

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Kokko Kati

Kehittämishanke

Yliopisto-opetuksen kehittäminen –Elektroniikan alan opetussuunnitelmatyö

Työn ohjaaja TtT Marjatta Myllylä
Kehittämishanke on hyväksytty arviointina erinomainen
Tampere 5/2010

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ammatillinen opettajakorkeakoulu
Opettajankoulutuksen kehittämishanke

Kokko, Kati
Yliopisto-opetuksen kehittäminen –Elektroniikan alan opetussuunnitelmatyö
22 sivua + 7 liitesivua
Toukokuu 2010
Työn ohjaaja TtT Marjatta Myllylä

TIIVISTELMÄ

Tämä kehittämishanke on tehty Tampereen Ammatillisen opettajakorkeakoulun opettajankoulutuksessa. Työssä kehitettiin Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Elektroniikan laitoksen elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetusta. Painotus oli syventävien paketin opintokokonaisuudessa, etenkin opintojen suunnittelussa ja sen toteuttamisessa.

Opetuksen kehitystyön tekemiseksi koottiin Elektroniikan laitoksen opetustyössä mukana olevista työryhmä, joka suunnitteli elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan syventävien opintojen opintokokonaisuuden uudelleen. Tämän kehittämishankkeen tekijä toimi tämän työryhmän vetäjänä. Työn tavoitteena oli nykyaikaistaa sekä aihealueen opetusta että saada siitä opiskelijoille houkuttelevampi kokonaisuus. Koko tämän kehitystyön taustalla on TTY:n opetuksen muuttaminen viidestä periodista neljään periodiin, jolloin koko opetus tulee organisoida uudelleen. Tämä on siis hyvä kohta laitoksille kehittää tarjoamaansa opetusta.

Kehitystyön tuloksena syntyi uusi syventävien opintojen kokonaisuus, Elektroniikan tuotesuunnittelu, joka yhdistää kaksi vanhaa syventävien opintojen kokonaisuutta. Nämä ovat elektroniikan laitesuunnittelu ja elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikka. Perusteena näiden kahden opintosuunnan yhdistämiselle nähtiin tulevaisuuden diplomi-insinöörin työnkuva, jossa tarvitaan yhä vahvempaa näkemystä koko elektroniikkalaitteen elinkaaresta. Kun syventävien opintojen kokonaisuudet yhdistyivät, samalla yhdistettiin myös näiden kahden aihepiirin työkurssit yhdeksi suureksi työkurssiksi, jonka sisällä on valinnanmahdollisuuksia. Työkurssi toteutetaan enemmän ongelmalähtöisen tai tutkivan oppimisen näkökulmasta kuin mihin perinteisesti Elektroniikan laitoksen opetuksessa on totuttu.

Sisällysluettelo

1 Lähtökohdat ja kehittämishankkeen päämäärät	4
2 Opetuksen suunnittelu ja kehittäminen korkea-asteella.....	6
2.1 Opetussuunnitelmatyö.....	6
2.2 Tekniikan alalle sovellettavat opetusmenetelmät.....	8
3 Opetuksen nykytilanne Elektroniikan laitoksella.....	11
3.1 Ammattiainekokonaisuudet.....	11
3.2 Syventävien opintojen kokonaisuudet.....	12
3.3 Pohdintaa nykytilanteesta	13
4 Opetuksen kehittäminen elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan osalta	14
4.1 Kehitystyön kulku	14
4.2 Elektroniikan tuotesuunnittelu -syventävien opintojen kokonaisuus.....	15
4.3 Opetusmenetelmät.....	17
5 Yhteenveto	19
Lähteet.....	21
Liitteet	23
Liite 1: Elektroniikan tuotesuunnittelu –syventävien opintojen kokonaisuuden lopullinen suunnitelma.....	23
Liite 2: Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssin lopullinen suunnitelma	27

1 Lähtökohdat ja kehittämishankkeen päämäärät

Tampereen teknillisellä yliopistolla (TTY) siirrytään lukuvuoden 2010-2011 alussa opetuksessa neljän periodin järjestelmään, kun tällä hetkellä lukuvuoden aikana on viisi periodia. Periodit tulevat jakautumaan vuodelle siten, että syksyllä on kaksi seitsemän viikon mittaista periodia ja keväällä kaksi kahdeksan viikon mittaista periodia. Tämän takia kurssien pituudet muuttuvat, niiden laajuus saattaa muuttua, ja niiden toteutusajankohdat muuttuvat. Kun tämä muutos aiheuttaa kursseihin muutoksia, on samalla hyvä käydä läpi jokaisen suuntautumisvaihtoehdon pakolliset ja vapaasti valittavat opintojaksot, uudistaa niitä tarpeen mukaan, ja perustaa jopa uusia kursseja ja lopettaa vanhentuneita, tarpeen mukaan.

TTY:n tasolla tämän periodiuudistuksen yhteydessä jokaiselle kurssille määritellään osaamistavoitteet, joiden avulla opiskelija pystyy selkeämmin mieltämään, mikä opetuksessa on keskeistä ja minkälaista osaamista opiskelijalta odotetaan kunkin kurssin suoritettuaan (TTY 2009a, 1). Näitä osaamistavoitteita määriteltäessä vastuuta oppimisesta siirretään opiskelijalle itselleen, ja hänelle tulee selkeämpi kuva siitä, mitä hänen tulisi oppia (TTY 2009a, 1). Opiskelija pystyy näin suunnittelemaan omia opintojaan paremmin.

Osaamistavoitteiden määrittely juontaa juurensa Bolognan prosessista, jonka tavoitteena on synnyttää yhteinen eurooppalainen korkeakoulutusalue vuoteen 2010 mennessä (TTY 2009a, 2) (OPM 1998). Kun opintojaksotavoitteet on määritelty selkeästi, on vertailu eri korkeakoulujen ja yliopistojen välillä helpompaa, ja näin tuetaan Bolognan prosessin mukaista liikkuvuutta ja vertailtavuutta korkeakoulujen välillä (TTY 2009a, 2). Kansainvälisen yhtenäistämisen lisäksi uudistuksella pyritään vaikuttamaan myönteisesti valmistumisaikoihin ja tutkintomääriin (Karjalainen 2003, 6). Muutoksia opetuksessa tapahtuu tämän johdosta paljon, ja onkin tärkeää kiinnittää huomiota koulutuksen toimivuuteen. Opetussuunnitelmatyö on ymmärrettävä syvemmin kuin opintojaksojen listaamisena, uudelleenryhmittelynä tai yleisten tavoitteiden määrittelynä (Karjalainen 2003, 7). Tähän opetussuunnitelmatyöhön pyritään pureutumaan tässä kehityshankkeessa.

Elektroniikan laitoksella tämän periodiuudistuksen myötä on käynnistynyt laaja opintojen uudistus, jossa on tarkasteltu koko laitoksen tarjoamaa opetusta. Tämän kehittämishankkeen tavoitteena on kehittää elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetusta vastaamaan tulevaisuuden elektroniikkateollisuuden tarpeita. Tässä työssä on tehty opetussuunnitelmatyö edellä mainitulle elektroniikan osa-alueelle, mutta tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää laajemmin tekniikan alan opetusta kehitettäessä ja opetussuunnitelmia laadittaessa. Tuloksena on syntynyt uusi syventävien opintojen opintosuunta, jonka toteutuksessa yhdistyy kaksi vanhaa syventävien opintojen kokonaisuutta. Kehittämishankkeen tuloksena on syntynyt myös uusi kurssi, jonka suunniteltua toteutusta esitellään tässä kehittämishankkeessa.

