



# **Opettajankoulutuksen kehittämishanke**

**Elektroniikan perusteiden opintomateriaali  
lentokonealan B1 perustutkinto-opetuksessa**

Seppo Huittinen

2009

SEPPÖ HUITTINEN: Elektroniikan perusteiden opintomateriaali lentokonealan B1 perustutkinto-opetuksessa  
24 sivua + 4 liitesivua  
Opettajankoulutuksen kehittämishanke  
Ryhmän opettaja: Kosti Nivalainen  
Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu  
Toukokuu 2009  
Avainsanat: lentokoneala, elektroniikka, opintomateriaali, ongelmalähtöinen oppiminen

## TIIVISTELMÄ

Tässä kehittämishankkeessa tarkastellaan opintomateriaalin ja erilaisten opetusmenetelmien käyttöä elektroniikan opetuksessa toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa lentokonealalla. Tarkastelun näkökulmana on mm. opintomateriaalin suhteuttaminen alan vaatimuksiin, materiaalin ja siihen sisältyvien harjoitteiden sekä niiden suoritusarvon merkitys opiskelijoiden opiskelumotivaatioon ja oppimistuloksiin. Tarkastelussa opintomateriaalilla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka koostuu opiskelijoille tuotetusta teoriasisältöisestä tietolähteestä, eli **opintomateriaalista** ja oppimateriaalia konkretisoivista **opetusvälineistä**.

Hankkeen tavoitteena oli tuottaa Savon ammatti- ja aikuisopiston lentokonealalle elektroniikan perusteiden opetukseen kurssivaatimusten mukainen opintomateriaali, joka tukee myös muiden moduuleiden opiskelua. Opintomateriaaliin kuuluu aihealueen teoriaosuuden kattava tekstiosa, joka soveltuu myös itseopiskeluun, sekä kurssin eri osakokonaisuuksiin kuuluvia ja osakokonaisuuksia yhdistäviä harjoitustehtäviä.

Elektroniikan perusteet – kurssi (2 ov) pidettiin vuonna 2007 aloittaneille oppilaille tällä materiaalilla. Aikaisemmilla kursseilla käytetyn perinteisen frontaaliopetuksen lisäksi kurssiin sisällytettiin ryhmätehtäviä ongelmalähtöistä oppimista soveltaen sekä pienryhminä suoritettuja käytännön harjoitteita. Aikaisemmista kursseista poiketen kurssiin kuuluvat tentit järjestettiin osin ryhmä- ja osin yksilötentteinä. Opiskelijoille tehtiin kummankin yhden opintoviikon laajuinen opintokokonaisuuden päätteeksi kurssista palautekysely, joista ensimmäiseen

vastasi 18, ja jälkimmäiseen 17 opiskelijaa. Saadun palautteen perusteella sekä opiskelumateriaali, että – tapa saivat opiskelijoilta hyvän vastaanoton. Myös poikkeavat koejärjestelyt koettiin mielekkääksi.

Kurssin arviointi tehtiin kahdella kokeella, joista molemmat toteutettiin pienryhmätenttinä, jossa ryhmän koko oli 2 – 3 opiskelijaa. Kurssikokeet kuuluvat toisen asteen arviointiin. Lentokonealan koulutus tähtää lentokonemekaanikon lupakirjan teoriaosuuden suorittamiseen, jonka tällä opintomateriaalilla opiskellut vuosikurssi ALEN07 suorittaa elektroniikan osalta kevään 2009 aikana.

Kehityshanke tuotti opintomateriaalia lentokonealalle, kuten hankkeen tavoitteena oli. Hankkeen aikana, opintomateriaalia valmistamassa tuli useaan otteeseen pohdittua hanketta myös laajemmassa yhteydessä: miten käyttää materiaalia, kuinka kytkeä siihen erilaisia harjoitteita ja millaisia opiskelutapoja materiaali tukee. Opintomateriaalin valmistamisen yhteydessä tuli siis pohdittua myös oppimisen prosesseja. Sitä mukaa kun kehityshankkeen valmistuminen eteni, se laajeni kurssisuunnitelman laatimiseen opintomateriaalille.

## SISÄLLYSLUETTELO

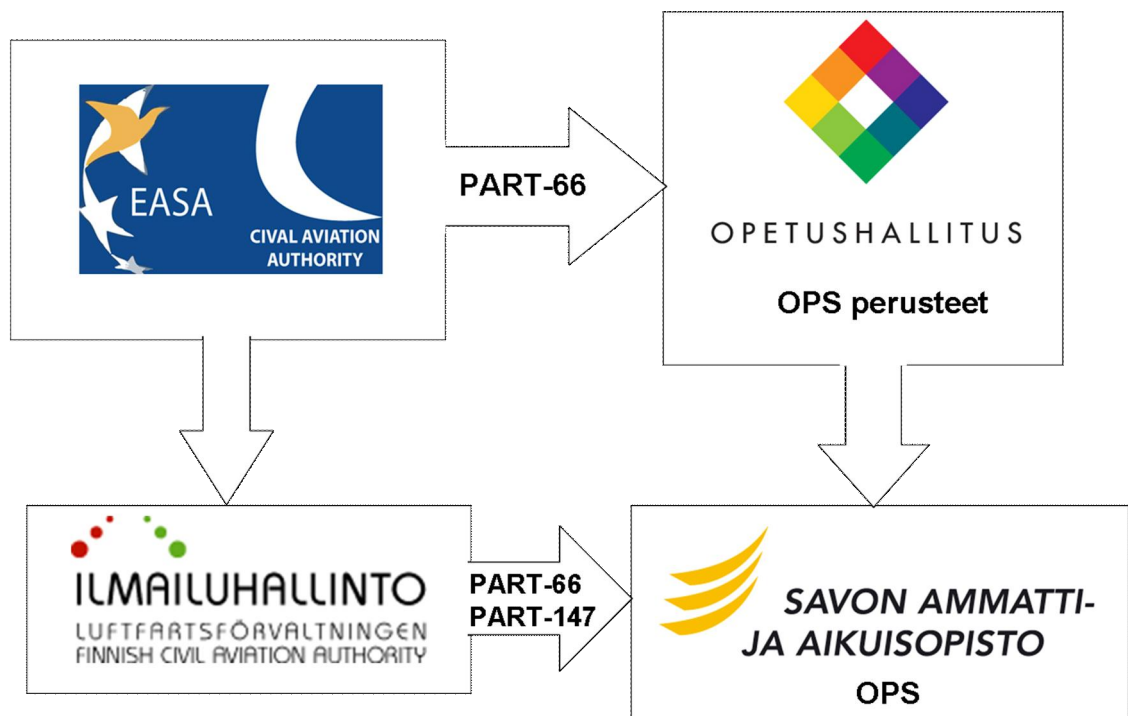
TIIVISTELMÄ.....	1
1 JOHDANTO.....	4
2 OPINTOMATERIAALIN KÄYTTÖ OPETUKSESSA.....	7
3 KEHITTÄMISHANKKEEN TOTEUTTAMINEN.....	10
4 ELEKTRONIIKAN PERUSTEIDEN OPINTOMATERIAALIN SISÄLTÖ.....	11
4.1 Tutkinnon opintosuunnitelman mukaiset perusteet.....	11
4.2 Elektroniikan perusteiden opintomateriaali.....	13
4.3 Harjoitustehtävät.....	15
4.4 Työharjoitteet.....	17
5 OSAAMISEN JA OPPIMISEN ARVIOINTI.....	17
6 OPISKELIJOIDEN PALAUTE OPETUKSESTA.....	18
6.1 Palaute opiskelun järjestelyistä.....	18
6.2 Palaute opiskelumateriaalista ja kurssista.....	19
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	21
LÄHTEET.....	24
LIITTEET.....	25

## 1 JOHDANTO

Savon ammatti- ja aikuisopistossa lentokonealalla annettava koulutus tähtää toisen asteen tutkinnon lisäksi Euroopan ilmailuviranomaisen EASA:n (European Aviation Safety Agency) vaatimusten mukaiseen kansainväliseen ilma-alusten huoltohenkilöstön B1 - luokan lupakirjaan. B1 – luokan lupakirjakirjakoulutus painottuu lentokoneen voimalaitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin, sekä rajoitetuilta osin koneen sähkö- ja elektroniikka järjestelmiin.

