd period. Total work load 156 h.	
Evaluation	0-5, examination 100%.	
Study materials	Juha Sinkkonen: Puolijohdeteknologian perusteet. A. C. Rose-Innes and E. H. Rhoderick: Introduction to Superconductivity, 2nd edition (Pergamon).	
Prerequisites	A knowledge of the fundamentals of material physics, a knowledge of the electric and physical properties of materials.	
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.	

BM30A2300	***PROJECT WORK IN TECHNICAL PHYSICS***	***10 - 30 ECTS cr***
	Project Work in Technical Physics, Teknillisen fysiikan projektityö **The course is mainly intended for foreign visiting students.**	
Year and Period	M.Sc. (Tech.) 1-2	
Teacher(s)	N. N. Person in Charge: Professor, Ph.D. Erkki Lähderanta Professor, Ph.D. Tuure Tuuva Docent, Ph.D. Erik Vartiainen	
Aims	The student obtains practical skills and advanced knowledge in a specific application area. The student gains experience in experiments, project work, team work skills, self management and work discipline.	
Content	A specific research work or experiment or project which is done in one of the research groups of technical physics. The experiment is planned together with the supervisor(s) and consists of either experimental work or computational research work with modelling. Additionally is included literature surveys and report writing. The course may contain lectures and seminars. The project may	

	also be planned together with industry and partly carried out in the environment of the company.
Modes of Study	The amount of work hours in the project will determine the amount of credits, e.g. three months of work would give 15 ECTS cr. Credits will be granted when the final report is delivered. Extra credits can be received if specific examinations are made.
Evaluation	0-5 or pass/fail, depending on the work performance and project report.
Study materials	Literature related to the project.
Further Information	This course has 1-5 places for open university students. More information on the web site for open university instruction.

BM30A2400	***KVANTTIMEKANIIKKA***	***4 op***
	Quantum Mechanics **Luennoidaan ensimmäisen kerran lukuvuonna 2013-2014.**	
Ajankohta	TkK 3, periodi 3-4	
Opettaja(t)	Vastuuhenkilö(t): professori, FT Erkki Lähderanta	
Tavoitteet	Kurssin suoritettuaan opiskelija tuntee kvanttimekaniikan peruspostulaatit, osaa ratkaista Schrödingerin yhtälön yksinkertaisissa tapauksissa sekä tuntee aaltofunktion ja ominaistilojen merkityksen hiukkasen ominaisuuksien kuvaamisessa. Tuntee epätarkkuusperiaatteen ja sen merkityksen kvanttimekaanisille mittauksille.	
Sisältö	Kvanttiteorian perusteet. Ajasta riippumaton ja ajasta riippuva Schrödinger-yhtälö. Kvanttimekaniikan operaattoriformalismi. Kiinteän aineen energiavyörakenne.	
Suoritustavat	Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 14 h, 3. periodi. Luentoja 14 h, laskuharjoituksia 14 h, 4. periodi. Tenttiin valmistautuminen ja tentti 50 h, 4. periodi. Kokonaismitoitus yhteensä 106 h. Tentti.	
Arvostelu	0–5, tentti 100 %.	
Oppimateriaalit	Luentomoniste	
Edellytykset	BM30A0400 Moderni fysiikka	
Lisätietoja	Opintojaksolla on 1-5 opiskelupaikkaa avoimen yliopiston opiskelijoille. Lisätietoja avoimen yliopiston www-sivuilta.	

5. MUUT SIVUAINEKOKONAISUUDET

Tässä luvussa esitellään muiden tiedekuntien tarjoamat sivuainekokonaisuudet teknillisen tiedekunnan opiskelijoille. Opintojaksojen kuvaukset löytyvät kunkin tiedekunnan omista opinto-oppaista. Tarkista opintojaksojen mahdolliset esitietovaatimukset opintojaksokuvauksista.

Tietotekniikan tarjoamat sivuaineet:

Tietotekniikka

Pakolliset (15 op)		*per.*	*op*
CT30A2003	Tietoliikennetekniikan perusteet	1-2	5
CT60A0200	Ohjelmoinnin perusteet	1-2	5
CT60A4001	Ohjelmistotuotanto	3-4	5

Vaihtoehtoiset		*per.*	*op*
CT30A3201	WWW-sovellukset	1-3	5
CT30A3400	Hajautetut järjestelmät	3	5
CT30A3800	Johdatus tietoturvaan	3	3
CT50A2001	Tietojenkäsittelyn perusteet	1-2	5
CT50A2101	Tietojenkäsittelytieteen perusteet	3-4	5
CT50A2602	Käyttöjärjestelmät	1	5
CT50A3000	Unix and System Programming	1-2	5
CT60A0210	Käytännön ohjelmointi	3-4	5
CT60A4301	Tietokannat	3-4	5
CT60A4600	Projektinhallinta	1-2	5

Tietotekniikka, laaja sivuaine
Esitietovaatimuksena on sivuaine tietotekniikka tai vastaavat tiedot.

Vaihtoehtoiset		*per.*	*op*
CT30A2801	Käyttöliittymät ja käyttäjäkeskeinen suunnittelu	3-4	5
CT30A3201	WWW-sovellukset	1-3	5
CT30A3800	Johdatus tietoturvaan	3	3
CT30A6100	Protocol Design Methods with Games	1-3	6
CT30A8301	Wireless Service Engineering	3-4	7
CT30A8902	Service Oriented Architecture	3-4	5
CT30A9700	Network Security	3-4	4
CT50A2001	Tietojenkäsittelyn perusteet	1-2	5
CT50A2101	Tietojenkäsittelytieteen perusteet	3-4	5
CT50A3000	Unix and System Programming	1-2	5
CT50A4000	Introduction to Intelligent Computing	3-4	5
CT60A0210	Käytännön ohjelmointi	3-4	5
CT60A2410	Olio-ohjelmointi	1-2	5
CT60A4301	Tietokannat	3-4	5
CT60A4600	Projektinhallinta	1-2	5
CT60A5100	Software Engineering Methods	1-2	5
CT60A7000	Critical Thinking and Argumentation in Software Engineering	3-4	4
CT60A7101	Seminar on Software Engineering	3-4	4
CT60A7302	Software Quality, Processes, and Organizations	1-2	7
CT60A7400	Fundamentals of Information Systems	1-2	7
CT60A7500	Object-Oriented Programming Techniques	3-4	5

Tuotantotalouden tarjoamat sivuaineet:

Tuotantotalous

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
CS31A0210	Yritystalouden perusteet	3	3
CS10A0001	Markkinoinnin peruskurssi	1-2	5
CS10A0551	International Business Methods	3	6
CS20A0000	Toimitusketjut ja logistiikka	3	5
CS20A0050	Toimitusketjun hallinta	2	5
CS20A0101	Tuotannon- ja materiaalinohjaus	1	5
CS30A0951	Innovaatio- ja teknologiajohtamisen peruskurssi	1-2	5
CS30A1690	Social Sustainability	4	5
CS31A0050	Yrityspeli	3-4	5
CS31A0101	Kustannusjohtamisen peruskurssi	1	5
CS31A0550	Tuottavuus teollisuusyrityksessä	4 int.	5
CS34A0550	Teknologisen yritysidean kehittäminen (suppea)	2	5
CS34A0730	Uuden liiketoiminnan luominen	3-4	7

Tuotantotalous, laaja sivuaine
Esitietovaatimuksena on sivuaine tuotantotalous tai vastaavat tiedot.

Vaihtoehtoiset opinnot		*per.*	*op*
CS10A0151	Business Relationships and Networks	3-4	5
CS10A0651	Management of Innovations in Russia	4	5
CS20A0200	Koordinointikeinot toimitusketjussa	3	5
CS20A0250	Päätöksenteko toimitusketjussa	1-2	6
CS20A0301	Tuotannon ja logistiikan strateginen kehittäminen	1	5
CS30A0951	Innovaatio- ja teknologiajohtamisen peruskurssi	1-2	5
CS30A1001	Product and Technology Strategy: Advanced Course in Innovation Management	1-3	7
CS30A1052	Methods of Technology Management	3	5
CS30A1451	Riskienhallinta teollisuusyrityksessä	4	5
CS31A0160	Kustannusjohtamisen jatkokurssi	2	5
CS31A0602	Investointihankkeiden elinkaarilaskelmat	1	5
CS35A0051	Yrityksen arvoverkostot	3	7

Teknologiayrittäjyys

Pakolliset opinnot (12 op)		*per.*	*op*
CS34A0550	Teknologisen yritysidean kehittäminen (suppea)	2	5
CS34A0730	Uuden liiketoiminnan luominen	3-4	7

Lisäksi valitaan muita teknologiayrittäjyyden opintoja (CS34A-alkuiset kurssit), jotka eivät sisälly muualle tutkintoon tai insinöörin täydentäviin opintoihin.

Business and Technology in Russia

Elective Studies		*per.*	*ECTS cr*
A220A0150	International Finance and Emerging Markets	2	6
BH60A2801	Energy and Environmental Challenges in Russia	3	3
FV14A1200[1(*	Venäjä 1	1-2, 3-4	3
FV14A1400[1	Venäjä 2	1-2, 3-4	3
FV14A1801[1	Venäjän sijamuodot	3-4	3
FV14A4200[1	Nykyvenäjän kieltä ja maantuntemusta	3-4	3
CS10A0651	Management of Innovations in Russia	4	5

CS10A0760	Business in Russia	3	6
BJ40A0400	Innovation and Technology Partnership with Emerging Countries (BRIC and VISTA)	3	5

[1)] Exchangeable
[*)] Only one Russian language course can be included to the minor. Language courses are alternative to each other and should be selected according to the student's language skills.

