



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JARMO HIETIKKO  
ROBOTIIKAN TYÖELÄMÄLÄHTÖISEN OPINTOJAKSON SUUN-  
NITTELU VAMIAAN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Minna Lanz  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Teknisten tieteiden tiedekuntaneu-  
voston kokouksessa 31. toukokuuta  
2017

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

**HIETIKKO JARMO:** Robotiikan työelämälähtöisen opintojakson suunnittelu Vaasiamiaan

Diplomityö, 87 sivua, 3 liitesivua

Heinäkuu 2017

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastaja: professori Minna Lanz

Avainsanat: Robotiikka, opetus, oppimisympäristö

Robottien käyttö on yleistynyt Vaasan alueen yrityksissä viime vuosina. Robottien yleistymisestä huolimatta Vaasan alueen ammatillisessa koulutuksessa ei järjestetä robotiikkaopetusta. Työn tavoitteena oli selvittää robotiikan opetuksen tarve toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa Vaasassa. Tavoitteena oli myös hakea robotiikan opetukseen työelämälähtöiset sisällöt ja suunnitella niiden mukaan opintojakso. Tavoitteena oli selvittää, kuinka robotiikkaa opetetaan muissa oppilaitoksissa Suomessa ja ehdottaa sen perusteella opetuksessa käytettävä laitteisto.

Robotiikan opetuksen tarve ja opetuksen sisällöt selvitettiin kyselyn avulla. Tutkimusmenetelmänä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua. Kyselyyn osallistui edustajia kymmenestä Vaasan alueen yrityksestä. Kysely suoritettiin yritysten tiloissa, ja tilaisuuteen liittyi myös tutustuminen yritysten tuotantoon. Oppilaitos selvitykset tehtiin vierailemalla oppilaitoksissa sekä puhelinkeskusteluin.

Kyselyn avulla saatiin selvitettyä ne aihealueet, jotka yritykset kokevat tärkeiksi. Vastausten perusteella saatiin suunniteltua robotiikan opintojakso, joka koostuu oppilaitosopetuksesta ja työssäoppimisesta. Oppilaitos selvitysten perusteella saatiin selville robotiikan opetuksen haasteet, jolloin ne voitiin ottaa huomioon laitehankinnoissa.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

**HIETIKKO JARMO:** Planning a working life oriented robotics course for Vamia

Master of Science Thesis, 87 pages, 3 Appendix pages

July 2017

Major: Production Technology

Examiner: Professor Minna Lanz

Keywords: Robotics, Teaching, Learning environment

In recent years, the use of robots in companies has become more common in Vaasa region. Despite robots becoming more common, robotics is not a teaching subject in Vamia, the vocational school of Vaasa. The purpose of this thesis was to find out the need for robotics education in secondary vocational school in Vaasa. The purpose was also to find out what kind of teaching and course contents meet the needs of working life and to plan a course based on them. The aim was to find out how other schools in Finland teach robotics and, based on the results, to propose a suitable teaching equipment for robotics.

The need for robotics training and the suitable teaching contents were studied by using a questionnaire and a semi-structured theme interview. The representatives of ten companies from Vaasa region attended the survey, and the survey was carried out at the companies' premises. During the interviews, the companies also presented their factories and current automation levels. The ways of teaching and the current equipment in different vocational schools were examined by visiting the schools and interviewing the teachers via telephone.

The survey has clarified what kinds of working life skills the companies consider important in the field of robotics. The robotics course created for this study is designed based on the companies' answers. The course consists of two parts: learning at school and learning at work. The challenges in teaching reported by educators in Finnish vocational schools were also considered in the planning of the course. These challenges affect the type of equipment purchases suggested for the schools.

## ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Tampereen teknillisen yliopiston opinnäytetyönä. Diplomityö on tehty Vamialle, ja työn tarkoituksena on selvittää robotiikkaopetuksen aloittamisen tarpeellisuutta toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa Vaasassa.

Diplomityön tarkastajana toimii professori Minna Lanz ja muina ohjaajina toimivat Jyrki Latokartano ja Vamian puolesta Antti Koskimies. Kiitän kaikkia ohjaajia työhön saamastani avusta.

Erityiskiitos menee perheelleni, joka on mahdollistanut opiskeluni tukemalla, kannustamalla ja antanut tarvittavan ajan opintojen suorittamiseksi.

