



# Tampereen ammattikorkeakoulu

## AMMATILLINEN OPETTAJAKORKEAKOULU

### Opettajankoulutuksen kehittämishanke

### Robottiikan koulutuksen kehittäminen työelämälähtöisenä opetuksena

Mika Mattila  
Petri Uusitalo

2008

## TIIVISTELMÄ

Mattila, Mika

Uusitalo, Petri

Robottiikan koulutuksen kehittäminen työelämälähtöisenä opetuksena

Tampereen ammattikorkeakoulu

Ammatillinen opettajakorkeakoulu

56 s + 3 liites.

Huhtikuu 2008

Pekka Kalli

Asiasanat: Robotit, robotiikka, konepaja, koulutus, työelämälähtöinen

Robottiikan hyödyntäminen ja robottien käyttö on Suomen konepajoissa voimakkaassa kasvussa. Tähän on vaikuttanut kone- ja metalliteollisuuden suotuisa kehitys. Samalla, kun robottien ominaisuudet ovat monipuolistuneet, niiden hinnat ovat laskeutuneet. Robottien yleistymiseen on vaikuttanut myös työn kalleus. Palkat ovat nousseet koko ajan tasaisesti, ja robotin hankintaa perustellaan usein ihmistyön korvaajana. Aikaisemmin robotteja on ollut kannattavaa käyttää vain suurten sarjojen tuotannossa, kuten elektroniikkateollisuuden tuotteiden valmistuksessa. Nykisin robotiikan käyttäjien kirjo on paljon laajempi ja perusteita sen käytölle löytyy monia.

Elektroniikkateollisuuden osavalmistuksen voimakas alas ajaminen ja kansainvälinen konekauppa on muodostanut Suomeen käytettyjen robottien markkinat. Niitä on entistä enemmän tarjolla.

Käytetyt robotit ovat paitsi mahdollisuus oppilaitoksille hankkia robotteja edullisesti opetuskäyttöön, niin ne lisäävät robottiosajien tarvetta yrityksissä. Ensimmäiset uudet robotit yrityksissä ovat usein ulkopuolisen järjestelmätoimittajan avaimet käteen toimituksia esimerkiksi tuotantosolun yhteydessä. Yrityksille on riittänyt, että joku on ohjelmoinut robotin joskus, kunnes onkin ilmaantunut tarve muutoksiin. Muutostarpeen aiheuttajana voi olla tuotteen konstruktion, volyymin ja valmistusmenetelmän muutos.

Toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa ja korkea-asteella robotteihin liittyvät asiat opiskellaan tavallisesti yhdellä tai kahdella kurssilla. Nykyinen robotiikan koulutuksen laajuus ei riitä tuottamaan teollisuuden korkeatasoisia robottiosaajia. Kehittämishankkeemme pureutuu tähän ongelmaan. Työssämme olemme pyrkineet löytämään työkaluja robotiikan koulutuksen kehittämiseen. Olemme lähteneet liikkeelle teollisuuden tarpeista ja pyrkineet sen perusteella jäsentämään ja luomaan konkreettista opetussisältöä työelämälähtöisesti.

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	5
1.1 Taustatietoa kehittämishankkeesta.....	5
1.2 Kehittämishankkeen tavoitteet.....	5
1.3 Keskeiset käsitteet.....	6
1.4 Mitä on työelämälähtöinen opettaminen? .....	7
2 ROBOTIIKAN OPETTAMISEN TAVOITTEET .....	8
2.1 Työelämän tarpeet.....	8
2.2 Osaamiskartoitukset.....	9
2.3 Teollisuuden vaatimukset koulutukselle.....	12
2.4 Opettämisen tavoitteet asentajaoppilaille.....	14
2.5 Opettämisen tavoitteet insinöörioppilaille .....	15
2.6 Erilaiset oppimisen tiet ja tavat .....	17
2.7 Robotiikan koulutuksen kehittämisen peruskysymykset .....	18
3 TYÖELÄMÄLÄHTÖINEN INNOSTAVA OPETTAMINEN .....	18
3.1 Yleistä työelämälähtöisestä opettamisesta .....	18
3.2 Työelämälähtöisen opettamisen perusteet .....	19
3.2.1 Ammattitaito.....	19
3.2.2 Hiljaisen tiedon merkitys ammatillisessa osaamisessa .....	20
3.2.3 Ammattiin kasvattaminen .....	22
3.2.4 Innostava opettaminen.....	23
3.3 Työelämälähtöisen opetuksen suunnittelu .....	26
3.3.1 Työelämälähtöisen opetuksen suunnittelun suuntaviivat.....	26
3.3.2 Suunnittelun eri tasot.....	27
3.3.3 Oppimisen arviointi.....	28
3.4 Työelämälähtöiset opetusmenetelmät .....	30
3.4.1 Yleistä suositeltavista menetelmistä.....	30
3.4.2 Työelämälähtöiset harjoitukset .....	31
3.4.3 Opintokäynnit.....	33
3.4.4 Työelämän asiantuntijat .....	34
3.4.5 Yhteistyöprojektit.....	34
3.4.6 Työssä oppiminen .....	35
3.5 Työelämälähtöisen opetuksen muistilista .....	36
4 KURSSIEN SUUNNITTELU JA KURSSISUUNNITELMAT .....	40
4.1 Kurssisuunnitelma insinööriopiskelijoille.....	40
4.2 Kurssisuunnitelma asentajaoppilaille.....	43
4.3 Kokeiltuja menetelmiä ja hankittua materiaalia.....	50
5 YHTEENVETO .....	53
LÄHTEET.....	54
 Liitteet:	
LIITE 1: FANUC –robotin koulutusmateriaalin sisältö .....	57
LIITE 2: Suomen teollisuusrobottilastot 2006 .....	58

## 1 JOHDANTO

### *1.1 Taustatietoa kehittämishankkeesta*

Kehittämishankkeen aihe löytyi molempien tekijöiden kiinnostuksesta robotiikkaan ja perustuu havaintoihin työelämän tarpeiden muuttumisesta. Petri Uusitalo on koulutukseltaan sähkötekniikan diplomi-insinööri ja hän toimii tuntiopettajana Pirkanmaan koulutus konserni kuntayhtymän Nokian toimipisteessä. Mika Mattila on koneautomaatiotekniikan insinööri ja hänellä on pitkä työkokemus kehitysinsinöörinä ison konepajan tuotannossa. Mika Mattila toimii lisäksi sivutoimisena opettajana Tampereen ammattikorkeakoulussa.

### *1.2 Kehittämishankkeen tavoitteet*

Tavoitteena on kehittää työelämälähtöisesti robotiikan koulutusta toisen asteen ammatillisessa opetuksessa sekä tuottaa koulutusmateriaalia ja ottaa käyttöön uusi näkökulma Tampereen ammattikorkeakoulun tuotantotekniikan ja robotiikan opetuksessa. Hyötyjät ovat siis sekä ammattiopiston että ammattikorkeakoulun opettajat sekä epäsuorasti em. laitosten opiskelijat. Työssä on selvitetty robotiikan hyödyntämistä ja robottien käyttöön liittyviä tarpeita nykyaikaisessa konepajassa ja peilattu nykyistä osaamistasoa opetukseen. Konkreettisena tuloksena hankkeesta syntyy käytökelpoista, valmiiksi mietittyä, opetusmateriaalia sekä koulutussuunnitelmia eli kurssi-, aihepiiri- ja tuntisuunnitelmia em. asioiden opettamiseksi.

Kehittämishankkeessa on pyritty löytämään yhteistoiminnan muotoja, jotka sopivat sekä oppilaitokselle että yritykselle. Liikkeelle on lähdetty työelämän tarpeista ja siitä miten työelämälähtöisyys voidaan kytkeä opetukseen.

Aihe on monella tapaa ajankohtainen. Robotiikan kasvava ja monipuolistuva käyttö konepajoissa lisää osaajien tarvetta. Sisu Diesel Oy:ssä tehty henkilöstön osaamiskartoitus vahvistaa niitä ennakkokäsityksiä, joiden mukaan koneistajat kokevat robottiosaamisen heikoimmaksi alueekseen. Tutkimuksen toteutti Tampereen aikuiskoulutuskeskus (TAKK) ja pilottiprojektina toimi sylinterikansien tuotantolinja, johon uudistuksen jälkeen tuli 11 robottia.

### 1.3 Keskeiset käsitteet

Aluksi on syytä lyhyesti määritellä työssä esiintyvät asiasanat: konepaja, robotti ja robotiikka.

**Konepaja** on metallituotteiden valmistukseen erikoistunut yritys. Konepajalle nykyaikana parempi nimitys lienee metalliyritys. Olemme työssä käyttäneet sanaa konepaja. (Wikipedia)

**Robotti** tarkoittaa useimmiten mekaanista laitetta tai konetta, joka osaa jollain tavoin toimia fyysisessä maailmassa. Robotti voi suorittaa monimutkaisia tehtäviä joko suoraan ihmisen käskyttämänä, osittain ihmisen käskyttämänä, ihmisen valvonnan alla tai täysin autonomisesti tietokoneen käskyttämänä. (Wikipedia)

Alkujaan robotti-sanalla sen etymologian mukaisesti on tarkoitettu mekaanista työläistä tai orjaa ja tämä vaikuttaa sanan robotti käsitteeseen yhä niin, että mikä tahansa automaatti ei ole robotti vaan robotilla tulisi olla joitakin ihmisen kaltaisia piirteitä. Esimerkiksi teollisuusrobottina käytetty käsivarsirobotti matkii ihmisen käsivarren rakenteita. (Wikipedia)

**Robotiikka** on oppi robottien suunnittelemisesta, rakentamisesta ja käytöstä. Ohjausteknisesti roboteissa on oleellista liikeakseleiden aseman mittaus ja takaisinkytkentä eli servo-ohjaus. Teollisuusrobottien tilastoinnissa robotiksi luokiteltavalta laitteelta vaaditaan vähintään kolmea vapaasti ohjelmoitavaa liikeakselia ja vähintään yhtä työkalua. Myös automaattitrukit eli vihivaunut luetaan usein roboteiksi, mutta niitä ei tilastoida teollisuusroboteiksi. (Wikipedia)

Robotin määritelmä standardin SFS-EN 775 mukaan:

- automaattisesti ohjattu,
- uudelleenohjelmoitava,
- monikäyttöinen käsittelylaite,
- useita vapausasteita ja
- voi olla joko kiinteästi paikalleen tai liikkuvaksi asennettu.

#### *1.4 Mitä on työelämälähtöinen opettaminen?*

Tämän päivän avainsanoja ovat oppimisympäristöjen kehittäminen, verkottuneet oppimisyhteisöt, yhteistoiminnallisuus, yhteisöllisyys ja innovatiivisuus. Yhteistoiminnallisessa ryhmässä tehtävät jaetaan osallistujien kesken ja jokainen jäsen on vastuussa vain omasta osuudestaan ongelmanratkaisuprosessissa. Yhteisöllisyys edellyttää puolestaan jokaisen osallistujan vastavuoroista panostusta ryhmän yhteiseen pyrkimykseen ratkaista ongelma. (Lehtinen 2000)

Työelämän tarpeet ja vaatimukset vaikuttavat koulutuksen tavoitteisiin tai ainakin niiden pitäisi niin tehdä. Työelämälähtöisessä opetuksessa korostuu oppilaitoksen ja työpaikan välinen yhteistoiminnallisuus.

Opettaminen ja opetuksen sisältö tulisi olla hyvin suunnattua ja suunniteltua, että se vastaa todellisia tarpeita. Opiskelijan on oltava tietoinen toimintansa päämäärästä ja oltava sitoutunut toimimaan motivoituneesti saavuttaakseen tavoitteensa. Työelämälähtöinen opiskelu edesauttaa positiivisten oppimistulosten saavuttamista.

Käytännön yhteistyön virittäminen vaatii alkuvaiheessa henkilöresurssitasolla sitoutumista, halua muutokseen ja tahtoa rikkoa rajoja. Yhteistoiminta edellyttää sekä oppilaitoksen että yrityksen kiinnostusta ja panostusta yhteistyöprojekteihin. On löydettävä ne yhteistyön muodot, jotka parhaiten sopivat molempien osapuolien arkirutiiniin ilman että yhteistoiminnasta muodostuu kohtuuttomia rasitteita. Yhteistoiminnan on oltava spontaania, eikä jatkuva muutos saisi aiheuttaa väsymistä.

On päätettävä toteutetaanko yhteistoimintaa henkilötasolla vai organisaatiotasolla. Henkilötasolla suhteet ovat henkilön omia ja organisaatiotason yhteistoiminnassa organisaatorakenteita, jolloin muutetaan yksiköiden ja osastojen toimintaa.

Haasteita ja ongelmia (työelämälähtöisen koulutuksen muistilista):

- yrityksen asiantuntijoiden ja opettajien aikataulujen yhteensovittaminen ts. yhteisen ajan puute,
- yhteistyöprojektien rahoitus (hankinnat, työvälineet, matkat),
- yritysten tarpeet vs. opetuksen jaksotus,
- opetussuunnitelman rakenne, työaikasiunnitelma ja lukujärjestys,
- yhteistyön vaikeus oppilaitoksen sisällä,
- opettajan perinteisestä roolista luopuminen,
- vuorovaikutus ja yhteinen kieli,
- kilpaileeko oppilaitos yritysten kanssa ja
- tietokoneohjelmien käyttöön liittyvät ehdot.

Miten oppilaitos voi tukea yhteistyötä (työelämälähtöisen koulutuksen muistilista):

- luomalla myönteisen ilmapiirin ja mahdollisuuden,
- organisaation tuki eri tasoilla,
- yhteistyö integroitu opetukseen,
- henkilöstön sitoutuminen,
- joustaminen ja luopuminen perinteisestä lukujärjestyksestä,
- varattu riittävästi resursseja (aika ja budjetti),
- opettajien ja oppilaiden työelämäjaksot ja
- panostetaan projektityötaitoihin.

## 2 ROBOTIIKAN OPETTAMISEN TAVOITTEET

### *2.1 Työelämän tarpeet*

Robottiikkayhdistyksen tutkimuksen mukaan kolme suurinta osa-aluetta, joissa robotteja käytetään teollisuudessa, ovat hitsaus, koneistuksen kappaleenkäsittely ja koonpano. Robottihitsaussovellutusten tutkimisella ja kehittämisellä on Suomessa jo pitkät perinteet. Alan kaupallisia toimijoita löytyy markkinoilta useita. Hitsausrobotteja on käytössä myös monissa oppilaitoksissa. Hitsausrobotti löytyy mm. Tampereen ammattiopiston Hervannan yksiköstä.



Elektroniikkateollisuus on hyödyntänyt perinteisesti ns. scara -robotteja kokoonpanossa pakkaustehtävissä. Viime vuosina näiden sovellutusten osuus on suhteessa pienentynyt johtuen elektroniikkateollisuuden töiden ulkoistamisesta. Lisäksi nousussa on ollut kone- ja metalliteollisuus, joka on voimakkaasti ottanut robotiikkaa käyttöön erityisesti koneistuksen kappaleenkäsittelyssä.

Kone- ja metalliteollisuuden työnkuvat laajentuvat voimakkaasti robotiikan käyttöönoton jälkeen. Osaamisen painopiste siirtyy perinteisten koneistusmenetelmien käytöstä automaatio- ja sähkötekniikan suuntaan. Toki vahvaa koneistuksen perusosaamista tarvitaan edelleen, mutta sen lisäksi kysytään uutta osaamista.

Robottiosaajat ovat perinteisesti olleet asiantuntijaroolissa ja sen johdosta saaneet keskittyä kapealle osaamisalueelle. Varsinaista suorittavaa käyttäjätasoa, jossa hallitaan robotit, ei vielä ole syntynyt. Tulevaisuudessa robotin käytön opettelu konepajan tuotantovälineenä on verrattavissa vaikkapa sorvin käytön ja sorvausmenetelmän opetteluun.

Robotiikan osaajien ja osaamisen puute ilmenee konepajoissa uuden tekniikan käyttöönottojen viivästymisenä ja muutostarpeen ilmaantuessa tuotantojärjestelmien käyttöasteeseen alenemisena. Esimerkiksi Sisu Dieselin valmistuksessa robotteja on käytössä noin 70 kappaletta. Käyttöönoton ja ohjelmamuutoksien hallitsevia työnte-kijöitä on kuusi.

Robotiikan osaamisen tarpeet vaihtelevat eri yrityksissä. Tarpeisiin vaikuttavat mm. robottien määrä, yrityksen tuotteet, sovellutusten vaativuus ja muutostarpeiden tiheys.