2 Opetuksen suunnittelu ja kehittäminen korkea-asteella

Yliopistoissa panostetaan siihen, että opettajalla on paras mahdollinen substanssiosaaminen opetettavaan aiheeseen, eli hän on tutkinut opetettavaa aihetta (Jaako 2007, 36). Tavallisesti tämä tarkoittaa sitä, että hän on tehnyt aihepiiristä väitöskirjaan tähtäävää tutkimusta, ja todennäköisesti myös väitöskirjan. Kun opetusta aletaan kehittää, myös pedagogiset taidot korostuvat (Jaako 2007, 36). Humboldttilaisen yliopistoihanteen mukaan tutkimuksella ja opetuksella tulee olla yhteys (Nevgi 2006, 4). On keskusteltu siitä, että kaiken opetuksen tulisi perustua tutkimukseen (Nevgi 2006, 4). Tätä voidaan tulkita niin, että opetettava aine perustuu alansa tutkimukseen, mutta myös niin, että opetusmenetelmät perustuvat tutkimusmenetelmiin, ja toteutetaan ongelmalähtöistä tai tutkivan oppimisen periaatteita. Yliopisto-opetuksella tulisi olla selvä ero koulumaailmaan, jolloin luovutaan opettajan auktoriteettiajattelusta ja saavutetaan näin tutkivan oppimisen mahdollisuus yliopistossa (Himanka 2006, 22). Näin voidaan saavuttaa ja hyödyntää myös nk. akateemista vapautta, joka on tärkeää yliopistomaailmassa.

Perinteisesti yliopisto-opetuksessa on toteutettu opettajälähtöistä opetustapaa, jossa varmistutaan siitä, että kaikki opiskelijat kuulevat tai lukevat kaiken tarpeellisen tiedon. Opetus ei ole kovin aktivoivaa, ja riskinä on, ettei oppiminen ole kovin syvällistä. Tämänäyttypistä opetustapaa voidaan kutsua myös sisältökeskeiseksi opetuksiksi (Postareff & Lindblom-Ylänne 2008, 110). Opiskelijälähtöisessä opetuksessa opiskelijalle annetaan enemmän tilaa oppia ja oivaltaa itse, ja opettajan tehtäväksi jää ohjata ja tukea oppimisprosessia (Nevgi 2009, 7). Tällaista opetusta voidaan kutsua myös oppimiskeskeiseksi opettamiseksi (Postareff & Lindblom-Ylänne 2008, 110). Yliopistomaailmassa tulisikin tukea opiskelijoiden akateemista vapautta myös opetuksessa; vapautta ajatella ja oppia itse. Akateeminen vapaus ei ole vain vapautta valita, onko luennoilla läsnä, se tuo myös vastuuta omasta oppimisprosessistaan.

2.1 Opetussuunnitelmatyö

Yliopisto-opetuksen kehittämiselle on tarvetta. Levander listaa julkaisussaan mm. yliopistokoulutuksen rakenteellisen ja sisällöllisen muutoksen, opiskelijamäärien

lisääntymisen, resurssoinnin, kansainvälistymisen ja tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön laajentumisen (Levander 2007, 4) kehittämistarpeiksi. Opetuksen laadunvarmistus on myös tärkeä asia, joka on osa kehittämisprosessia. Sen keskeinen tehtävä on huolehtia, että käytännön opetus ja opetusjärjestelyt tukevat opiskelijan työtä ja oppimista (Meriläinen 2006, 9). Opetussuunnitelman avulla laadunvarmistustyö voidaan toteuttaa kokonaisvaltaisesti, sillä opetussuunnitelmaan perustuva opetuksen suunnittelun, toteutuksen ja arvioinnin kokonaisuus muodostaa laadunvarmistusjärjestelmän keskeisen perusrakenteen (Meriläinen 2006, 8). Jotta opetussuunnitelma saadaan siirrettyä käytäntöön, se edellyttää opettajilta didaktista ja pedagogista osaamista. Opetussuunnitelmaan voidaan kirjata koulutuksen tavoite, ja parhaimmillaan opetussuunnitelma on koulutuslakohtaisen opetuksen perusta ja selkeyttää näin opettajien toimintaa ja ratkaisuja opetuksen suhteen (Virtanen 2007, 14). TTY:llä osaamistavoitteiden määrittelyllä kurssi- ja opintosuuntakohtaisesti pyritään parantamaan juuri tätä, jolloin opetussuunnitelma saadaan parempaan hyötykäyttöön.

Yliopisto-opetuksen tavoitteita määritettäessä tekniikan alalla suuri painoarvo on opiskelijoiden tulevien työnantajien antamassa palautteessa. Monista yrityksistä tulevan palautteen perusteella substanssiosaamisen lisäksi tärkeään asemaan nousevat tiimi- ja projektityöskentelytaidot, suulliset ja kirjalliset kommunikointitaidot, elinikäinen oppiminen, ongelmanratkaisutaidot ja kyky omaksua nopeasti uusia asioita (Hukari 2003, 21). Tekniikan akateemisten liiton (TEK) teettämän kyselyn mukaan juuri projektityötaidot, kielitaito ja esiintymistaidot ovat valmistuvan diplomi-insinöörin tärkeimpiä taitoja substanssiosaamisen ohella (Mielityinen 2009, 10). Yritykset ovatkin tyytyväisiä valmistuvien substanssiosaamiseen, mutta kaipaavat parannusta nimenomaan näille osa-alueille. Vaikka painoarvoa tulee antaa yritysten ja työmarkkinoiden painotuksille, pitää kuitenkin muistaa, että liian voimakkaasti opetusta ei tule suunnata yksinomaan näiden mukaan. Vaarana on, että peruskoulutus ei anna riittävän laaja-alaista pohjaa koko työuralle (Mielityinen 2009, 30).

Opetussuunnitelmatyötä ja opetuksen kehitystä tehtäessä täytyy myös huomioida se, millä tasolla millaistakin suunnitelmaa ja kehitystä tehdään. Yliopistoissa on vuonna 2004 ollut erillisiä organisoituja yksiköitä opetuksen kehittämiseen (Ihonen & Niemi 2004, 47), ja varmasti tänä päivänä yksiköt toimivat entistä laajemmin ja niitä on tullut lisää. Näiden yksiköiden tavoitteena on tietysti kehittää koko opetustoimintaa, mutta

myös tukea yksittäisen opettajan työtä. On tärkeää, että yliopistomaailmassa jokaisella opettajana toimivalla on halu kehittää omaa opetustaan ja opettajuuttaan siten, että oppimistulokset paranevat. Yliopistomaailmassa ei riitä, että on erillinen opetuksenkehittämisyksikkö, tarvitaan myös innostuneet opettajat, jotka hyödyntävät näitä oppeja käytännön opetustyössä. Tämän takia onkin tärkeää, että opettajat ovat mukana opetussuunnitelmatyössä ja opetuksen kehitystyössä mahdollisuuksien mukaan. Tällöin heidät saadaan innostettua mukaan prosessiin, ja tuloksia syntyy paremmin.