Vaasassa, 27.6.2017

Jarmo Hietikko

# SISÄLLYSLUETTELO

|        |                                                             |    |
|--------|-------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | JOHDANTO .....                                              | 1  |
| 1.1    | Työn taustaa .....                                          | 2  |
| 1.2    | Työn tavoitteet.....                                        | 3  |
| 1.3    | Vamia .....                                                 | 3  |
| 1.4    | Työn rakenne.....                                           | 3  |
| 2.     | KIRJALLISUUSTUTKIMUS .....                                  | 5  |
| 2.1    | Työelämän rakennemuutoksen vaikutus koulutukseen.....       | 5  |
| 2.2    | Koulutustakuu .....                                         | 6  |
| 2.3    | Pedagogiikka .....                                          | 6  |
| 2.3.1  | Behavioristinen tutkimussuunta.....                         | 7  |
| 2.3.2  | Kognitiivinen tutkimussuunta.....                           | 8  |
| 2.4    | Mitä oppiminen on? .....                                    | 9  |
| 2.5    | Motivaation merkitys oppimisessa.....                       | 10 |
| 2.5.1  | Tietotekniikka motivaation parantajana.....                 | 12 |
| 2.5.2  | Tvt:n käytön haasteet .....                                 | 13 |
| 2.6    | Opintojakson suunnittelu.....                               | 13 |
| 2.6.1  | Oppimisprosessin suunnittelu .....                          | 14 |
| 2.6.2  | Oppimisympäristöt oppilaitoksessa .....                     | 16 |
| 2.7    | Työssäoppiminen .....                                       | 17 |
| 2.7.1  | Työpaikkaohjaajan rooli työssäoppimisessa.....              | 18 |
| 2.7.2  | Opettajan rooli työssäoppimisessa.....                      | 19 |
| 2.7.3  | Ammattiosaamisen näyttö.....                                | 20 |
| 2.8    | Yhteisöllinen oppiminen .....                               | 21 |
| 2.8.1  | Projektioppiminen ja Scrum.....                             | 22 |
| 2.8.2  | Tiimiopettajuus .....                                       | 24 |
| 2.9    | Erilaiset ohjaustarpeet .....                               | 25 |
| 2.10   | Keskeyttäminen.....                                         | 26 |
| 2.11   | Tutkimusmenetelmä.....                                      | 27 |
| 2.11.1 | Kyselylomakkeen laadinta haastattelun tueksi .....          | 33 |
| 2.11.2 | Aineiston tulkinta.....                                     | 35 |
| 2.11.3 | Tutkimuksen luotettavuus (SWOT-analyysi) .....              | 35 |
| 3.     | NYKYTILAKARTOITUS .....                                     | 37 |
| 3.1    | Kuopion talousalueen oppilaitosten robottijärjestelmät..... | 37 |
| 3.2    | Tampereen Training Center .....                             | 40 |
| 3.3    | Robottiikkaopetus Kajaanissa .....                          | 41 |
| 3.4    | Vaasan ammattikorkeakoulu.....                              | 42 |
| 3.5    | Yhteenveto oppilaitosten järjestelmistä .....               | 43 |
| 3.6    | Yrityskentän tarpeet .....                                  | 44 |
| 3.7    | Vamian nykytila .....                                       | 48 |
| 3.7.1  | Keskeyttäminen.....                                         | 48 |

|       |                                            |    |
|-------|--------------------------------------------|----|
| 3.7.2 | Tieto- ja viestintäteknikka Vamiassa ..... | 49 |
| 3.7.3 | Opintolinjojen markkinointi.....           | 49 |
| 3.7.4 | Oppilaitoksen robotit.....                 | 50 |
| 4.    | TUTKIMUKSEN TULOKSET .....                 | 53 |
| 5.    | OPETUSJÄRJESTELYT VAMIASSA.....            | 60 |
| 5.1   | Ehdotus hankittavista laitteista.....      | 60 |
| 5.2   | Opintojakson toteutus.....                 | 63 |
| 5.2.1 | Loppupäätelmät.....                        | 71 |
| 6.    | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....          | 72 |
|       | LÄHTEET.....                               | 76 |
|       | LIITE 1: Kyselylomake                      |    |

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

|       |                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAD   | Computer Aided Design (Tietokoneavusteinen suunnittelu)                                              |
| EAKR  | Euroopan aluekehitysrahasto                                                                          |
| ESR   | Euroopan sosiaalirahasto                                                                             |
| FMS   | Flexible Manufacturing System (Joustava valmistusjärjestelmä)                                        |
| HOJKS | Henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma                                         |
| HOS   | Henkilökohtainen osaamisen kehittämissuunnitelma                                                     |
| OPH   | Opetushallitus                                                                                       |
| OSP   | Osaamispiste                                                                                         |
| PIAAC | The programme for the international assessment of adult competencies (Kansainvälinen aikuistutkimus) |
| PISA  | Programme for International Student Assessment                                                       |
| SWOT  | Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet, uhat)          |
| TET   | Työelämään tutustuminen                                                                              |
| TVT   | Tieto- ja viestintäteknikka                                                                          |