## *2.2 Osaamiskartoitukset*

Työpaikan osaamiskartoituksen avulla työyhteisö voi kartoittaa osaamistaan ja nähdä sen kehittämiskohteita.

**Esimerkki 1. Työpaikan osaamiskartoitus.** Työpaikan osaamiskartoituksessa

- pohditaan yhdessä työssä tarvittavat ydin ja -avainprosessit,
- kirjataan tarvittavalla tasolla prosesseissa osattavat tehtävät,
- jokainen työntekijä kirjaa osaamisensa tehtävän suorittamisessa ja
- tehtävän hallinnan asteikko (katso taulukko 1) voidaan kuvata erilaisin koodein (esim. numero, väri, jne.).

Taulukko 1. Esimerkki osaamiskartoituskaavakkeen muodosta.

Tehtävät	Työntekijät				
	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Esimerkiksi tehtävien hallinnassa ovat vaihtoehdot:

- työntekijä ei tiedä tehtävästä,
- työntekijä tietää tehtävästä,
- työntekijä osaa tehtävän,
- työntekijä hallitsee tehtävän tai
- työntekijä on asiantuntija ko. tehtävässä.

Työpaikalla tulevaisuudessa tarvittavaa osaamista voidaan pohtia mm. seuraavien kysymysten avulla.

- Ketkä ovat asiakkaitamme tulevaisuudessa?
- Minkälaisia tuotteita ja palveluita he odottavat ja tarvitsevat?
- Miten niitä tuotteita / palveluita saadaan aikaan?
- Mitä osaamista niiden tuottamiseen tarvitaan?
- Onko työpaikalla jo näitä tietoja ja taitoja?
- Mitä koulutusta tullaan tarvitsemaan näiden palvelujen / tuotteiden aikaan saamiseksi?

### **Esimerkki 2: Työpaikan osaamiskartoituksen tarkoitus:**

- Osaamiskartoituksilla henkilöstö selvittää osaamisensa nykytason lähiajan ja tulevien kehittämissuunnitelmien pohjaksi.
- Osaamiskartoituksessa määritellään myös osaamisen tavoitetasot. Yhdessä tehtyjen kartoitusten avulla tehdään näkyväksi koko henkilöstön ja johdon yhteiset tavoitteet.
- Osaamiskartoitusten avulla voidaan kartoittaa omaa osaamista ja saavutetaan sellaista tietoa ja näkemystä, jonka tuloksena koulutukseen hakeutuminen perustuu enemmän perusteltuihin tarpeisiin kuin pelkkiin toiveisiin.
- Osaamiskartoitukset paljastavat myös kehittämishaasteita, joihin voi pureutua muutenkin kuin koulutukseen hakeutumalla.
- Osaamiskartoitukset voivat herättää motivaation oman työn kehittämiseen. Oman työn ja työyhteisön kehittämishankkeet voivat saada näin alkunsa.
- Osaamiskartoitukset tekevät osaamisalueita näkyviksi, mikä seikka on omiaan vahvistamaan ammatillista itsetuntoa ja hallinnan tunnetta. Kokemus on osoittanut, että yksittäisenkin tehtävän kohdalla koettu osaamattomuus on saattanut pitkään jatkuessaan aiheuttaa kokemuksen koko työn osaamattomuudesta. Se on vaikuttanut siihen, että työ on koettu negatiivisesti. Kun kartoituksen avulla on selvinnyt, miten paljon asianomainen itse asiassa osaa ja hallitsee, on tilanne korjaantunut. (Työterveyslaitos, 2008)

Yrityskulttuuri muodostuu hyvin monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Johtamis- ja toimintatavat ovat osa strategiaa. Organisaatiomallit, visiot, missiot ja arvot voidaan

kopioida muualta ja uskotella henkilöstölle, että asiat ovat kunnossa. Todelliseen muutokseen tarvitaan kuitenkin huomattavasti syvällisempää ja laaja-alaisempaa tutkimusta ja analysointia sekä runsaasti aikaa.

Osaava henkilöstö on yrityksen tärkein voimavara ja henkilöstön kehittäminen on terveellä johtamisella varustetulle yritykselle jokapäiväinen asia. On positiivista, että yritykset, joissa henkilöstön kehittäminen on laiminlyöty, ovat heränneet jonkinasteiseen toimintaan joko henkilöstötutkimusten tai työvoimapulapuheiden myötä.

Mikä on osaamiskartta? Se on työkalu, jolla henkilöstön osaamisesta voidaan huolehtia. Osaamiskartat toimivat apuna osaamisen ja tarvittavien kehityskohteiden tunnistamisessa. Niitä voidaan käyttää myös kehityskeskusteluissa. Osaamiskartta laaditaan yhdessä työntekijöiden kanssa kuvaamalla työpaikan tuotantoprosessi ja määrittelemällä ne taidot ja tiedot, joita prosessin kussakin toiminnoissa tarvitaan. Työntekijät arvioivat oman osaamisensa eri toiminnoissa. Tätä kautta muodostetaan työpaikan osaamista kuvaava osaamiskartta. Kartat ovat osa osaamisen johtamista ja niiden avulla pyritään saamaan henkilöstön osaaminen ja yrityksen tulevaisuuden tarpeet kohtaamaan. (Lyytinen 2008)

Kartoitusta käytetään henkilöstön koulutuksen suunnitteluun. Toinen kartoituksen tarkoitus on selvittää ne vaatimukset, joita työtehtävässä tarvitaan. Tämä helpottaa rekrytointiprosessia.

Osaamiskartoitus on hyvä työkalu, silloin kun se palvelee nimenomaan henkilöstön kehittämistä ja tietojen päivittämisestä huolehditaan. Oman osaamattomuuden tunnistaminen on hyvin henkilökohtainen ja herkkä asia, minkä takia kyselytutkimuksessa on mukana psykologi.

Toisaalta herää kysymys, entä sitten jos yrityksellä alkaa alamäki. Voivatko esimiehet käyttää kartoituksia toisenlaiseen tarkoitukseen?

### *2.3 Teollisuuden vaatimukset koulutukselle*

Koulutuksen on vastattava jatkuvasti muuttuviin työelämän tarpeisiin. Koulutuksesta vastaavien päättäjien olisi oltava aikaansa edellä ja ennakoitava tulevat tarpeet. To-

dellisuus on osoittanut asian olevan juuri päinvastoin; usein muutokset työelämässä ovat jo tapahtuneet, ennen kuin koulutus vastaa tarpeisiin. Silloin ollaan jo myöhässä, kun työnantajat kysyvät osaajia; kenelläkään ei ole heitä tarjota.

Koulutuksen järjestäjät ovat ristiriitaisessa tilanteessa, jos trendit ja todellisuus eivät kohtaa. Tänä trendikkäitä aloja voivat olla esimerkiksi muotoilu ja mainonta, mutta niitä opiskellut voi joutua vaikeuksiin etsiessään töitä. Metalliteollisuus etsii tänä päivänä jatkuvasti uusia työntekijöitä ja alalla vallitsee jo paikoin työvoimapula. Kone- ja metalliala ei vielä riittävästi kiinnosta nuoria. Tähän voi olla syynä se, että työ koetaan edelleen raskaana, likaisena ja huonosti palkattuna sekä työympäristö vaatimattomaksi. Totuus on kuitenkin jotain muuta. Raskaat työt hoidetaan automaation avulla. Samalla työympäristö ja viihtyisyys konepajoissa ovat parantuneet. Lisäksi palkkaus on hyvä verrattuna moneen muuhun alaan.

Metallialan oppilaitosten on panostettava huomattavasti nykyistä enemmän imagoon ja laatuun. Kone- ja metallinjalat ei saisi olla nuorelle se viimeinen vaihtoehto, jos mihinkään muualle ei päästä. Rimaa on nostettava siitä huolimattakin, että alalla vallitsee tällä hetkellä työvoimapula. Kone- ja metallialasta on tehtävä kiinnostava ja haluttu suuntautumisvaihtoehto. Koulutuksesta olisi tehtävä houkutteleva panostamalla oppimisympäristöön, tiloihin, opetusmateriaaliin ja koulutuksen tasoon. Konepajojen pysyminen Suomessa ja kilpailukyky edellyttävät korkeatasoista alan koulutusta.

Kokemusten perusteella sekä oppilaitoksen että työelämän edustajien mukaan perusteella yritysten ja oppilaitosten yhteistoimintaa voidaan nykyisestä lisätä ja monipuolistaa. Yhteistyö ja kanssakäyminen oppilaitosten ja työpaikkojen välillä rajoittuu usein työharjoittelujaksoihin ja tutustumiskäynteihin teollisuudessa.

Tulevaisuudessa oppilaitosten rahalliset resurssit on suunnattava tehokkaammin ja ulkopuolista rahoitusta tarvitaan enemmän. Yrityksillä on rahaa, mutta he eivät tiedä mahdollisuuksista, mitä oppilaitokset voivat tarjota. Euroopan sosiaalirahaston ja Teknologian edistämiskeskityön (Tekes) rahoittamat projektit ovat olleet yksi keino tiivistää yhteistoimintaa ja lähentää oppilaitoksia ja yrityksiä. Ne yritykset, jotka ovat

valmiita satsaamaan yhteistoimintaan, korjaavat hyödyn ja tulevat myös saamaan tulevaisuudessa parhaimmat tekijät.

Kone- ja metallilinjoilta valmistuvilta koneistajilta vaaditaan tänä päivänä muutakin kuin koneistusmenetelmien ja NC -tekniikan osaamista. Osavalmistus on automatisoitunut. Perinteisestä funktionaalisesta valmistuksesta, transfer- linjoista ja tuotantosoluista, on siirrytty automatisoituihin joustaviin järjestelmiin, jotka laajentuvat tarpeen mukaan.

Tuotantojärjestelmän monipuolistuessa myös moniosaajien kysyntä kasvaa. Tällaisessa prosessia muistuttavassa valmistusjärjestelmässä työntekijöiltä vaaditaan, kone- ja metallitekniikan perustaitojen lisäksi, yhä enemmän automaatio- ja sähkötekniikan alaan liittyviä tietoja ja taitoja.

Koneistajien robotiikan osaamisvaje, jos sellaista termiä voidaan käyttää, ei ole mitenkään uusi ilmiö. Vuosituhannen vaihteessa Ruotsissa Volvon autotehtaalla, joka jo silloin oli pitkälle robotisoitu tehdas, koneistajilta edellytettiin vahvaa automaatio- ja sähkötekniikan hallintaa. Suomessa aloitettiin perinteistä kone- ja metallitekniikkaa sekä automaatiotekniikkaa yhdistämään koulutusohjelmissa 90-luvulla. Silloin esiin nousivat koneautomaatiota ja mekatroniikkaa tarjoavat opinto-linjat korkea-asteella. Robotiikka on toisella asteella sijoitettu edelleen mekatroniikan lokeroon eikä sillä ole itsenäistä statusta. Opintosuunnitelmissa robotiikka kuuluu vain koulutusohjelmiin, joista valmistuu automaatioasentajia.

Lyhyesti sanottuna konepajoissa tarvitaan koneistajia, jotka hallitsevat kone- ja metallitekniikan lisäksi robotiikkaa ja automaatiotekniikkaa. Pirkanmaan koulutuskeskusta kuntayhtymän Nokian ammattioppilaitos suunnittelee robotin hankkimista ja koulutusohjelman suunnittelussa on huomioitu työelämän tarpeet. Uusi koulutuslinja aloittaa syksyllä. Siinä yhdistyvät perinteinen koneistustekniikka ja sähkötekniikka.

#### *2.4 Opettamisen tavoitteet asentajaoppilaille*

Robotiikan opettamisen tavoitteet automaatioasentajille on määrätty valtakunnallisessa sähköalanperustutkinnon opetussuunnitelmassa. Valtakunnallinen opetussuun-

nitelma on ammatillisessa koulutuksessa opettajaa velvoittava määräys, joten opetuksen sisältö on yksiselitteisesti vastattava annettua määräystä. Robotiikkaa koskevat määräykset esitetään kohdassa kappaletavara-automaatio (Opetushallitus 2000, 55 – 56):

*”Opiskelijan on osattava kappaletavara-automaatiossa käytettävien robottien toteuttamisperiaatteet ja niiden mekaanisen ja sähköisen rakenteen perusteet. Hänen on osattava tehdä robotin ohjaukseen liittyviä yksinkertaisia ohjaustöitä. Opiskelijan on osattava robottien käyttöön liittyviä työturvallisuusmääräyksiä.”*

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että opetus on suunniteltava siten, että automaatioasentaja osaa robotiikkakoulutuksen käytyään:

- robottien sähköisten kytkentöjen tekemisen, jotta robotti toimisi,
- huoltotoimenpiteet robotille, mikä sisältää myös vikojen hakemisen koulutuksen,
- työturvallisuuden robottien kanssa toimittaessa,
- robottien mekaanisen ja sähköisten perusrakenteiden tuntemisen ja
- robotin ohjauksen, joka tarkoittaa lähinnä käsiohjauksen käyttöä sekä valmiiden ohjelmien käyttöön ottamista robotille.

Lisäksi voidaan robottien käyttöä, rakennetta ja käyttäytymistä opettaa robottien ohjelmointikoulutuksella, joka suoritetaan off-line ohjelmointiohjelmalla. Tämä tarkoittaa sitä, että käytetään normaalin käytön ulkopuolella robotin käyttäytymistä simuloivaa normaalia ohjelmointiohjelmaa. Tällöin ohjelmallisesti voidaan tutustua robotin käyttäytymiseen todellisella robotin ohjelmointityökalulla.

### *2.5 Opettamisen tavoitteet insinöörioppilaille*

Ammattikorkeakoulun tehtävänä on korkeimman ammatillisen koulutuksen antaminen, uusiin ammattitaitovaatimuksiin vastaaminen, ammatillisen koulutuksen vetovoiman lisääminen, ammatillisen koulutuksen kansainvälisen rinnastettavuuden parantaminen, koulutusjärjestelmän toimintakyvyn parantaminen ja ammatillisen koulutuksen alueellisen vaikuttavuuden parantaminen (Ammattikorkeakouluasetus 2003). Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi ammattikorkeakoulu järjestää työelämän

ja sen kehittämisen vaatimukseen perustuvaa opetusta ammatillisiin asiantuntijatehtäviin ja tukee opiskelijan ammatillista kasvua järjestämällä oppimistilanteita välineeksi asiantuntijuuden kehittämiseen (Ammattikorkeakoululaki 2003). Yksi opetussuunnitelman oppimistehtävä on kymmenen opintoviikon opinnäytetyö, jonka tavoitteena on kehittää ja osoittaa opiskelijan valmiuksia tietojen ja taitojen soveltamiseen käytännön asiantuntijatehtävissä (Ammattikorkeakouluasetus 2003).

Insinööriopiskelijoilla robotiikan opetuksen tavoitteet liittyvät robottisovellusten tuntemiseen ja suunnitteluun sekä robotin käyttöön. Seuraavassa on kerrottu nykyisten robotiikkaan liittyvien kurssien tavoitteista ja sisällöstä.

**Robotit konepaja-tuotannossa kurssin suoritettuaan** opiskelija hallitsee perusohjelmoinnin kappaleenkäsittely- ja hitsaussovelluksissa, sekä osaa hyödyntää robotin mahdollisuudet tuotannossa. Opinnoissa perehdytään robottisolun turvallisuusmääräyksiin. Opiskelija tuntee robottien rakenteen, toiminnan ja ohjelmoinnin perustan. Opiskelija osaa soveltaa tietojaan tuotantoautomaatioon ja kappaleenkäsittelyyn. Opiskelija omaa valmiudet ohjelmointisovellutusten toteuttamiseen.

Edellä kuvatut sisällöt keskittyvät sovellusten tuntemiseen, robotin toiminnan perusteiden osaamiseen ja perusohjelmointisovellusten tekemiseen, kun oppimisympäristönä on koululuokka ja harjoitustyölaboratorio. Perustiedot ja -taidot ovat hyödyllisiä, mutta laajuus ei mielestämme ole riittävä kattamaan kasvavaa erikoistumis- ja osaamistarvetta, jota työelämä edellyttää. Päästäksemme asiaan syvemmälle on selvitettävä ensin minkälaisia töitä robotiikan parissa insinöörit konepajassa tekevät ennen kuin fokusoimme opetuksen sisältöä.