2.2 Tekniikan alalle sovellettavat opetusmenetelmät

Korkea-asteen opettajalla tulisi olla substanssiosaamisen lisäksi hyvä tietotaito siitä, miten kukin asiasisältö parhaiten opetetaan (Virtanen 2007, 14). Jotta koko koulutusalan tai suuntautumisvaihtoehdon opetus saadaan toimimaan hyvin, tulee eri opettajien opetuksen olla linjassa toisiinsa nähden, ja heidän tulee olla sitoutuneita yhteisiin tavoitteisiin (Virtanen 2007, 14). Syväsuuntautuneen oppimisprosessin edellytyksenä onkin opetuksen linjakkuus, eli että opetuksen tavoitteet, sisällöt, menetelmät, arviointi ja ilmapiiri ovat linjassa keskenään (Virtanen 2007, 14). Opetuksen kehittäjiä tulisi olla yliopistomaailmassa, ja koska moni yliopistossa opettajana toimiva ei ole saanut pedagogista koulutusta, voidaankin miettiä voidaanko heiltä odottaa opetuksen jatkuvaa kehittämistä (Ansela 2007, 7). Parhaimmillaan opetuksen kehittäjä on sisältä ohjautuva, ja hän välittää opiskelijoille viestiä siitä, miten oman tieteenalan ammattilainen työelämässä kehittää jatkuvasti omaa työtään (Ansela 2007, 8). Kuitenkin opettajat pitäisi saada mukaan tähän mahdollisimman laaja-alaisesti, jotteivät he jää ulkopuolisiksi, ja opetuksen kehitystyö vain sanahelinäksi, jota kukaan ei käytännössä toteuta. Voisikin olla hyvä, että pedagogisesti pätevä opetuksen kehittäjä johtaa laajempaa kehitysryhmää, jossa myös pedagogisesti kokemattomammat opetustehtävissä toimivat pääsevät mukaan kehitystyöhön ja saavat näin pontta omaan kehittymiseensä.

On varmasti yhtä monta tapaa opettaa kuin on opettajiakin. Myös eri alojen opetusta on luonnollista opettaa erilaisin menetelmin, ja näitä eri alojen eroja on myös tutkittu (Nevgi 2009, 6). Opetuksen voi karkeasti jakaa opettajakeskeisiin ja opiskelijakeskeisiin opetusmenetelmiin. Perinteisesti yliopistoissa opetus on painottunut opettajakeskeisiin

menetelmiin, jolloin esimerkiksi massaluennoilla on jaettu tietoa suurille opiskelijamäärille kerrallaan. Tällaisessa tavassa opiskelijan rooli jää passiiviseksi ja pahimmillaan johtaa siihen, että opiskelijat opiskelevat ja lukevat vain tentin läpäistäkseen parhaimmat tärppikysymykset (Nuutinen 1998, 93). Jotta tällaisesta opiskelukulttuurista päästäisiin pois, tulisi kurssien opetus- ja arviointimenetelmiä uudistaa. Samalla voidaan sisällyttää kursseille kaivattujen esiintymis- ja vuorovaikutustaitojen sekä ryhmätyötaitojen opettelua.

Elektroniikan pakkaustekniikan opetuksen suunnittelussa ja sen toteutuksessa on haasteita, mm. pakkaustekniikan alan nopea muuttuminen ja kehittyminen (Illeyefalvi-Vitéz 2001, 7). Tällä alalla on tärkeää, että opetushenkilökunta tietää viimeisimmät pakkaustekniset saavutukset maailmalla. Tätä voidaan karkeasti ajatella vaikka tietokoneen tai kännykän koon pienentymisen nopeudella, samalla toimintojen lisääntyessä. Tämän on mahdollistanut yksinomaan elektroniikan pakkaustekniikoiden huima kehitys. Toinen haaste elektroniikan pakkaustekniikan opetuksessa on sen poikkitieteellisyys ja tarvittavien tieteenalojen muuttuminen (Illeyefalvi-Vitéz 2001, 7). Elektroniikan lisäksi pakkaustekniikan asiantuntijan tulee hallita mm. puolijohdefysiikkaa, materiaalitekniikkaa, matematiikkaa ja kemiaa, riippuen mihin osa-alueeseen on erikoistunut. Yksi tapa toteuttaa pakkaustekniikan opetusta on käyttää ongelmalähtöistä projektityöskentelyä, jossa opiskelijat joutuvat tutustumaan useaan eri aihealueeseen tehtävää suorittaessaan (Illeyefalvi-Vitéz 2001, 9). Projektit tulisi suunnitella niin, että ne kattaisivat insinöörityön kaikki vaiheet, eli tutkimustyön, simuloinnin, teoreettisen ja fyysisen suunnittelun, valmistuksen ja testauksen (Illeyefalvi-Vitéz 2001, 7). Näin opiskelijat saadaan tutustutettua koko elektroniikkatuotteen suunnittelu- ja valmistusprosessin elinkaareen. Haasteena on edelleen koko prosessin käytännön toteutuksen vaikeus, sillä alan tuotantolaitteet ovat arvokkaita, jolloin yliopistomaailmassa ei ole helppoa hankkia kaikkia tarvittavia laitteita. Mikäli taas jokin vaihe joudutaan tekemään näennäisesti vain paperilla, ei saavuteta niin hyvää oppimisen tasoa. Tällöin täytyy myös miettiä, mitkä osa-alueet ovat tärkeitä esimerkiksi työmarkkinoiden kannalta, ja painottaa niitä.

Tekniikan korkea-asteen opetuksessa tulisi tukea tutkivaa ja ongelmalähtöistä oppimista, sillä jo yliopiston perusajatuksessakin opetuksen tulisi pohjautua tutkimukseen. Mikä sen parempi tapa luoda pohjaa tutkimukselle ja opettaa asioita

tutkimuksen kautta, kun käyttää tutkivan ja ongelmalähtöisen oppimisen periaatteita opetuksessa. Tutkiva oppiminen perustuu ajatukseen, jonka mukaan uuden tiedon luominen tieteessä, taiteessa tai keksimisessä on psykologisella tasolla olennaisesti samanlainen prosessi kuin minkä tahansa aiemmin luodun tiedon ymmärtäminen (Lonka 2004, 56). Oppiminen onkin parhaimmillaan tutkimusprosessi, joka synnyttää sekä uutta ymmärrystä että uutta tietoa, ja näin yliopistomaailmassa tutkivan oppimisen kautta luotu ymmärrys aiheeseen antaa opiskelijoille varmasti substanssiosaamisen lisäksi paljon enemmän.

3 Opetuksen nykytilanne Elektroniikan laitoksella

Tässä luvussa kuvataan TTY:n Elektroniikan laitoksen opetuksen tämänhetkistä tilaa, eli sitä lähtökohtaa, jota aletaan kehittää. Kuvaan nykytilannetta laajemmin kuin työssä tullaan käsittelemään, jotta lukija saisi hyvän kuvan koko opetustarjonnasta Elektroniikan laitoksella.

TTY:llä opiskelija suorittaa kaksivaiheisen tutkinnon, eli hän valmistuu ensin tekniikan kandidaatiksi, ja jatkaa sen jälkeen opintojaan diplomi-insinöörin tutkintoon. Näin ollen Elektroniikan laitoksen opetus jakautuu ammattiainekokonaisuuksiin, eli kandidaatin opintoihin, ja syventävien opintojen kokonaisuuksiin, eli diplomi-insinöörivaiheen opintoihin. Periodiuudistuksen myötä sekä ammattiainekokonaisuudet että syventävien opintojen kokonaisuuudet suunnitellaan ja toteutetaan uudelleen.