# 1. JOHDANTO

Työelämä on murroksessa, ja olemme työn rakennemuutoksen äärellä (Haapala, 2016, s. 33). Rakennemuutoksen vuoksi ammatillista koulutusta tulee uudistaa niin, että suoritettavat tutkinnot vastaavat nykypäivän osaamistarpeita. Tulevaisuuden työelämä edellyttää nykyistä laaja-alaisempaa osaamista. Ammatteja katoaa ja uusia tulee tilalle. Tämän vuoksi ammatillisten tutkintojen määrä vähenee nykyisestä 351 tutkinnosta 164 tutkintoon. Uudistuneessa tutkintorakenteessa opiskelijoilla on mahdollista rakentaa yksilöllisiä opintopolkuja ja sen kautta monipuolistaa osaamistaan. Työelämä tarvitsee jatkossa osaajia, joilla on valmiudet oppia jatkuvasti uutta ja kehittyä työelämän mukana. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2017)

Koulutuksen uudistusta edellyttää myös se, että koulutukseen on käytettävissä aiempaa vähemmän rahaa. Koulutuksen rahoituksen muutos kannustaa oppilaitoksia kiinnittämään enemmän huomiota toiminnan laatuun ja tuloksellisuuteen. Resurssit on suunnattava vahvemmin toimintaan, joka tuottaa lisäarvoa opiskelijoille ja työelämälle. Opiskelijan näkökulmasta muutoksena on, että kaikille opiskelijoille laaditaan opintojen alussa henkilökohtainen osaamisen kehittämissuunnitelma (HOS). Kehittämissuunnitelmassa jokaiselle opiskelijalle luodaan henkilökohtainen opintopolku. Opintopolku rakennetaan yksilöiden ja työelämän tarpeiden ja edellytysten mukaisesti. Opintopolkua luotaessa otetaan huomioon opiskelijan aikaisempi osaaminen, opiskelijan toiveet opiskeltavista asioista ja erityistuen tarpeet. Keskeisenä tavoitteena on puuttuvan osaamisen hankkiminen. Kehittämissuunnitelmaa päivitetään opintojen edetessä. Ammatillisen koulutuksen reformin myötä työelämän tarpeet tulevat keskeisempään asemaan koulutuksia suunniteltaessa. Tutkinnot muuttuvat aikaisempaa laaja-alaisemmiksi, mikä antaa mahdollisuuden reagoida työelämän muuttuviin tarpeisiin nopeammin ja antaa mahdollisuuden räätälöidä koulutusta kulloisenkin tarpeen mukaisesti. Reformin myötä on tarkoituksena saada työelämä voimakkaammin mukaan varmistamaan ammatillisen koulutuksen laatua ja työelämälähtöisyyttä. Tämä tapahtuu esimerkiksi lisääntyvän työssäoppimisen muodossa. Koulutuksen on vastattava työelämän ja yksilön tarpeisiin, jolloin toimintaa ohjaavat aiempaa enemmän työelämän ja opiskelijoiden vaatimukset. Opettajien tulee jatkossa olla enemmän asiakasorientoituneita. Opiskelijat nähdään jatkossa siis enemmän asiakkaina, ja opetus muuttuu aikakeskeisestä asiakaslähtöisemmäksi ja oppimiskeskeisemmäksi. Opetus ei ole jatkossa enää paikkasidonnaista, vaan oppimista tapahtuu monipuolisemmin. Oppimispaikkoina ovat oppilaitoksen lisäksi työpaikat ja digitaaliset ympäristöt. (Osaaminen ja koulutus, 2016)

Suomalaisella koulutuksella on hyvä maine, ja sillä on hyvät edellytykset muuntautua työelämän vaatimusten mukaisesti. Suomalainen koulujärjestelmä onkin ollut suuren



kansainvälisen kiinnostuksen kohteena 2000-luvun alusta lähtien. Kun ensimmäiset PISA-projektin tulokset julkaistiin, sijoittuivat suomalaiset ensimmäisiksi lukutaitoa mitaavissa testeissä. Noista ajoista koululaistemme menestys on heikentynyt, ei tosin kovin dramaattisesti. Suomalaisten ranking on edelleen korkea. Pohdittaessa syitä suomalaisten hyvään menestykseen useimmin esitetty näkökohta on suomalaisten opettajien korkea ammattitaito ja opettajankoulutus. Suomalaiset opettajat pitävätkin omaa ammattiaan arvostettuna yhteiskunnassa. (Jyrhämä, 2016, s. 217-219)