Käyttäjryhmät:

**Robotin ohjelmoitsijoiden ja käyttäjien** on tiedettävä ja tunnettava robotti sekä sen käyttäytyminen perusteellisesti. Osaamisessa korostuu ohjelmointitaidot, perusteellinen laitetuntemus ja robotin turvallinen käyttö.

**Kehitysinsinöörit ja suunnittelijat** toimivat usein sovellusten suunnittelijoina, jolloin osaamisessa korostuvat suunnittelutaidot, laitetietämys koskien lähinnä robotin työkaluja ja oheislaitteita, turvallisuuden suunnittelu ja mahdollisesti simulointityökalujen käyttö.

**Huolto- ja kunnossapitoinsinöörien** osaamisessa korostuu ohjelmointitaidot, robotin toiminnan tietämys ja automaatio- ja sähkötekniikan osaaminen.

Opetuksen ja kurssien sisällön suunnittelussa on huomioitava työelämän osaamisvaatimukset ja toisaalta opetuksen resurssikysymykset. Liiallinen yhdistely saattaa johtaa lopputulokseen, jossa jokaiselle on jotakin tarjolla, mutta lopputuloksena opiskelija ei tunne hallitsevansa kunnolla mitään.

### *2.6 Erilaiset oppimisen tiet ja tavat*

Automaatioasentajien ja insinöörien koulutuksessa on eroja: asentajien koulutus on käytännönläheisempää, konkreettista harjoitteluun perustuvaa koulutusta, ja insinöörien koulutus on luentoihin ja teorianharjoituksiin perustuvaa koulutusta. Lisäksi voidaan sanoa, että nykyisin ammattikoulusta siirrytään perusasiat osaten ammattikorkeakouluun. Ammattikorkeakoulu on ikään kuin jatkokoulutus ammattiopiston koulutukselle.

Nämä erot näkyvät myös koulutuksessa ja sen suunnittelussa. Ammattiopistossa jokaiselle oppilaalle pyritään antamaan kevyehköt teoretiset tiedot opetettavasta asiasta, käytännön tehtäviä oikeilla laitteilla ja niiden osilla. Tällöin koulutus muodostuu hyvin konkreettiseksi ja konkreettisiin omiin kokemuksiin perustuvaksi. Siksi ammattiopiston koulutuksessa tarvitaan runsaasti oikeita laitteita ja niiden käyttöön perustuvia harjoituksia.

Ammattikorkeakoulussa eri kursseilla perehdytään tarkemmin laitteiston ohjelmointiin, käyttöön työpisteissä ja koko työprosessiin. Tämä tehdään pitkälle seuraamalla luentoja, kirjallisuutta ja tekemällä harjoitustehtäviä, jolloin konkreettinen laitteeseen omin käsin ja työkaluihin tutustuminen jää vähälle.

### *2.7 Robottiikan koulutuksen kehittämisen peruskysymykset*

Työn tavoite on vastata seuraavaan kysymykseen:

Kuinka suunnitella ja toteuttaa työelämälähtöisesti tarvittava opetus, jossa ammattiotolaiset (automaatioasentajat) opiskelevat ja ammattikorkeakoulussa opiskelevat insinöörioppilaat saavuttavat edellisissä luvuissa (luvussa 2.4 automaatioasentajille ja luvussa 2.5 insinööriopiskelijoille) asetetut vaatimukset ja tavoitteet.

## 3 TYÖELÄMÄLÄHTÖINEN INNOSTAVA OPETTAMINEN

### *3.1 Yleistä työelämälähtöisestä opettamisesta*

Tässä luvussa kuvataan kehityshankkeen suorittamisen teoriaosuus eli työn pedagoginen pohja. Sen keskeiset teoriat sekä käytetty näkökulma näihin. Myös oppimisteoriatausta ja siihen liittyvä lähdeaineiston valinta suoritetaan tässä luvussa perustellen ja arvioiden. Lopuksi esitellään työssä käytetyt menetelmät siltä osin kuin ne kuuluvat teoriataustaan.

Ensimmäisenä määritellään ammattitaito ja sen saavuttaminen keskeisenä opiskelijan ja opetuksen tavoitteena. Hiljaisen tiedon merkityksen tärkeys ammatillisessa osaamisessa nostetaan esiin ja työelämään kasvattaminen ammatillisen pätevyyden kehittäjänä asetetaan yhdeksi keskeiseksi tekijäksi.

Opetusnäkökulmaksi on valittu innostava opettaminen. Tällöin vastataan kysymykseen; millainen opetus on innostavaa ja miksi opettamisen pitäisi olla innostavaa. Tavoitteena opetuksen kehittämisessä on tällöin se, miten voidaan suunnitella mahdollisimman innostava ja motivoiva sekä tarkoituksenmukainen opetus.

Tarkoituksenmukainen opetus opiskelijoiden näkökulmasta on työelämälähtöistä. Siksi se on valittu kehittämishankkeen opetuksen kehittämisen lähtökohdaksi. Tästä käsitellään

- työelämälähtöisen opetuksen suunnittelun suuntaviivat
- työelämälähtöisen suunnittelun eri tasot ja
- työelämälähtöisen oppimisen arvioinnin.

Opetusmenetelmistä esitetään

- suositeltavat työelämälähtöiset menetelmät,
- työelämälähtöiset harjoitukset,
- opintokäynnit,
- työelämän asiantuntijat,
- yhteistyöprojektit työelämän kanssa,
- työssä oppiminen ja
- työelämässä suoritettut ammattiosaamisen näytöt.

Nämä muodostavat ne menetelmät, joita käytetään innostavan työelämälähtöisen opetuksen suunnittelussa.

### *3.2 Työelämälähtöisen opettamisen perusteet*

#### **3.2.1 Ammattitaito**

Kirjallisten lähteiden mukaan ammattitaito koostuu seuraavista kolmesta osatekijästä (Repo et al 2003, 11):

- pätevydestä, jonka hankintakeinot ovat ammatillinen koulutus ja oppiminen työssä,
- sosiaalisista taidoista, joita opitaan koko elämän ajan koulutuksessa ja vuorovaikutussuhteissa ja
- yhteisötietoisuudesta, mikä tarkoittaa kykyä ymmärtää kokonaisuutena työyhteisön, yrityksen tai oppimisympäristön toimintaa.

Mikään näistä ammattitaidon osa-alueista ei riitä yksinään. Kaikkia niitä voi kehittää jo opiskeluaikana. Opiskelu itsessään kehittää yhteisötietoisuutta ja sosiaalisia taitoja. Koulutuksen, kokemuksen, työn kehittämisen ja jatkuvan oppimisen kautta kartutetaan ammatillista pätevyyttä. Tämä näkökulma pitäisi huomioida opetuksen suunnittelussa. (Repo ym. 2003, 11)

Teoriakoulutuksen sekä käytännön työelämän yhdistäminen on haastavaa kaikessa ammattiin johtavassa koulutuksessa. Erityisesti näin on ammatillisessa koulutuksessa, koska koulutukseen hakeutuvat opiskelijat ovat usein käytännöllisesti orientoituneita. He ovat myös motivoituneita erityisesti ammattikäytäntöön liittyvien käytännön oppiaineista. Vaikka motivaatio olisikin korkealla, ammatillisen tiedon muokkaaminen ammattitaidoiksi ei ole helppoa, siksi koulutuksessa ja sen suunnittelussa pitäisi voida ottaa huomioon kaikki em. ammattitaidon osa-alueet. (Pihlman 1991, 116)

### 3.2.2 Hiljaisen tiedon merkitys ammatillisessa osaamisessa

Ammattitaitoon liittyy kiinteästi termi hiljainen tieto. Katsotaan seuraavaksi, miten ja miksi se kuuluu kiinteänä osana ammattitaitoon ja ammatilliseen osaamiseen.

Koivunen (Koivunen 1997, 78 – 79) määrittelee hiljaisen tiedon siten, että hiljaiseen tietoon sisältyy kaikki ”*se geneettinen, ruumiillinen, intuitiivinen, myyttinen, arki-tyyppinen ja kokemusperäinen tieto, jota ihmisellä on ja jota ei voida ilmaista verbaalisin käsittein*”. Lyhyesti sanottuna: ihmisessä itsessään oleva ei-käsitteellinen tieto eli nonverbaali tieto siis tieto, jota ei voida kuvata verbaalisti, on hiljaista tietoa. Koivunen määrittää hiljaiseen tietoon kuuluvaksi myös tiedon, joka on ihmisen muistissa ”sanoin kuvaamattomassa” ei-aktiivisessa tilassa, puolittain unohtuneena, mutta joka on myös mahdollista palauttaa aktiiviseen eli käsitteelliseen muistiin.

Vastakohtana hiljaiselle tiedon käsitteelle annetaan lähteessä kaikki käsitteellinen tieto (Koivunen 1997, 77): kirjoitetut sanat, joihin sisältyvät Koivusen määritelmästä johdettuna mukaan myös puhutut ja ajatellut sanat, matemaattiset kaavat ja muut symbolit, kartat tai muut kuvaavat merkit ja merkitykset. Tällaista tietoa kutsutaan eksplisiittiseksi tiedoksi (Koivunen 1997, 77) tai fokusoivaksi tiedoksi. OECD:n raporteissa hiljaisen tiedon vastakohtana pidetään koodattua tietoa, coded knowledge (Koivunen 1997, 80).

Ihmisen onneksi detaljitietoa painuu koko ajan unohduksiin. Osa siitä yleistetään ihmisen mielessä siten, että sitä voidaan myöhemmin käyttää hyödyksi. Sitä liitetään aivojen toimintamalleihin osiksi, jotta myöhemmin vastaavassa tilanteessa osataan

toimia oikein. Tämä hyödyllinen metatieto, oikeastaan muistin rakenteet, ovat valtava tiedon varasto, joka aktivoituu erilaisissa elämäntilanteissa. (Koivunen 1997, 91) Tästä Koivunen sanoo tyhjentävästi (Koivunen 1997, 92):

*”Ihmisen aivot eivät ole mekaaninen muistivarasto. Ihmisen muisti prosessoi koko ajan vanhaa aineistoaan. Uudet kokemukset ja uusi tieto asioista muuttavat myös vanhaa muistivarastoa. Ihmisaivojen ehkä tärkein kyky on tämä prosessointi ja unohtaminen. Unohtamisen kyky on äärimmäisen tärkeä ihmisen kokonaisvaltaisen miinuuden eheyden säilyttämiseksi. Unohtamisessa koodatun tiedon sallitaan painua hiljaiseksi tiedoksi. Unohtaminen antaa mahdollisuuksia uusiin kokonaisvaltaisiin kertomuksiin.”*

Edellä sanotun perusteella voidaan sanoa, että vasta sitten, kun tieto on prosessoitu ihmisen mieleen ja ”selkärankaan” hiljaiseksi tiedoksi tieto on oikeasti omaksuttu. Koivunen sanoo, että ”tiedon integrointi osaksi omaa hiljaisen tiedon järjestelmää riippuu persoonallisista kyvyistä. Siihen tarvitaan tietynlaista metatietoa, jonka avulla tieto tiedosta jäsentyy. Ihmisellä on paljon tätä metatietoa, vaikka he eivät ole tietoisia siitä.” (Koivunen 1997, 83)

Käytännön työelämässä työtehtävien suorittamiseksi nopeasti, tehokkaasti ja oikein vaihtuvissa tilanteissa käytetään suurimmaksi osaksi ihmisen rakenteisiin varastoitunutta tietoa eli hiljaista tietoa. Työtehtävien suorittaminen nopeasti, tehokkaasti ja oikein vaihtuvissa tilanteissa kutsutaan ammattitaidoksi. Ammattiin opettamisessa yksi suurimmista haasteista onkin tiedon jalostaminen opiskelijan ”rakenteisiin” siten, että hän selviää todellisissa työtilanteissa. Tämä tarkoittaa ammatissa tarvittavan tiedon harjoittamista tavalla tai toisella kirjatiedosta kokonaisuuksia hahmottavaksi monipuolisesti sisäistetyksi tiedoksi.

Ammatissa tarvittavan tiedon jalostamiseksi monipuolisesti sisäistetyksi tiedoksi tarvitaan monia menetelmiä, jotka auttavat opiskelijaa prosessoimaan tietoa, tiedostaen tai tiedostamattaan. Näitä ovat mm. aktivoivat opetusmenetelmät, työelämälähtöiset harjoitukset, oppimiskäynnit, asiantuntijoiden käyttö, työssä oppiminen jne.

### 3.2.3 Ammattiin kasvattaminen

Ammattiin kasvattaminen tarkoittaa ammatissa tarvittavan hiljaisen tiedon sisäistäminen ja ammatillisten taitojen opettamisen lisäksi ammatissa ja ammattilaisen käyttäytymisen opettamisen. Tämä korostuu nuorisoasteen koulutuksessa, jossa opetukseen katsotaan sisältyvän työaikojen noudattamisen, työtapojen omaksumisen, siisteyden ja työpaikalla käyttäytymisen opettaminen opiskelijoille. Ammattimaiseen käyttäytymiseen ja ammattilaisen käytökseen katsotaan kuuluvan työtehtävien suorittaminen jokaisessa tapauksessa, muiden opiskelijoiden huomioon ottaminen, työkaluista ja yhteisestä omaisuudesta huolehtiminen.

Ammatillisen koulutuksen opetussuunnitelmat ja ammatillinen koulutus laaditaan niin, että ammattiin kasvamisen prosessi on käynnissä opiskelijan koko opintojen ajan. Tämä käy selkeästi ilmi esimerkiksi sähköalan valtakunnallisesta opetussuunnitelmasta (Opetushallitus 2000, ks. esim. sivut 10 – 11 tai mikä tahansa opintojen arvosteluperusteet), jossa vaaditaan opintojakson suorittamiseksi vähintään hyväksyttävä käytös, annettujen tehtävien suorittaminen ja sen jälkeen vasta ammatillisen osaamisen osoittaminen.

Käytännössä osa ammattiin kasvattamisesta suoritetaan koulutuksen aikana ammatillisen käytöksen vaatimisena, käyttämällä ammattilaisen arvomaailmaa ja työtapoja sekä ”altistamalla” opiskelija todellisten työpaikkojen ilmapiirille työssä oppimiskokemusten muodossa. Tällöin toistuvasti, harkitusti ja hallitusti mahdollistetaan opiskelijalle hiljaisen tiedon ja ammatillisen käytöksen omaksuminen yhdessä ammatillisten taitojen paranemisen kanssa. Yhdistämällä tähän teorian opettaminen saadaan aikaan ns. kokemuksellisen oppimisen sykli (Järvinen et al 2002, 90).

Kokemuksellisen oppimisen syklissä pyritään kierroksittain vahvistamaan asian

- ymmärtämisen (abstrakti käsitteellistäminen),
- soveltamisen (aktiivinen kokeilu),
- tajuamisen (konkreettinen kokemus) ja
- pohtimisen (reflektiivinen havainnointi)

ketjua eli ns. Kolbin sykliä (Järvinen et al 2002, 90). Tämä ketju toistetaan kierroksittain, jolloin oppimisesta tulee tehokasta ja mielekästä.

Miten edellä mainitut asiat vaikuttavat opetuksen suunnitteluun? Konkreettiset suoritettavat tehtävät ja tehtäväkokonaisuuksien nivominen toisiinsa yhdessä teoriaopintojen, työssä oppimisjaksojen lomittaessa kouluopinnot antavat yksittäisten kurssien opetuksen suunnittelulle reunaehdot. Lisäksi ammatillisuuden (toiminta, käytös) vaatimukset on sisäistettävä jokaiseen kurssiin automaattisesti kuuluvana.

### 3.2.4 Innostava opettaminen

**Innostava opettaminen** tarkoittaa sitä, että opiskelija opetuksen vaikutuksesta innostuu aiheesta. Tämä perustuu mm. opetuksen mielekkyyteen. **Mielekäs oppiminen** voidaan määritellä (Nurmi et al 2003, 8):

*”Jonassenin ym. (1999) mielekkään oppimisen mallissa, jonka mukaan oppimisessa voidaan ihannetapauksessa erottaa viisi toisistaan riippuvaa osa-aluetta: aktiivisuus, konstruktivisuus, yhteistoiminnallisuus, tavoitteellisuus ja autenttisuus. Mallissa oppiminen nähdään aktiivisena ja tavoitteellisena prosessina, jossa opiskelijat muodostavat merkityksiä ja tietoja vuorovaikutuksessa toisten, ympäristön ja kulttuuristen artefaktien kanssa.”*

Lehtonen toteaa Kearsleyn (1996) määrittelyihin perustuen **mielekkään oppimisen keskeiset tekijöiden** olevan kontekstuaalisuus, kokemuksellisuus ja konstruktivisuus.