The minor is intended for students from all the Master Programmes in Lappeenranta University of Technology and focuses on Russian market. The minor is organized in cooperation with all the three faculties of Lappeenranta University of Technology.

Student should select courses from the list above so that the required amount of ECTS credits will be fulfilled. Only one Russian language course can be included in the minor; however language course is not obligatory.

Kauppatieteiden tarjoamat sivuaineet:

Liiketoimintaosaaminen

Liiketoimintaosaaminen 20 op

Pakolliset (12 op)		*per.*	*op*
A130A0300[*	Kansantaloustieteen perusteet	1	6
A370A0000	Johtamisen perusteet	2, int.	6

[*)] Mikäli kurssi on opiskelijalla jo muualla tutkinnossa pakollinen, suoritetaan tämän tilalle allaolevia vaihtoehtoisia opintoja.

Vaihtoehtoiset, valitaan siten, että 20 op täyttyy		*per.*	*op*
A130A0450	Laskentatoimen ja rahoituksen johdantokurssi	1-2	6
A130A0700	Yritysjuridiikan perusteet	4	6
A130A0200	Hankintatoimen perusteet	3	6
A130A0250[*	Kansainvälisen markkinoinnin perusteet	1-2	6
A380A0000	Cross-Cultural Issues in International Business	3	6
A380A0050	Global Sourcing	4	6
A380A0200	Promotion and Sales Management	4	6

[*)] Esitietovaatimuksena yleensä muille kv. markkinoinnin kursseille

Business Administration

Notice! The number of students attending to the courses in the minor Business Administration can be limited. In these cases the priority is given to the students who have these courses in their compulsory studies.

Business Administration min. 20 ECTS cr

Electives, min. 20 ECTS credits should be selected		*per.*	*ECTS cr*
A330A6010	Buyer-Seller Relationship Management	4	4
A380A0000[1	Cross-Cultural Issues in International Business	3	6
A380A0200	Promotion and Sales Management	4	6
A380A6000[1	Cross-Cultural Encounters	3	3
A380A6050	Introduction to International Business and Planning	1 int.	3
A380A0050	Global Sourcing	4	6

[1)] Exchangeable

6. OPISKELU JA TYÖHARJOITTELU ULKOMAILLA JA MUITA OPISKELUMAHDOLLISUUKSIA

Kansainvälinen opiskelijavaihto

LUT tarjoaa tekniikan opiskelijoille erinomaiset mahdollisuudet opiskeluun ulkomailla. LUT:lla on mahdollisuus vaihtaa opiskelijoita ympäri maailmaa yliopistojen kanssa, jotka kuuluvat LUT:n kansainväliseen yhteistyöverkkoon.

Tekniikan perusopiskelijat hakevat ulkomaille yleensä 3.- 4. opiskeluvuoden aikana. Opiskelu ulkomailla kestää joko lukukauden tai koko lukuvuoden. Jotkut vaihto-ohjelmat ja vastaanottavat yliopistot asettavat hakijoille vaatimuksia ennen vaihtoa suoritetusta opintopistemäärästä, tai Tekniikan kandidaatin tutkinnon, jos aikoo suorittaa vaihdossa DI-tason kursseja. Kaikilta hakijoilta vaaditaan riittävää opintomenestystä (keskiarvo 2.0).

Lisätietoja vaihto-opiskelusta saa LUT:n kansainvälisistä palveluista ja Uni-portaalista, kohdasta kansainvälistyminen/opiskelu ulkomailla.

Kansainvälinen työharjoittelu

Ulkomailla työskentely on erinomainen tapa kasvattaa kielitaitoa sekä kerätä kokemuksia kansainvälisessä ympäristössä työskentelystä. Opiskelija voi itse valita opintoihinsa sopivan ajankohdan harjoittelulle – eritasoisia ja -tyyppisiä harjoittelupaikkoja on tarjolla sekä opintojensa alku- että loppuvaiheessa oleville.

LUT tukee opiskelijoidensa harjoittelua Erasmus- ja matka-apurahoin: opiskelija etsii harjoittelupaikkansa itse joko valmiiden harjoitteluohjelmien ja –paikkojen joukosta tai ottamalla yhteyttä suoraan yrityksiin ja anoo harjoittelun varmistuttua hänelle mahdollisia apurahoja.

Lisätietoja kansainvälisestä työharjoittelusta saa LUT:n kansainvälisistä palveluista ja Uni-portaalista, kohdasta kansainvälistyminen/työharjoittelu ulkomailla.

LUT:n International Business and Technology Management (IBTM) -ohjelma

International Business and Technology Management -ohjelmaan on koottu kauppatieteen ja tuotantotalouden englanninkielistä kurssitarjontaa. Opetuksesta vastaavat LUT:n opettajien lisäksi vierailevat luennoitsijat. IBTM-kursseille voivat ulkomaalaisten vaihto-opiskelijoiden lisäksi osallistua myös LUT:n tutkinto-opiskelijat.
Kansainvälinen ohjelma käsittää kaksi lukukautta (syys- ja kevätlukukauden) ja kurssit löytyvät Kansainvälisten palveluiden englanninkielisestä Uni-portaalista. Kursseille ilmoittaudutaan WebOodilla.

JOO-sopimukseen perustuvat opinnot

Valtakunnalliseen yliopistojen väliseen JOO-sopimukseen perustuen yliopistojen tutkinto-opiskelijat voivat opiskella toisessa yliopistossa yksittäisiä kursseja, opintokokonaisuuksia tai sivuaineita, jotka sisällytetään kotiyliopiston tutkintoon. Opiskelijalle toisessa yliopistossa opiskelu on maksutonta. Kukin yliopisto päättää itse niistä periaatteista, joiden perusteella opiskelijoiden hakemuksia yliopistossa puolletaan ja opinto-oikeuksia myönnetään.

Hakeminen JOO-opintoihin on kaksivaiheinen. Ensin on anottava omalta koulutusohjelmalta/tiedekunnalta LUT:n puoltoa kyseisten opintojen suorittamiselle ja että ne sisällytetään LUT:n tutkintoon. Puoltopäätöksen jälkeen opinto-oikeutta haetaan kohdeyliopistosta. LUT:ssa voidaan puoltaa sellaisia opintoja, jotka ovat tarkoituksenmukaisia LUT:n tutkinnon kannalta ja joita vastaavia ei ole yliopiston omassa opintotarjonnassa. Koulutusohjelmilla ja tiedekunnilla voi olla myös muita puoltokriteereitä.

JOO-opintoihin hakeminen tapahtuu valtakunnallisen sähköisen hakujärjestelmän kautta (www.joopas.fi), mikäli myös kohdeyliopisto käyttää ko. järjestelmää.

Lisätietoja JOO-opinnoista saa valtakunnallisesta verkkopalvelusta osoitteesta www.joopas.fi. JOOPAS-verkkopalvelusta löytyy mm. kunkin yliopiston ohjeet JOO-opintoihin hakemisesta sekä tietoa eri yliopistojen JOO-opintojen tarjonnasta. Lisätietoja ja ohjeita JOO-opintoihin hakemisesta saa myös yliopiston Uni-portaalista ja oman koulutusohjelman opintoneuvonnasta

Verkostoyliopistot ja joustavan opiskelun tietopalvelu

Opiskelijoille kohdennetut joustavan opiskelun verkkopalvelut löytyvät kootusti osoitteesta www.joopas.fi. Joopas-verkkopalvelun kautta opiskelijalla on pääsy useisiin opintojen suunnittelun ja opiskelun tukipalveluihin.

Joustavia opiskelumahdollisuuksia tarjoavat myös tieteenalakohtaiset ja monitieteiset verkostot, joissa yhdistyy useamman yliopiston asiantuntijuus. Verkostojen opetustarjonnasta, opinto-oikeuden myöntämisen perusteista, opinto-oikeuden hakemisesta ja opiskelijavalinnasta saa niin ikään kootusti lisätietoa Joopas-verkkopalvelusta.

Venäjän ja itäisen Euroopan asiantuntijaopinnot (VIExpert)

Venäjän ja Itä-Euroopan tutkimuksen maisterikoulu on Venäjän ja Itä-Euroopan asiantuntemukseen perehdyttävä ohjelma, joka tarjoaa mahdollisuuden erikoistua Venäjän ja Itä-Euroopan tutkimukseen eri tieteenalojen näkökulmista. Helsingin yliopiston erillislaitos Aleksanteri-instituutti koordinoi maisterikoulun toimintaa.

Opintojen hyväksyminen tutkintoihin on varmistettava oman koulutusohjelman opintoneuvonnasta.

Lisätietoja: helsinki.fi/vie-maisterikoulu/

Matkailualan verkostoyliopisto (MAVY)

MAVY toteuttaa matkailualan monitieteistä opetusta sivuaineopintoina tai eri oppiaineisiin integroitavina opintoina perusopiskelijoille sekä matkailuun liittyvää jatkokoulutusta. Kotiyliopistona toimii Itä-Suomen yliopisto ja koordinaattorina matkailualan opetus- ja tutkimuslaitos Savonlinnassa.