Lentokonealan koulutusorganisaation toiminnalliset vaatimukset on esitetty EU-komission asetuksen 2024/2003 liitteessä 4, josta ilmailukieleen on vakiintunut nimitys Part-147. Koulutuksen sisältö määrätään EU-komission asetuksen 2024/2003 liitteessä 3 osassa 66, josta ilmailukielessä käytetään englanninkielistä termiä Part-66. Lentokonealan koulutuksen järjestäminen edellyttää kotimaisen ilmailuviranomaisen, Ilmailuhallinnon myöntämää koulutuslupaa. Koulutusluvan saaminen edellyttää, että koulutuksen tarjoaja on kehittänyt, määritellyt ja dokumentoinut toimintansa ja koulutuksen sisällön Part-147/66 vaatimuksia vastaavaksi. Koulutuksen tarjoaja määrittelee toimintansa koulutuskäsikirjassa. Ilmailuviranomainen valvoo auditoinnein, että koulutus toteutuu koulutuskäsikirjassa kuvatuilla prosesseilla, ja että käsikirja vastaa Part-147 vaatimuksia. Ilmailuhallinnon toimintaa valvoo Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA (European Aviation Safety Agency).

Lentokonealan koulutuksen sisältö ja tavoitteet määritellään Opetushallituksen lentokoneasennuksen opetussuunnitelman perusteissa (OPH:n määräykset 10.3.2000 nro 40/011/00 ja muutos 15.6.2007 nro 17/011/2007). Opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat Euroopan lentoturvallisuusviraston, EASA:n (European Aviation Safety Agency), määräyksiin. Määräävä asiakirja on EU-komission asetus 2024/2003, osa 66, josta ilmailukieleen on vakiintunut englanninkielinen termi Part-66 (Savon ammatti- ja aikuisopisto. 2006, 70). Lentokonealan opetussuunnitelmaan vaikuttavien viranomaisten määräys- ja valvontasuhteet on esitetty kuvassa 1.



**Kuva 1. Lentokonealan opetuksen määräävät ja valvovat viranomaiset**

Lentokonealalle tarkoitettua suomenkielistä opintomateriaalia on tarjolla rajallisesti. Tämän johdosta 2000-luvun alussa alan koulutusta tarjoavat oppilaitokset valmistivat ESR-rahoituksen avulla yhteistyöprojektina opintomateriaalipaketit niihin opetusmoduuleihin joihin ei ollut saatavilla suomenkielistä kirjallisuutta. Valmistettu opintomateriaali on pääasiassa oppilaille jaettavaa oppimateriaalia, josta jatkossa käytetään nimitystä ***jakomateriaali*** silloin kun oppimateriaalilla tarkoitetaan kurssia varten opiskelijoille valmistettua teoriasisältöistä tietolähdettä.

Opintomateriaalin koostamisesta yhteistyöprojektissa olivat vastuussa kunkin osamoduulin vastuopettajat. He vastasivat myös siitä, että valmistettu materiaali vastasi Part-66 vaatimuksia. Sähköalan alueita, mm. analogiaelektronikka jätettiin tämän hankkeen ulkopuolelle, koska näistä aiheista oli olemassa yleisteoksia.

Elektroniikan perusteiden kurssin laajuus lentokonealalla on kaksi opintoviikkoa, ja se on osaltaan perustana muissa moduuleissa opettavien, elektroniikkaa sisältävien lentokonejärjestelmien opiskelulle. Kurssin sisältö ja aiheiden käsittelyn syvyys on määritelty

Part-66:ssa kolmella tietovaatimustasotunnuksella. Elektroniikan perusteet opetetaan moduulissa 4 tasolla 1 ja 2, joiden tietotasovaatimukset Part-66 määrittelee seuraavasti:

#### TASO 1

*Aiheen peruselementtien tuntemus.*

*Tavoitteet: Hakijan on tunnettava aiheen peruselementit.*

*Hakijan on kyettävä esittämään koko aiheen yksinkertainen kuvaus tavallisia sanoja ja esimerkkejä käyttäen.*

*Hakijan on osattava käyttää tavanomaisia termejä.*

#### TASO 2

*Yleiset teoreettiset ja käytännön tiedot aiheesta.*

*Kyky soveltaa näitä tietoja.*

*Tavoitteet: Hakijan on ymmärrettävä aiheen teoreettiset perusteet.*

*Hakijan on kyettävä esittämään koko aiheen yleinen kuvaus käyttäen sopivia tyypillisiä esimerkkejä.*

*Hakijan on osattava käyttää aihetta kuvaavien fysiikan lakien yhteydessä esiintyviä matemaattisia kaavoja.*

*Hakijan on kyettävä tulkitsemaan ja ymmärtämään aihetta kuvaavia luonnoksia, piirustuksia ja kaavioita.*

*Hakijan on osattava soveltaa tietojaan käytäntöön käyttäen tarkkaan määrättyjä menettelyjä.*

(Euroopan unionin virallinen lehti 2042–2003 LIITE III Osa 66, marraskuu 2003)

Elektroniikan perusteisiin on olemassa useita suomenkielisiä oppikirjoja, mutta lentokonealan opetuksen tarpeita ne eivät sellaisenaan vastaa. Nämä oppikirjat ovat suunnattu elektroniikka- tai sähköalan opiskelijoille ja näin ollen yleiset perusteet käsitellään kurssin tietotasovaatimukseen nähden liian lavasti. Lentokonealalle olennaisia alueita yleisteoksissa jätetään joko kokonaan käsittelemättä, tai käsittelystä puuttuu yhteys lentokonetekniikkaan. Aikaisempien kurssien opiskelijoiden mielestä on ollut kohtuutonta ostaa useiden kymmenien eurojen arvoinen oppikirja, jonka sivumäärästä on opiskeluun käytetty vain kolmannes.

Alalle on olemassa englanninkielistä kirjallisuutta hyvinkin paljon, esim. amerikkalainen ilmailualan suuryritys Jeppesen tuottaa oppikirjoja sekä lentäjien, että tekniikan koulutukseen. Englantilainen Oxford Aviation Academy tuottaa lähinnä lentäjille suunnattua, mutta myös tekniikan henkilöstölle perusteiden opetukseen soveltuvaa kirjallisuutta ja inter-

aktiivista opintomateriaalia. Kummassakin esimerkissä ongelmana on kieli: alan peruskoulutuksessa oppilailta ei voida edellyttää niiden käytössä tarvittavan erityissanaston hallintaa. Amerikkalaisen materiaalin kohdalla käytettävyyttä rajaa myös se, että virran kulku esitetään päinvastoin kuin Euroopassa.

Eräs keskeisistä oppimiseen vaikuttavista tekijöistä on oppilaan motivaatio (Peltonen, M. 1981, 89). Opettajakoulutuksessa motivaatiota, ja eri motivaatiotekijöitä tarkastellessa esiinnoitteita tekijöitä ovat olleet mm. opetuksen innostavuus, opintomateriaalin kiinnostavuus ja ajantasaisuus sekä opetuksen mitoittaminen oppilaiden lähtötasoa vastaavaksi. Eräänä opiskelumotivaation rakennusaineena näkökulmapohdinnoissa opettajakoulutuksen aikana nousi esiin opettajan, opetusmenetelmän ja opintomateriaalin kyky vastata oppilaiden usein esittämään kysymykseen ”mihin tätä tarvitaan”?

Kehittämishankkeena rakennettuun kurssiin sisältyvät oppilaiden jakomateriaali, teoriaan liittyvät harjoitustehtäviä, työharjoitteita ja aikaisemmasta menettelyistä poikkeavat koejärjestelyt. Avaintekijöinä kurssia laadittaessa ovat olleet konstruktivismi ja ongelmalähtöinen oppiminen sovellettuna.

## 2 OPINTOMATERIAALIN KÄYTTÖ OPETUKSESSA

Opintomateriaali käsitteenä voidaan jakaa oppimateriaaliin ja opetusvälineisiin. Näistä oppimateriaali tarkoittaa tietolähdettä, joka sisältää opiskeltavan aineen oppiainesta. Opetusväline taas on esine, laite tai vaikka simulointiohjelma, jolla materiaalia esitetään ja havainnollistetaan. Näiden avulla opetuksessa tuetaan ja konkretisoidaan opetussuunnitelman toetutumista käytännössä (Uusikylä & Atjonen, 2000, 140).