- Kontekstuaalisuus edellyttää, että oppiminen tapahtuu aidoissa ympäristöissä ja tilanteissa, joissa opittuja tietoja tullaan käyttämään. Tämä tarkoittanee samaa kuin autenttisuus Joanssenin mallissa.

- Kokemuksellisuus edellyttää opiskelijan aikaisempien tietojen, taitojen ja kokemusten mukaan ottamista oppimistapahtumaan.
- Konstruktivismi puolestaan edellyttää, että oppiminen on aktiivista tiedon rakentamista opiskelijan aikaisempien tietojen pohjalle (Lehtonen 2001, 149).

Kearsleyn mallin kokemuksellisuuteen voidaan yhdistää Joanssenin mallin aktiivisuuteen, tavoitteellisuuteen ja yhteistoiminnallisuuteen. Lisäksi olennainen osa mielekästä oppimista on korkeatasoinen ajattelu (complex thinking), jossa opittavalle aiheisällölle tyypillinen (sisältöspesifi) ja luova-ajattelu yhdessä kriittisyyden kanssa yhdistyvät. (Nurmi et al 2003, 8)

**Mielekkään oppimisen määritelmän mukaisessa opettamisessa** on tavoitteena, että oppimisen lähtökohtana olisivat mahdollisimman aidot, opiskelijoita kiinnostavat ongelmat, joita ratkottaisiin yhdessä mahdollisimman aidoilta tuntuvissa tilanteissa. Tällöin käytettäisiin, mahdollisuuksien mukaan, oikeita välineitä ja työskentelytapoja. Silloin oppimisessa korostuu opiskelijan omakohtainen kognitiivinen prosessointi, yhteisöllinen jaetun ymmärryksen rakentaminen sekä aidon toimintakontekstin omaksuminen. (Nurmi et al 2003, 8)

Mielekkäällä oppimisella on siis tarkoituksena saada oppiminen tuntumaan mielekkäältä. Ihmisen kokema motivaatio on suoraan yhteydessä mielekkyyden eli miellyttävään tunteeseen. Motivaatiohan perustuu positiivisen tunteen hakemiseen tai epämieluisan tunteen välttämiseen. Tällöin voidaan sanoa, että mielekäs oppiminen joko motivoi tai auttaa opiskelijaa motivoitumaan.

On olemassa monia opetusmenetelmiä, jotka aktivoivat opiskelijaa ja tuntuvat mielekkäiltä. Ne motivoivat opiskelijaa ja antavat palautetta sekä opiskelijalle että opettajalle. Hyvä opetusmenetelmä kehittää opiskelijan tiedollisten valmiuksien lisäksi hänen lukemis-, kirjoittamis- ja keskustelutaitojaan, kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä. (Kuittinen 1994, 13)



Aktiivinen oppiminen, vastakohtana passiiviselle luennolla istumiselle, tarkoittaa sitä, että (Kuittinen 1994, 13 – 14):

- opiskelija käsittelee ja tuottaa tietoa,
- tietojen välittämisen sijasta korostetaan taitojen kehittämistä,
- opiskelija joutuu ajattelemaan: jäsentelemään, arvioimaan, sekä rakentelemaan kokonaisnäkemystä,
- opiskelija osallistuu opetukseen: hän lukee, keskustelee ja kirjoittaa ja
- opiskelussa korostuu opiskelijan ajatusten, arvojen ja asenteiden itsetutkimus.

Aktivoivan opetuksen voi hyvällä syyllä arvioida olevan innostavaa.

Ammatillisen opetuksen suunnittelussa on tärkeä huomioida opiskelijoiden ammattikäytäntöön liittyvä yksilöllinen tieto- ja kokemuspohja. Osalla opiskelijoista saattaa olla käytännön kokemusta työelämästä ja jopa opiskeltavalta ammattialalta. Toiset opiskelijat ovat saattaneet tulla koulutukseen suoraan yleissivistävän koulutuksen jälkeen. Hyvin suunnitellussa ammatillisessa opetuksessa opiskelijoita opastetaan yhdistämään heidän yksilöllinen tieto- ja kokemuspohjansa koulutuksen tarjoamaan tietoon ja harjoitteluun. Tämä toimintatapa sopii sekä ammattiaineiden että yleis- ja tukiaineiden opettamisessa. (Pihlman 1991, 116)

Erytisesti nuoret opiskelijat kaipaavat aktiivista toimintaa ja toiminnallista oppimista. Ammatilliseen koulutukseen liittyvien ammattitaitojen harjoittelua tapahtuu mm. harjoitusluokissa ja työelämän harjoittelujaksoilla. Opetuksessa voidaan hyödyntää oppilaitosten työpajojen materiaaleja ja työkaluja, mutta myös luokahuoneeseen voi tuoda monenlaista askartelumateriaalia. (Vuorinen 1993, 181)

Lonka (1991, 12) määrittelee aktivoivan opetuksen opetuksiksi, jossa oppiminen on keskeisin tavoite. Siinä vastuuta oppimisesta siirretään opiskelijalle. Opettajan tehtävänä on toimia yhteistyökumppanina ja työn ohjaajana.

Aktivoivat opetusmenetelmät sopivat ammatilliseen koulutukseen. Ne ohjaavat opiskelijaa kehittämään ja arvioimaan omia tietorakenteitaan sekä työskentelytapojaan.

Aktivoivien opetusmenetelmien avulla teoreettista tietoa voidaan yhdistää opiskelijoiden ammattikokemukseen. Usein ne perustuvat kirjoittamalla jäsentämisen tai ajatusten kirjaamisen oppimista tehostavaan vaikutukseen. Opiskelijalle annetaan mahdollisuus toimia aktiivisena tiedon käsitteijänä ja tuottajana. Aktivoivia opetusmenetelmiä Pihlmanin (1991, 116 – 120) mukaan ovat esimerkiksi virittävät kysymykset, oppimispäiväkirjat, kielletyt muistiinpanot, marginaalimuistiinpanot, käsitekartat ja vaihtoehtoiset tentit.

Monet aktivoivat työtavat edellyttävät opettajalta suurta joustavuutta. Kun opetuksessa huomioidaan opiskelijoiden tarpeet ja kysymykset, sen etenemistä on vaikea suunnitella kovin tarkasti etukäteen. Toisaalta opettajan on huomioitava opittavan aiheen keskeiset asiat ja varmistettava, että oppimiselle asetetut tavoitteet saavutetaan. Tämä edellyttää opettajalta syvällistä oman ammattialansa hallintaa. (Lonka 1991, 17 – 20)

Opettajan on myös varauduttava siihen, ettei hän välttämättä pysty heti vastaamaan opiskelijoiden esittämiin kysymyksiin. Opiskelijat voivat oudoksua aktivoivia opetusmenetelmiä, mikäli he aikaisemmin ovat opiskelussa tottuneet toisenlaiseen opetustapaan. Toisaalta kokemukset aktiivisten opetusmenetelmien käytöstä ovat osoittaneet, että myös varukselliset opiskelijat alkuvaiheen jälkeen suhtautuvat niiden käyttöön myönteisesti. (Lonka 1991, 17 – 20)

### *3.3 Työelämälähtöisen opetuksen suunnittelu*

#### **3.3.1 Työelämälähtöisen opetuksen suunnittelun suuntaviivat**

Lähteet (Hätönen 2001) ja (Opetushallitus 2000) eli tutkija ja valtakunnallinen ammatillinen sähköalan opetussuunnitelma määrittelevät, että ammatillisen peruskoulutuksen tulee antaa laaja-alaiset ammatilliset perusvalmiudet alan erilaisiin tehtäviin. Ammatillisen koulutuksen tavoitteena on erikoistuneen osaamisen ja työelämän edellyttämän ammattitaidon hankkiminen yhdellä tutkinnon osa-alueella. Tarkoituksena on, että opiskelija voi tutkinnon suoritettuaan sijoittua työelämään ja siellä suoriutua alansa vaihtelevista tehtävistä myös muuttuvissa oloissa sekä kehittää ammattitaitoaan läpi elämän. (Hätönen 2001, 8 ja Opetushallitus 2000, 8 - 10)

Oppilaitokset eivät saa olla suljettuja, muusta yhteiskunnasta erillisiä laitoksia, vaan niiden tulee yhteistyössä elinkeinoelämän ja työpaikkojen kanssa varmistaa, että koulutus vastaa työelämän ammattitaitovaatimuksia. Koulutuksen tulee edistää oppilaan työllistymistä ja mahdollisuuksia ryhtyä itsenäisiksi ammatinharjoittajiksi. (Hätönen 2001, 8 ja Opetushallitus 2000, 8 - 10)

Annettava opetus pitää ensin suunnitella riittävällä tarkkuudella, ennen kuin sitä voi antaa. Suunnittelu ei voi perustua vain opetussuunnitelmaan, vaikka se onkin velvoittava määräys, tai pelkästään oppikirjoihin. Se ei voi myöskään perustua pelkään opettajan työssä saavutettuun rutiiniin. Sen tähden opettamistyössä tarvitaan useita erilaisia suunnitelmia, joiden avulla opetetaan eri-ikäisiä oppilaita, eri lailla orientoituneita oppilasryhmiä, eri kokoisia opetusryhmiä, eri oppiaineita ja joka ottaa opettajansa vahvuudet sekä kehittymiskohteet huomioon. (Uusikylä 2005, 65)

### 3.3.2 Suunnittelun eri tasot

Opettaja tarvitsee useita suunnitelmia **oppimisen suunnittelemiseksi**. Mitä enemmän painotetaan aktiivista oppimista ja kokonaisvaltaista osaamista, sitä enemmän tarvitaan opetuksen taitavaa suunnittelua ja yksittäisten opintojaksojen sekä tuntien toisiinsa nivovaa suunnittelua. (Uusikylä 2005, 65)

Opettamisen ja oppimisen suunnitelmia ovat mm.:

- 1) kurssisuunnitelmat (yhden kurssin sisällön ja toteutuksen suunnittelu),
- 2) aihepiirisuunnitelmat, jotka koskevat yhtä aihetta,
- 3) tuntisuunnitelmat, jotka auttavat yhden opetuskerran toteuttamisen suunnittelemiseen,
- 4) muut oppimissuunnitelmat kuten työssä oppimisen suunnittelu, harjoitusjaksojen suunnittelu yms.

Kaikille em. suunnitelmille yhteistä on, että ne perustuvat johonkin kattosuunnitelmaan ja ovat opettajan työkaluja tuottaa laadukasta opetusta. Hyvä oppimisen suunnittelu ja suunnitelmat näkyvät opiskelijoiden oppimistuloksissa.

Yhteisenä opetussuunnitelmana käytetään joko valtakunnallista velvoittavaa määräystä, valtakunnallista opetussuunnitelmaa, tai siitä muokattua oppilaitoskohtaista yksityiskohtaisempaa opetussuunnitelmaa. Yhteisen opetussuunnitelman pohjalta jokainen opettajatiimi ja yksittäinen opettaja laativat yksityiskohtaisen työsuunnitelman lukukausittain ja lukuvuosittain. Työsuunnitelmaa käytetään opetussuunnitelmaa yksityiskohtaisempien kurssien suunnitelmien laatimiseen.

Opetussuunnitelman perusteiden tehtävänä on välittää koulutuspoliittisia tavoitteita ja osoittaa valtakunnallisesti yhtenevän ammattitaidon ydintaitojen ja kansalaisena toimimisen vaatimukset. Lisäksi opetussuunnitelman perusteet toimivat arvioinnin pohjana. Perusteet on laadittu yhdessä työmarkkinaosapuolten, muiden sidosryhmien ja oppilaitosten kanssa. Vastuu opetussuunnitelman perusteista on opetushallituksella.

Opetussuunnitelma on koulutuksen järjestäjän hyväksymä asiakirja, jossa selvitetään oppilaitoksen tarjoamat opinnot. Siinä tarkennetaan opetussuunnitelman perusteissa määrättyjen opintojen tavoitteet, sisällöt, arvioinnin ja oppilaitoksen laatimat valinnaiset ja vapaasti valittavat opinnot. Koulutuksen järjestäjä päättää opetussuunnitelmasta alueellisten ja paikallisten tarpeiden pohjalta. Opetussuunnitelman rakenne määräytyy sen mukaan, mitä koulutuksia varten se laaditaan. Kaikissa tapauksissa siihen liittyy yhteinen osa ja tutkintokohtainen osa. Koulutuksen järjestäjän on myös huolehdittava siitä, että opetussuunnitelma pysyy ajan tasalla ja kehittyy opiskelijoiden tarpeiden, paikallisen työelämän ja uusien koulutuspoliittisten linjausten mukaisesti.

### **3.3.3 Oppimisen arviointi**

Opiskelijoiden arviointia ohjaavat laki ammatillisesta koulutuksesta (L630/98, 25§) ja opetushallituksen määräys arvioinnista (Opetushallitus 30.6.1999). Sen mukaan kaikille opiskelijoille ja arviointiin osallistuville on tiedotettava jo ennen opintojen alkamista arvioinnin periaatteista ja niiden soveltamisesta. Arvioinnin kohteet ja arviointikriteerit on johdettava opetussuunnitelman ja tutkinnon perusteissa esitetystä tavoitteista. Oppilaitoksessa tulee määritellä opintokokonaisuuksien arviointikriteerit tyydyttävän, hyvän ja kiitettävän osaamisen tasojen pohjalta.

Arvioinnin tehtävät ovat (Hätönen 2001, 94 – 104):

1. arvioinnin tulee tukea opiskelijan myönteisen minäkuvan kehittymistä ja kasvua ammattiin,
2. arvioinnilla pyritään ohjaamaan ja kannustamaan opiskelijaa myönteisesti omien tavoitteidensa saavuttamiseen sekä kehitetään hänen itsearviointitaitojaan ja
3. arvioinnin tulee antaa tietoa opiskelijan osaamisesta opettajille, työnantajille sekä mahdollisia jatko-opintoja varten.

Hyvä opiskelijan arviointi lähteen (Hätönen 2001) mukaan täyttää alla olevan listan mukaisia asioita (Hätönen 2001, 94 – 104).

- Opiskelijan oppimista, työskentelyä ja kehittymistä tulee arvioida monipuolisesti ja tarpeeksi usein koulutuksen aikana ja sen päättyessä.
- Arvioinnin tulee perustua opiskelijan omaan itsearviointiin sekä opiskelijan, opettajien ja työssä oppimisen ajalla työpaikkaohjaajien kanssa käytyyn arviointikeskusteluun.
- Arvioinnin tulee olla laadullista, jotta saadaan tietoa opiskelijan osaamisesta suhteessa opintokokonaisuuksien tavoitteisiin ja niiden pohjalta laadittuihin arvioinnin kriteereihin. Laadullisen arvioinnin tulee perustua vuoropuheluun opiskelijan ja häntä ohjaavien opettajien välillä ja sen tulee olla luonteeltaan kehittävä.
- Arvosanaa annettaessa painotetaan loppuvaiheen osaamista.
- Arviointimenetelmät valitaan siten, että ne mittaavat asetettujen tavoitteiden saavuttamista, soveltuvat käytettyihin opiskelumenetelmiin ja tukevat oppimista. Arvioinnin tulisi antaa tietoa osaamisen tasosta opiskelijalle, oppilaitokselle ja työelämälle.
- Opiskelijoille ja arviointiin osallistuville on tiedotettava ennen opintojen alkamista arvioinnin periaatteista ja niiden soveltamisesta.