3.1 Ammattiainekokonaisuudet

Ammattiainekokonaisuuden laajuus on 25 opintopistettä. Elektroniikan laitos tarjoaa kahta eri ammattiainekokonaisuutta, riippuen siitä onko opiskelija sähkötekniikan, automaatiotekniikan, tietotekniikan tai tietoliikenne-elektroniikan koulutusohjelman opiskelija, vai jonkun muun koulutusohjelman opiskelija (ELE 2009). Edellä mainittujen koulutusohjelmien opiskelijat lukevat perusopinnoissaan pakollisina aineina Elektroniikan perusteet 1 ja 2 tai vastaavat kurssit, jolloin heillä on riittävät perustiedot elektroniikasta ammattiainekokonaisuuden alussa. Taulukossa 1 on esitetty näille koulutusohjelmille tarkoitettu ammattiainekokonaisuus. Tämä ammattiainekokonaisuus koostuu pelkistä pakollisista opintojaksoista. Muut kuin näiden koulutusohjelmien opiskelijat lukevat ammattiainekokonaisuudessa myös aivan peruskurssit (Elektroniikan perusteet 1 ja 2), koska heillä ei ole aiempaa tietämystä elektroniikasta. Taulukossa 2 on esitetty tämä ammattiainekokonaisuus. Tässä elektroniikan perusteiden aineopintokokonaisuudessa on pakolliset opintojaksot (esitetty taulukossa), ja paketti täydennetään 25 opintopisteeseen millä tahansa Elektroniikan laitoksen tarjoamilla kursseilla.

Taulukko 1. Elektroniikan aineopintojen sisältö (ELE 2009)

Tunnus	Nimi	Op
ELE-2050	Elektroniikan työkurssi	6
ELE-2100	Puolijohdekomponenttien sovellukset	4
ELE-2150	Integroitujen piirien perusteet	4
ELE-2200	Analogiatekniikka 1	4
ELE-2250	Johdatus suurtaajuustekniikkaan	4
ELE-2300	Sulautettujen prosessorisovellusten perusteet	3

Taulukko 2. Elektroniikan perusteiden aineopintojen pakolliset opintojaksot (ELE 2009)

Tunnus	Nimi	Op
ELE-1010	Elektroniikan perusteet 1	3
ELE-1020	Elektroniikan perusteet 2	6
ELE-1030	Elektroniikan perusteet 3	5
ELE-2050	Elektroniikan työkurssi	6

Elektroniikan aineopintokokonaisuuden jälkeen opiskelija voi tehdä kandidaatintyön Elektroniikan laitokselle. Elektroniikan perusteiden aineopintokokonaisuuden lukijat eivät voi tehdä kandidaatintyötä Elektroniikasta, jolloin he voivat lukea tämän kokonaisuuden vain sivuaineeksi.

3.2 Syventävien opintojen kokonaisuudet

Syventävien opintojen laajuus on 30 opintopistettä. Tällä hetkellä Elektroniikan laitoksella on tarjolla taulukossa 3 esitetyt syventävien opintojen kokonaisuudet. Näitä kokonaisuuksia on melko monta, ja niihin liittyviä opintojaksoja voi tarkastella Elektroniikan laitoksen kotisivuilta (ELE 2009) tai TTY:n opinto-oppaasta (TTY 2009b). Elektroniikan laitoksen ja koko TTY:n strategian mukaisesti opintojaksotarjontaa on tarkoitus kaventaa vähentämällä päällekkäisyyttä opintojaksoilla. Lukuvuonna 2009-2010 Elektroniikan laitoksen opintojaksotarjonnassa

oli kaikkiaan 56 opintojaksoa. Näistä osaa ei tosin luennoida lukuvuonna, sillä niillä ei ole viime vuosina ollut riittävästi opiskelijoita.

Taulukko 3. Elektroniikan syventävien opintojen kokonaisuudet lukuvuonna 2009-2010 (ELE 2009)

Syventävien opintojen kokonaisuus	Op
Elektroniikan laitesuunnittelu	30
Elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikka	30
Mikroelektroniikka	30
Sulautetut järjestelmät	30
Suurtaajuustekniikka	30

3.3 Pohdintaa nykytilanteesta

Tällä hetkellä Elektroniikan laitos tarjoaa viittä eri syventävien opintojen kokonaisuutta opiskelijoille. Yliopiston strategian mukaisesti syventävien opintojen kokonaisuuksia tulisi vähentää, ja sen takia olemmekin miettineet, mitkä kokonaisuuksista kaipaavat uudistuksia. Mikroelektroniikan kokonaisuus on ollut laitoksemme tarjonnassa pitkään, eikä vastaa enää nykypäivän teollisuuden tarpeita. Tämän takia Mikroelektroniikan kokonaisuus päätettiin lopettaa kokonaan. Elektroniikan laitesuunnittelun ja elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan kokonaisuuksille huomattiin myös kehittämistarve, ja siitä tämä kehittämishanke sai alkunsa.

Tekniikan alan opetuksella on jatkuva kehittymispaine muuttuvien markkinoiden ja eteenpäin kiitävän tutkimuksen takia. Elektroniikka on ollut ja on edelleenkin suhdanteiden vaihteluiden heiluttama ala, ja myös sen takia myös elektroniikan opetuksen tulee muuttua markkinoiden mukana. Sekä elektroniikan laitesuunnittelu että elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikka koettiin niminä vanhentuneiksi, ja tilalle tarvittiin jotain nykyaikaisempaa.

4 Opetuksen kehittäminen elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan osalta

Tämä kehittämishanke käsittelee nimenomaan elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan osalta kehitystyötä, joka on tehty TTY:n Elektroniikan laitoksella periodiuudistuksen yhteydessä. Tässä luvussa kerrotaan tämän kehitystyön vaiheista ja tuloksista.

Kehitystyön tekemiseksi perustettiin työryhmä Elektroniikan laitokselle, jonka vetäjänä tämän kehittämishankkeen tekijä toimi. Työryhmän tavoitteena oli muokata elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetus sellaiseksi, että se vastaa nykypäivän elektroniikkateollisuuden vaatimuksia.

4.1 Kehitystyön kulku

Elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opintosuunta katsottiin nimenä vanhentuneeksi. Vaikkakin se kuvaa opetettavaa alaa ihan hyvin, se ei ole trendikäs eikä siten kiinnosta opiskelijoita. Työryhmässä päädyttiin yksimielisesti siihen, että opintosuunnan nimi tulisi muuttaa. Koska myös elektroniikan laitesuunnittelu syventävien opintojen kokonaisuus oli ainakin nimensä puolesta remontin tarpeessa, päädyimme ratkaisuun, jossa elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikka ja elektroniikan laitesuunnittelu syventävien opintojen paketit yhdistetään. Esitimme tätä laitoksen johtoryhmälle, joka hyväksyi suunnitelmamme. Uuden opintosuunnan nimeksi tuli elektroniikan tuotesuunnittelu, joka kattaa nyt melkein koko elektroniikkatuotteen elinkaaren.