Uusikylä ja Atjonen (2000,140) esittävät määritelmän, jonka mukaan oppiaineksen tulee välittyä oppilaille ja aikaansaada heissä sellaisia elämyksiä ja oppimiskokemuksia, joiden seurauksena syntyy tavoitteiden mukaisia, pysyväisluontoisia tietojen ja taitojen muutoksia. Tässä määrittelyssä esitetään oppimateriaalin ydintehtävät opetus-opiskelu-oppiminen-prosessissa. Tällainen määrittely tukee myös niitä käsityksiä, jotka opettajakoulutuksen aikana ovat opettamisen ja opettajuuden eri teemoja käsitellessä nousseet



esiin. Opetuksen, ja myös oppimateriaalin tulisi korostaa tavoitteellisuutta ja tukea elämyksellisyyttä ja kokemuksellisuutta. Hyvä oppimateriaali ei ole luonteeltaan vain tentteihin valmistavaa, eli sen tavoitteena ei voi olla vain pinnallisen ja ”nopean” tiedon lisääminen (Uusikylä & Atjonen, 2000: 141 – 142).

Oppimateriaalilla on keskeinen merkitys siinä, kuinka opetussuunnitelma realisoituu opetuksessa. 1980-luvun opetusviranomaiset eivät ole kontrolloineet sitä, että kouluissa käytettävät oppikirjat noudattavat opetussuunnitelmaa. Nykyisin oppimateriaalien tekijöiden *ohjenuorana* ovat valtakunnallisen opetussuunnitelman *perusteet*. Oppimateriaalin valinnassa opettajilta edellytetään suurta asiantuntemusta, sillä esim. keskitetyt kustannetut oppikirjat eivät välttämättä vastaa koulun opetussuunnitelman tarpeita. Toisaalta, oppikirjan tekijöiden on otettava huomioon, että materiaalia käyttävät erilaiset opettajat erilaisissa oloissa, mahdollisesti hyvinkin erilaisten oppilasryhmien kanssa. Yksittäisten tuntien ja pitkäkestoisempien opetusjaksojen suunnitteluun on usein tukena oppimateriaalin rinnalla opettajanoppaita, joissa opintomateriaalin laatijat ovatideoineet erilaisia aiheiden käsitteilytapoja (Uusikylä & Atjonen, 2000: 143 – 144).

Oppimateriaaleja arvioitaessa tärkeimpänä kriteerinä voidaan pitää sitä, kuinka materiaali soveltuu opetustapahtumaan. Oppimateriaalilla on oltava yhteys opetus-oppimis-oppiminen – prosessiin niin, että materiaali on loogisesti ja psykologisesti oikein rakennettua. Toisin sanoen asiasisällön täytyy edetä järkevästi. Materiaalissa opetettavan asian täytyy olla sopivasti jaksotettua ja tarkoituksenmukaisesti painotettua. Sen täytyy myös olla oppijan kehityspsykologiselle tasolle sopivaa, ja mahdollistaa mielekästä syväsuuntautunutta oppimista. Oppilaan näkökulmasta hyvä oppimateriaali on sellaista, joka herättää kiinnostuksen käsiteltävään aiheeseen. Vain kiinnostus opittavaan asiaan mahdollistaa oppimisen, sen takia materiaalin tulee olla aktivoivaa ja motivoivaa (Uusikylä & Atjonen, 2000: 142 – 144).

Hyvä oppimateriaali ei pelkästään ole hyvän oppimistapahtuman tae. Opettajalla on merkittävä vaikutus siihen, millaisessa roolissa oppimateriaali on opetuksessa. Asioiden innostava esitystapa ja materiaalissa esitettyjen asioiden laaja-alainen ja luova käsittely ovat opetuksessa liki samanarvoisia kuin materiaali itse. Vastaavasti, kaavamainen ja urautunut materiaalin käyttö latistaa materiaalin antia, olipa se kuinka hyvin laadittua tahansa (Uusikylä & Atjonen, 2000: 145).

Oppimateriaalin tehtävät määräytyvät opiskeltavasta aineesta ja opiskelun tavoitteista. Perustehtävänä oppimateriaalilla on oppimisen virittämisessä ja tukemisessa. Hyvä oppimateriaali on kysymyksiä asettavaa, houkuttelee etsimään vastauksia ongelmiin ja mahdollistaa toimintaa. Opiskeltavan aiheen sisällön selvittämisen lisäksi oppimateriaalista on takaisinkytkentä oppijaan, toisin sanoen materiaalin kautta oppija saa palautetta omasta edistymisestään. Lisäksi hyvään materiaaliin sisältyy oppijan kulloisellekin tasolle mitoitettuja, riittävän haasteellisia tehtäviä (Uusikylä & Atjonen, 2000: 142).

Oppimateriaaleista eniten kritiikkiä osakseen saanut ryhmä on oppikirjat. Kirjoja oppimateriaalina pidetään itsestäänselvyytenä. Kirjoilla on merkittäviä etuja oppimateriaalina, mutta samalla niihin voi sisältyä pedagogisesti merkittäviä heikkouksia. Hankalaksi oppikirjan käyttö tulee, kun kirjassa käytetty kieli ja käsitteistö ja oppilaan omaksumiskyky eivät kohtaa. Tässä on suuri merkitys sillä, että oppimateriaalia valmistettaessa otetaan huomioon opettajilta saatu palaute. Mikäli opettaja käyttää oppikirjaa ja siihen liittyvää opettajanopasta tiukasti materiaalin laatijan ehdotusten mukaisesti, opetuksessa ei välttämättä oteta huomioon erilaisten oppilasryhmien tarpeita (Uusikylä & Atjonen, 2000: 145 – 146).

Oppikirjoja on moitittu myös siitä, että niiden tieto vanhenee. Toisaalta, reaaliaikaisesti päivittyvän materiaalin käyttäminen saattaa tehdä opetuksesta linjatonta, ja on vaara että opetettavalle asialle keskeisten kysymysten käsittely ei painotu riittävästi. Oppikirjaa voidaan päivittää soivalla oheismateriaalilla (Uusikylä & Atjonen, 2000: 146).

Oheismateriaaliin kuuluu mm. kirjoihin liittyvät työkirjat. Näitä on joskus arvosteltu siitä, että niiden tehtävät ovat kaavamaisia, ja faktoja metsästäviä. Huonoimmillaan tehtävissä haetaan oppikirjasta suoria tekstilainauksia. Hyvin laaditut lisätehtävät kannustavat oppilaan omaa ajattelua ja opitun asian tulkintaa (Uusikylä & Atjonen, 2000: 147).

### 3 KEHITTÄMISHANKKEEN TOTEUTTAMINEN

Lentokonealan koulutus tähtää toisen asteen tutkinnon lisäksi kansainväliseen B1-lentokonemekaanikon lupakirjaan. Kehityshankkeen tavoitteena on tuottaa Part-66 moduulin 4, elektroniikan perusteiden kurssi (2 ov.), jonka vastaa tietotasovaatimuksiltaan B1-lupakirjavaatimusten tasoa. Kurssimateriaalin sisältö ja kurssin harjoitteiden tarkoituksena on tukea myös sellaisten moduuleiden opiskelua, jotka sivuavat elektroniikan perusteissa opetettuja alueita. Esimerkkeinä näistä voisi mainita esim. mittari-, hydraulinen ja lennonohjausjärjestelmät. Valmiiseen hankkeeseen kuuluu aihealueen teoriaosuuden kattava jakomateriaali joka soveltuu myös itseopiskeluun. Opiskelumateriaalin tuottamisen lisäksi, hankkeeseen kuului myös harjoitustehtävien ja työharjoitteiden laatiminen.

Koska lentokoneala, johon opiskelijat ovat valmistumassa, on hyvin leimallisesti tiimityötä, painottuu kurssin suoritus ryhmätöihin. Kurssiin sisältyvät teoria tehtävät ja työharjoitteet tehtiin pareittain tai 3 – 4 opiskelijan pienryhmissä. Uutena kokeiluna sekä opiskelijoille että koululle olivat kurssin kokeet, jotka niin ikään järjestettiin pienryhmätenttinä.