Nykyisessä monimutkaisessa yhteiskunnassa arvioijan tai arvioitavan itse on vaikea päättää mitkä ovat ne perustiedot, jotka oppilaan tulisi hallita. Ratkaisevaksi tekijäksi arvioinnissa muodostuu kuka arvioi, kuka asettaa arviointikriteerit ja kuka valitsee

yhteiskuntakuvan, jonka mukaan arviointikriteerit asetetaan. Näillä arviointikeinoilla on vaikutusta, koska ne vaikuttavat opiskelijoiden opiskeluvaihtoihin, jatko-opintoihin ja työpaikan saantiin. (Virta 1999, 18 – 19)

Arvioinneissa tulisi huomioida, että osaamisessa testataan oikeita kysymyksiä. Muuten kasvaa riski siitä, että kuulu sen välillä, mitä opitaan ja mitä yhteiskunta vaatii. Suuri riski nykypäivänä on myös, ettei yhteiskuntaan sosiaalistamista huomioida riittävästi. Usein arvioinnit painottuvat enemmän tiedolliseen osaamiseen kuin sosiaalisiin taitoihin ja todelliseen osaamiseen. (Virta 1999, 18 – 19)

Nopeasti kehittyvässä maailmassa opiskeluun liittyvien taitojen hankkiminen on koulutuksen aikana yhtä tärkeää kuin varsinaisen teorian ja ammattikäytännön omaksuminen. Opiskelijan itsearviointitaitojen kehittämisen tulisi olla olennainen osa ammattitaidon hankkimista. Tätä taitoa opiskelija tarvitsee myös työelämässä ammatissa kehittymisensä tueksi. (Pihlman 1991, 114 – 115)

Arviointi suuntaa usein voimakkaasti opiskelijoiden opiskelukäytäntöä ja opitun varmentaminen tentillä on keskeinen kirjoittamiseen perustuva opetusmenetelmä. ”Vaihtoehtoiset” tentit, joissa opiskelijoiden edellytetään ajattelevan pelkän ulkoa opitun toistamisen sijasta, voivat olla avuksi teorian ja käytännön yhdistämisessä. Oppiminen tehostuu, jos kokeissa edellytetään tiedon soveltamista, kirjatietojen yhdistelyä sekä kirjatiedon vertaamista käytäntöön, sen uudelleen jäsentelyä tai arviointia. Tällaiset tentit myös auttavat opiskelijan itsearvioinnin kehittymisestä. (Pihlman 1991, 116 – 120)

Vaihtoehtoisiksi tenttimuodoiksi voidaan lukea mm. työkokeet, suulliset ryhmätestit, osaamisen näytöt, työtulosten arviointi, työn esittely harjoitustöissä ja työssä oppimispaikoissa. Monet näistä menetelmistä ovat käytössä nykyisessä ammatillisessa koulutuksessa. Näistä lisää kappaleessa 3.4.

### *3.4 Työelämälähtöiset opetusmenetelmät*

#### **3.4.1 Yleistä suositeltavista menetelmistä**

Opettajan työtavat tarkoittavat niitä käytännön opetusmenetelmiä, joiden avulla hän organisoii opiskelua ja pyrkii edistämään oppimista. Hyvänä opetuksena pidetään

sopivan konkreettista, vaihtelevaa, opiskelijoita aktivoivaa, yhteistoimintaan ohjaavaa, yksilölliset erot huomioivaa ja opettajalle kuin myös opetettavalle ryhmälle palautetta antavaa opettamista. Ihanteellinen opetusmenetelmä sisältää nämä kaikki. (Vuorinen 1993, 63 – 75)

Epäideaalisisessa todellisuudessa käytettävien opetusmenetelmien valintaa rajoittavat mm. käytettävissä olevat resurssit, kuten aika, opetus- ja havaintomateriaali sekä välineet. Opetusmenetelmiä valitessaan pyritäänkin löytämään vaihtoehtoista siihen tilanteeseen sopivin. Hyvä opettaja hallitsee käyttämänsä opetusmenetelmät ja on valmis kokeilemaan sekä kehittämään uusia työtapoja. (Vuorinen 1993, 63 – 75)

### **3.4.2 Työelämälähtöiset harjoitukset**

Työelämälähtöisiä harjoituksia on montaa eri tyyppiä. Tavallisimpia ja hyödyllisimpiä ovat tietysti ne, joissa käytetään ja harjoitellaan oikealla laitteella, laitteen osalla tai ohjelmalla. Aina tämä ei ole mahdollista, jolloin on käytettävä jotakin muuta menetelmää. Näitä menetelmiä ovat muun muassa demonstraatio, simulaatio ja tapauskertomukset.

**Harjoittelu oikeilla laitteilla** on nykyisin kiinteä osa monien oppilaitosten opiskelua. Yleisesti tiedetty tosiasia on, että harjoittelu todellisessa ympäristössä, työssä oppiminen, ja harjoittelu oikeilla laitteilla todelliseen elämään kuuluvilla laitteilla järkevästi suunniteltuja harjoituksia tehden on tehokkainta mahdollista valvottua opettamista työelämää varten. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, jolloin joudutaan harjoittelemaan osaa asioista jollakin muulla keinoin kuin oikeilla laitteilla asennus, suunnittelu yms. harjoitteluja tehden.

**Simuloinnissa** tarkoitetaan sitä, että tapahtuma tai prosessi jäljitellään joko toistamalla tai ennakoimalla todenmukaisena jäljiteltävää prosessia. Tällöin opiskelua varten rakennetaan mahdollisimman pitkälle todellista tilannetta vastaava ympäristö, ympäristön osa tai muu opetettava ilmiö. Simuloinnin tarkoituksena on jonkin monimutkaisen tilanteen tutkiminen ja siihen liittyvien taitojen harjoittelu ilman todellisessa tilanteessa olevia epäonnistumisen paineita tai todellisia vaaroja. (Vuorinen 1993, 186 – 227)

Simuloinnin yhdistetään yleensä teknisluonteiseen ympäristöön, missä opiskelija teknisten välineiden avulla seuraa jotain tapahtumaa. Siksi inhimilliseen vuorovaikutukseen perustuvasta kasvatuksesta ja terapian käyttämisestä simulaatiosta käytetään yleisesti ilmaisua **sosiodraama** tai **roolileikki**. (Vuorinen 1993, 186 – 227)

Sosiodraamassa sen sijaan on kyse ihmisen kasvuun, sosiaaliseen kanssakäymiseen ja terapiaan liittyvästä työskentelystä. Draamalliselle ilmaisulle tyypillistä ovat myös roolien vaihdot osallistujien kesken. Inhimilliseen vuorovaikutukseen pohjautuvassa simuloinnissa on mahdollista ennakoita kaikkia todellisessa tilanteessa esille tulevia mahdollisuuksia. (Vuorinen 1993, 186 – 227)

Tietotekninen kehitys on mahdollistanut ja laajentanut simulaatioiden käyttöä tuottamalla uusia simulaattoreita. Teknisissä ympäristöissä simulointeja käytetäänkin laajasti. Käyttökohteina voivat olla esimerkiksi lentäjien koulutus, ohjelmointi, laitteiden ohjauksen harjoittelu, automaatiojärjestelmien kuten paperikoneiden valvonnan harjoittelu yms. Kohteena ovat useimmiten asiat ja tavoitteena ongelmanratkaisu tai tekniikan kehittäminen jossain muualla kuin teknisessä kohteessaan, esim. robotin ohjelmointi tai logiikan toteutusten ohjelmointi sekä opiskelu. (Vuorinen 1993, 186 – 227)

Eräs simuloinnin käytötapa ovat tapauskuvaukset (caset) eli jonkin todellisen ongelmatilanteen pohjalta tapahtuva työskentely. Tapauskuvauksissa opettaja antaa tehtävän, ohjaa tulosten arviointia ja auttaa tarvittaessa muuten itsenäisesti työskenteleviä ryhmiä. (Vuorinen 1993, 186 – 227)

**Demonstraatiolla** tarkoitetaan jonkin idean, taidon tai toimintamallin esittämistä tositalanteen ulkopuolella. Opettaja voi esimerkiksi demonstroida, millä tavalla tietyssä käytännön ammattitalanteessa toimitaan, vaikkapa puhelimeen vastattaessa. (Vuorinen 1993, 89 – 91)

Demonstraatio sopii parhaiten käytännön taitojen harjoitteluun. Silloin kuitenkin ryhmäkoon pitää olla riittävän pieni, jotta opetustilanne pystytään järjestämään ja demonstraatiota seuraava saa havainnollisen kuvan tilanteesta. Sillä demonstraation käyttö edellyttää opettajalta paljon ennakkovalmistelua. Demonstraatioon osallistuva



saa omakohtaista kokemusta harjoittelutilanteen mukaisesta toiminnasta. Erityisen hyvä se on ihmissuhdetaitojen ja viestinnän opiskelussa. (Vuorinen 1993, 89 – 91)

**Tapauskertomuksia eli case-tapauksia** on hyödynnetty monen alan opetuksessa. Tapauskertomus on lyhyt, tosiasioihin perustuva kuvaus ihmisen elämästä, lakijutusta tms. Ne ovat erinomainen keino opittavan asian konkretisointiin ja muistin tukemiseen sekä monimutkaisten tapausten analysoimisen opettelemiseksi. Tapauskertomuksia analysoidaan, vertaillaan ja pohditaan vaihtoehtoja. Opettajan tai opiskelijoiden on mahdollista koota tapauskertomuksia lehdistä, kirjallisuudesta, omista kokemuksistaan tai ääri tilanteessa keksiä itse. (Vuorinen 1993, 137 – 142)

### 3.4.3 Opintokäynnit

Tutustumiskäynnit, retket ja haastatteluvierailut ovat yksi työelämän ja opetuksen yhteistyömuoto. Opiskelijat suhtautuvat niihin yleensä myönteisesti. Näiden opetusmenetelmien käyttö edellyttää opettajalta valmiutta monenlaisiin käytännön järjestelyihin – jo pelkästään sopivan ajankohdan ja ryhmän liikkumismahdollisuuksien näkökulmasta. (Vuorinen 1993, 184 – 185)

Yritysten ja oppilaitosten yhteisillä seminaareilla, tapahtumilla ja vierailuilla yritykset voivat mainostaa omaa toimialaansa ja kertoa itsestään muuallakin kuin rekrytointi-messuilla. Yrityksistä voitaisiin käydä tutustumassa vastavuoroisesti oppilaitoksiin ja saada samalla tietoa oppilaitosten mahdollisuuksista. Seuraavassa muutamia keinoja yhteistoiminnan lisäämiseksi ja syventämiseksi:

- alumnitoiminta,
- kummiyritykset, yhteisöt ja henkilöt,
- organisaatioiden kumppanuussopimukset,
- työpajat,
- kehittämispäivät (esim. INNO-maraton) ja
- mentorointi (työelämänedustaja).

Opintokäyntien kevyempi muoto ja helpommin toteutettava muoto on käyttää ns. virtuaalivierailuja. Tällöin opiskelijalla on olemassa tehtäväsarja, joka koskee jotain yritystä, ammattialan työpaikkoja, museota tms. ja opiskelija tutustuu internetin väli-

tyksellä kohteeseen. Tätä voidaan käyttää myös syventämään opiskelijoiden tietämystä normaalista tutustumiskohteesta tai vaikkapa jostakin laitetoimittajasta.

#### **3.4.4 Työelämän asiantuntijat**

Yrityksestä tulevat asiantuntijaluennoitsijat ovat vakiinnuttaneet asemansa oppilaitoksissa. He tuovat opetukseen erilaista näkemystä esimerkeillään työelämästä (työelämän caset). Yritykset voisivat tukea sivutoimisten opettajien työtä nykyistä enemmän mm. joustamalla työaikojen suhteen ja panostamalla heidän monipuoliseen koulutukseen. Opiskelijat kyselevät usein kaikkeen työelämään liittyviä asioita, myös varsinaisen opiskeltavan aiheen ulkopuolelta.

#### **3.4.5 Yhteistyöprojektit**

Projektityöskentely tukee opiskelijoiden aktiivista toimintaa ja itsenäistä tavoitteasettelua. Opiskelijat saavat tietyn aiheen tai päämäärän, jonka toteuttamistavan he suunnittelevat itse. Projekti voidaan toteuttaa osana useampaa eri opintojaksoa tietoja ja taitoja monipuolisesti hyödyntäen. Projektissa opiskelijat voivat oppia työskentelemään ja kantamaan vastuuta yhdessä. Yhdessä työskentely mahdollistaa ja varmistaa useampien näkökulmien tai vaihtoehtojen huomioimisen ja punnitsemisen. Projektityöskentelyssä opiskelijat voivat täydentää toistensa osaamista ja oppia toisiltaan. (Lonka & Lonka 1991, 36)

Kokemuksen mukaan työelämälähtöiset harjoitus- ja projektityöt, jotka liittyvät todelliseen käynnissä olevaan työelämän, projektiin tai ongelmanratkaisuun, kiinnostavat opiskelijoita enemmän kuin opettajan laatimat harjoitukset. Yritysten kannattaisi hyödyntää harjoitustöiden mahdollisuutta nykyistä enemmän, muutoinkin kuin päätöiden yhteydessä. Oppilaitoksilla on käytössään hyvät tietokonejärjestelmät ja monipuoliset ohjelmistot.

Sopivia tehtäviä opiskelijoille voivat olla:

- tutkimus, tuotekehitys- ja suunnittelutyöt,
- laskelmien tekeminen esim. lujuuslaskelmat ja simuloinnit,
- tuotannon menetelmäkuvausten laatiminen,
- tuotannon rakennetiedostojen päivittäminen,
- layoutiin liittyvät kehitystehtävät,
- tiedonhankinta ja esiselvitystehtävät ja
- osavalmistus- ja alihankintatyöt.

### **3.4.6 Työssä oppiminen**

Tekemällä oppiminen eli toiminnallinen oppiminen on ihmisen luontainen oppimismenetelmä ja työelämässä eniten käytetty työntekijöiden perehdyttämisessä sekä sisäisessä koulutuksessa. Ammatilliseen koulutukseen tekemällä oppiminen kuuluu olennaisena osana. Opiskelijat oppivat ammattialaansa harjoittelemalla ammattialaansa kuuluvia tehtäviä ja toimintaa käytännön työelämän tilanteissa ja työyhteisöissä. (Vuorinen 1993, 179 – 181)

Käytännön toiminnassa teoriassa opitut asiat konkretisoituvat. Käytännön työelämän harjoittelussa oppiminen perustuu omiin kokemuksiin ja opiskelija saa välittömän palautteen osaamisestaan. Erityisen tärkeää käytännön harjoittelu on erilaisten taitojen oppimisessa ja usein myös asenteisiin vaikuttaessa. (Vuorinen 1993, 179 – 181)

Ammatillisesta koulutuksesta annetun lain mukaan työssä oppiminen on työpaikalla käytännön työtehtävien yhteydessä järjestettävää koulutusta, joka perustuu koulutuksen järjestäjän ja työpaikan kirjalliseen sopimukseen. Samalla lailla säädellään sekä oppilaitosmuotoiseen koulutukseen liittyvää työssä oppimista että oppisopimuskoulutusta. (Hätönen 2001, 87)

Työssä oppiminen on tavoitteellista, ohjattua ja arvioitua opiskelua ja sen tavoitteena on, että opiskelija oppii työpaikalla osan tutkintoon kuuluvasta ammattitaidosta sekä saa valmiuksia työelämää ja elinikäistä oppimista varten. Työssä oppiminen sisällytetään opetussuunnitelman tutkintokohtaisessa osassa kuvattuihin opintokokonaisuuksiin. (Hätönen 2001, 87)

Työssä oppimisen toteuttamiseen osallistuvat opiskelijan lisäksi työpaikan edustaja ja oppilaitoksen opettaja. Kunkin osapuolen tiedot, taidot ja ohjaukokemus vaikuttavat työssä oppimisen onnistumiseen ja toteutumiseen. Sekä opettajalla että työpaikkakouluttajalla on varattu aikaa opiskelijan ohjaukseen ja arviointiin. Oppimista arvioidaan työpaikan ja oppilaitoksen yhteistyönä ja arviointiin osallistuvat opettaja, työnantaja ja opiskelija yhdessä. (Onnismaa ym. 2000, 95 – 99)

Työssä oppiminen merkitsee avointa oppimisympäristöä opiskelijalle verrattuna koulussa tapahtuvaan opiskeluun. Avoin oppimisympäristö edellyttää opiskelijalta valmiutta itseohjautuvuuteen. Itseohjautuvuus on mahdollista tukemalla opiskelijaa kehittymään itseohjautuvaksi. Opiskelijan valmiudet toimia itseohjautuvasti eri oppimisympäristöissä, oppilaitoksissa ja työpaikalla, ovat yksilöllisiä ja vaihtelevat eri elämäntilanteissa. (Onnismaa ym. 2000, 95 – 99)

Sähköalan ammatillisessa koulutuksessa työssä oppimisen tavoitteena on tukea oppilaan ammattitaidon kehittymistä tutkinnossa asetettujen tavoitteiden suuntaan. Kiinteänä osana sähkö- ja automaatioasentajien koulutusta se muodostaa suuren osan koulutuksen sisällöstä. Opiskelijan arviointiin osallistuvat sekä työpaikkaohjaaja että opettaja, jolloin oppilas saa myös kosketuksen työelämän todelliseen arvomaailmaan ja arviointitapoihin sekä siinä käytettyihin kriteereihin. Tämä tukee myös opiskelijan ammatillisessa koulutuksessa käytettäviä arviointikriteereiden ymmärtämistä, jolloin opettajan tehtävä helpottuu ensimmäisten työssä oppimisjaksojen jälkeen.