Tarkastelimme työryhmässä myös elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opintosuunnan kurssveja, ja suunnittelimme yhdessä eri kurssien opettajien kanssa, mitä eri kurseilla opetetaan ja vedimme suuremmat linjat siten, ettei kurseilla tule liiaksi päällekkäistä asiaa, mutta toisaalta kaikki tärkeät asiat tulevat esille jollain kurssilla. Sovimme myös kurssien toteutustavoista suurempia linjoja, jottei jokaisella kurssilla esimerkiksi toistu opetusmenetelmältään samanlainen harjoitustyö. Pohdimme myös opiskelijoiden oman työn osuutta ja keinoja aktiivisempien opetusmenetelmien

käyttöön. Totesimme myös alan työkurssin, Elektroniikan miniatyrisoinnin työkurssin, olevan muutosten tarpeessa, ja yhtenäistimme ko. kurssin vastaamaan koko suuntautumisvaihtoehdon kysyntää. Elektroniikan laitesuunnittelun suuntautumisvaihtoehdossa ollut kurssi, Sovelletun elektroniikan työkurssi, lopetettiin myös, ja tilalle syntyi uusi työkurssi, Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssi. Tämä tulee kattamaan koko elektroniikan tuotesuunnittelun syventävien opintojen kokonaisuuden suorittajat.

4.2 Elektroniikan tuotesuunnittelu -syventävien opintojen kokonaisuus

Elektroniikan tuotesuunnittelun syventävien opintojen kokonaisuus syntyi ajatuksesta, että tulevaisuuden diplomi-insinööri tarvitsee yhä moninaisempaa osaamista työssään. Sen takia tuntui loogiselta yhdistää laitesuunnittelun ja pakkaus- ja tuotantotekniikan opinnot, jotka kulkevat elektroniikkatuotteen elinkaaren aikana monessa kohtaa käsi kädessä. Edelleen opiskelijat voivat painottaa opintojaan joko laitesuunnitteluun tai pakkaus- ja tuotantotekniikkaan, riippuen kiinnostuksen kohteistaan.

Työryhmän työskentelyn tuloksena syntyi suunnitelma syventävien opintojen kokonaisuudeksi, joka on esitettyä liitteessä 1. Opintokokonaisuus rakennettiin niin, että opintokokonaisuudessa on kaksi kaikille pakollista opintojaksoa ja näiden lisäksi opiskelijat saavat valita listalta loput opintojaksot täydentämään paketin 30 opintopisteeseen. Molemmat pakolliset opintojaksot ovat sellaisia, että niiden suorittaminen on järkevää kaikille opiskelijoille, sillä ko. opintojaksoilla voi painottaa joko laitesuunnittelua tai pakkaus- ja tuotantotekniikkaa. Kuten liitteestä 1 nähdään, lisätietoja –kohdassa opiskelijoita opastetaan tekemään opintojaksovalintoja siten, että he saavat järkevän kokonaisuuden opinnoistaan aikaiseksi. Näin opiskelijoille annetaan suuri vapaus suunnitella opintonsa niin kuin he haluavat, mutta toisaalta heitä opastetaan tekemään opintokokonaisuuksistaan järkeviä. Työryhmän mielipide oli, että opiskelijoilla tulisi olla mahdollisimman paljon valinnanvaraa, jolloin pakollisten kurssien määrä tulisi olla minimissään.

Toinen opintokokonaisuuden pakollisista opintojaksoista, elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssi, on uusi kurssi, joka perustetaan lukuvuodelle 2010-2011

tämän kehittämishankkeen tuloksena. Työkurssin voi suorittaa 6-8 opintopisteen suuruisena, ja se suoritetaan koko lukuvuoden aikana. Liitteessä 2 on esitetty kurssista tehty suunnitelma. Kurssi koostuu eri kokoisista töistä, joista opiskelijat voivat vapaasti valita mitkä työt suorittavat. Työt ovat joko 1 tai 2 opintopisteen arvoisia. Kurssin kokonaisarvosana määräytyy tehtyjen töiden opintopisteillä painotettuna keskiarvona, eikä erillistä tenttiä järjestetä kurssista. Työkurssilla tarjotaan jokaisessa periodissa vähintään yksi laitesuunnitteluun liittyvä työ ja yksi pakkaus- ja tuotantotekniikkaan liittyvä työ. Näin kumpaan tahansa vaihtoehtoon suuntautuvat opiskelijat voivat suorittaa kurssin ja tehdä heille mielekkäitä ja hyödyllisiä töitä. Töitä voi myös yhdistellä omien mieltymystensä mukaan. Taulukossa 4 on esitetty työkurssilla tarjottavat työt.

Taulukko 4. Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssilla tarjottavat työt

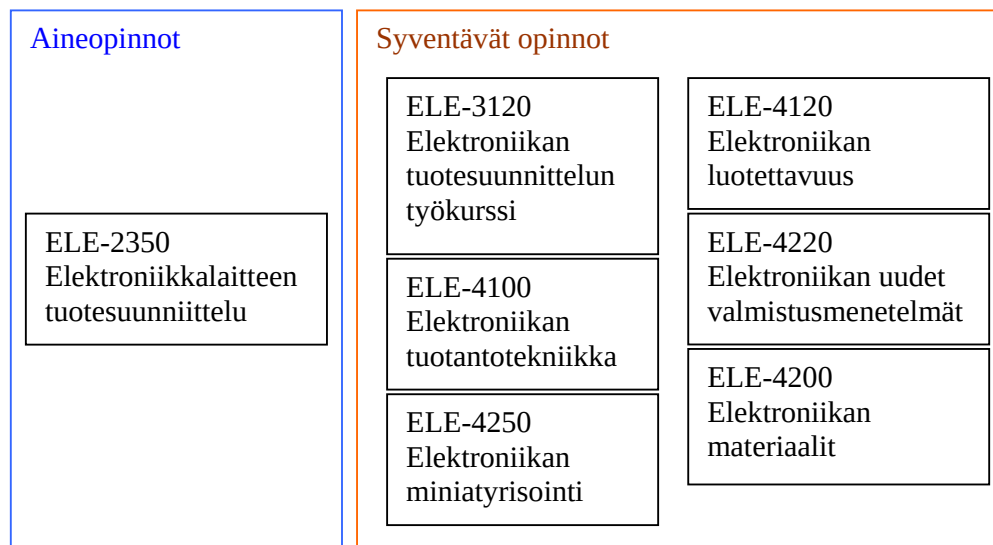
Työn nimi	Opintopisteet
Pudotustestaus	2
Elektroniikan materiaalit	2
Tuoteanalyysi	1
Jetting of ink	1
Performance of inkjetted Ag-nanoparticles	2
Teholähdetyö, osa 1	2
Teholähdetyö, osa 2	2
Ohjelmoitava logiikka	1
EMC-suunnittelu	1

Tämä suunniteltu syventävien opintojen kokonaisuus on kehitetty siten, että se vastaa Elektroniikan laitoksen opetusstrategiaa, jonka mukaan sekä opintojaksojen että suuntautumisvaihtoehtojen määrää tulisi vähentää, ja valinnaisuutta opiskelijoille lisätä eri suuntautumisvaihtoehtojen sisällä. Uskomme myös, että tällä uudella syventävien opintojen kokonaisuudella saavutamme tuleville diplomi-insinööreille koulutuksen, jossa elektroniikan laitesuunnittelijat osaavat entistä paremmin ottaa pakkaus- ja tuotantotekniset asiat huomioon työssään ja päinvastoin. Kehittämistyö tämän uuden syventävien opintojen kokonaisuuden osalta jatkuu vuosia, ja pyrimme kehittämään sitä edelleen saadun palautteen perusteella.