Opiskelijoilta pyydettiin vapaamuotoinen palaute kurssin ensimmäiseltä jaksolta kurssikokeen yhteydessä, ja kurssin jälkimmäisen jakson jälkeen oppilailta pyydettiin arvio kurssista kyselyllä, jossa esitettiin kymmeneen väittämään oppilaat vastasivat viisiporraisella ”täysin samaa mieltä – täysin eri mieltä” akselilla olevilla vaihtoehdoilla. Ensimmäiseen kurssikokeeseen osallistui 18 oppilasta, joista jokainen antoi palautteen. Jälkimmäiseen kyselyyn vastauksia tuli 17.

Vapaamuotoisten palautevastausten perusteella on hankala tehdä syvällistä analyysiä, sillä osa vastauksista oli niukkoja tyyliin ”ihan OK”. Saatujen vastausten (N = 18) perusteella kurssi koettiin pääsääntöisesti sisällöltään mielenkiintoiseksi, ja kurssimateriaali selkeäksi. Erityisen suuri merkitys oppilaille oli käytännön harjoituksilla, sillä ensimmäisessä kyselyssä selkeänä miinuksena esiin nousi käytännön harjoitusten vähyys. Lähes jokainen vastaaja (N = 13) kiinnitti tähän huomiota. Vastaavasti, jälkimmäisessä kyselyssä labraharjoituksia koskevissa väittämässä vastausten keskiarvo painottui asteikon ”täysin samaa mieltä” päähän.

Ryhmätehtävät ja koejärjestelyt koettiin liki poikkeuksetta myönteisiksi. Koejärjestelyistä vapaamuotoisissa palautteissa oli vain yksi negatiivisesti sävyttynyt kommentti. Tässä kommentissa vastaaja kertoi olleensa helpottunut siitä, että hänen ryhmänsä kokeessa oli homogeeninen. Vastaajan mukaan olisi ollut kohtuutonta, jos joku olisi saanut hyvän arvosanan ilman omia ansioitaan.

Kurssimateriaalin ja itse kurssin onnistumista voidaan tässä vaiheessa arvioida ainoastaan yhden luokan kurssikokeiden tulosten ja oppilaiden antaman palautteen perusteella. Lupa-kirjakokeiden tulosten perusteella arviointi voidaan tehdä vasta keväällä 2009. Syksyllä 2007 aloittanut ALEN07 luokka oli ensimmäinen, jonka elektroniikan kurssi vietiin läpi tällä materiaalilla. Kurssikokeiden keskiarvojen perusteella tämä luokka menestyi paremmin, kuin edellinen luokka. Tämä tosin ei vielä mittaa materiaalin tasoa, sillä ALEN07 luokan pääsykokeiden tulokset olivat huomattavasti edellistä luokkaa korkeammat: vain viisi edellisen luokan oppilasta olisi saanut opiskelupaikan pääsykoepisteillään ALEN07-luokalta.

## 4 ELEKTRONIIKAN PERUSTEIDEN OPINTOMATERIAALIN SISÄLTÖ

### 4.1 Tutkinnon opintosuunnitelman mukaiset perusteet

Elektroniikan perusteiden opetuksen pohjana on Savon ammatti- ja aikuisopiston opetussuunnitelma. Opinnot muodostuvat 17:sta moduulista, jotka muodostavat viisi opintokokonaisuutta. Kukin moduuli on jaettu yhteen tai useampaan opintojaksoon, laajuudeltaan 1 – 3 opintoviikkoa. Moduulien sisältö on määritelty Part-66:ssa. Opintojen kesto on Part-66:n mukaan vähintään 2400 tuntia. Tuntivaatimuksen johdosta osa valinnaisista opinnoista on määritelty ammatillisiksi aineiksi, jotka kuuluvat kiinteästi Part-66:ssa määrättyihin opintoihin. Elektroniikan perusteet kuuluvat osana 20 opintoviikon laajuiseen II-mailun perusteet – kokonaisuuteen.

Lentokoneasennuksen perustutkinto on laajuudeltaan 120 opintoviikkoa. Opintokokonaisuus koostuu ns. yhteisistä, ammatillisista, ja vapaasti valittavista aineista. Ammatillisten

aineiden osuus opintokokonaisuudesta on 90 opintoviikkoa (Savon ammatti- ja aikuisopisto. 2006, 66)

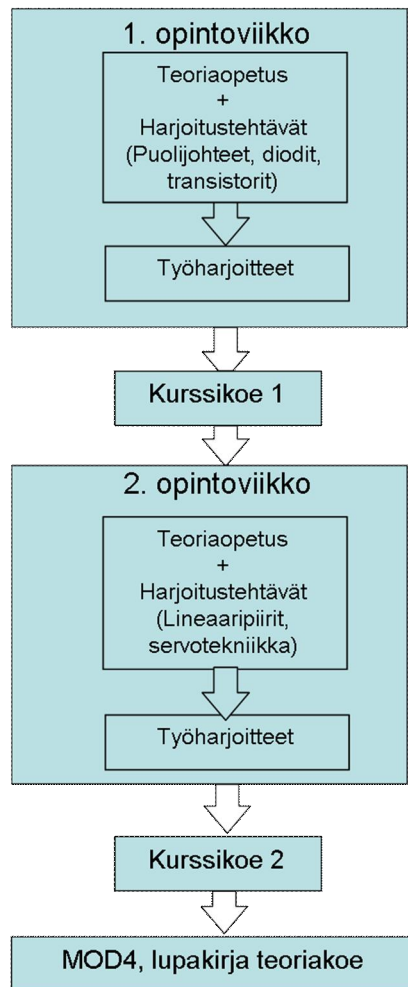
Lentokonealan ammatillisten aineiden opiskelussa perehdytään lentokoneiden rakenteisiin ja järjestelmiin; moottoreihin, mittareihin ja laitteisiin, lentokoneen huoltoihin, vikakorjauksiin ja laitevaihtoihin. Noin puolet opiskelusta on teoriaopetusta ja toinen puoli käytännön harjoittelua. Käytännön harjoittelu toteutetaan koulun omilla lentokoneilla ja havaintomateriaaleilla, sekä 20 viikon työssäoppimisena aidossa lentokonehuoltoympäristössä (Savon ammatti- ja aikuisopisto. 2006, 66)

Lentokonealan koulutus on määritelty Opetushallituksen lentokoneasennuksen opetussuunnitelman perusteissa (OPH:n määräykset 10.3.2000 nro 40/011/00 ja muutos 15.6.2007 nro 17/011/2007). Opetussuunnitelman perusteet puolestaan pohjautuvat Euroopan lentoturvallisuusviraston, EASA:n (European Aviation Safety Agency), määräyksiin. Määräävä asiakirja on EU-komission asetus 2024/2003, osa 66, josta ilmailukieleen on vakiintunut englanninkielinen termi Part-66 (Savon ammatti- ja aikuisopisto. 2006, 70)

Part-66 määrittelee eri aiheille tietotasovaatimukset. Nämä tasovaatimuksen määräävät ilma-alusten huoltohenkilöstön lupakirjakirjan edellyttämien teoriakokeiden tietotasovaatimukset, ja samalla aiheiden opetuksen syvyyden. Part-66 määrittelee kolme tietotasovaatimusta, joiden keskeinen sisältö on:

- Taso 1, aiheen perusteiden tuntemus
- Taso 2, aiheen perusteiden tuntemus soveltavalla tasolla
- Taso 3, aiheen perusteellinen tuntemus käytäntöön soveltavalla tasolla

Kurssi jakaantuu kahden opintoviikon kokonaisuuteen. Kummassakin teoriaosuuteen on sisällytetty harjoitustehtäviä. Kurssiin kuuluu käsiteltyyn teoriaan liittyviä työharjoitteita. Kummankin kokonaisuuden jälkeen on kurssikoe. Kun koko elektroniikan perusteiden kurssi on käyty läpi, oppilaat suorittavat Part-66:n mukaisen moduulin 4 lupakirjakokeen teoriaosuuden. Kurssin rakenne on esitetty kaaviona kuvassa 2.