Tekniikan alan opiskelijoiden on varmistettava opintojen hyväksyminen tutkintoihin oman koulutusohjelman opintoneuvonnasta.

Lisätietoja: funts.fi ja sähköposti mavytoimisto(at)uef.fi.

Tulevaisuudentutkimuksen Verkosto-Akatemia (TVA)

Tulevaisuudentutkimuksen Verkosto-Akatemia (TVA) on valtakunnallinen yliopistojen tulevaisuudentutkimuksen opetus- ja tutkimusverkosto, joka tarjoaa tulevaisuudentutkimuksen sivuopintokokonaisuuden jäsenyliopistoissa perustutkintoa suorittaville opiskelijoille. Opetusta koordinoi Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus.

LUT:n koulutusyhteyshenkilönä toimii Hannele Lampela (tuotantotalouden tdk, sp: hannele.lampela(at)lut.fi)

Lisätietoja: tvanet.fi.

Co-op Networks Studies

Co-op Network Studies on yliopistoverkosto, joka tarjoaa opiskelijoille osuustoiminnan ja yhteisötalouden opintoja tieteidenvälisenä yhteistyöverkostona sekä kehittää alan tutkimusta ja opetusta. Verkostoa koordinoi Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti Mikkelissä.

Tekniikan alan opiskelijoiden on varmistettava opintojen hyväksyminen tutkintoihin oman koulutusohjelman opintoneuvonnasta.

Lisätietoja: helsinki.fi/ruralia/koulutus/coop/index.htm
Yhteyshenkilö: Elina Häkkinen (opintoneuvonta, opintojaksoille ilmoittautuminen),
puh. 044 300 1271, elina.hakkinen(at)helsinki.fi

Valtakunnallinen Aasian ohjelma

Valtakunnallinen Aasian ohjelma (25-31 op) on monitieteinen perusopintotasoinen opintokokonaisuus. Ohjelma antaa vankan tiedollisen pohjan Itä- ja Kaakkois-Aasiasta opiskelijoille, joiden opinto- ja urasuunnitelmat liittyvät Aasiaan. Ohjelmassa voi myös suorittaa Intiaa käsittelevän ”India in the Wordl Politics” -kurssin. Opintokokonaisuuden järjestää Yliopistojen Aasia-verkosto.

Opetus järjestetään verkko-opetuksena Moodle-oppimisympäristössä erilaisten etäopetus-muotojen avulla (verkkoluentoja, -kursseja ja -harjoituksia). Ohjelmassa on viisi vapaavalinnaista kurssia. Ohjelma sopii omaksi sivuainekokonaisuudekseen tai siitä voi suorittaa yksittäisiä kurssiosioita**.** Sivuainekokonaisuutta varten on suoritettava neljä (4) kokonaista kurssia ja vähintään 25 opintopistettä.

Tarkemmat tiedot opetuksesta ja tarjottavista kursseista löytyy internet-sivuilta www.asianet.fi.

Haku vuoden 2014 Aasian ohjelmaan alkaa lokakuussa 2013. Tuolloin voi hakea joko koko ohjelmaan tai yksittäisiin osioihin. Hakuohjeet ja -lomake tulevat Internet-sivuille www.asianet.fi.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto kuuluu Aasia-verkostoon, joten kurssit ovat ilmaisia LUT:n opiskelijoille.

7. OPINNÄYTEOHJEET

LUT:ssa noudatetaan seuraavia vararehtorin 9.6.2010 hyväksymiä opinnäyteohjeita, ohjeet voimassa 1.8.2010 alkaen, päivitetty 5.6.2013.

Johdanto

Ohje on tarkoitettu pääosin sovellettavaksi kaikissa Lappeenrannan teknillisen yliopiston ylempien korkeakoulututkintojen opinnäytetöissä (diplomityö ja pro gradu -tutkielma). Ohjetta voidaan myös käyttää soveltuvin osin kandidaatintyössä/kandidaatintutkielmassa ja kirjallisissa harjoitustöissä. Tiedekunnat voivat antaa tarkempia ohjeita töiden tekemiseen.

Alussa on työn prosessikuvaus, jossa kerrotaan työn aloittamiseen liittyvistä käytännön asioista sekä työn arvostelemisesta. Tämän jälkeen ohjeistuksessa on selostettu työn sisällöstä sekä tutkimuksen tekemisestä ja tutkimusmetodologiasta. Viimeisessä osiossa kerrotaan työn ulkoasuun liittyvistä muotoilullisista seikoista esimerkkien avulla.

Diplomityö ja pro gradu -tutkielma ovat ylempien korkeakoulututkintojen opinnäytteitä, jolla opiskelija osoittaa perehtyneensä johonkin ammatillisen tehtäväalueen kannalta tieteellisesti ja/tai yhteiskunnallisesti merkitykselliseen aiheeseen. Työ on tutkimustehtävä, joka vaatii noin kuuden kuukauden päätoimisen työpanoksen ja jonka laajuus tutkinnossa on 30 opintopistettä. Aiheen käsittelyssä opiskelijan on osoitettava kypsyyttä tehdä työ itsenäisesti ja tehtyjen suunnitelmien mukaan.

Diplomityö ja pro gradu -tutkielma sijoittuvat maisteriopintojen 2. opintovuoteen ja ennen aiheen anomista on **kandidaatin tutkinnon tai täydentävien opintojen oltava suoritettuna.**

Opinnäyteprosessi

Työn aloittamiseen liittyvät valmistelut

Diplomityön tai pro gradu -tutkielman aloittamista suunnittelevan opiskelijan on perehdyttävä hyvin näihin LUT:ssa noudatettaviin ohjeisiin ja käytävä tämän jälkeen henkilökohtainen keskustelu sen professorin kanssa, jonka alalta hän suunnittelee opinnäytetyön tekemistä (tavallisesti oman pääaineen professori). Keskustelulla professorin kanssa opiskelija varmistaa, että suunniteltu aihe täyttää akateemiselle opinnäytteelle asetettavat tieteellisyyden vaatimukset.

Professorin kanssa käsitellään ainakin seuraavat asiat:

- Diplomityön tai pro gradu -tutkielman aloittamisen edellytykset (suoritettujen opintojen määrä ja vaihe)
- Opinnäytteen aihe ja tavoite
- Opinnäytteen aiheanomusprosessi
- Alustavan opinnäytesuunnitelman tekeminen ja aikataulu
- Rahoitus (oma rahoitus, mahdollinen apuraha tai työsuhde)
- Opinnäytteen tarkastajat (työn 1. tarkastaja on työtä ohjaava professori tai dosentti työn tekijän omasta koulutusohjelmasta)
- Opinnäytteen ohjaaja työn toimeksiantajaorganisaation taholta
- Työtä mahdollisesti rahoittavan yhteisön ja sitä edustavan ohjaajan kanssa sovittavat asiat, kuten työsuhde, vastuukysymykset, turvallisuus, vakuutukset, keksintöohjesääntö yms.
- Opinnäytteen julkisuus

Diplomityön tai pro gradu -tutkielman aiheen anominen

Aiheen anomisen edellytyksenä ovat muun muassa:

- kandidaatin tutkinto on suoritettu (kun opiskelija on valittu koulutusohjelmaan suorittamaan sekä alemman että ylemmän korkeakoulututkinnon)
- mahdolliset täydentävät opinnot on suoritettu (kun opiskelija on valittu suoraan pelkkään ylempään korkeakoulututkintoon)
- tiedekunnan mahdollisesti edellyttämät muut opintosuoritukset.

Opiskelija anoo työn aiheen hyväksymistä ja samalla tarkastajien määräämistä koulutusohjelmansa johtajalta jättämällä aiheanomuksen tiedekunnan opintopalveluihin. Diplomityö tai pro gradu–tutkielma tehdään pääaineeseen ja laaditaan aiheesta, josta tarkastaja ja opiskelija keskenään sopivat. Sovittu aihe on voimassa kaksi vuotta aiheen vahvistamispäivästä lukien. Vahvistaessaan diplomityön tai pro gradu–tutkielman aiheen koulutusohjelman johtaja määrää samassa yhteydessä opinnäytetyölle 1. tarkastajan, joka on LUT:n professori tai LUT:n dosentti. Ensimmäisen tarkastajan tulee olla opiskelijan pääaineen tai sitä läheltä olevalta alalta. Ensimmäinen tarkastaja toimii opinnäytetyön ohjaajana yliopistolla. Koulutusohjelman johtaja määrää opinnäytetyölle myös toisen tarkastajan, jonka tulee olla vähintään ylemmän yliopistotutkinnon suorittanut ja joka voi olla yliopiston ulkopuolelta. Jos toinen tai molemmat tarkastajat vaihtuvat, tulee koulutusohjelman johtajan tehdä siitä päätös.

Lisäksi opinnäytteellä voi olla ohjaajana työn toimeksiantajaorganisaation edustaja, jonka 1. tarkastaja hyväksyy allekirjoittaessaan aiheanomuksen.

Opinnäytetyöpaikan hakemisesta vastaa opiskelija. Mikäli aiheeseen liittyvä valmisteleva työ halutaan aloittaa ennen aiheen hyväksymistä, opiskelijan on sovittava tästä tulevan ohjaavan professorin kanssa.