4.3 Opetusmenetelmät

Elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan alan kursseilla tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään yhä erilaisempia opetusmenetelmiä. Kursseilla pyritään siihen, ettei samanlaiset harjoitustyöt toistu kurssilta toiselle, vaan opiskelijat kokeilevat erilaisia työskentelymenetelmiä opintojensa aikana. Pyrimme lisäämään kursseilla läpinäkyvyyttä niin, että eri kurssien opettajat tietävät paremmin mitä eri kursseilla opetetaan ja miten. Näin pyrimme luomaan yhtenäisemmän ja tiiviimmän, sekä paljon monipuolisemman kokonaisuuden opiskelijoille.

Elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetusta annetaan kuvassa 1 esitetyillä kursseilla. Näiden kurssien opettajien kesken tullaan jatkossa järjestämään säännölliset palaverit, jotta tieto siirtyy paremmin. Nyt on sovittu millaisia harjoitustöitä kullakin kurssilla järjestetään, ja Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssin työt on pyritty suunnittelemaan siten, että se havainnollistaa kaikkien näiden kurssien asiasisältöjä. Syventävien opintojen kokonaisuudessa tarjottavat kurssit ovat sellaisia, että niiden kaikkien esitietovaatimuksena on aineopintojen kurssi Elektroniikkalaitteen tuotesuunnittelu. Lisäksi suositellaan suoritettavaksi ensin Elektroniikan tuotantotekniikka, ja vasta sen jälkeen muut syventävien opintojen kurssit, joiden järjestyksellä ei ole suurta merkitystä. Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssin voi suorittaa yhtä aikaa syventävien opintojen kurssien kanssa.



Kuva 1. Elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan kurssit

Suunniteltuja opetusmenetelmiä kursseille ovat tähän mennessä olleet käytännön laboratorioharjoitukset muillekin kursseille kuin työkurssille, seminaarityöt, joissa työ koostuu kirjallisesta raportista ja esityksestä, ryhmätöistä ja yksilötöistä, sekä demoista. Näitä eri opetusmenetelmiä tullaan käyttämään elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetuksessa jatkossa yhdessä perinteisemmän luento-opetuksen kanssa, jossa voidaan myös opettajan harkinnan ja aihepiirien soveltuvuuden mukaan tehdä erilaisia ryhmätöitä ja harjoituksia.

Työkurssilla on tarkoitus korostaa opiskelijoiden itsenäisyyttä ja tutkivan oppimisen prosessia. Annettu työohje on lyhyt ja ytimekäs, jossa esitellään ongelma, joka tulisi selvittää. Siinä kerrotaan lyhyesti taustaa, jonka pohjalta opiskelijat lähtevät ratkomaan vaihtoehtoja ongelman ratkaisemiseksi. Työn assistentti auttaa heitä oikeaan suuntaan, ja yhdessä voidaan pohtia, miksi päädytään tiettyyn ratkaisuun. Valitettavasti assistentti joutuu useassa työssä ohjaamaan opiskelijoita tietyn ratkaisun suuntaan, koska laboratoriossa ei ole käytännössä mahdollista toteuttaa montaa erilaista ratkaisua. Erilaiset ratkaisut vaatisivat sellaisia laitteita, joita ei ole käytössä, ja tämä asettaa tietyt rajat kurssin toiminnalle. Työn suorituksen jälkeen työstä kirjoitetaan loppuraportti, jossa harjoitellaan työelämässä tarvittavia raportointitaitoja. Kurssille tehdään yleiset raportointiohjeet, joita noudattaen kurssin kaikkien töiden loppuraportit kirjoitetaan. Raporttia varten opiskelijat keräävät tausta-aineistoa, ja raportoivat sen pohjalta työn taustalla olevaa teoriaa, kertovat työn kulusta ja koejärjestelyistä, sekä raportoivat työn tulokset. Myös epäonnistuneet kokeilut ja väärät johtopäätökset tulee raportoida.

Työkurssin opetusmenetelmä tähtää kohti ongelmalähtöistä ja tutkivaa oppimista, toki sellaisin rajoituksin, joita opetettava ala luo kurssin toteutukselle. Jatkuva arviointi työssä kannustaa opiskelijoita tasaiseen suorittamiseen ja opiskeluun itseään, ei tenttiä varten. Toivomme, että tämä kurssi antaa esimerkkiä ja kannustaa muillakin kursseilla suuntaamaan opetusta tähän suuntaan.

5 Yhteenveto

Tässä kehittämishankkeessa tarkasteltiin yliopisto-opetuksen kehittämistyötä ja erityisesti opetussuunnitelmatyötä. Teoriaosassa paneuduttiin opetussuunnitelman laatimiseen ja sen vaikuttavuuteen, sekä erilaisiin opetusmenetelmiin, joita voidaan käyttää korkea-asteen opetuksessa. Työn alkuosassa pohdittiin myös, millaisia rajoituksia tai mahdollisuuksia eri alojen opetus opetusmenetelmille antaa. Täytyy muistaa, että eri alojen opetus vaatii opetusmenetelmiltä paljon, mutta se täytyy nähdä myös mahdollisuutena, jotta opetuksen laatu kehittyy. Yliopisto-opetuksessa tulee korostua myös tutkimuksellinen lähtökohta, sillä opetuksen tulee perustua tutkimukseen. Tämän nojalla voidaan myös korostaa tutkivan oppimisen toteutusta korkea-asteella.

Työssä kehitettiin elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opetusta Tampereen teknillisen yliopiston Elektroniikan laitoksella. Lähtökohtana kehittämistarpeelle oli opintokokonaisuuden vanhentunut yleisilme, vaikka opetettava asiasisältö sinänsä on hyvin ajantasaista. Tämän kehitystyön tekemiseksi perustettiin työryhmä laitoksen henkilökunnasta, jonka vetäjänä tämän kehittämishankkeen tekijä toimi.

Työn tuloksena syntyi uusi opintokokonaisuus, Elektroniikan tuotesuunnittelu, joka korvaa aiemman elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikan opintokokonaisuuden sekä elektroniikan laitesuunnittelu opintokokonaisuuden. Tällä tavalla valittavia opintokokonaisuuksia saadaan vähennettyä, ja samalla tuotua lähemmäksi kaksi toisilleen tärkeää elektroniikan osa-aluetta. Tulevaisuudessa yhä enemmän laitesuunnittelijan tulee ymmärtää elektroniikan pakkaus- ja tuotantoteknisiä asioita ja päinvastoin. Tämän vuoksi on perusteltua liittää nämä kaksi kokonaisuutta yhdeksi suuremmaksi opintokokonaisuudeksi.

Elektroniikan tuotesuunnittelu -opintokokonaisuuteen syntyi myös uusi kurssi, Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssi, jonka toteutusta on käsitelty tässä kehittämishankkeessa. Sen opetusmenetelmät tähtäävät tutkivan oppimisen malliin, jolla pyritään saavuttamaan syvää oppimista. Kurssin ensimmäisellä toteutuskerralla lukuvuonna 2010-2011 tullaan varmasti tekemään myös kompromisseja

opetusmenetelmissä, mutta kurssia tullaan kehittämään edelleen tulevien vuosien aikana. Tavoitteena on saada aikaan kurssi, jolla opiskelijat pääsevät itse tekemään ja kokemaan projektityöskentelyä itsenäisesti, mutta kuitenkin ammattitaitoisen opettajan ohjatessa heitä oikeaan suuntaan.