**Kuva 2. Elektroniikan perusteet – kurssin rakenne**

#### 4.2 Elektroniikan perusteiden opintomateriaali

Part-66 määrittelee B-1 lupakirjakoulutuksen elektroniikan perusteet tietovaatimustasoltaan tasoille 1 ja 2. Part-66:n vaatimukset tulkitaan Ilmailuhallinnon näkemys mukaisesti ohjeelliseksi minimiksi koulutuksen tasolle, ja määrääväksi B1 lupakirjakokeiden kysymyksille. Toisaalta, toisen asteen koulutuksen tarkoituksena antaa myös valmiuksia jatko-opiskeluun. Näistä syistä johtuen kurssia varten laadittu jakomateriaali täyttää kaikilla osa-alueillaan vähintään Part-66 määrittelemän tietotasovaatimuksen 2.

Hankkeessa laadittu opiskelijoiden jakomateriaali koostuu neljästä osakokonaisuudesta: Materiaalin jako osakokonaisuuksiin perustuu Part-66:ssa esitettyihin moduuli 4:n sisältökuvauksiin.

1. Elektroniikan perusteet, Puolijohdeet Diodit ja diodipiirit, Transistorit ja transistoripiirit
2. Vahvistimet
3. Piirilevy
4. Mittaus- ja servotekniikan perusteet

Ensimmäisessä osassa käsiteltävät aiheet kuuluvat Part-66:n alamoduuleihin 4.1.1 (diodit) ja 4.1.2. (transistorit). Ensimmäinen osa keskittyy aluksi puolijohdetekniikan perusteisiin ja yksittäisten puolijohdekomponenttien toimintaan ja ominaisuuksiin. Sähköisten ominaisuuksien kuvaamisessa painotus on todellisten komponenttien kunnan arvioinnissa.

Useimmissa alan oppikirjoissa toimintaa arvioidaan komponenttien ominaiskäyrästäojen avulla ja piirien mitoitus-esimerkkejä käyttämällä. Tämä lähestymistapa on jätetty valmistetussa opiskelumateriaalissa vähälle huomiolle, sillä elektroniikan opiskelun tähtäin lentokonealalla on järjestelmien toiminnan ymmärtämisessä ja yksittäisen komponenttien kunnan arvioinnissa, ei suunnittelussa tai mitoituksessa. Yksi esimerkki esitystavasta on liitteessä 1, jossa on kuvattu erään transistoriasteen toimintaa.

Part-66:n alamoduulin 4.1.3 määrittelemät lineaaripiirit ja niiden sovellutukset käsitellään opintomateriaalin toisessa osassa. Lineaaripiirit ja niiden sovellutuksia esitellään yleisellä tasolla. Materiaalissa käydään läpi vahvistuksen ja vaimennuksen merkitys, esitellään lineaariset kertoimet ja logaritminen vahvistusasteikko ja sen käyttö. Diskreettikomponenteilla rakennettujen vahvistimien periaatteet on esitetty ensimmäisessä osassa, joten tässä osassa perehdytään operaatiovahvistimiin. Erilaisissa vahvistinsovellutusten lisäksi perehdytään epälineaarisiin sovellutuksiin, sekä oskillaattoreiden toimintaan.

Alamoduulin 4.2 piirilevyjä käsittelevä osuus käydään läpi harjoitteena, jossa oppilaat valmistavat pieneen jännitelähteeseen valokuvausmenetelmällä piirilevyn. Harjoitteeseen kuuluu myös itse laitteen kokoaminen. Nämä aiheet käydään läpi tarkemmin muissa moduuleissa.

Viimeinen osa opintomateriaalista käsittelee Part-66 alamoduulissa 4.3 määritellyn servotekniikan perusteet, sekä mittaustekniikan perusteet. Tämä osa on soveltavin osa materiaalista, ja siinä käsiteltävät asiat liittyvät suoraan muissa moduuleissa käsiteltäviin aiheisiin. Esim. hydraulijärjestelmissä ja autopilotissa olevat toimielimet käsitellään tässä osassa.

### 4.3 Harjoitustehtävät

Kehityshankkeessa valmistettuun kurssiin kuuluu pari- ja pienryhmätehtävinä suoritettavia harjoitteita. Harjoitteet on rakennettu niin, että niissä sovelletaan ensisijaisesti kulloisenkin opiskeltavaa uutta tietoa. Kurssin edetessä tehtävät laajenevat ja niiden suorittamiseen tarvitaan päättelyä, joka pohjaa aiemmin opittuun tietoon.

Harjoitustehtävissä sovelletaan ongelmalähtöistä oppimista. Keskeistä ongelmalähtöiselle oppimiselle on ryhmässä oppiminen. Oppimistapa perustuu seitsemään vaiheeseen:

1. käsitteiden selventäminen
2. ongelman määrittäminen
3. aivoriihi
4. ongelman analysointi
5. oppimistavoitteiden muodostaminen
6. itseopiskelu
7. purku ja arviointi

Kurssille laadituissa harjoituksissa tehtävien ratkaisemisessa kaikkia vaiheita ei käydä läpi, sillä tehtävät perustuvat oppilaille tuttuihin käsitteisiin ja tehtävän määrittely oli riittävän selkeä. Opiskelijoiden työskentely painottuu aivoriiheen, ongelman analysointiin ja tehtävän purkuun ja arviointiin. Opettajan roolina näissä harjoituksissa on toimia asiantuntijana, joka ohjaa ongelmanratkaisun etenemisessä, mutta ei tarjoa valmiita ratkaisumalleja (Huusko, M & Jokinen, S & Sarajärvi T. 2001).

Perinteinen luokkaopetus opiskelijalla on usein passiivinen rooli. Aineissa, joissa käsiteltävät asiat ovat kaukana opiskelijoiden kokemusmaailmasta ja joissa lähestymistapa opettamiseen on hyvin teoreettinen ovat oppimistulokset usein vaatimattomia. Lentokonealan koulutuksessa elektroniikan perusteet ovat olleet vaikeimmin omaksuttavia aineita. Usein opiskelun motivoijina ovat olleet tentit. Tästä on ollut seurauksena, että opiskellut asiat ovat jääneet muista opiskeltavista aiheista irrallisiksi ja kurssilla opitut aiheet ovat unohduneet helposti. Nykyisin vallitsevan oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tapahtuu parhaiten työstämällä uusia opittavia asioita aiemmin hankittuun tietoon pohjautuen. Teoret-





#### 4.4 Työharjoitteet

Työharjoitteet etenevät samoin kuin harjoitustehtävät yksinkertaisesta soveltaviin. Aluksi opiskelijat tunnistavat komponentteja, pääättelevät komponenttien kunnan mittausten perusteella jne.. Kurssin edetessä harjoitteet tulevat haastavammaksi. Pääpaino harjoitteissa on sillä, että oppilas ymmärtää tekemisensä.

Liitteessä 3 on yksi osa lineaaripiirien harjoitustehtäväsarjasta. Tähän harjoitukseen kuuluu komponenttien mitoitusta ja piirin toiminnan suunnittelua. Lineaaripiirien tietotasovaatimus Part-66:ssa on määritelty tasoksi 1, joten harjoitus on Part-66:ssa asetettua tasoa korkeampi. Tietotasovaatimusta haastavampien harjoitusten teettäminen on sikäli perusteltua, että joidenkin lentokonejärjestelmien opiskelussa asioiden oppiminen edellyttää Part-66:n määrittelyjä syvempää elektroniikan tuntemusta.

### 5 OSAAMISEN JA OPPIMISEN ARVIOINTI

Kurssin opintomateriaali on laadittu B1-lupakirjakoetta varten. Ryhmä, joka ensimmäisenä käytti laadittua materiaalia, suorittaa lupakirjakokeiden teoriakokeiden moduuli 4 osuuden opintojaksolla 5 kevään 2009 aikana. Lupakirjakokeiden kannalta oppimistulokset voidaan arvioida vasta näiden kokeiden jälkeen. Toisaalta, koulutuksen toinen päämäärä, toisen asteen tutkinto toteutetaan samalla opintomateriaalilla. Toisen asteen koulutukseen kuuluu oppimisen arviointi jokaisen opintojakson tai opintokokonaisuuden päätteeksi, näin myös elektroniikan perusteiden kohdalla. Ilmailuviranomaisen tulkinnan mukaan Part-66 vaatimukset kurssien syvyydestä ovat minimejä. Tähän perustuen toisen asteen tutkinnossa tämän kurssin arviointiin tarkoitettut kokeet ovat vaativampia kuin lupakirjakokeet, eikä oppimista ja sitä kautta kurssia ja kurssimateriaalia voi arvioida kurssikokeiden perusteella yhteismitallisesti lupakirjakokeiden kanssa.