### *3.5 Työelämälähtöisen opetuksen muistilista*

Yhteenvedon tapaan voidaan työelämälähtöisen opetuksen perusteet koota muistilistaksi, joka kattaa (lähes) kaikki huomioitavat seikat. Alla on kuvattu eräs ammattikorkeakoulukäyttöön tarkoitettu lista. Tämä lista sopii myös muihin oppilaitoksiin. (Työelämälähtöisen koulutuksen muistilista)

Taulukossa 2 esitetään työelämälähtöisyyden ja työelämäläheisyyden vertailu. Kysymykseen miten ammattikorkeakoulu voi tukea työelämäläheisyyttä pyritään vastaamaan taulukossa 3. Taulukossa 4 tarkastellaan, miten opetussuunnitelmassa ote-

taan huomioon työelämälähtöisyys. Toimintaedellytykset opiskelijalta ja opettajalta esitetään taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 2. Työelämälähtöisyys vs. työelämäläheisyys.

TYÖELÄMÄLÄHTÖISYYS	TYÖELÄMÄLÄHEISYYS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työelämäperustainen</li> <li>- Odotuksia</li> <li>- Vaatimuksia</li> <li>- Työelämän tavoitteet + amk:n tavoitteet + opiskelijan tavoitteet -&gt; Kehittävä oppiminen = työelämästä nouseva kehittämistehtävä</li> <li>- Esim. opinnäytetyöt – toimeksiannot</li> <li>- Aloite ja tarve määrittyy työyhteisöstä</li> <li>- Opetus olisi avoimessa oppimisympäristössä ”oikeissa työyhteisöissä”</li> <li>- Työelämä lähtisi mukaan -&gt; aktiivinen rooli esim. perehdytys</li> <li>- ”Viisautta lähtisi työelämästä” vrt. työelämäläheisyys, kumppanuus, amk:n rooli, ennakoitavuus, tulevaisuus, työyhteisöjen kehittäminen</li> <li>- Työelämän kuulemisen merkityksellisyys – tulevaisuuden osaaminen</li> <li>- Työelämälähtöiset caset</li> <li>- Amk tarjoaa työelämälle tietoa / yhteistyömahdollisuuksia</li> <li>- Suunnittelu (ops ja muu) yhdessä</li> <li>- <b>Lähtöisyys -&gt; koulu</b></li> <li>- <b>Läheisyys ”rinnakkain” työelämä – amk</b></li> <li>- <b>Yhteydet = kohtaamispaikat</b></li> <li>- Täytyisi pystyä vastaamaan nykyiseen tilanteeseen ja nähdä tulevaisuudessa tarvittava osaaminen</li> <li>- Ei nippelitietoa vaan kokonaisvaltaista osaamista (valmiudet muuttavassa ympäristössä)</li> <li>- Jatkuva kontakti työelämä -&gt; &lt;- amk – opettajan pätevyysvaatimuksena vahva kokemus työelämästä</li> <li>- Ajantasainen työelämäosaaminen</li> <li>- Osaamistarpeet -&gt; ops:t -&gt; koulutuksen oppimisprosessit, -tilanteet mahdollisuudet opiskelijan osaamisen kehittämiseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työelämän kaltaista (opetus, harjoitukset)</li> <li>- Työelämä on lähellä oppilaitosta ja toisinpäin</li> <li>- Opiskelijan ammatillinen kasvu</li> <li>- Oppimistavoitteet suhteessa työelämän vaatimuksiin</li> <li>- Mihin menet ammattia harjoittamaan -&gt; hallitset sen + tuntemus näiden yhdistymisestä</li> <li>- Missä koulu pystyy, missä työelämä pystyy ja kuinka ne kohtaavat -&gt; miten täydentävät toisiaan?</li> <li>- Voiko luokka olla työelämäläheinen</li> <li>- Vastuu työelämän huonojen piirteiden muuttamisesta</li> <li>- Projektiyhteistyö työelämän kanssa</li> <li>- Tapahtuu aidossa ympäristössä</li> <li>- Sisältää aidon monimutkaisuuden</li> <li>- Työelämä on mukana opetussuunnitelmatyössä</li> <li>- Opetuksen näkökulma</li> <li>- Seuraa ”työtä” ja on mukana</li> <li>- Työelämä juonne, jota opetus seuraa opintojaksoissa</li> <li>- Kumppanuus – vuorovaikutus</li> <li>- Työelämän kuuleminen</li> <li>- Työelämä opintojaksoissa mukana -&gt; konkretisointi / esimerkit, teorian rinnalle, kokemuksellinen oppiminen</li> <li>- Työelämän kehittäminen -&gt; erilaiset hankkeet -&gt; uutta tapaa toimia, uutta tietoa</li> <li>- Täydennyskoulutus</li> <li>- Toiminta</li> <li>- Pitkäaikainen kumppanuus</li> <li>- Monipuolisuus</li> <li>- Kummiyhteykset / -yhteisöt</li> <li>- Työelämäyhteistyöstrategia -&gt; operatiivinen yhteistyö</li> </ul>

Taulukko 3. Miten ammattikorkeakoulu voi tukea työelämäläheisyyttä.

- Visio oltava – mahdollisuudet, kanavia
- Varaamalla riittävästi resursseja -> työaika ja budjetointi
- Tuki läpi organisaation / henkilöstön sitoutuminen
- Yhteistyö integroidaan laaja-alaisesti opetukseen
- Ytimessä oppiminen
- Esimieskoulutus
- Työelämäjaksot
- Projektityöt
- Rakenteet joustaviksi -> perinteisestä lukujärjestyksestä luopuminen
- ”Kelluvat resurssit” + luottamus
- Vertaistuki – yksin vaikeaa
- Räjätetään rajoittavat IT-järjestelmät

Taulukko 4. Miten opetussuunnitelmassa otetaan huomioon työelämälähtöisyys.

- Mukana työelämän edustajia jo suunnitelman rakentamisessa
- Opettajat tarkastelevat ja laativat tavoitteet ja sisällöt työelämälähtöisesti
- Opetussuunnitelmaan esim. tehtäviä, jotka mahdollista toteuttaa työelämäläheisesti
- Sopiva väljyys
- Perustalla työelämäosaaminen
- Kyse oppimisesta, ei opettamisesta
- OPS:n avaaminen / tuotteistaminen ”julkisesti”, jotta työelämällä tieto oppilaitoksen rytmistä -> milloin ja miten amk voi olla yhteistyössä
- OPS lähtee ydinkompetensseista (tiedämmekö mitä ovat?) -> näiden toteutustapojen kirjo
- Yhteistyötä, tuntemus
- Monipuoliset oppimisympäristöt

Taulukko 5. Edellytykset opiskelijalta.

- Aito kiinnostus alaan (motivaatio)
- Avarakatseisuus
- Opiskelijan vastuu omasta oppimisesta
- Vuorovaikutustaidot, sosiaaliset taidot
- Suunnittelutaidot, itsearviointitaidot
- Ammatilliset valmiudet
- Opittava pois passiivisesta oppimiskäsityksestä
- Vastuu työyhteisön jäsenenä
- Luotetaavuus, työelämän pelisääntöjen noudattaminen
- Sisäinen yrittäjä
- Sääntöjen noudattaminen
- Sitoutuminen
- Yksin arvioinnista yhteistoimintaan
- Muutos tieto- ja oppimiskäsitykseen
- Itseohjautuvuus, oma-aloitteisuus
- Ennakointi, perehtyminen – selvittää, mitä opiskelijalta odotetaan jne.
- Vastuu ja sitoutuminen
- Sopiva käytös

Taulukko 6. Edellytykset opettajalta.

- Edellytykset opettajille!
- Innostus työhön
- Työelämän tuntemus
- Rohkeus
- Joustavuus
- Esimiestaidot
- Vuorovaikutustaidot
- Seurattava laajasti omaa alaansa – ei ainoastaan olemalla yhteydessä / työssä
- Nöyryys – ei asiantuntijaroolissa
- Aikaa, resursseja olla läsnä ja mukana työelämässä
- Oman osaamisen tunnistaminen, uskallus mokata
- Hinku
- Henkilökohtaiset yhteydet työelämän edustajiin
- Paljon poisoppimista perinteisestä opettajuudesta
- Uskallus lähteä / antautua vuorovaikutukseen
- Uskallus antaa prosessi viedä
- Tiukasta tuntisuunnittelusta luopuminen
- Plan b, c, ....., x – improvisointi
- Arvostetaanko substanssiosaamiseen ja työelämäyhteyksiin panostamista?
- Opettajan osaaminen: muodollinen tutkinto vai informaalinen osaaminen + työelämäyhteydet

## 4 KURSSIEN SUUNNITTELU JA KURSSISUUNNITELMAT

### *4.1 Kurssisuunnitelma insinööriopiskelijoille*

Insinööriopiskelijoille suunnattu robotiikan kurssitarjonta voisi näyttää esimerkiksi seuraavanlaiselta. Kyseessä on ainoastaan puhdas ehdotus, visio, kuinka robotiikan osuutta lisättäisiin nykyisestään.

**Robotiikan perusteet (3-5 op).** Kurssilla annetaan perustiedot ja -taidot erilaisiin tehtäviin robottien parissa. Tutustutaan robottien rakenteeseen ja toimintaan, ohjelmointitapoihin ja ohjelmarakenteeseen, turvallisuuteen, robottisovelluksiin ja oheislaitteisiin. Opetuksessa korostuvat teorialuennot ja ekskursiot kohteisiin, joissa robotiikkaa on hyödynnetty eri tavoin sekä työelämän tapaukset opetuksessa.

**Robotin ohjelmointi (5-8 op).** Edellytyksenä on robotiikan peruskurssin suoritus. Kurssi on suunnattu erityisesti robotin käyttäjän ja ohjelmoitsijan tehtävistä kiinnostuneille. Sisältö painottuu robotin ohjelmointikielen oppimiseen ja ohjelmakoodin tuottamiseen. Opetuksessa käytetään simulointityökaluja ja harjoitusrobotia. Oppimisympäristönä esimerkiksi harjoituslaboratoriota tai työpajaa, jossa on mahdollisuus käyttää robotia. Tukena ekskursiot ja työelämäyhteydet. PBL eli Problem Based Learning –menetelmää voi hyödyntää opetuksessa.

**Robottisolun suunnittelu (5-10 op).** Edellytyksenä on robotiikan peruskurssin suoritus. Kurssi on suunnattu erityisesti kehitysinsinöörin tehtävistä ja suunnittelusta kiinnostuneille. Tavoitteena on että opiskelija osaa suunnitella robottisolun. Opiskelussa hyödynnetään suunnittelutyökaluja ja menetelmäksi sopii projekti-  
muotoinen opiskelu. Tukena on ekskursiot ja muut työelämäyhteydet. Kurssin sisältö rakentuu esimerkiksi seuraavista asioista; robotin valinnan kriteerit, robotin käytön erilaiset mahdollisuudet, robottisolun layout ja robotin asennuksen suunnittelu, robotin työkalujen suunnittelu, oheislaitteet, ohjauksjärjestelmän suunnittelu, turvallisuuden suunnittelu ja riskianalyysi, suunnittelutyökalujen hyödyntäminen ja simulointi



**Tuotannon automaatiolaitteiden kunnossapito (5-10 op).** Edellytyksenä robotiikan peruskurssin ja sähkö- ja automaatiotekniikan perusteiden suoritus. Kurssi on suunnattu huoltoteknikon tai –insinöörin tehtäviin hakeutuville. Robottien osalta tutustutaan mm. servoihin, ohjauskortteihin, koestamiseen, kaavioiden lukemiseen ja diagnostiikkaan. Oppimisympäristönä työpaja, jossa mahdollisuus tutustua robottiin ja tehdä mittauksia. PBL sopii opetusmenetelmäksi.

Robotiikan perusteiden yksityiskohtaisempi painotus ajatellen työelämän tarpeita, voisi näyttää seuraavalaiselta.

1. Keskustellaan robotin määritelmästä ja minkälaista konetta voidaan kutsua robotiksi. Rajataan tarkastelu käsittämään 5-6 -akselisia käsivarsirobotteja.
2. Tutustutaan markkinoilla oleviin käsivarsirobotteihin ja opiskellaan robotin toimintaperiaate.
3. Tutustutaan robottien erilaisiin käyttömahdollisuuksiin. Opiskelija oppii tuntemaan erilaisia robottisovelluksia ja perusteluja robotin käytölle. Tutustutaan sovellutuksiin mm. yrityskäynneillä ja videoilla. Pohditaan ja analysoidaan nähtyä ja nykyisiä sovellutuksia. Mietitään tulevaisuuden hyödyntämismahdollisuuksia ja uusien sovellusalueiden edellytyksiä.

Pohdittavia ja analysoitavia sovellutuksia voivat olla:

- kappaleenkäsittely,
- liittäminen robotin avulla esim. hitsaus-, juotos-, tiivistys- ja liimaustyöt,
- pinnoitustyöt esim. maalaaminen robotilla,
- kokoonpanotyöt, edellytykset robottikokoonpanolle – liittyvien osien vaatimukset, volyyymi,
- laadunvalvonta ja merkkäminen robotilla,
- robotin ja konenäön yhdistäminen sekä
- robotin anturit ja ohjaus (esim. ns. soft load ja force control).

4. Keskustellaan robotti-investoinnin kannattavuudesta ja perusteista robotin hankkimiselle.

5. Opiskellaan robotin työkalut ja niiden valintaa. Esimerkkinä näistä on työkalunvaihtoadapteri, jolla tarkoitetaan robotin käsivarren päässä sekä työkalussa olevaa pikakiinnityselementtiä, joka mahdollistaa usean työkalun käytön robotilla sekä energian syötön robotin käsivarteeseen. Tavoitteena on, että opiskelija osaa valita oikean adapterin ja tuntee markkinoilta löytyvät ratkaisut. Adapterin valintaan vaikuttavat mm. energiansyötön vaatimukset, robotin käsittelykyky, liikenopeudet, paikoitus-tarkkuudet.

Jatkossa kurssilla tutustutaan erilaisiin robotin työkaluihin, kuten tarttujiin, liittämistyökaluihin ja pyöriviin työkaluihin, ja keskustellaan niistä esim. energian tuonnista työkalulle. Robotin työkaluista yleisimpiä ovat erilaiset tarttujat. Tutustutaan tarttujen toimintaperiaatteisiin (sähköiset, alipaine-, paineilma-, hydrauliiikkatoimiset tarttujat). Tavoitteena on, että

- opiskelija osaa valita toimintaperiaateiltaan sopivimman tartunnan erilaisten työkappaleiden käsittelyyn,
- opiskelija tietää robotin tarttujan suunnittelun periaatteet ja osaa laskea tarttujaan kohdistuvat voimat ja momentit huomioiden kiihtyvyydet ja
- opiskelija osaa etsiä valmiita ratkaisuja markkinoilta ja osaa yhdistellä hakemaansa tietoa.

Yhdellä robotilla voidaan tehdä useita työvaiheita ja sama robotti voi käyttää useita työkaluja. Tutustutaan ja opiskellaan työkalunvaihtoon liittyvät asiat:

- työkalutelineen suunnittelun periaatteet ja erilaiset ratkaisut sekä
- robotin toiminta työkalun vaihdossa.

6. Robotin ohjelmointi. Tutustutaan robotin ohjelman rakenteeseen ja ohjelmoinnissa keskeisiin asioihin:

- erilaiset ohjelmointitavat (off-line, on-line, opettaminen),
- ohjelman selkeys, rivinumerointi ja kommentointi,
- yleisimmät käskyt,
- turvallisuuden huomioiminen ja
- ohjelman testaus.

#### *4.2 Kurssisuunnitelma asentajaoppilaille*

Asentajaoppilaiden koulutus suunnitellaan valtakunnallisen opetussuunnitelman vaatimuksista lähtien. Ensin valitaan aihepiirit, jotka täyttävät em. vaatimukset. Sen jälkeen kootaan lähdemateriaali, käytettävät laitteet ja laitteiden mahdollisuudet aihepiirikohtaisesti. Lopulta tuntikohtaisesti suunnitellaan koulutus luvussa 3 esitettyjen menetelmien ja periaatteiden mukaisesti.