Tämän kehittämishankkeen ajatuksia voidaan hyödyntää myös muiden opintokokonaisuuksien suunnitelmissa ja uudistamistöissä. Myös kurssien toteutuksille voidaan toivottavasti saada ideoita, ja käyttää tämän kehittämishankkeen tuloksena syntyneiden kokonaisuuksien kokemuksista entistä parempia toteutuksia. Ajatuksia voidaan hyödyntää millä alalla hyvänsä, vaikkakin tässä hankkeessa on tarkasteltu nimenomaan elektroniikan alan opetusta.

Lähteet

- Ansela, M. 2007. Ollako vai eikö olla – opetuksen kehittäjä ja esimerkki opiskelijalle? Pedaforum: No. 1.
- ELE 2009. Elektroniikan laitoksen opetus. Viitattu 17.12.2009.
<http://www.ele.tut.fi/opetus/>
- Himanka, J. 2006. Tutkiva opetus ja J. V. Snellman. Peda-Forum: No. 1.
- Hukari, A., Himmanen, A. 2003. Miten tekkarin odotukset muuttuvat opintopolun varrella? Peda-Forum: No. 1.
- Ihonen, M. & Niemi, M. 2004. Millä lihaksilla? Opetuksen ja oppimisen kehittämisen resurssit ja haasteet suomalaisissa yliopistoissa. Peda-Forum: No. 2.
- Illeyefalvi-Vitéz, Z., Hajdu, I., Ripka, G. 2001. How to teach electronics packaging technology? Proceeding of the 24th International Spring Seminar on Electronics Technology: Calimanesti-Caciulata, Romania.
- Jaako, J. 2007. Opetuksen kehittäjän työ yliopistossa; kehittäjiä vai ”kehittäjiä”. Peda-Forum: No. 1.
- Karjalainen, A. 2003. Tutkintorakenneuudistus ja opetuksen kehittäminen. Peda-Forum: No. 1.
- Levander, L. M. 2007. Miten yliopisto-opetuksen kehittäjä kehittyy? Peda-Forum: No. 1.
- Lonka, K. 2004. Opetuksen kehittäminen akateemisena urana? Peda-Forum: No. 2.
- Meriläinen, M. 2006. Osaanko, tahdonko, jaksanko? Yliopisto-opettajat laadukkaan työn tekijöinä. Peda-Forum: No. 1.
- Mielityinen, I. (Toim.) 2009. Suomi tarvitsee maailman parasta insinööriosaaamista. Tekniikan akateemisten liitto (TEK): Forssan kirjapaino Oy.
- Nevgi, A. 2006. Tutkimukseen perustuva yliopisto-opetus. Peda-Forum, No. 1.
- Nevgi, A., Lindblom-Ylänne, S., Levander, L. 2009. Tieteenalakohtaiset erot opetuksellisissa lähestymistavoissa. Peda-Forum: No. 6-15.
- Nuutinen, A., Kumpula, H. (toim.) 1998. Opetus ja oppiminen tiedeyhteisössä. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- OPM 1998. Bolognan prosessi 1998. Viitattu 16.12.2009.
<http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/artikkelit/bologna/index.html>

Postareff, L., Lindblom-Ylänne, S. 2008. Variation in teachers' descriptions of teaching: Broadening the understanding of teaching in higher education. Learning and Instruction: Vol. 18.

TTY 2009a. Osaamistavoitteilla parempiin oppimistuloksiin. Tulostettu 16.12.2009.
https://www.tut.fi/tutka/opettajanhuone/Ohje_osaamistavoitteet_TTY_2009.pdf

TTY 2009b. Opinto-opas. Tulostettu 16.12.2009. <http://www.tut.fi/>

Virtanen, V., Ruohoniemi, M., Repo-Kaarento, S. 2007. Opetuksen kehittäjän monitahoinen rooli yliopistoyhteisössä. Peda-Forum: No. 2.

Liitteet

1 (4)

Liite 1: Elektroniikan tuotesuunnittelu –syventävien opintojen kokonaisuuden lopullinen suunnitelma

Opintokokonaisuuden tyyppi

Syventävät opinnot

Yhteyshenkilöt

Jukka Vanhala, Lauri Sydänheimo, Kati Kokko

Osaamistavoitteet

Sekä elektroniikan laitesuunnittelu että pakkaus- ja tuotantotekniikat ovat tärkeitä elektroniikan osa-alueita ja nivoutuvat nykypäivän elektroniikkatuotteissa kiinteästi yhteen. Elektroniikkaa sisältävää tuotetta suunniteltaessa myös mm. tuotteen koko ja luotettavuus, sekä soveltuvuus tuotantoon ovat tärkeitä seikkoja elektroniikan laitesuunnittelun ohella. Näinollen elektroniikan tuotesuunnittelu –syventävien opintojen kokonaisuus antaa valmiuksia koko elektroniikkatuotteen suunnittelulle. Opintokokonaisuutta voidaan painottaa joko laitesuunnitteluun tai pakkaus- ja tuotantotekniikkaan valinnaisten opintojen avulla.

Laitesuunnitteluun suuntautuessaan opiskelija osaa opintokokonaisuuden jälkeen suunnitella elektronisia piirejä ja laitteita, ja ymmärtää niiden toiminnan. Opiskelija osaa toimia asiantuntijana elektroniikan laitekehitysprojekteissa.

Pakkaus- ja tuotantotekniikkaan suuntautuessaan opiskelija osaa opintokokonaisuuden jälkeen vertailla ja analysoida laitteen toiminnan ja kokoonpanon kannalta keskeisiä materiaaleja, pakkauksia ja pakkaus- ja liitostekniikoita. Hän osaa suunnitella, ohjata ja kehittää tuotantotoimintaa.

Tutkinnot, joihin opintokokonaisuus voidaan sisällyttää

Automaatiotekniikan koulutusohjelma – Diplomi-insinöörin tutkinto

2 (4)

Signaalinkäsittelyn ja tietoliikennetekniikan koulutusohjelma – Diplomi-insinöörin tutkinto

Sähkötekniikan koulutusohjelma – Diplomi-insinöörin tutkinto

Esitietovaatimukset

Elektroniikan ammattiaiinekokonaisuus 25 op

Sisältö

Pakolliset opintojaksot

ELE-3120 Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssi 6-8 op

ELE-3200 Elektroniikan tuotekehitys 7 op

Mikäli opiskelija tekee diplomityönsä elektroniikan opintokokonaisuuteen, tulee hänen suorittaa kurssi ELE-1100 Elektroniikan diplomityöseminaari

Täydentävät opintojaksot (näistä valitaan niin, että opintokokonaisuus on 30 op:n laajuinen)

ELE-3150 EMC-suunnittelu 5 op

ELE-3300 Audioelektroniikka 4-7 op

ELE-3350 Mekatroniikan erityiskysymyksiä 5 op

ELE-3400 Sovelletun elektroniikan erityiskysymyksiä 5-6 op

ELE-4050 Elektroniikkatuotteen suunnittelun ympäristönäkökohtia 3 op

ELE-4100 Elektroniikan tuotantotekniikka 4 op

ELE-4120 Elektroniikan luotettavuus 5 op

ELE-4200 Elektroniikan materiaalit 5 op

ELE-4220 Elektroniikan uudet valmistusmenetelmät 4 op

ELE-4250 Elektroniikan miniatyrisointi 5 op

ELE-6050 RF-tekniikan perusteet I 5 op

ELE-6100 Suurtaajuustekniikan perusmittaukset 4 op

ELE-6300 Radiotaajuinen tunnistustekniikka 5 op

ELE-7050 Sulautetut prosessorisovellukset 5 op

ELE-7100 Moderni käyttöliittymäelektroniikka 5 op

ELE-7150 Näyttötekniikat 5 op

3 (4)