Opinnäytetyön aiheanomus tulee tehdä, kun vaadittavat opinnot on suoritettu ja työn aiheesta on sovittu ohjaavan professorin ja työpaikan kanssa. Aiheanomuksessa ei vielä tarvitse olla työn lopullista nimeä, vaan se voi vielä muuttua työn edetessä.

Aiheanomuksen eri vaiheet ja tarvittavat täytettävät lomakkeet määräytyvät tiedekunnittain. Lomakkeet ja lisätietoa aiheen anomisesta löytyy yliopiston Uni-opiskeluportaalista.

Opinnäytteen julkisuus

Yliopiston tarkastettavaksi luovutettu **opinnäyte on normaalisti julkinen asiakirja.**

Ensimmäisessä neuvottelussa opinnäytetyön teettämiseksi tulee toimeksiantajan kanssa pitää esillä opinnäytetyön julkisuusperiaatetta. Jos opinnäyte sisältää sellaista tietoa, että työn teettäjä kuitenkin haluaa opinnäytteen pidettävän salaisena, voidaan yliopiston puolesta suostua pitämään työ **luottamuksellisena enimmillään kahden vuoden ajan.** Suositeltavaa on kuitenkin pyrkiä tekemään julkinen työ.

Mikäli opinnäytteessä olevia tietoja halutaan luottamukselliseksi kahta vuotta pidemmäksi ajaksi, tulee kyseiset tiedot jättää pois opinnäytteenä arvosteltavasta työstä. Työ arvostellaan sen julkisen osuuden perusteella.

Opinnäytetyön 1. tarkastajan tulee huolehtia siitä, että tutkimuksen julkisuuteen liittyvät asiat ovat työn toimeksiantajan tiedossa heti neuvottelujen alkuvaiheessa.

Luottamuksellisuusselvitys
Mikäli työ sisältää luottamuksellisena pidettävää tietoa (enintään kaksi vuotta), on työn toimeksiantajan tehtävä siitä kirjallinen selvitys, josta ilmenee luottamuksellisuuden laajuus, perustelut ja luottamuksellisuusaika (täysinä vuosina). Luottamuksellisuusaika alkaa siitä päivästä, jolloin opinnäyte on arvosteltu. Opiskelija vastaa luottamuksellisuusselvityksen toimittamisesta tiedekuntaan viimeistään työn arvosteluanomuksen yhteydessä. Tiedekunnassa merkitään hyväksymisen jälkeen mahdollinen luottamuksellisuusaika opinnäytetyöhön. Tiivistelmä on aina julkinen.

Kypsyysnäyte

Opiskelijan on suoritettava työnsä aihepiiristä kirjallinen kypsyysnäyte, jolla tarkastetaan opiskelijan perehtyneisyys opinnäytteen alaan. Opintojen aikana tarkistetaan myös yhden kerran suomen tai ruotsin kielen taito. Tämä voi tapahtua esim. kandidaatin tutkinnon yhteydessä. Kypsyysnäytteen arvostelee opinnäytteen 1. tarkastaja ja tarvittaessa myös yliopiston hyväksymä kielentarkastaja. Kypsyysnäyte kirjoitetaan sillä kotimaisella kielellä, jolla opiskelija on Suomessa saanut yleissivistävän peruskoulutuksen. Mikäli opiskelijan koulusivistyskieli on muu kuin suomi tai ruotsi, tulee hänen kirjoittaa kypsyysnäyte koulutusohjelman johtajan määräämällä kielellä. Tällöin kypsyysnäyte tarkistetaan vain sisällön osalta.

Jos opiskelija on osoittanut suomen tai ruotsin kielen taidon jo aiemmin kandidaatin tutkinnon tai muun aiemmin suoritetun korkeakoulututkinnon yhteydessä, kypsyysnäyte tarkastetaan vain sisällön osalta. Tiedekunnat antavat ohjeet kypsyysnäytteen kirjoittamiseen. Kypsyysnäytteen kirjoittamisesta on lisäohjeita myös LUT:n kielikeskuksen toimittamassa opinto-oppaassa.

Kypsyysnäyte suositellaan kirjoitettavaksi tietokoneella. Ks. lisätietoja yliopiston Uni-opiskeluportaalista.

Kypsyysnäyte suositellaan kirjoitettavaksi vähintään viisi viikkoa ennen aiottua valmistumispäivää. Kypsyysnäytteen suorittamisajankohdasta on sovittava tarkastajan sekä tiedekunnassa kypsyysnäytejärjestelyistä vastaavan henkilön kanssa.

Tarkastaja antaa kypsyysnäytteen aiheen. Kypsyysnäyte arvostellaan arviointiasteikolla hyväksytty-hylätty.

Opinnäytteen arvosteleminen

Opiskelijan on toimitettava opinnäytteen käsikirjoitus työn tarkastajille luettavaksi ja tarkastettavaksi, ennen kuin se voidaan painattaa lopullisessa muodossaan.

Opiskelija toimittaa diplomityön/pro gradu –tutkielman lopullisessa muodossaan eli mustiin kansiin sidottuna työn molemmille tarkastajille, kummallekin oman kappaleensa arvostelua varten (kandidaatintyötä/kandidaatintutkielmaa ei sidota mustiin kansiin). Diplomityön ja pro gradu –tutkielman arvosteluanomus, tiivistelmät suomen- ja englanninkielisenä, mahdollinen työn toimeksiantajan esittämä luottamuksellisuusselvitys sekä yliopistolle jäävät, mustiin kansiin sidotut työt toimitetaan tiedekunnan opintopalveluihin. Ulkomaalaisten opiskelijoiden ei tarvitse toimittaa suomenkielistä tiivistelmää. **Tiedekunta määrää valmistumisaikatauluista ja toimitettavien sidottujen töiden määrästä sekä ohjeistaa opinnäytteiden arvostelusta.**

Opinnäytteen tarkastajat laativat tutkimuksesta kirjallisen lausunnon arvosanaehdotuksineen. Tutkimuksen nimi ja arvosana merkitään tutkintotodistukseen.

Englanninkielisissä maisteriohjelmissa opiskeleville laaditaan ylemmän korkeakoulututkinnon opinnäytteestä englanninkielinen lausunto.

Tiedekunnat määräävät opinnäytteen arvostelukriteerit. Yleisiä opinnäytteen arvosteluun vaikuttavia seikkoja ovat esimerkiksi

- Työn ongelmanasettelu, tavoitteet, määrittelyt ja rajaukset
- Suhteuttaminen jo olemassa olevaan tutkimustietoon
- Työssä käytetty tutkimustapa, menetelmät ja aineisto
- Tutkimuksen aikataulu ja sen hallinta
- Tulokset ja niiden tarkastelu
- Työn järjestelmällisyys ja johdonmukaisuus
- Työn perusteellisuus ja syvällisyys
- Työn luotettavuus
- Työn kieli- ja ulkoasu
- Itsenäinen ja soveltava ote

Diplomityöt arvostellaan asteikolla 1-5, missä 1 on tyydyttävä, 2 on erittäin tyydyttävä, 3 on hyvä, 4 on erittäin hyvä ja 5 on kiitettävä. Pro gradu –tutkielma arvostellaan arvoasteikolla improbatur (hylätty), approbatur (alin hyväksytty arvosana), lubenter approbatur, non sine laude approbatur, cum laude approbatur, magna cum laude approbatur, eximia cum laude approbatur sekä laudatur (korkein arvosana).

Mikäli diplomityön arvosana on viisi (5) tai pro gradu -tutkielman arvosana vähintään eximia cum laude approbatur ja tutkinnon yleisarvosana vähintään 4, on opiskelija suorittanut tutkintonsa **oivallisesti.**

Tiedekunta arvostelee ja hyväksyy opinnäytteen opiskelijan jätettyä kansiin sidotut työt ja arvosteluanomuksen tiedekuntaan. **Lomakkeet ja lisätietoa löytyy yliopiston Uni-opiskeluportaalista.**

Arvosteluun tyytymätön opiskelija voi tehdä tiedekuntaneuvostolle oikaisuvaatimuksen 14 päivän kuluessa arvostelun julkistamisesta. Kirjallinen, tiedekuntaneuvostolle osoitettu oikaisupyyntö jätetään tiedekunnan opintopalveluihin. Oikaisupyyntö on tehtävä 14 päivän kuluessa siitä ajankohdasta, josta opiskelijalla on ollut tilaisuus saada arvostelun tulokset sekä arvosteluperusteiden soveltaminen omalta kohdaltaan tietoonsa.

Oikaisupyynnön johdosta tehtyyn päätökseen tyytymätön voi saattaa asian tutkintolautakunnan käsiteltäväksi 14 päivän kuluessa siitä, kun hän on saanut päätöksestä tiedon. Kirjallinen, tutkintolautakunnalle osoitettu käsittelypyyntö jätetään yliopiston kirjaamoon.