Kurssin oppimisen arviointi tehtiin kahdella kokeella, joista molemmat toteutettiin pienryhmätenttinä, jossa ryhmän koko oli 2 – 3 opiskelijaa. Ensimmäisen kokeen ryhmät arvottiin ja jälkimmäisen ryhmät olivat samat kuin työharjoitteissa.

## 6 OPISKELIJOIDEN PALAUTE OPETUKSESTA

### 6.1 Palaute opiskelun järjestelyistä

Opiskelijoilta (N = 18) pyydettiin vapaamuotoinen kirjallinen palaute kurssin ensimmäisen osan kurssikokeen yhteydessä. Ensimmäiseen kurssikokeeseen osallistui 18 opiskelijaa. Palautevastaukset saatiin kaikilta kokeisiin osallistuneilta, tosin osa vastauksista oli niukkoja tyyliin ”ihan OK”. Opiskelijoita ohjeistettiin keskittymään palautteissa seuraaviin kysymyksiin

- Vastasiko kokeen taso opintomateriaalin ja kurssin tasoa?
- Mitä hyvää, mitä huonoa kurssissa?
- Millaisena opiskelija koki koejärjestelyn?
- Millainen opiskelijan käsitys on omasta panoksesta ryhmän tuotokseen?
- Onko kurssilla käsitellyt asiat opittu?

Kaikki vastanneet olivat sitä mieltä, että kokeen taso vastasi materiaalin ja kurssin tasoa. Vastaukset olivat pääasiassa yksisanaisia: ”Kyllä”, ”Vastasi”.

Vastausten perusteella hyvää kurssissa oli

- opetustapa: ”*Opetustapa on sellainen, että asiat oppii. Good koko elektroniikka*”
- kurssimateriaali: ”*Kurssissa + oli aineiston ja materiaalin selkeys*”
- harjoitustehtävät: ”+ *labrassa opettelu ja käytännön jutut*”

Miinuspuolella kurssissa oli

- käytännön harjoitusten vähyys: ”*Asioita olisi pitänyt tehdä käytännössä asioiden selvittämiseksi*”
- kurssin lyhyys: ”—*mutta miinuksena liian nopea tahti johtuen jakson lyhydestä*”
- kaikkia aiheita ei ehditty käsitellä riittävän perusteellisesti: ”*Transistorit jäivät hiukan hämäräksi (en ymmärrä sitä mikä niissä on ”hienoa”)*”

Ryhmätehtävät ja koejärjestelyt koettiin liki poikkeuksetta myönteisiksi. Ainoa negatiivisesti sävyttynyt kommentti koski koejärjestelyjä. Tässäkin vastaaja oli tyytyväinen, että ”*sattui suunnilleen samantasoisia tyyppisiä ryhmään, eikä kukaan saanut lahjaksi hyvää*”

*numeroa*”. Opiskelijoiden itsearvioinneissa oli yllättävä havaita vastausten suoruus ja rehellisyys: ”Muuten ihan samanlainen kuin muillakin, mutta viimeisessä tehtävässä olin pelkkä kirjuri. En olis itse osannut”.

## 6.2 Palaute opiskelumateriaalista ja kurssista

Opiskelussa käytetystä opiskelumateriaalista pyydettiin palautetta opiskelijoilta (kts. liite 4). Opiskelijoille esitettiin kymmenen väittämää, joita opiskelijat arvioivat viisiportaisella Likertin asteikolla, jossa 1 vastaa ”täysin ei mieltä” ja 5 vastaa ”täysin samaa mieltä”. Opiskelijoiden arvioinnit väittämiin painottuivat suurelta osin ”osittain samaa mieltä” ja ”täysin samaa mieltä” vastauksiin. Kysymykset ja vastausten keskiarvot on esitettyä kuvassa 3, kyselylomake on liitteenä nro 4.

Opiskelijoille palautelomakkeessa esitetyt väittämät kohdistuivat kurssin jakomateriaaliin, kurssiin sisältyneisiin harjoitus- ja laskutehtäviin ja kurssin laboratorioharjoituksiin. Yhdessä väittämässä opiskelijoita pyydettiin arvioimaan sitä, kuinka paljon kurssista on hyötyä muiden moduulien opiskelussa.

Valtaosa opiskelijoiden arviosta painottui ”jokseenkin samaa mieltä” vastaukselle. Heikoimmat arviot saivat väittämät kurssin hyödyllisyydestä muiden moduulien opiskelussa (Kysymys 7, KA = 3,6), jakomateriaalin sopivuudesta itseopiskeluun (Kysymys 3, KA = 3,7) ja siitä, että laskuesimerkit selvittävät aiheen käsittämistä (Kysymys 6, KA = 3,8). Parhaat arviot opiskelijoilta saivat laboratorioharjoituksia koskevat väittämät.

Väittämän 7 tulosta voi selittää osin sillä, moduulit joissa käytetään hyväksi ensimmäisenä vuotena suoritettun elektronikan perusteiden tietoja sijoittuvat toiselle ja kolmannelle opiskeluvuodelle. Opiskelijoiden oli ilmeisen hankala arvioida kurssin hyödyllisyyttä jatkossa. Mitä ilmeisimmin vastaukset tähän väittämään painottuvat arviolle ”siltä väliltä”. Arviot väittämään materiaalin sopivuudesta itseopiskeluun - väittämä nro 3 - ovat selkeä vastapaino laboratorioharjoituksia koskeville väittämille. Näiden vastausten perusteella on selkeästi nähtävissä, ettei elektronikan perusteiden opiskelussa voi käyttää pelkästään teoreettista lähestymistapaa, vaan teksti tarvitsee tuekseen joko käytännön harjoitteita tai simulaattorihjelmilla suoritettavia tehtäviä.

Saaduissa arvioissa suurin hajonta oli laskuesimerkkejä koskevassa väittämässä nro 6. Tämä tulos vastaa sitä hajontaa opiskelijoiden matemaattisissa valmiuksissa joka on tullut ilmi yleisiin aineisiin kuuluvassa matematiikassa ja fysiikassa. Tulokset opiskelijoilta saaduista arvioista on esitetty taulukossa 1.

	Täysin eri mieltä	Siltä väliltä	Täysin samaa mieltä	Vastausten lukumäärä	Keskiarvo	Moodi	Mediaani		
Jakomateriaali oli kieleltään selkeä ja helppolukuinen	0	0	3	9	5	17	4,1	4	4
Kurssimateriaali ja oppitunnit tukivat hyvin toisiaan	0	0	2	7	8	17	4,4	5	4
Jakomateriaali soveltuu hyvin itseopiskeluun	0	0	7	8	2	17	3,7	4	4
Kurssimateriaalin harjoitukset helpottivat asioiden omaksumista	0	0	4	8	5	17	4,1	4	4
Kuvat ja kaaviot olivat selkeitä ja havainollisia	0	0	3	8	6	17	4,2	4	4
Laskuesimerkit selvittivät hyvin käsiteltyjä aiheita	0	2	3	8	4	17	3,8	4	4
Kurssista on hyötyä muiden moduuleiden opiskelussa	0	0	9	6	2	17	3,6	3	3
Labratyöt olivat hyvin ohjeistettuja	0	0	0	9	8	17	4,5	4	4
Labratöissä sai kurssin sisältöä täydentävää tietoa	0	0	1	5	11	17	4,6	5	5
Labratyöt keskittyivät oleellisiin ja käytännöllisiin asioihin	0	0	1	10	6	17	4,3	4	4

**Taulukko 1. Elektroniikan perusteet - kurssin opiskelijapalautteiden tulokset kysymyksittäin**

Likertin asteikkoa (1 – 5) käytettiin siksi, että arvioinnissa haluttiin käyttää mahdollisimman yksiselitteisiä muuttujia; opiskelija oli väittämien kanssa joko samaa mieltä tai eri mieltä (Paaso, 2007).. ”Siltä väliltä” vastaukset voi tulkita niin, ettei opiskelijalla ole väittämästä selkeää mielipidettä. Keskiarvon laskeminen vastauksien perusteella ei anna välttämättä oikeaa ja todellista kuvaa kurssin ja kurssimateriaalin laadusta, sillä kyselyyn sisältyy epävarmuustekijöitä. Suuntaa antavana vastauksia ja keskiarvoja voi kuitenkin käyttää.