ELE-7200 Virtuaalitodellisuuden toteutustekniikat	5 op
ELE-8011 Langattomat sovellukset älykkäissä ympäristöissä	5-15 op
ELE-8021 Radiotunnistussovellusten erityiskysymyksiä	5-15 op
MOL-1410 Materiaalitieteen tutkimusmenetelmät 1	5 op
SMG-4100 Sähkömateriaalioppi	5 op
SMG-4200 Sähkömagneettisten järjestelmien lämmönsiirto	5 op
SMG-5260 Sähkömagneettiset häiriöt (EMI)	3 op
TTE-1011 Tuotantotekniikan perusteet	4 op
TTE-4011 Laatu- ja mittaustekniikat	4 op
TTE-5056 Assembly technologies and systems	6 op

Lisätiedot

Haluttaessa täydentää kokonaisuus **elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikkaan**, kannattaa valita mm. seuraavia opintojaksoja:

ELE-4050 Elektroniikkatuotteen suunnittelun ympäristönäkökohtia	3 op
ELE-4100 Elektroniikan tuotantotekniikka	4 op
ELE-4120 Elektroniikan luotettavuus	5 op
ELE-4200 Elektroniikan materiaalit	5 op
ELE-4220 Elektroniikan uudet valmistusmenetelmät	4 op
ELE-4250 Elektroniikan miniatyrisointi	5 op
MOL-3000 Materiaalitieteen fysikaaliset tutkimusmenetelmät	5 op
SMG-4100 Sähkömateriaalioppi	5 op
SMG-4200 Sähkömagneettisten järjestelmien lämmönsiirto	5 op

Painotettaessa enemmän tuotantotekniikkaan, voi valita:

TTE-1010 Tuotantotekniikan perusteet	5 op
TTE-4010 Laatu- ja mittaustekniikat	5 op
TTE-5026 Assembly automation	5 op

Elektroniikan laitesuunnitteluun suuntauduttaessa kannattaa valita seuraavia opintojaksoja:

ELE-3050 CAE elektroniikassa	3 op
ELE-3150 EMC-suunnittelu	5 op

4 (4)

ELE-3300 Audioelektroniikka	4-7 op
ELE-3350 Mekatroniikan erityiskysymyksiä	5 op
ELE-3400 Sovelletun elektroniikan erityiskysymyksiä	5-6 op
ELE-6050 RF-tekniikan perusteet I	5 op
ELE-6100 Suurtaajuustekniikan perusmittaukset	4 op
ELE-6300 Radiotaajuinen tunnistustekniikka	5 op
ELE-7050 Sulautetut prosessorisovellukset	5 op
ELE-7100 Moderni käyttöliittymäelektroniikka	5 op
ELE-7150 Näyttötekniikat	5 op
ELE-7200 Virtuaalitodellisuuden toteutustekniikat	5 op
ELE-8011 Langattomat sovellukset älykkäissä ympäristöissä	5-15 op
ELE-8021 Radiotunnistussovellusten erityiskysymyksiä	5-15 op
SMG-5250 Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC)	3 op

Liite 2: Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssin lopullinen suunnitelma

ELE-3120 Elektroniikan tuotesuunnittelun työkurssi 6-8 op
(Laboratory of electronics device design)

Vastaavuustieto: Kaksisuuntainen A=B kurssin ELE-3100 Sovelletun elektroniikan työkurssi ja ELE-5200 Elektroniikan miniatyrisoinnin työkurssin kanssa

Opintojakson tyyppi: Syventävät opinnot

Vastuutaho: Elektroniikan laitos

Vastuuhenkilöt: Jouko Heikkinen ja Kati Kokko

Kurssi soveltuu kaikille elektroniikan tuotesuunnittelun ja elektroniikan materiaalit – syventävien pakettien opiskelijoille. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kurssilla on valittavana töitä sekä elektroniikan pakkaus- ja tuotantotekniikasta että laitesuunnittelusta. Jokainen työ arvotetaan omaksi opintopistemääräkseen, ja opiskelija kokoaa töistä paketin, joka vastaa hänen haluamaansa opintopistemäärää. Kurssin voi suorittaa 6-8 op:n laajuisena.

Kurssilla jokainen opiskelija saa vapaasti valita tarjottavista töistä hänelle mieluisensa työt. Mikäli kurssin enimmäispistemäärä ylittyy, voi hän saada kuitenkin vain 8 op kurssista.

- Jokaisella työllä on oma assistentti, joka vastaa ko. työstä.
- Työt tehdään pareittain. Työohjeessa on ohje, jonka mukaan työn jälkiselostuksessa täytyy olla kuvaus, miten työn tekeminen on jakautunut työparin kesken (eli mitä kumpikin on tehnyt).
- Jokainen työ arvostellaan asteikolla 0-5.

Jokaisella periodilla on tarjolla vähintään yksi laitesuunnitteluun liittyvä työ ja yksi pakkaus- ja tuotantotekniikkaan liittyvä työ.

2(3)

- Töitä tulee koko kurssilla olla tarjolla niin paljon, että opiskelija pystyy suorittamaan koko kurssin tekemällä vain joko laitesuunnittelun tai pakkaus- ja tuotantotekniikan töitä.
- Yhdellä periodilla voi kuitenkin olla enemmänkin töitä tarjolla, mikäli mahdollista.

Kurssin aluksi järjestetään aloitusluento, joka on kaikille pakollinen.

- Aloitusluennolla käydään mm. kurssin suoritukseen liittyvät asiat, yleiseen laboratoriokäyttäytymiseen liittyvät asiat, ja dokumentointiohjeet jälkiselostuksia varten.
- Aloitusluennolla voi myös ohjeistaa töiden valitsemista, jos suuntautuu esim. laitesuunnitteluun.
- Vaihtoehtona aloitusluennolle on alkukuulustelu, joka tulee suorittaa hyväksytysti. Siinä varmistetaan, että mm. dokumentointitaidot ja laboratoriotyöskentelytavat ovat riittävällä tasolla. Tämä arvostellaan hyväksytty/hylätty.

Kurssilla ei ole tenttiä. Kurssista annetaan arvosana, joka määräytyy töistä saatujen arvosanojen mukaan. Töiden arvosanat painotetaan töiden opintopistemäärän mukaisesti.

Töitä kurssille:

Teholähdetyö, osa 1	2op
Teholähdetyö, osa 2	2op
Ohjelmoitava logiikka	1op
EMC-testaustyö	1op
Tuoteanalyysi	1op
Elektroniikan materiaalit	2op
Pudotustestaustyö	2op
Jetting of ink	1op
Performance of inkjetted Ag-nanoparticles	2op

3(3)

Työstä voi pitää aloitusluennon ko. periodin alussa, mikäli tarve vaatii. Tämän saa päättää työstä vastaava assistentti.

Töitä voisi olla enemmän tarjolla, kuin mitä tarvitaan kurssin suorittamiseksi. Näin opiskelija saa enemmän valinnanvapautta. Töitä voi tietysti suunnitella lisää tulevana lukuvuosina, ja samalla sitten karsia pois myös vähiten kiinnostavia töitä.