Opinnäytteen sisältö ja tutkimuksen tekeminen

Opinnäytteen kieli

Opinnäyte voidaan tehdä suomen, ruotsin tai englannin kielellä. Muun kielen käyttämisestä päättää koulutusohjelman johtaja. Työn tekijä vastaa kieliasun oikeellisuudesta. Työn teettäjän vaatiessa muun kielen kuin suomen käyttöä on työn teettäjä vastuussa kielen kääntämisestä/tarkistamisesta. Englanninkielisissä tutkinto-/maisteriohjelmissa opinnäytetyö tehdään englannin kielellä, jolloin työn tekijä on vastuussa myös kieliasun oikeellisuudesta.

Opinnäytetyössä syntyvä keksintö

Opinnäytetyötä tehtäessä voi syntyä patentilla tai muulla teollisoikeudella suojattavissa oleva keksintö. Keksintö saattaa olla kysymyksessä, mikäli työssä on kehitetty uusi tekninen laite tai menetelmä tai parannus nykyiseen ja sillä arvioidaan olevan teollista tai kaupallista merkitystä.

Keksintöasioista on keskusteltava kaikkien työn osapuolten kesken (opiskelija, työn tarkastajat yliopistolla ja opinnäytteen toimeksiantanut organisaatio). Mikäli työn yhteydessä syntynyt keksintö aiotaan patentoida, on patenttihakemus jätettävä ennen työn julkistamista. Muussa tapauksessa on työ kirjoitettava siten, ettei keksintö siitä paljastu.

Mikäli opinnäytetyössä syntynyt keksintö on tehty työsuhteessa yritykseen, noudatetaan työsuhdekeksintölakia (656/1967) ja jos keksintö on syntynyt työsuhteessa yliopistoon tai korkeakouluun noudatetaan korkeakoulukeksintölakia (369/2006).

Mahdollisen keksinnön patentoimisessa noudatetaan yleistä patenttilainsäädäntöä sekä tekijänoikeutta koskevissa kysymyksissä yleistä tekijänoikeuslainsäädäntöä, ellei työn osapuolten (toimeksiantaja, yliopisto ja opiskelija) välillä ole muuta sovittu.

Lisätietoja saa yliopiston tutkimus- ja innovaatiopalveluista.

Opinnäytetyön sisältö

Opinnäytetyö koostuu esimerkiksi seuraavanlaisista osista alla olevassa järjestyksessä (osa näistä laaditaan vain diplomityön ja pro gradu –tutkielman yhteydessä):

Nimiölehti
Tiivistelmä
Abstract
Alkusanat
Sisällysluettelo
Symboli- ja lyhenneluettelo
Johdanto
Käsittely (työhön liittyvät teoriat, taustat ja työn käytännön toteutus)
Johtopäätökset (havaintojen ja tulosten analyysi)
Yhteenveto (tiivis kooste aiemmin kerrotusta)
Lähteet
Liitteet

Nimiölehti
Nimiölehdelle kirjoitetaan opinnäytteen nimi. Nimen tulee olla selkeä ja työn sisältöä vastaava. Sen ensimmäisenä sanana pitäisi olla avainsana, joka ilmoittaa jotain olennaista työstä ja jolla on selvä ja tarkka merkitys (sopimattomia avainsanoiksi ovat: eräs, katsaus, menetelmä, selvitys, tutkimus, laitteisto yms.).

Tiivistelmä ja abstract
Tiivistelmä on suppea (yksi A4), objektiivinen, itsenäinen esitys opinnäytteestä. Sen tulee olla ymmärrettävissä sellaisenaan ilman alkuperäisdokumenttia. Siinä selvitetään työn sisältö: työn tavoite, tutkimusmetodologiat ja tutkimusmenetelmät, tulokset ja johtopäätökset. Hyvässä tiivistelmässä lauseet ovat täydellisiä, lyhyitä ja ytimekkäitä. Tekijän mielipiteet eivät näy, vaan tämä kuvaa työtään kuin ulkopuolinen raportoija. Tiivistelmässä ei viitata alkuperäistekstiin.

Tiivistelmään ei pidä sisällyttää luottamuksellisia tietoja, vaan se on aina laadittava julkiseksi.

Tiivistelmä laaditaan suomeksi ja englanniksi. Sekä suomen- että englanninkielinen tiivistelmä liitetään opinnäytteeseen. Samat tiivistelmät toimitetaan myös tiedekunnan opintopalveluihin opinnäytetyön arvosteluanomuksen liitteenä. Ulkomaalaisten opiskelijoiden ei tarvitse toimittaa suomenkielistä tiivistelmää.

Opiskelijan on toimitettava tiivistelmä tai opinnäytteen koko teksti LUT:n kirjastoon sähköisessä muodossa. Tätä koskevat ohjeet saa kirjaston www-sivuilta sekä kirjastosta.

Alkusanat
Alkusanat ovat tekijän henkilökohtainen lyhyt näkemys työn tekemiseen vaikuttaneista seikoista tai näkökulmista. Alkusanoissa mm. kiitetään työn valmistumista edistäneitä tahoja.

Sisällysluettelo
Sisällysluettelossa luetellaan järjestyksessä kaikki työn jäsennystä ilmoittavat otsikot alaotsikkoineen sekä niiden sivujen numerot, joilta luvut alkavat.

Symboli- ja lyhenneluettelo (tarvittaessa)
Merkit, lyhenteet, symbolit ja termit, jotka eivät ole lukijalle itsestäänselvyyksiä, luetellaan selityksineen aakkosjärjestyksessä ryhmittäin: esimerkiksi ensin roomalaiset aakkoset, sitten kreikkalaiset aakkoset ja lopuksi lyhenteet. Symboli- ja lyhenneluettelo sijoitetaan heti sisällysluettelon jälkeen.

Johdanto
Varsinainen työselostus aloitetaan johdannolla. Johdannon tehtävänä on johdattaa lukija aiheeseen ja herättää mielenkiinto. Johdannossa kuvataan lyhyesti työn tausta, tausta-aineisto, laajuus ja tavoitteet. Johdannosta selviää työn suhde muuhun tutkimukseen ja lähteisiin sekä siinä käydään läpi työssä käytetty tutkimusmetodologia. Johdannossa kuvaillaan työselostuksen keskeisiä seikkoja ja rakennetta. Se ei sisällä yksityiskohtaista teoriaa, menetelmiä eikä tuloksia. Hyvän johdannon

laajuus on kuitenkin merkittävästi suurempi kuin pari sivua, ja asiat on jaoteltu järkeviksi kokonaisuuksiksi.

Käsittely
Käsittely jaetaan lukuihin, joiden otsikot (tarkasti samanmuotoisina kuin sisällysluettelossa) ilmaisevat työn jäsennyksen. Käsittelyssä tuodaan esiin kaikki se aineisto, jonka kirjoittaja haluaa esittää vastaukseksi asettamiinsa kysymyksiin, sekä aineiston perusteella tehdyt päätelmät. Käsittelyssä ei pidä toistaa jo sanottua, ellei selvyys niin vaadi. Selostus on kuitenkin laadittava niin, että alan ammattilainen voi selostuksen perusteella suorittaa saman työn uudelleen esim. tarkistaakseen yhtälöt, lausekkeet, mittaukset, laskelmat tai tulokset johtopäätöksineen.

Työn kieliasun on oltava virheetöntä ja ilmaisun selkeää, täsmällistä ja tiivistä. Asia on esitettävä lukijalle yksiselitteisesti, ymmärrettävästi ja johdonmukaisesti. Selostuksessa on käytettävä huoliteltua kieltä ja vakiintunutta teknistä sanastoa. Erityisesti on vältettävä sanoiksi luettavaa vierasperäisten sanontojen käyttöä. Ne on pyrittävä korvaamaan asiasisällön selityksellä tai sen kielen nimityksillä, jota opinnäytteessä käytetään.

Jotta suoritetuista havainnoista voisi olla hyötyä muillekin, on tutkimuksen suoritustapa esitettävä mahdollisimman täydellisenä ja havaintojen tulokset alkuperäisessä muodossaan esim. taulukkoina. Pitkät yhtälöjohdot sekä muut vastaavat esitetään tarvittaessa liitteinä, jotka otsikoidaan. Lainattujen yhtälöiden johtamista ei tarvitse esittää, mutta virheettömyys on varmistettava. Selostukseen sisältyvien uusien lausekkeiden tai yhtälöiden johtaminen on sen sijaan ainakin pääkohdittain selvitettävä. Laskelmien, kaavojen ja yhtälöiden yhteydessä on myös selvitettävä, millä edellytyksillä ja missä olosuhteissa ne pätevät.

Johtopäätökset
Työn luonteesta ja laajuudesta riippuen työselostuksen lopussa on luku ”Johtopäätökset” tai kaksi erillistä lukua, esim. “Johtopäätökset” ja ”Yhteenveto”. Johtopäätöksissä analysoidaan tutkimuksen havaintoja ja saatuja tuloksia. Johtopäätöksissä tarkastellaan ja pohditaan mm. teorian ja mittausten yhteensopivuutta ja syitä mahdollisiin eroihin sekä kiteytetään työn tulosten perusteella tehdyt johtopäätökset. Tässä yhteydessä voidaan pohtia tarvittavia jatkotutkimuksia sekä tulosten hyödyntämismahdollisuuksia.