Kuva 4. Elektroniikan perusteet – kurssin opiskelijapalautteiden keskiarvot kysymyksittäin (N = 17)

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Hankkeen ensisijaisena tavoitteena oli kehittää Savon ammatti- ja aikuisopiston lento-konealalle kurssivaatimusten mukainen opintomateriaalipaketti elektroniikan perusteiden opiskeluun. Kurssia ja sen opintomateriaalia suunniteltaessa yhtenä johtoajatuksena oli opiskelijoiden *ajatteluttaminen*. Tavoitteena oli kannustaa opiskelijoita mieluummin ymmärtämään asioita ja niiden yhteyksiä kuin pelkästään opettelemaan asioita ulkoa. Kurssiin sisältyviä harjoituksia laatiessa pyrin välttämään ”väritystehtävän” taseisia tehtäviä. Toisin sanoen tehtäviä, joihin valmiit, kokonaiset vastaukset löytyvät sellaisenaan tekstistä.

Opintomateriaalin ja itse kurssin onnistumista voidaan tässä vaiheessa arvioida ainoastaan yhden luokan kurssikokeiden tulosten ja oppilaiden antaman palautteen perusteella. Lupa-kirjakokeiden tulosten perusteella arviointi voidaan tehdä vasta keväällä 2009. Syksyllä

2007 aloittanut ALEN07 luokka oli ensimmäinen, jonka elektroniikan kurssi vietiin läpi tällä materiaalilla. Kurssikokeiden keskiarvojen perusteella tämä luokka menestyi paremmin, kuin edellinen luokka. Tämä tosin ei vielä mittaa materiaalin tasoa, sillä ALEN07 luokan pääsykokeiden tulokset olivat huomattavasti edellistä luokkaa korkeammat: vain viisi edellisen luokan oppilasta olisi saanut opiskelupaikan pääsykoe pisteillään ALEN07-luokalta.

Opiskelijoiden antaman palautteen perusteella opintomateriaali on jokseenkin onnistunutta. Likertin asteikolla kymmenkohtainen kysely antoi väittämiin karkeana keskiarvona ”jokseenkin samaa mieltä”. Se, kuinka hyvin tämä tulos vastaa todellisuutta, vaatii oman pohdintansa. Epävarmuustekijöinä näkisin mm. sen, että toimin itse ALEN07-luokan ryhmänohjaajana. Luokan kanssa toimiminen on ollut hyvin mutkatonta. Kynnys kriittiseen arviointiin on saattanut nousta, koska arvostelun kohde on oppilaille suhteellisen läheinen.

Kehityshankkeena valmistettu opintomateriaali ei suinkaan ole valmis paketti. Kurssimateriaalin arviointi uudestaan kurssin läpiviennin jälkeen nosti esiin muutamia tarpeellisia muutoksia. Osia aiheista oli käsitelty materiaalissa turhankin perusteellisesti kurssin tietovaatimustasoon nähden. Materiaalin seuraavaa versiota varten näiltä osilta on tarpeen karsia joitain osia pois, ja joidenkin osien kohdalla on tarpeen ”maanläheistää” materiaalia. Opiskelijapalautteen perusteella kurssiin on tarvetta sisällyttää mahdollisimman käytännönläheisiä harjoitteita. Koulullemme ollaan hankkimassa simulaatio-ohjelma, jolla opiskelijoille voidaan tehdä harjoitteita, jotka jäljittelevät todellisia elektroniikkakytkentöjä ja erilaisia mittaustilanteita.

Opintomateriaalin, siis oppimateriaalin, harjoitustehtävien ja laboratorioharjoitteiden suunnittelu osoittautui oletettua suuritöisemmäksi. Teknillisen selostuksen laatiminen ei ole hankalaa silloin kun viestintä tapahtuu asiantuntijoiden välillä. Opintomateriaalia valmistaessa taas ei voi olettaa materiaalin käyttäjältä minkäänlaisia pohjatietoja. Niihin asioihin, jotka oman opiskelun kautta ja työuran aikana ovat muodostuneet itsestäänselvyyksiksi, joutui materiaalia valmistaessa ottamaan täysin uuden lähestymistavan.

Opettajaopintojen aikana opettamista ja oppimista on lähestytty useista näkökulmista. Vaikka näitä asioita on käsitelty hyvinkin syvällisesti teoriatasolla, monien kohdalla ajatuksia selkiinnyttäviä oivalluksia tuli tämän kehityshankkeen edetessä. Opintomateriaalia

laatiessa oivalsin, ettei opettaminen ole pelkästään tiedon jakamista, vaan se on hyvin kokonaisvaltaista toimintaa. Opetettava aihe, materiaali jota opetukseen käytetään ja opettajan oma persoona ja suhtautuminen opettamiseen ja opiskelijoihin muodostavat sen kokonaisuuden jonka opiskelija joko hyväksyy tai hylkää. Jos opetus rakentuu paketista jonka opiskelijat hyväksyvät, on opiskelulla edellytykset olla sisäisesti motivoitunutta. Näillä edellytyksillä toteutuvat merkityksellisen oppimisen ja innostavan opettamisen tunnusmerkit, joihin tutustuttiin näkökulmaopinnoissa.



## LÄHTEET

Euroopan unionin virallinen lehti 2042–2003 LIITE III Osa 66 (Official Journal of the European Union 2042–2003 Annex III (Part-66)), marraskuu 2003

Peltonen, M. 1981. Aikuisdidaktiikan perusaineksia. Juva: WSOY

Savon ammatti- ja aikuisopisto. Opetussuunnitelma, Lentokonealan perustutkinto. 2006

Uusikylä, K & Atjonen, P. 2000. Didaktiikan perusteet. Juva: WSOY

### Internetlähteet:

Paaso, Eija. 18.2.2007. *Mittaaminen, muuttujien ominaisuudet*. WWW-dokumentti.

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/ominaisuudet.html> (luettu: 17.3.2009)

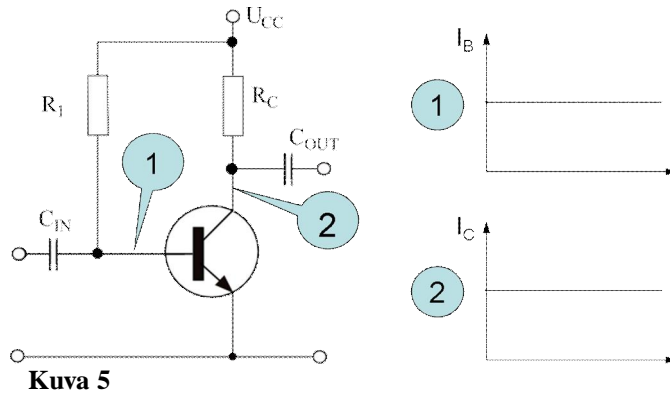
Huusko, M & Jokinen, S & Sarajärvi T. 2001. *Ongelmalähtöinen oppiminen*

<http://www oulu.fi/opetkeh/kehtoimi/PBL> (luettu: 14.4.2009)

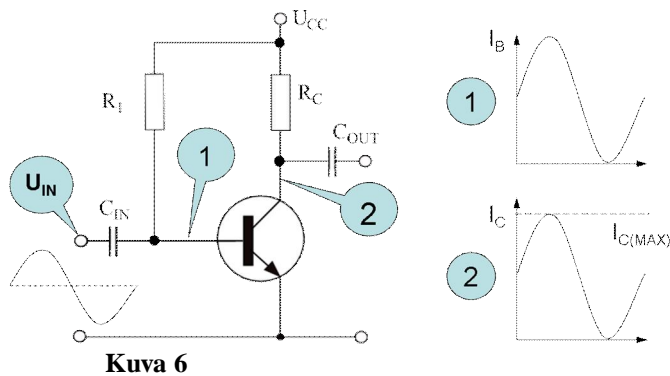
## LIITTEET

## Liite 1

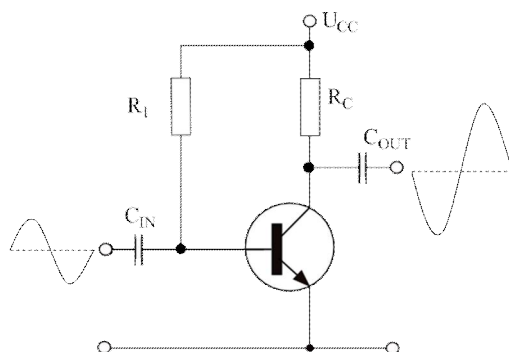
Kuvassa 23 on esitetty CE – transistoriasteen lepovirtojen periaate. Pieni, muutamien mikroampereiden luokkaa oleva kantavirta (1) synnyttää kollektorivirran (2). Lepovirta on noin puolet kollektorivirran maksimista.