Käydään ensin läpi aihepiirit. Sen jälkeen tarkastellaan opetusmahdollisuuksia aihepiireittäin. Tuntikohtaisia suunnitelmia ei esitetä, koska ne veisivät liikaa tilaa. Sen sijaan kohdassa 4.3 tarkastellaan joidenkin oppitunneilla käytettyjen menetelmien onnistumista.

Aihepiirisuunnittelun lähtökohtana oli sivulla 15 esitetty velvoittavan opetussuunnitelman vaatimukset (Opetushallitus 2000, 55 – 56). Nämä vaatimukset jaettiin pienempiin osakokonaisuuksiin, joita voi kutsua aiheiksi.

1) Kappaletavara-automaatiossa käytettävien robottien toteuttamisperiaatteet ja niiden mekaanisen ja sähköisen rakenteen perusteet:

- johdanto,
- robotiikan perusteet; robottien käyttö ja erilaiset robotit,
- robotin rakenne eli osat ja niiden nimeäminen sisältäen perustyökalut ja yleisimmät tarttujat,
- sähköjärjestelmän rakenne,
- käytettävien antureiden periaatteita ja käytössä oleva anturointi,

- säätöjärjestelmän perusteet; servokäyttö, yksinkertaiset servo-ohjaukset, monimutkaisen CNC -servojärjestelmän rakenne ja toiminta sekä tuotantoon tarkoitetuissa roboteissa käytettävät servojärjestelmät ja
- robotin huoltaminen (servokäyttöjen vaihtaminen, rasvaus, mekaniikan ja sähköosien huoltotarpeet ja diagnosointi).

## 2) Robotin ohjaukseen liittyvät yksinkertaiset ohjaustyöt:

- käyttökoulutus robotin käsiajolle,
- robotin liikkeet simulaattorissa ja
- robotin off-line ohjelmoinnin alkeet sekä CNC ohjelmointi.

## 3) Robottien käyttöön liittyvä työturvallisuus:

- liikkuviin työkoneisiin ja robotteihin liittyvät viranomaismääräykset,
- robotin mekaaninen asentaminen,
- robotin sähköinen kytkeminen,
- robotin ohjelmien käyttöönotto ja sen turvallisuustekijät sekä
- robotin turvalaitteet (mm. sähkönsyöttö ja hätäseis, valoverhot, turva-portit, turva-aidat, kaukokäyttö).

Käytettävä lähdemateriaali, havaintomenetelmistä käytettävät laitteet ja laitteet huomautuksineen on esitetty alla:

**Opintokäynnit** ovat mahdollisia mm. Tampereen ammattiopiston Pyynikin ammat-  
tioppilaitoksen tiloihin, jossa on käytössä kolme erilaista robottia, Sisu Dieselin tiloi-  
hin, joissa on nähtävillä erilaisia robotteja tuotantotehtävissä, ja automaatiomessuille  
Helsinkiin. Virtuaalikäynnit voi suorittaa mm. [www.fanucinrobotics.com](http://www.fanucinrobotics.com) sivustoille  
Fanuc Oy:n robottien tarkastelemiseksi.

**Luentomateriaali** koostetaan tuntikohtaisesti ja tuntisuunnitelmien edetessä.

**Kirjallinen materiaali** koottiin seuraavista lähteistä soveltuvin osin:

- Ohjaustekniikan perusteet ja robottien soveltaminen sekä turvallisuus lähteestä (Keinänen et al. 2007),
- robottien perusrakenteen tiedot (Bosnik 1987) ja
- robottiautomaation syventävä osaaminen lähteistä (Salmelin 1980) ja (Kuivainen 1999).

**Esittelyvideot (havaintomateriaalin käyttö)** Fanuc Roboticsin ja Beijer Electronicin internetsivuilta löytyvät esittely- ja käyttövideot eri roboteille.

**”Lelujen” eli servokäyttöjen rakennuttaminen** opiskelijoille. Tarkoituksena on teetättää eri ohjaustekniikoilla toteutettuja yksinkertaisia ohjauksia, kuten tasavirtamoottorikäyttö potentiometritakaisinkytkennällä, yksivaihevaihtovirtaohjaus ja inkrementtilaskurilla takaisinkytketty vaihtovirtamoottorikäyttö servo-ohjaimella ja taajuusmuuttajalla.



Kuva 1. Harjoitustyönä koottava Telemecaniquen yksiakselinen servojärjestelmän kesken oleva automaatioalakeskus.

**Servokäytöt ja CNC –ohjelmat**, joista ensimmäisessä vaiheessa tehdään kytkennät ja seuraavassa vaiheessa opiskellaan käyttämään niitä. Kuvassa 1 (edellinen sivu) on esitetty rakenteilla oleva servojärjestelmän automaatiolaitteet ja kuvassa 2 toimilaitteet kaapeleineen. Tällä servojärjestelmällä opiskellaan robottien servojärjestelmän rakennetta ja toimintaperiaatetta.

**Henkilökohtaisten arviointilomakkeiden ja tehtävälomakkeiden** käyttö, jolloin opiskelijoille teetetävät harjoitustyöt kootaan yhdelle A4-arkille ja arvostellaan samaan paperiin. Tehtäviin annetaan erilliset työohjeet kirjallisessa muodossa.

Nämä harjoitustyöt sisältävät sekä laitteistoon tutustumista käytössä olevalla robotilla että asennusharjoituksia. Kuvassa 3 on esitetty harjoituksiin käytettävän robotin kuva ja kuvassa 4 on esitetty sen ohjausjärjestelmä. Kuvassa 5 on esitelty huoltoharjoituksiin ja asennuksen harjoitteluun tarkoitettu servojärjestelmä. Kuva on Sisu Dieselin robotista. Tarkoituksena on saada ammattiopistolle harjoituskäyttöön tarkoitettu vastaava servojärjestelmä.



Kuva 2. Harjoitustyönä koottava Telemecaniquen yksiakselisen servojärjestelmän toimilaitteet ja kaapelit.

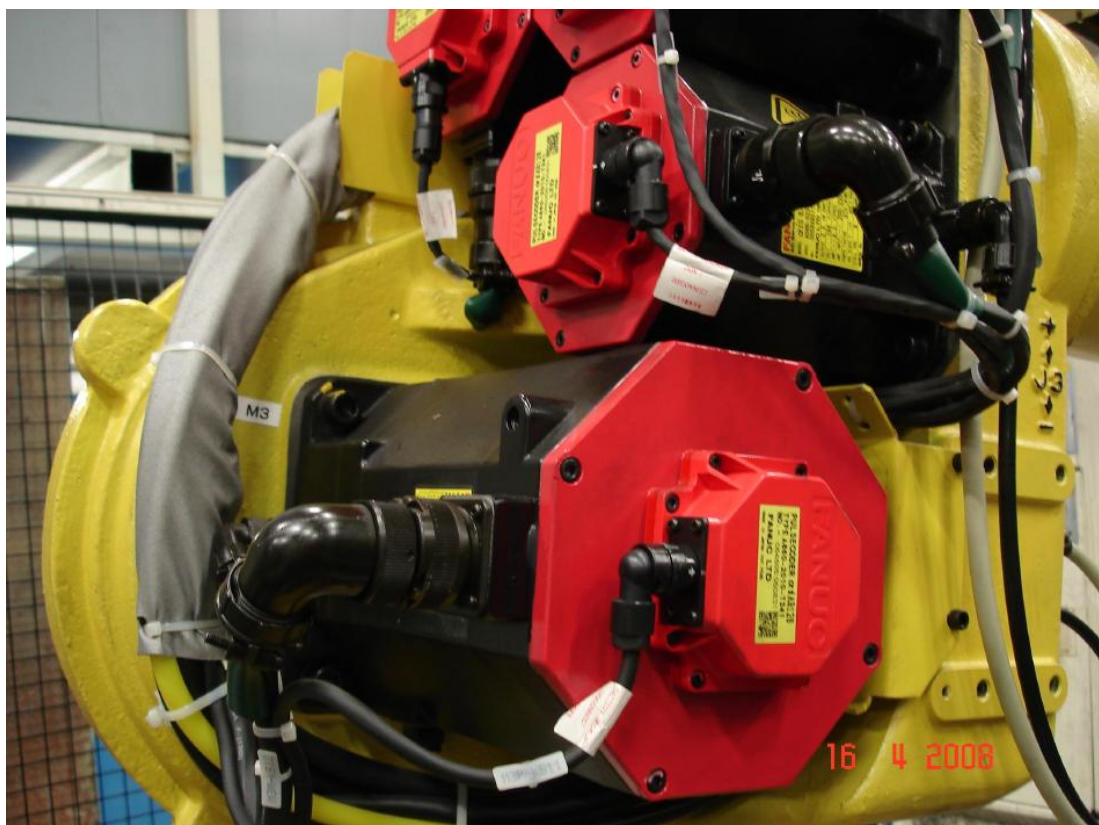




Kuva 3. Harjoitukseen käytettävän robotti Fanuc S-700.



Kuva 4. Fanuc S-700 –robotin ohjausjärjestelmä.



Kuva 5. Huollon ja asennuksen harjoitteluun tarkoitettu servojärjestelmä Fanuc RJ-2 robotissa.



**Simulointiohjelmat ja robotin ohjelmointiohjelmien käyttö.** Käytössä on Festo Didactikin Fanuc-robottien simulointi- ja ohjelmointiympäristö, jossa voi turvallisesti ohjata robottia ilman fyysisiä vaaroja sekä myös kokeilla robotin off-line ohjelmointia. Kuvassa 6 esitetään ohjausharjoituksiin tulevaisuudessa käytettävä vielä hankinnassa oleva robotti. Kuvassa 7 esitetään sen ohjausjärjestelmä.



Kuva 6. Ohjausharjoituksiin, käsiohjaukseen ja robotin turvallistamiseen tarkoitettu koulutusrobotti.



Kuva 7. Ohjausharjoituksiin, käsiohjaukseen ja robotin turvallistamiseen tarkoitettu koulutusrobotin ohjausjärjestelmä.

**Työssä oppiminen** olisi tietysti paras vaihtoehto robotiikan oppimiseen. Työssä oppimisen toteutuminen riippuu siitä saako opiskelija itselleen sopivan harjoittelupaikan.

#### *4.3 Kokeiltuja menetelmiä ja hankittua materiaalia*

Insinöörien koulutukseen on käytettyjä menetelminä ovat projektityöskentely, ekskursiot ja videot. Videoilla ja ekskursiolla on hankittu robottien käyttöön liittyvän tehtävän lähtötiedot ja sen jälkeen projektityöskentelyä käyttäen on suunniteltu robottisolun muutokset ja työvälineet. Lopuksi tulokset on esitelty yhteisesti. Projektityöskentelyssä ryhmien tuotokset ovat vaikuttaneet toisiinsa aivan kuten työelämän projektissa. Opetusmenetelmien yhdistely ja työelämälähtöisyys toimivat hyvin.

Tampereen ammattiopiston Hervannan ammattioppilaitos on tuottanut robottikoulutukseen Fanuc -robotille hyvän ohjelmoinnin opetusmateriaalin. Liitteestä 1 löytyy koulutusmateriaalin sisältö Fanuc m-6i robotille (Tampereen ammattiopisto/Hervannan ammattioppilaitos). Samanlaisen robotin hankkimista suunnitellaan Pirkanmaan koulutus konserni kuntayhtymän Nokian yksikköön.

Automaatioasentajien robotiikkakoulutuksesta Pirkanmaan koulutus konserni kuntayhtymän Nokian toimipisteessä on saatu tähän mennessä seuraavia kokemuksia:

- **Opintokäynnit** robotteja käyttäviin yrityksiin ja oppilaitoksiin yms. olivat ensisijaisen tärkeitä, koska ensimmäisellä kurssilla ei ollut käytettävissä robottia. Opintokäynnit suoritettiin mm. Tampereen ammattiopiston Pyynikin ammattioppilaitoksen tiloihin, jossa oli neljä erilaista robottia käytössä, Sisu Dieselin tiloihin, joissa oli nähtävillä erilaisia robotteja tuotantotehtävissä ja automaatiomessuille Helsinkiin.

Sisu Dieselin opintokäynti antoi selvää lisäarvoa opetukseen, koska tuotantokäytössä olevat laitteistot antavat selkeän ja konkreettisen kuvan siitä, mihin ja miten robottia käytetään. Pyynikin ammattioppilaitoksen vierailulla oli mahdollista osoittaa robotin eri osat ja toiminnot yksilöidysti. Vierailun yhteyteen olisi ollut hyödyllistä lisätä harjoitustyön teettäminen opiskelijoille robotin osista. Tätä tarvetta ei jatkossa ole, koska esimerkkirobotti on hankittu. Automaatiomessujen vierailu olisi ollut opiskelijoille hyvin antoisa, mutta opiskelijat käsittävät tällaiset tapahtumat enemmän loman viettämiseksi, kuin oikeaksi työksi, joten opintokäynti ensi vuonna kyseiseen tapahtumaan tuskin toteutuu.

- **Luentomateriaali**, jota on aikaisemmin käytetty, osoittautui liian abstraktiksi ja insinööreille suunnatuksi. Ainoastaan hyvin koostettu konenäön esittely sai innostuneen vastaanoton.
- **Kirjallinen materiaali** oli vaihtelevaa; ohjaustekniikan oppikirja antoi ohjaustekniset perustiedot (Keinänen et al. 2007) ja ohjaustekniikan perusteiden kirja antoi sopivalla tasolla robottien perusrakenteen tiedot (Bosnik 1987). Sen sijaan varsinaisen robottiautomaation oppikirjat olivat liian abstrakteja, jotta niiden käyttämisestä olisi ollut kovin paljoa hyötyä (Salmelin 1980 ja Kuivanen 1999).

- **Esittelyvideot** Fanuc-roboticsin ja Beijer-electronicsin videoista osoitettiin käyttökelpoisiksi robottien toiminnan ja rakenteen esittelemiseksi; opiskelijat pääsivät seuraamaan erilaisia tehtäviä yksityiskohtaisesti suoritettuna ilman turvallisuusriskejä. Tämä ei ole mahdollista edes hyvin järjestetyillä vierailukäynneillä.
- **”Lelujen” eli servokäyttöjen rakennuttaminen** opiskelijoille osoitettiin perusteiden eli ohjaustekniikan opiskelussa tehokkaaksi. Tällöin olisi toisin toivottavaa, että valmiina olisi malliesimerkkejä, joista voisi ottaa tukea omaan työhönsä. Yksivaiheohjauksen rakentaminen onnistui siltä osin kuin tilattu tavara saapui. Tasavirtakäyttöjen rakentaminen vaatii lisäohjeistuksen tekemisen.
- **Servokäytöt ja CNC –ohjelmat** ovat havaintomateriaalina ja robotin liikkeiden ymmärtämisessä erinomaisen hyviä. Pelkästään servojärjestelmän selostaminen opiskelijoille osoitettiin antoisaksi. Isona puutteena oli se, että oppilastyönä tehtävä servojärjestelmä myöhästyi opetuksesta.
- **Henkilökohtaisten arviointilomakkeiden ja tehtävälomakkeiden** käyttö harjoitustehtävien osalta konkretisoi opiskelijoille tehtävän työn määrän, jokaisesta harjoitustehtävästä saatavan arvostelun ja oman kurssilla etenemisen. Tällaisen tehtävälomakkeen käyttö oli suuri menestys.
- **Simulointiohjelmat ja robotin ohjelmointiohjelmien käyttö** myöhästyi kursseilta, mutta vaikuttaa siltä, että sen avulla voidaan suunnitella konkreettinen harjoitustyösaari, jolla voidaan opastaa robotin käyttäytymisen, turvallisuusasioiden ja ohjelmoinnin opetusta.
- **Työssä oppiminen** on rajoitettua, sillä robottien kanssa toimivilta vaaditaan joko robotin ohjaamisen osaamista tai he kuuluvat huoltohenkilökuntaan. Näissä tehtävissä ei yksikään opiskelija vielä ole ollut.

## 5 YHTEENVETO

Työssämme kartoitimme ensin kehittämishanketta varten koulutuksen todellisen tarpeen sekä sen, millaista koulutusta tarvitaan. Tämä oli ensisijaisen tärkeää, jotta koulutuksen suunnittelusta tulisi työelämälähtöistä.