Yhteenveto
Yhteenveto on tiivis kuvaus koko työstä, jossa kootaan käsittely yhteen: esitetään tutkimuksen lähtökohta, tehdyt teoreettiset ja empiiriset valinnat, tavoiteasetanta sekä tulokset, johtopäätökset ja mahdolliset jatkotutkimusideat. Uusia tietoja, joita ei ole käsitelty, ei yhteenvedossa esitetä; siinä ei myöskään suoraan viitata käsittelyn tekstiin. Yhteenvedon merkitystä ei missään tapauksessa saa aliarvioida, sillä monesti lukija lukee vain työn tiivistelmän tai johdannon ja yhteenvedon.

Tutkimuksen tekeminen

Opinnäytetyö tehdään hyvää tieteellistä tapaa noudattaen. Tutkimusmenetelminä käytetään tiedeyhteisön hyväksymiä toimintatapoja. Kullakin alalla noudatetaan alalla käytössä olevia lähestymistapoja ja tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmetodologiaan ja alalla käytettäviin tutkimuksen tekotapoihin tulee perehtyä riittävästi ennen opinnäytteen tekemistä.

Plagiointi on ehdottomasti kiellettyä. Lainaukset ja lähdeviittaukset on tehtävä hyvien tapojen mukaisesti. Jos plagiointia ilmenee harjoitustyön, seminaarityön, kandidaatintyön/ kandidaatintutkielman, diplomityön tai pro gradu -tutkielman ohjauksen aikana tulee opiskelijalle heti tehdä selväksi, että sitä ei hyväksytä. Työtä on ohjattava niin, ettei lopullisessa versiossa ole hyvän tieteellisen tavan vastaisia lainauksia.

Jos ohjauksesta huolimatta hyväksymismenettelyssä oleva työ sisältää plagioitua tekstiä, harjoitustyö tai seminaarityö hylätään sekä vastaavasti esitetään kandidaatintyöstä/ kandidaatintutkielmasta tai diplomityöstä/pro gradu -tutkielmasta arvosanaa hylätty. Tämän lisäksi tieto vilppiepäilystä toimitetaan yliopiston provostille käsiteltäväksi.

Opinnäytteen ulkoasu

Opinnäytteen ulkoasulla on suuri merkitys työn luettavuuden, selkeyden ja luotettavuuden kannalta. Huoliteltu ulkoasu antaa hyvän ja luotettavan kuvan niin työstä kuin työn tekijästä. Työ kirjoitetaan kirjakielellä ja työssä käytetään passiivimuotoa. Lyhenteitä kuten esim. ja jne. ei ole hyvä käyttää työssä, vaan ne on kirjoitettava kokonaisuudessaan.

Kansi, ulkoasu ja sähköinen rinnakkaisversio

Opinnäytteen kielen tulee olla virheetöntä, ilmaisun selkeää, täsmällistä ja tiivistä. Sen on välitettävä asia lukijalle yksiselitteisesti ja ymmärrettävästi, ja asioiden on edettävä johdonmukaisesti ja eheästi. Sanotaan vain se, mikä on tarpeen; on vältettävä laveasanaisuutta ja liian pitkiä virkkeitä. Erityisesti on huomattava karsia tekstistä muoti-ilmaukset ja turhat vieraskieliset sanat.

Diplomityö ja pro gradu -tutkielma sidotaan mustiin, koviin kansiin ja A4-kokoon. Kanteen ei laiteta yliopiston logoa.

Mikäli mahdolliset piirustukset ovat olennainen osa työtä, mutta niitä ei ole syytä sitoa samoihin kansiin selosteen kanssa, taitetaan alkuperäiset piirustukset tai kopiot erilliseen A4-kokoiseen kansioon.

Opiskelija toimittaa opinnäytteensä tiivistelmän yliopiston kirjaston ylläpitämään sähköiseen tietoarkistoon (LUTPub). Arkistoon voi tallentaa myös koko työn, jolloin se on sähköisenä käytettävissä avoimessa verkossa.

Diplomityön ulkoasu

Työn **etukanteen** merkitään värillä painokulta, tekstityyppi Times, Arial tai vastaava:

- DIPLOMITYÖ
  (teksti keskitetty, marginaali alhaalta 200 mm, koko 44 pt) ja
- Tekijän nimi ja työn julkaisuvuosi (oikeaan alakulmaan, marginaalit alhaalta ja oikealta 30 – 35 mm, koko 22 pt).

Työn **selkämykseen** värillä painokulta, tekstityyppi Times, Arial tai vastaava:

- DIPLOMITYÖ
  (selkämykseen vasemmalle, marginaali vasemmalta 40 mm)
- Tekijän nimi
- Työn julkaisuvuosi (selkämykseen oikealle, marginaali oikealta 30 mm).

Diplomityö tulostetaan A4- kokoon ja sidotaan mustiin, koviin kansiin.

- Työn kirjasintyylinä suositellaan käytettäväksi Times 12 tai Arial 11 ja rivinvälinä 1,5.
- Työ voidaan painaa yksi- tai kaksipuolisena.
- Sivun yläreunaan jätetään n. 35 mm:n, vasempaan laitaan sidontatavasta riippuen 30 - 50 mm:n marginaali ja yksipuolisessa painatuksessa oikeaan ja alareunaan n. 20 mm:n marginaali.
- Kaksipuolisessa painatuksessa on otettava huomioon marginaalit siten, että tehdään ns. ”peilikuvareunukset”, joissa ulkomarginaalit ovat n. 20 mm ja sisämarginaalit 30 - 50 mm.
- Sivunumerot merkitään sivun ylälaitaan joko keskelle tai oikeaan reunaan, kaksipuolisessa painatuksessa keskelle tai ulkoreunoihin.
- Kappalejaossa noudatetaan vasensuora-asettelua: kaikki rivit aloitetaan vasemmasta marginaalista ja kappaleiden väliin jätetään ylimääräinen tyhjä rivi. Kappaleiden vasen ja oikea laita tasataan.
- Tekstissä on vältettävä pitkiä välejä, joten tekstinkäsittelyohjelmien tavutustoiminnon käyttöä suositellaan.
- Diplomityön ohjepituus on 80 - 100 sivua. Työn pituuteen vaikuttaa sen luonne ja sisältö.

Pro gradu -tutkielman ulkoasu

Tutkielman etukanteen n. 100 mm yläreunasta ja keskitettynä merkitään painokulta-värillä yhdyssana Pro gradu -tutkielma. Englanninkieliseen tutkielmaan merkitään Master´s Thesis. Oikeaan alareunaan tulee tekijän nimi ja vuosiluku.

Tutkielman selkämykseen merkitään painokulta-värillä yhdyssana Pro gradu -tutkielma (englanninkieliseen tutkielmaan merkitään Master´s Thesis), tekijän nimi ja vuosiluku. Teksti aloitetaan 80 mm yläreunasta ja vuosiluvun jälkeen jätetään alareunaan 30 mm.

Tutkielma tulostetaan A4-kokoon ja sidotaan mustiin, koviin kansiin.

- Tutkielman kirjasintyylinä suositellaan käytettäväksi Arial 12 ja rivinvälinä 1,5.
- Tutkielma voidaan painaa yksi- tai kaksipuolisena.
- Sivun yläreunaan jätetään n. 35 mm:n, vasempaan laitaan n. 50 mm:n marginaali ja yksipuolisessa painatuksessa oikeaan ja alareunaan n. 20 mm:n marginaali.
- Sivunumerot merkitään sivun ylälaitaan joko keskelle tai oikeaan reunaan.
- Kaksipuolisessa painatuksessa on huomioitava marginaalit siten, että tehdään ns. ”peilikuvareunukset”, joissa ulkomarginaalit ovat n. 20 mm ja sisämarginaalit n. 50 mm.
- Kappalejaossa noudatetaan vasensuora-asettelua: kaikki rivit aloitetaan vasemmasta marginaalista ja kappaleiden väliin jätetään ylimääräinen tyhjä rivi. Kappaleiden vasen ja oikea laita tasataan.
- Tekstissä on vältettävä pitkiä välejä, joten tekstinkäsittelyohjelmien tavutustoiminnon käyttöä suositellaan.
- Tutkielman ohjepituus on 80-100 sivua.

Opinnäytteen osat

Nimiölehti

Nimiölehti on opinnäytteen ensimmäinen sivu – sivu numero 1. Numerointi kuitenkin merkitään näkyviin vasta sisällysluettelosivusta alkaen. **Tiedekunta määrää nimiölehdelle merkittävät tiedot. Nimiölehdelle merkitään aina kuitenkin vähintään seuraavat tiedot:**

- yliopisto, tiedekunta, koulutusohjelma ja/tai pääaine
- opinnäytteen tekijän nimi
- opinnäytteen nimi
- työn tarkastajat (1. ja 2.)

Edellä mainittuja ei koskaan kirjoiteta nimiösivulle otsikoiden tapaan (esim. Yliopisto: Lappeenrannan teknillinen yliopisto), vaan: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillinen tiedekunta jne. Nimiösivulla teksti asetellaan mahdollisimman tasapainoisesti esimerkiksi harjoitustöiden kansilehden tapaan.

Tiivistelmä ja abstract

Tiivistelmä laaditaan diplomitöistä ja pro gradu -tutkielmista. Tiivistelmässä on hyvä suosia verbin passiivimuotoja tai aktiivin 3. persoonaa tiivistelmän erillisen julkaisemisen varalta. Vakiintumattomia lyhenteitä, symboleja tai termejä ei saa käyttää selittämättä niitä. Taulukoita, yhtälöitä tms. käytetään vain, jos ne ovat selvyyden vuoksi välttämättömiä. Tiivistelmässä ei viitata alkuperäistekstiin.