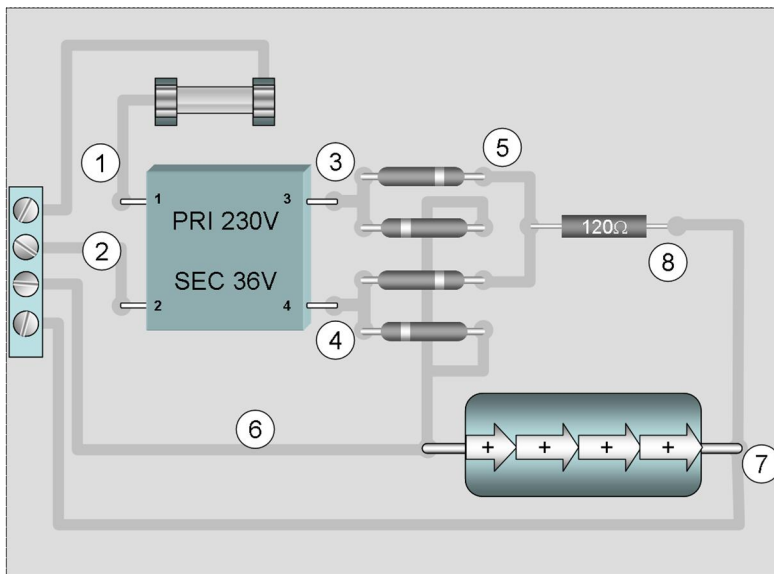


Kuvassa 24 vahvistimen tuloon tuodaan vaihtojännite  $U_{IN}$ , joka muuttaa kantavirran suuruutta. Kantavirran muutokset muuttavat kollektorivirtaa, toisin sanoen kantavirran aaltomuoto seuraa tulojännitteen aaltomuotoa.



Vahvistimen lähtöjännite saadaan kollektori-emitteri väliltä. Kollektorivirran kasvaessa  $U_{CE}$  pienenee ja päinvastoin. Lähtöjännite on siis tulojännitteeseen nähden vastakkaisvaiheinen (kuva 25).





Määrittele todennäköisimmät viat seuraaville oireille. Muuntajan toisiojännite on 36V

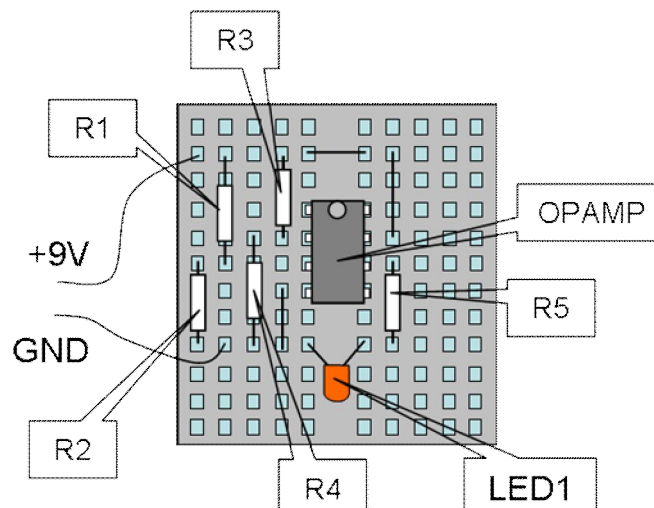
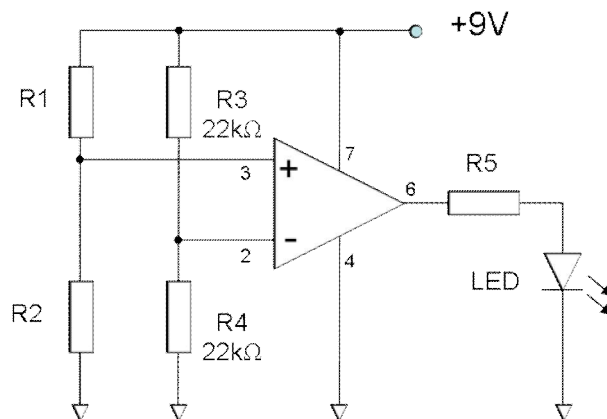
1. Pisteiden 1 ja 2 välillä ei ole jännitettä
2. Pisteiden 3 ja 4 välillä ei ole jännitettä. Pisteiden 1 ja 2 välillä 220V AC
3. 50V AC pisteiden 3 ja 4 välillä. Tulojännite on 230V AC
4. 25V AC pisteiden 3 ja 4 välillä. Tulojännite on 230V AC
5. Pisteessä 7 suuri hurinajännite.
6. Hurinajännitteen taajuus on 50Hz pisteessä 7.
7. Pisteessä 7 ei ole jännitettä.

**Komparaattori**

Kytkeään merkityt vastukset R1 ja R2 valitaan halutun toiminnan mukaan: Kytkeää voidaan käyttää hämäräkytkimenä, jolloin epälineaarisenä vastuksena käytetään LDR – vastusta. Kytkeää toimii myös yllälämmön varoittimena, jolloin epälineaarinen vastus on NTC – vastus.

Laite toimii niin, että R2 ja R3 vastuksilla invertoivaan tuloon tehdään vertailujännite. Tämä jännite pitää OPAMP:in lähdön nollassa, kunnes ei-invertoivan tulo jännite ylittää vertailujännitteen. R1/R2 jännitejako mitoitetetaan niin, että ei-invertoivan tulo jännite ylittää vertailujännitteen kun haluttu lämpötila ylitetään tai valonvoimakkuus alitetaan.

- Päättelä kumpaan haaraan epälineaarinen vastus asennetaan R1/R2 jännitejaossa.
- Mitoita R1/R2 jännitejako epälineaarisen vastuksen mukaan (toimintapiste)
- Mitoita R5 käytetyn LEDin kynnyksjännitteen mukaan
- Rakenna alla olevan kuvan mukainen kytkentä koekytkentäalustalle.



Alla olevassa taulukossa on esitetty elektroniikan perusteet- kurssista kymmenen väittämää. Merkkää kunkin väittämän kohdalle kuinka hyvin väittämä mielestäsi pitää paikkansa. Asteikolla numero 5 tarkoittaa ”täysin samaa mieltä” ja numero 1 ”täysin eri mieltä”.

	1	2	3	4	5
Jakomateriaali oli kieleltään selkeä ja helppolukuinen					
Kurssimateriaali ja oppitunnit tukivat hyvin toisiaan					
Jakomateriaali soveltuu hyvin itseopiskeluun					
Kurssimateriaalin harjoitukset helpottivat asioiden omaksumista					
Kuvat ja kaaviot olivat selkeitä ja havainnollisia					
Laskuesimerkit selvittivät hyvin käsiteltäviä aiheita					
Kurssista on hyötyä muiden moduuleiden opiskelussa					
Labratyöt olivat hyvin ohjeistettuja					
Labratyöt helpottivat asioiden omaksumista					
Labratyöt keskittyivät oleellisiin ja käytännöllisiin asioihin					