Pohdimme työssämme sitä, että millaista on työelämälähtöinen hyvä koulutus. Tämän tarkastelun perusteella osaamme suunnitella ja toteuttaa hyvän ja kokonaisuuksia huomioivan koulutuksen kaikilla koulutuksen tasoilla; kurssi-, aihe-piiri- ja tuntisuunnittelussa käyttäen monipuolisia ja mielekkäitä koulutusmenetelmiä.

Kehityshankkeessa suunniteltiin koulutusta sekä insinööri- että asentajaoppilaille. Lisäksi kehityshankkeen aikana pidettiin yksi robotiikkakurssi asentajaoppilaille. Sen onnistumista arvioitiin luvussa 4. Näiden kokemusten perusteella tehtiin uudet opetusvälineistön hankintaehdotukset sekä kurssisuunnitelmat tulevaisuutta varten.

Kehityshanke oli mielestämme onnistunut; ammatillisen koulutuksen kehittämisprojektit etenevät vaiheittain ja etenemisen nopeus määräytyy paljolti käyttöön saatavista laitteista sekä näiden dokumentaatiosta ja käyttöönotosta. Kehityshankkeen aikana saatiin kerättyä runsaasti koulutuksessa käytettävää laitteistoa. Servokäytöt, opetuslaitteistot, moottorit, huoltoharjoitteluun soveltuva robotti yms. robotteihin liittyvä laitteistoa on hankittu. Myös muun materiaalin määrä oli huomattava; kirjallisuutta ja peräti valmiita kursseja löytyi. Tarvittavia harjoitustehtäviä on suunniteltu ja uudistetut kurssien suunnitelmat ovat olemassa.

Suurimpana ongelmana kehityshankkeen kannalta oli byrokratian hitaus; vasta kehityshankkeemme valmistumisen jälkeen Pirkanmaan koulutuskonserni kuntayhtymän Nokian toimipisteeseen ollaan hankkimassa Fanuc RJ-2 robottia, jota voidaan käyttää sekä metallimiesten että automaatioasentajien koulutuksessa. Siksi kehityshanketta jatketaan ja koulutusmateriaaliin lisätään mm. robotin käsittelykoulutus.

Servokäyttöjenkin käyttöönotto on kesken, koska niiden asentaminen tehdään oppilaiden päättötöinä. Nämä työt eivät ole edenneet kuten olisi voinut toivoa, vaan hitaammin. Työt jatkuvat oppilaiden saapuessa ensi syksynä takaisin koululle. Samalla tehdään niihin liittyvät yksilöidyt harjoitustyöt ja harjoitustyösuunnitelmat.

## LÄHTEET

Bosnik, Bern. 1987. Ohjaustekniikan perusteet. Vantaa: Festo Oy.

Hakala, J.T. 2004. Opinnäyteopas ammattikorkeakouluille. Helsinki: Gaudeamus.

Hirsjärvi, P., Remes, A. ja Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hätönen, Heljä. 2001. Eläköön opetussuunnitelma. Opas ammatillisille oppilaitoksille. Opetushallitus. Helsinki: Oy Edita Ab.

Järvinen, Annikki, Koivisto, Tapio ja Poikela, Esa. 2002. Oppiminen työssä ja työyhteisössä. Juva: WSOY.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. ja Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY oppimateriaalit Oy.

Koivunen, Hannele. 1997. Hiljainen tieto. Helsinki: Otava.

Konepaja. [online] [viitattu 18.3.2008]. [fi.wikipedia.org/wiki/Konepaja](http://fi.wikipedia.org/wiki/Konepaja)

Kuittinen, Matti. 1994. Mitä luennoinnin sijaan. Malleja opiskelijan itsenäisen työskentelyn lisäämiseksi. Oulu: Oulun yliopisto.

Kuivanen, Risto. (toim.). 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj/MetalliTekniikka.

Lehtinen, Erno. 2000. Katsaus tietokoneavusteisen yhteisöllisen oppimisen mahdollisuuksiin. Helsinki: WSOY.

Lonka, Kirsti. 1991. Aktivoivan opetuksen pääperiaatteita. Teoksessa Lonka, Kisti ja Lonka, Irma (toim.) Aktivoiva opetus. Käsikirja aikuisten ja nuorten opettajille, ss. 12-27. Tampere: Kirjayhtymä Oy.

Lonka, Kirsti ja Lonka, Irma. 1991. Aktivoivia ja prosessipainotteisia työtapoja. Aakkosellinen hakemisto. Teoksessa Lonka, Kirsti ja Lonka, Irma (toim.) Aktivoiva opetus. Käsikirja aikuisten ja nuorten opettajille, ss. 28-45. Tampere: Kirjayhtymä Oy.

Lyytinen, Minna. 2008. Osaamiskartta on osa osaamisen johtamista. Sisukas, Sisu dieselin henkilöstölehti 1/2008 s. 11.

Mäkeläinen, Päivi. 2000. Työssäoppiminen - ohjattua ammattiin oppimista työpaikalla. Teoksessa Onnismaa-Pasanen-Spangar. Ohjaus ammattina ja tieteenalana 2. Porvoo: PS-kustannus.

Opetushallitus. 2000. Sähköalan perustutkinto 2000. Ammatillisen peruskoulutuksen opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteet. Määräys 23/011/2000. Helsinki: Opetushallitus.

Pihlman, Maarit. 1991. Aktivoiva opetus ammatillisella keskiasteella. Teoksessa Lonka, Kirsti ja Lonka, Irma (toim.) Aktivoiva opetus. Käsikirja aikuisten ja nuorten opettajille, ss. 114-124. Tampere: Kirjayhtymä Oy.

Robottiikka. [online] [viitattu 18.3.2008]. [fi.wikipedia.org/wiki/Robottiikka](http://fi.wikipedia.org/wiki/Robottiikka)

Robotti. [online] [viitattu 18.3.2008]. [fi.wikipedia.org/wiki/Robotti](http://fi.wikipedia.org/wiki/Robotti)

Salmelin, B. ja Temmes, J. Robottiautomaatio. 1980. Suomen säätöteknillinen seura ry, Julkaisu nro 9. Espoo: Insinööritieto Oy.

Tampereen ammattiopisto/Hervannan ammattioppilaitos. Robottikoulutus (Fanuc m-6i). [online] [viitattu 18.3.2008].

[www.edu.fi/attachment.asp?path=498,529,886,2183,28305,31292,39786,39787](http://www.edu.fi/attachment.asp?path=498,529,886,2183,28305,31292,39786,39787)

Työelämälähtöisen koulutuksen muistilista. [online] [viitattu 17.3.2008].

[into.cou.fi/data/liitteet/13327=seminaarikoonti\\_9.11.2007.doc](http://into.cou.fi/data/liitteet/13327=seminaarikoonti_9.11.2007.doc)

Työterveyslaitos, 2008. [online] [viitattu 18.3.2008].

[www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Tykytoiminta/Yritys/Osaaminen/tyopaikan+osamiskartoitus+ja+visiointi.htm](http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Tykytoiminta/Yritys/Osaaminen/tyopaikan+osamiskartoitus+ja+visiointi.htm)

Uusikylä, Kari ja Atjonen Päivi. 2005. Didaktiikan perusteet. Juva: WSOY.

Vilka, Hanna & Airaksinen, Tiina. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Virta, Arja. 1999. Uudistuva oppimisen arviointi. Mahdollisuuksia ja varauksia. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B:65., ss. 18-19. Turku: Painosalama Oy.

Vuorinen, Ilpo. 1993. Tuhat tapaa opettaa. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.



## LIITE 1: FANUC –ROBOTIN KOULUTUSMATERIAALIN SISÄLTÖ

### 1. FANUC- ROBOTTI

- 1.1 Hallintalaitteet
- 1.2 Liikkeen käskyt ja liiketyypit
- 1.3 Paikoitustavat
- 1.4 Koordinaatistot
- 1.5 Työkalut

### 2. OHJELMAN MUODOSTAMINEN FANUC- ROBOTILLE

- 2.1 Robotin käynnistys
- 2.2 Käsiäjo
- 2.3 Kotipisteeseen ajo
- 2.4 Kappaleeseen lähestyminen ja siitä poistuminen
- 2.5 Tulot ja lähdöt (I/O:t)
- 2.6 Liikkeen valinnat
  - 2.6.1 Rekisterien käskyt
  - 2.6.2 Paikkarekisterien käskyt
  - 2.6.3 Korjainkäskyt (offset)
  - 2.6.4 Haarautumiskäskyt
  - 2.6.5 Viivekäskyt

### 3. OHJELMOINTIHARJOITUKSET

- 3.1 Uuden ohjelman luominen
- 3.2 Ohjelmointipisteen tallennus
- 3.3 Tarttujan ohjaus
- 3.4 Ohjelman testausajo
- 3.5 Kirjoitussuojauksen asetus
- 3.6 Kommentin lisääminen
- 3.7 Rivien poistaminen ja lisääminen
- 3.8 Rivien kopioiminen
- 3.9 Aliohjelman muodostaminen ja kutsu
- 3.10 Käsiäjokoordinaatiston luominen

## LIITE 2: SUOMEN TEOLLISUUSROBOTITILASTO 2006

## SUOMEN TEOLLISUUSROBOTITILASTOT 2006

© Suomen Robottiikkayhdistys ry, 2007

Vuoden 2006 robottitilastot heijastelivat täydellisesti vuoden aikana tapahtunutta Suomen elektroniikkateollisuuden uutisointia. Teollisuuden ulosliputus merkitsi myös kokoonpanorobotiikan sovellusten täydellistä alasajoa uusinvestoinneissa sekä rajua vähennystä ruiskuvalukoneiden kappaleenkäsittelyssä. Muutoin vuosi sujui kuten ennenkin. Suuri kysymys onkin alan sovellusten kehittäjiä Suomessa mistä löytää teollisuudestamme uudet markkinat, joiden avulla robottisovellusten määrää voisi palata takaisin jo vakiintuneelle vajaan 500 robotin investointitasoon. Elektroniikkateollisuutemme perään ei enää auta haikailla, mutta konepajojen voimakas ja pitkäään jatkunut noususuhdanne tarjoaa varmasti kappaleenkäsittelyssä ja hitsuussa lähivuosina hieman lievitystä menetettyihin markkinoihin."

TEOLLISUUSOIMIALA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	YHT*
0 Määrittelymätön	0	3	3	1	7	2	3	27
0 Elintarvikkeet ja juomatuotteet	35	37	50	40	59	94	68	528
0 Tupakkatuotteet	0	0	0	0	0	0	0	1
0 Tekstiili	2	0	1	2	0	0	0	5
0 Vaatetus ja nahkatuotteet	0	0	0	0	0	0	4	11
0 Laukut ja jalkineet jne.	2	0	6	0	2	0	0	23
0 Puu- ja puutuotteet pl. huonekalut	0	3	4	5	2	5	3	56
0 Paperi ja paperituotteet	13	20	27	9	17	17	2	186
0 Painotuotteet ja julkaisu- ja painotuotanto	0	0	0	0	0	0	0	4
0 Koksi, petrokemian tuotteet ja ydinvoiman polttoainetuotanto	0	0	0	0	0	0	0	2
0 Kemikaalit ja kemian tuotteet	1	2	1	5	2	6	5	31
0 Kumi- ja muovituotteet	191	66	57	55	54	94	70	1297
0 Muut ei-metalliset mineraalituotteet	7	12	3	4	6	4	1	93
0 Perusmetallituotteet	3	5	16	5	14	0	13	80
0 Metallituotteet pl. koneet ja laitteet	59	63	65	84	72	118	74	1182
0 Koneet ja laitteet pl. sähkötekniset kojeet ja laitteet	32	30	32	43	54	33	35	429
0 Sähkötekniset kojeet ja laitteet	53	89	55	47	45	8	14	554
0 Radiot, televisiot ja tiedonsiirtolaitteet	67	52	22	22	19	12	1	334
0 Lääketieteelliset laitteet, hienomekaniikka ja optiikka	7	1	2	7	1	1	0	55
0 Moottoriajoneuvot	0	2	5	41	20	4	9	166
0 Moottoriajoneuvojen rungot ja perävaunut	0	2	0	0	0	0	0	4
0 Moottoriajoneuvojen osat, laitteet ja moottorit	6	7	12	3	9	49	3	124
0 Muut kuljetusvälineet	0	1	2	1	1	0	1	40
0 Huonekalut, muu valmistava teollisuus	3	1	1	2	0	0	0	45
0 Tutkimus ja tuotekehitys	1	3	3	1	2	2	5	54
0 Rakentaminen	1	0	0	0	0	0	1	9
0 Koulutus	8	9	9	10	15	24	1	210
0 Maatalous, metsästäys ja metsätalous	1	0	0	0	0	1	0	2
<b>VOU TUINEN KASVU</b>	<b>492</b>	<b>408</b>	<b>376</b>	<b>387</b>	<b>401</b>	<b>474</b>	<b>313</b>	<b>5552</b>
<b>KUMULOITUMA **</b>	<b>2701</b>	<b>3193</b>	<b>3601</b>	<b>4364</b>	<b>4765</b>	<b>5239</b>	<b>5552</b>	

\* YHT sisältää kaikki käytössä olevat teollisuusrobotit toimialueittain Suomessa vuodesta 1972 vuoteen 2006  
 \*\* Kumuloituma sisältää 2701 robottia, jotka on asennettu käyttöön ennen vuotta 1999.

## SUOMEN TEOLLISUUSROBOTTIEN JAKAUTUMA TEOLLISUUSALOITTAIN, 2000 - 2006

© Suomen Robotteihin ry, 2007

SOVELLUS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	YHT*
<b>110 VALAMISEN KAPPALEENKÄSITTELY</b>	10	20	4	3	10	0	0	64
111 Muottivalu	10	20	4	3	10	0	0	59
119 Muut valutavat	0	0	0	0	0	0	0	5
<b>130 RUIKUPURISTUKSEN KAPPALEENKÄS.</b>	95	44	31	42	44	55	26	753
<b>140 LÄMPÖKÄSITTELYN KAPPALEENKÄS.</b>	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>150 MEISTON JA TAKOMISEN KAPPALEENKÄS.</b>	1	1	1	2	0	0	0	11
<b>160 HITSAUS</b>	22	31	37	81	61	77	57	984
161 Kaarihitsaus	21	27	32	38	38	68	57	827
162 Pistehitsaus	1	1	5	43	21	6	0	133
163 Kaasuhitsaus	0	0	0	0	0	0	0	0
164 Laserihitsaus	0	2	0	0	2	1	0	6
169 Muut	0	1	0	0	0	2	0	17
<b>170 PINTAKÄSITTELY</b>	28	6	12	2	6	10	5	146
171 Maalaus	6	5	3	0	4	9	4	67
172 Tiivistys	16	0	5	1	0	0	0	31
179 Muut	6	1	4	1	2	1	1	48
<b>180 KONEISTUKSEN KAPPALEENKÄSITTELY</b>	53	66	66	64	79	62	85	831
181 Koneen panostus	33	45	45	45	48	55	77	583
182 Hionta, jäysteitys, kiillotus	20	20	13	15	23	6	7	168
189 Muut	0	0	2	3	1	1	1	80
<b>190 LEIKKAAMINEN</b>	12	9	11	8	15	6	10	105
191 Laserileikkaus	0	1	1	1	0	0	1	5
192 Vesisuihkuleikkaus	0	2	0	1	1	0	1	11
199 Muut	12	5	9	5	3	6	8	70
<b>200 KOKOONPANO</b>	133	144	87	94	57	74	8	951
201 Mekaaninen kokoonpano	112	136	67	85	49	68	6	790
202 Asennus	1	2	5	5	5	6	2	39
203 Sidonta	1	0	0	0	0	0	0	1
204 Juottaminen	0	0	0	0	0	0	0	6
205 Kokoonpanon kappaleenkäsittely	17	6	4	4	3	0	0	87
209 Muut	2	0	0	0	0	0	0	22
<b>210 PALETOINTI &amp; PARKAUS</b>	64	51	74	64	69	60	88	720
<b>220 MITTAUS, TARKASTUS &amp; TESTAUS</b>	45	3	2	2	5	1	2	116
<b>230 KAPPALEENKÄSITTELY**</b>	19	30	40	17	44	94	24	671
<b>240 KOULUTUS &amp; TUTKIMUS</b>	9	2	7	8	9	29	6	165
<b>900 MUUT</b>	1	0	0	0	0	1	1	20
<b>000 MÄÄRITTELEMÄTÖN</b>	0	1	4	0	2	5	1	13
<b>VUOTUINEN KASVU</b>	492	408	376	387	401	474	313	5552
<b>KUMULOITUMA</b>	2701	3193	3601	4364	4765	5239	5552	