Tiivistelmä laaditaan sekä suomeksi että englanniksi (sisältö on molemmissa sama). Suomenkielisessä tiivistelmässä työn nimi on suomeksi ja englanninkielisessä englanniksi. Ulkomaalaisten opiskelijoiden ei tarvitse toimittaa suomenkielistä tiivistelmää.

Sekä suomen- että englanninkielisen tiivistelmän alkuun kirjoitetaan opinnäytteen täydelliset tunnistetiedot:

tekijän nimi
opinnäytteen nimi
tiedekunta

koulutusohjelma ja/tai pääaine
opinnäytteen valmistumisvuosi
diplomityö- / pro gradu -tutkielma -merkintä. Yliopisto.
numeroitujen sivujen, kuvien, taulukoiden ja liitteiden lukumäärä
tarkastajat (1. ja 2.)
hakusanat suomeksi
hakusanat (keywords) englanniksi

Hakusanojen tulee olla informatiivisia, mahdollisimman hyvin työn sisältöä kuvaavia. Konkreettiset käsitteet (esim. laitteet) ilmaistaan monikossa, abstraktit (esim. menetelmät) yksikössä. Hyvästä otsikosta pitäisi löytyä ainakin osa tärkeimmistä asiasanoista. Hakusanojen suositeltava määrä on kolmesta viiteen.

Yleisten ohjeiden lisäksi tiedekunnat voivat antaa opiskelijoilleen lisäohjeita mm. tiivistelmän ulkoasusta (esim. edellyttää tiivistelmälomakkeen käyttöä).

Alkusanat

Alkusanoissa esitetään tarkastajien osuus työstä sekä ulkopuolinen apu, opastus, neuvot jne., joita tekijä on saanut sekä mahdolliset kiitokset. Myös työn suorituspaikka mainitaan. Alkusanojen lopussa on tekijän nimi ja päivämäärä, jonka jälkeen työhön ei ole enää tehty korjauksia.

Sisällysluettelo

Sisällysluetteloon merkitään sivujen numerointi näkyviin ensimmäisestä tekstisivusta alkaen. **Huomaa, että työn ensimmäinen sivu (numero 1) on nimiölehti**. Tällöin sisällysluettelo sijaitsee esimerkiksi noin sivulla 5. Sisällysluettelon loppuun voi lisätä erillisen kuva- ja taulukkoluettelon.

Sisällysluettelossa – ja samoin käsittelyosan otsikoissa – käytetään desimaalinumerointia ja sisennyksiä seuraavan esimerkin mukaisesti (huomaa isojen ja pienten kirjainten käyttö ja eriarvoisten otsikoiden porrastus). **Huomaa, että enintään kolmen numeron otsikot ovat hyväksyttäviä.** Mikäli on tarvetta mennä vielä yksityiskohtaisempiin alaotsikoihin, jätetään sellaiset alaotsikot numeroimatta. Jos ensimmäisen tason otsikoissa joudutaan käyttämään muuttujia, ne merkitään kuten yhtälöissä. Tällöin työn tekijä ja työtä ohjaava professori voivat päättää ulkoasun ja luettavuuden kannalta sopivamman otsikoiden kirjoitustavan. Sivunumerot tasataan oikealle.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO **6**
1.1 Taustaa 6
1.2 Tutkimusongelma, tavoitteet ja rajaukset 9
1.3 Tutkimusmetodologia 11
1.4 Tutkimuksen rakenne 13

2 KILPAILUEDUN RAKENTAMINEN JA LÄHTÖKOHDAT **14**
2.1 Transaktiokustannusteorian antama lähtökohta 14
2.2 Transaktiokustannusteorian rajoitteet 16
2.3 Resurssit ja kyvykkyydet kilpailuedun selittäjinä 18

- -

5 YHTEISTYÖN HALLINNOINTI ICT-TOIMIALALLA **63**
5.1 Aineiston ja muuttujien kuvaus 63
5.1.1 Aineiston keruu 68
5.1.2 Aineiston kuvailevat tiedot 71
5.2 Hypoteesien testaus 78

6 TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI **80**

7 JOHTOPÄÄTÖKSET **87**

8 YHTEENVETO **93**

LÄHDELUETTELO **96**

LIITTEET
LIITE 1: Tilastolliset tulokset
LIITE 2: Haastatellut yritykset

Käsittely

Työn käsittelyosassa jokaisessa lainatussa kohdassa viitataan selvästi lähdeteokseen, jotta lukija voi halutessaan tarkistaa lainauksen.

Työn laatu määrää käsittelyn esitystavan. Usein käsittely voidaan jakaa teoriaosaan, empiiriseen osaan ja tuloksiin:

- teoria, jossa esitetään kirjallisuuden ym. valmiiden tietojen avulla se teoreettinen perusta ja käsitteet, jolta työtä on lähdetty tekemään.
- havaintojen teko, perusmateriaalin kokoaminen jne. Jotta havainnoista olisi tieteellistä hyötyä, on tutkimuksen suoritustapa esitettävä mahdollisimman tarkasti.
- havaintojen käsittely ja tulosten esittäminen kuuluvat usein olennaisesti yhteen. Kaikkia laskutoimituksia ei tarvitse tehdä, kunhan suoritustapa käy riittävän selvästi selostuksesta esiin.

Kuvat, taulukot, yhtälöt, kaaviot jne. selventävät käsittelyä ja lisäävät tekstin luettavuutta. Ne otsikoidaan ja numeroidaan juoksevasti, kukin omana ryhmänään.

Yhtälöt on kirjoitettava selvästi kukin omalle rivilleen siten, että ne erottuvat tekstistä - esimerkiksi sisennettyinä. Yhtälöt numeroidaan joko juoksevasti tai kappaleittain. Numero laitetaan kaarisulkuihin yhtälön oikealle puolelle palstan reunaan. Yhtälöön ei saa viitata ennen sen esiintymistä kuin poikkeustapauksissa. Kuvat ja taulukot numeroidaan samoin periaattein ja varustetaan riittävin selitystekstein. Kuviin ja taulukoihin on viitattava tekstissä ja mieluiten ennen niiden esiintymistä. **Taulukon selitysteksti sijoitetaan sen yläpuolelle ja kuvateksti kuvan alapuolelle. Kuvissa tai taulukoissa ei saa esiintyä vieraskielistä tekstiä.** Kuvissa esitettävät muuttujat merkitään samoin kuin tekstissä ja yhtälöissä.

Matemaattisessa esityksessä on käytettävä standardoituja merkkejä, sikäli kuin niitä on olemassa tai niiden puuttuessa muita vakiintuneita merkkejä ja vasta viimekädessä omatekoisia merkkejä. Tekstissä on mainittava myös suureen symbolin nimi, esim. sähkövaraus *Q*, kun se esiintyy ensimmäisen kerran ja symbolin nimi on syytä toistaa harkinnan mukaan myöhemminkin. Muuttujien merkitsemisessä on käytettävä hyväksyttyjä menetelmiä, esimerkiksi seuraavalla tavalla: Tekstissä, yhtälöissä, kaavioissa ja kuvissa esiintyvät *muuttujat kursivoidaan*, ***vektorit lihavoidaan ja kursivoidaan*** (tai kursivoidaan ja merkitään nuolella, $\vec{E}$) ja ala- ja yläindeksit sekä numerot esitetään kursivoimatta elleivät indeksit viittaa johonkin muuttujaan. Esim. Sähkökentänvoimakkuuden $\boldsymbol{E_1}$ ja sähkövuontiheyden $\boldsymbol{D_1}$ välillä vallitsee permittiivisyydestä ε riippuva yhteys

$$\boldsymbol{D_1} = \varepsilon \boldsymbol{E_1}. \qquad (4)$$

Kuten yllä yhtälön (4) tapauksessa yhtälöitä voidaan käsitellä lauseenjäseninä, jolloin niiden yhteydessä käytetään välimerkkejä, kuten pilkkuja tai pisteitä.

Matemaattiset funktiomerkinnät ja operaattorit kirjoitetaan normaalitekstillä (sin, log, lim, jne.).

Matriiseja voidaan käsitellä tavallisina muuttujina, jolloin niiden symbolit esitetään esimerkiksi lihavoidulla normaalilla tekstillä, esim. jännitematriisi **U**. Yhtälöitä voi käsitellä kuten lauseenjäseniä, jolloin niiden yhteydessä käytetään välimerkkejä tavalliseen tapaan. Välimerkit liitetään heti yhtälön perään, ei numeron jälkeen.

Piirustuksissa ja kaavioissa on käytettävä standardoituja piirrosmerkkejä. Niissä esiintyvät suureet ja muuttujat merkitään samoin kuin yhtälöissä.

Lähdeluettelo

Lähdeluettelon laatiminen sekä niihin liittyvät ISO 690.2 ja SFS 5342 -standardit esitetään laajemmin Mälkiän (1994) kirjassa. Yleisesti käytetään nimi ja vuosi -järjestelmää eli Harvardin järjestelmää. Harvardin järjestelmän mukaan viitteet järjestetään lähdeluetteloon aakkosjärjestykseen ensimmäisen tekijän mukaan. Jos samalta tekijältä tai tekijäryhmältä on useampia lähteitä, ne luetellaan julkaisuajankohdan mukaan vanhimmasta lähtien. Jos sama tekijä on julkaissut samana vuonna useita teoksia joihin viitataan, ne erotetaan toisistaan merkitsemällä julkaisuvuoden jälkeen pienaakkonen (1999a, 1999b jne.). Jos julkaisun tekijä ei käy ilmi julkaisusta, tekijän paikalle merkitään lyhenne Anon. tai viitataan julkaisun nimeen. Myös julkaisemattomat esitykset ja tärkeät suulliset tiedonannot on mainittava. Lähteitä on arvioitava kriittisesti. Lähdeluettelossa on lisäksi mainittava, mistä harvinaiset, vähän tunnetut teokset ovat saatavissa.

Toisaalta lähdeluettelossa ei saa olla teoksia, joihin työssä ei ole viitattu. Luettelon laatimisessa on pyrittävä mahdollisimman laajoihin tietoihin. Tietojen merkinnässä on noudatettava yhtenäistä linjaa.

Yleisimmät viitetyypit esitetään seuraavasti:

Kirjat
tekijä(t), toimittaja(t)
julkaisuvuosi
otsikko
painos (jos useita)
kustannuspaikka
julkaisija (huom. ei painopaikkaa; ilman yritysmuotoa ilmaisevia lyhenteitä)

Esimerkki, kun kirjoittajia on yksi: Patton, M. Q. 1990. Qualitative evaluation and research methods. London: Sage.
Esimerkki, kun kirjoittajia on kaksi: Johnson, G. & Scholes, K. 1999. Exploring corporate strategy. 5 ed. Harlow: Prentice Hall

Moniosaiset teokset käsitellään vastaavasti, paitsi että otsikon lisäksi tulee mainita kyseinen osa.

lehtiartikkelit
tekijä(t)
julkaisuvuosi
artikkelin nimi
lehden nimi
volyymi (vuosikerta)
numero
sivunumerot

Esimerkki, kun kirjoittajia on useita: Santamaría, L., Neito, M.J. & Barge-Gil, A. 2009. Beyond Formal R&D: Taking Advantage of Other Sources of Innovation in Low- and Medium-Technology Industries. Research Policy, vol. 38, pp. 507-517.

sarjajulkaisut
tekijä(t)
julkaisuvuosi
julkaisun nimi
vastuuyhteisö
kustannuspaikka
kustantaja
sarjan nimi ja numero

Esim: Laiho, L. (toim.) 1984. Arctic technology research projects in Finland. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). Tiedotteita 331.

opinnäytteet tekijä
kirjoituksen päiväysvuosi
otsikko
opinnäytteen tyyppi
(väitöskirja, pro gradu -tutkielma jne.)
oppilaitos ja osasto

Viitattaessa kokoomateosten osiin kirjoitetaan isäntäjulkaisun nimen eteen "In:", "Teoksessa:" tai nimi kirjoitetaan suurin kirjaimin.

Esimerkiksi: Rajala. T. 2000. Henkilöstö kunnan voimavarana. In: Hoikka, P. (toim.) Kunnat 2000-luvun kynnyksellä. 2. uud. p. Tampere: Tampereen yliopisto.

Konferenssiesitelmät tekijä
julkaisuvuosi
esitelmän nimi
konferenssin nimi, paikka ja aika
julkaisupaikka
julkaisija tai konferenssin järjestäjä
sivut

Esimerkiksi: Sandström, J. 2001. How to reduce the complexity when formulating cost information for design engineers? 16th International Conference on Production Research (ICPR), July 23 - August 3, Prague, Czech Republic.

Sähköiset julkaisut

Sähköisiin julkaisuihin viitataan SFS 5831 -standardin mukaan. Lisätietoja: kirjaston www-sivut (www.lut.fi/fi/kirjasto), kirjaston SFS-kokoelma ja informaatikot. Sähköisiin dokumentteihin viittaamista suositellaan vain silloin, jos muuta alkuperäislähdettä ei ole.

Esimerkki sähköpostilähteestä:

- Bergman, S. 1996. The Iceland Teacher Training School in the field of biology, science education and development work in environmental education. [sähköpostiviesti]. stefanb(at)khi.is 28.6.1996.

Esimerkki Internet-lähteestä:

- Denning, P. 1996. Business Designs of the New University [verkkodokumentti]. [Viitattu 5.6.2007]. Saatavilla http://ene.grnu.edu/pjd/education.html

Lähdeviittaukset tekstissä (tekstiviittaukset)

Tekstiviittaukset opinnäytteen sivuilla esitetään kirjojen, lehtiartikkelien, sarjajulkaisujen ja opinnäytteiden osalta samoja periaatteita noudattaen kuin lähdeluettelossakin. Tekstiviittaukseen tulee tietona: **tekijä(t), vuosiluku, sivu(t).** Lähdeviittaukset tehdään pääsääntöisesti tekstissä esimerkiksi: Williamsson (1995, s. 23-25) toteaa tai (Teece et al. 1986). Mälkiän kirja käsittelee myös viittausten tekemistä.

Jos tekijöitä on useampia kuin kaksi, niin tällöin ensimmäisen nimen perään tulee vain ”et al.” (tai ym.). Myös sähköisiin lähteisiin viittaukset tehdään tekstissä samassa muodossa, eikä esimerkiksi kotisivun osoitetta esitetä tekstin yhteydessä, vaan se selviää lähdeluettelosta, esim. (Denning 1996). Jos samassa yhteydessä viitataan useampaan eri lähteeseen (esimerkiksi yhdessä kappaleessa tietoa kahdelta eri tekijältä), niin ne on sulkujen sisällä syytä erottaa toisistaan puolipisteellä (;).

Tekstiviittauksen sijoittamisella on merkitystä. Jos viittaus koskee koko edellistä kappaletta, sijoitetaan tekstiviite kappaleen loppuun ja laitetaan kappaleen lopettava piste ennen ensimmäistä sulkua. Jos taas viitataan vain edelliseen lauseeseen, laitetaan piste jälkimmäisen sulun jälkeen. Sama pätee myös tekstikappaleen sisällä. Kokonaan suorat lainaukset tulee laittaa lainausmerkkien sisään. Viitattaessa samaan teokseen kuin edellisessä viitteessä, riittää merkintä: Ibid.

Yllä oleva malli on ohjeellinen, ei sitova. Lähdeviittauksissa voi käyttää muutakin yleisesti hyväksyttyä merkitsemistapaa tai tehdä tarkastajalta saatujen ohjeiden mukaan. Yhtenäinen esitystapa on tärkeintä.

Tiedekunnat voivat täydentää ja antaa omille tutkimusalueilleen soveltuvia ohjeita, joita tekijöiden on noudatettava. Tekijöiden on myös otettava huomioon tekstin kirjoituskielen asettamat vaatimukset tekstin suhteen.

Alaviittaukset

Alaviittaukset varataan tekstiä täydentäviin kommentteihin ja numeroidaan juoksevasti tai aloittaen aina joka sivun osalta numerosta 1. Alaviittaukset esitetään sivun alamarginaalissa ja erotetaan tekstistä n. 5 cm pitkällä viivalla, jonka ylä- ja alapuolella on oltava tyhjä rivi.

1.1.
1.2.

Liitteet

Liitteiksi sijoitetaan yhtälöitä, kaavioita, piirroksia, lomakkeita yms. joiden ei välttämättä tarvitse olla tekstin yhteydessä, mutta joihin joudutaan viittaamaan. Laajat lisäselvitykset, suuret taulukot, samoin esim. taulukot, joihin tekstissä viitataan usein, kuuluvat liitteiksi. Sen sijaan tekstiin kiinteästi liittyvät selvitykset (kuvat, yhtälöt, taulukot), joita myös tulkitaan, sijoitetaan tekstisivuille. Liitteissä ei kuitenkaan tule esittää työn kannalta epäolennaista.

Liitteen otsikko sijoitetaan sivun yläreunaan. Liitteet numeroidaan juoksevasti. Liitesivuja ei numeroida tekstisivujen jatkoksi, vaan viimeiset työn numeroitavat sivut kuuluvat lähdeluetteloon. Halutessaan liitteet ja niiden otsikot voi esittää sisällysluettelon lopussa. Jos liite on monisivuinen, jatkosivut merkitään esimerkin mukaan:

Esim. 1 Liite I, 1
Liite I, 2 jne.

Esim. 2 Liite 1. Otsikko

- liitesivun alareunaan kirjoitetaan (jatkuu)
- ja jatkosivun oikeaan ylälaitaan kirjoitetaan (liite 1 jatkoa)

LÄHDELUETTELO

ISO 690-2:1997 Information and documentation—Bibliographic references—Part 2: Electronic documents or parts thereof

Mälkiä, M. 1994. Teksti ja kirjallisuusviitteiden laatiminen. 2 . muuttam. p. Tampere: Tampereen yliopisto. Hallintotiede B 6.

SFS 5342 Kirjallisuusviitteiden laatiminen. 2.p. Helsinki: Suoman standardisoimisliitto. 1992.

SFS 5831 Viittaaminen sähköisiin dokumentteihin tai niiden osiin. Helsinki.: Suomen standardisoimisliitto. 1998.

Hannu Rantanen
Vararehtori