Aikuisilla tilanne on toisenlainen kuin nuorilla. Kansainvälisen aikuistutkimuksen (PIAAC) mukaan ammatillisen koulutuksen suorittaneiden aikuisten tietotekniikkaa soveltavassa ongelmanratkaisutaidossa on vakavia puutteita. Puutteita havaittiin yli puolella ammatillisen koulutuksen suorittaneista aikuisista. Taitojen heikkous tulee esille erityisesti silloin, kun verrataan vain ammatillisen koulutuksen suorittaneita aikuisia vähintään lukion suorittaneisiin aikuisiin. Tämä saattaa tulevaisuudessa osoittautua varsin haitalliseksi Suomen kilpailukyvyille. Tulevaisuudessa eurooppalaisen teollisuuden kilpailukyky perustuu yhä enemmän korkean teknologian osaamiseen, joka edellyttää ongelmanratkaisutaitoja teknologisissa ympäristöissä ja tietoteknistä osaamista. (Hämäläinen, 2014, s. 59, 64)

Tämä diplomityö käsittelee robotiikan työelämälähtöisen opintojakson suunnittelua. Työ on erittäin ajankohtainen, koska oppilaitosten on reagoitava työelämän rakennemuutokseen uusilla, nykyaikaisilla opintokokonaisuuksilla, jotka huomioivat oman alueen teollisuuden vaatimukset. Opetuksessa tulee käyttää nykyaikaista opetusvälineistöä, monipuolisia oppimisympäristöjä ja opiskelijoita aktivoivia yhteisöllisen opetuksen menetelmiä. Opetusta pitää tukea tarkoituksenmukaisesti tieto- ja viestintäteknikalla. Tämän päivän osaamistarpeiden opetuksella ja nykyaikaisten opetusmenetelmien käytöllä voidaan kehittää opiskelijoiden valmiuksia selviytyä nykypäivän työelämän vaatimuksista.

## 1.1 Työn taustaa

Vaasan alueella on paljon teknologiateollisuuden yrityksiä. Yleisesti sanotaankin, että Vaasassa on Pohjoismaiden suurin energiateollisuuden keskittymä (energiaklusteri), joka työllistää suoraan noin 11 000 ihmistä. Keskittymän suurimmat yritykset ovat Wärtsilä ja ABB. Yhteensä energiakeskittymään kuuluu 140 yritystä, jotka toimivat energiateollisuuden ja konepajateollisuuden aloilla. (Vaasan kaupunki, 2016)

Johtavat energiakeskittymän yritykset Vaasassa ovat viime vuosina panostaneet vahvasti automaatiotason nostoon, ja robotit ovat tulleet osaksi päivittäistä toimintaa. Toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa Vaasassa ei robotiikkaa kuitenkaan vielä opeteta. Voimassa olevassa kone- ja tuotantotekniikan opetussuunnitelmassakaan ei ole robotiikan opetukseen liittyviä opintokokonaisuuksia. Tilanne muuttuu kuitenkin pian, kun uudet opetussuunnitelmat astuvat voimaan syksyllä 2017. Uudessa opetussuunnitelmassa on robotin käyttöä koskeva opintojakso (Opetushallitus, 2016).

Pysyäkseen kansainvälisessä kilpailussa mukana ja säilyttääkseen työpaikkoja jatkossakin Suomessa on koulutuksen oltava kehityksen eturintamassa, kaikilla työntekijätasoilla. Nykypäivänä arvostetaan moniosaamista. Ei siis riitä, että ainoastaan insinöörit hallitsevat robotiikan. Myös työntekijätasolle, joita toisen asteen ammatilliset oppilaitokset kouluttavat, tulisi saattaa valmiudet toimia erilaisissa automaatiojärjestelmissä ja robottisoluissa. Työntekijöillä tulisi olla valmiudet ratkoa järjestelmän mahdollisia vikatiloja ja tehdä tarvittaessa ohjelmamuutoksia järjestelmään. Tämä vaatii työntekijöiltä automaatiotekniikan ja robotiikan perusosaamista.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän diplomityön tavoitteena on suunnitella robotiikan työelämälähtöinen opintojakso. Opintojakson työelämälähtöisyys varmistetaan työpaikoilla suoritettavan tutkimuksen avulla. Tutkimuksessa selvitetään, millaista osaamista lähialueen työllistäjät opiskelijoiltamme haluavat ja millaiset mahdollisuudet työpaikoilla on osallistua opetukseen työssäoppimisen muodossa. Tutkimusmenetelmä on puolistrukturoitu teemahaastattelu. Työn tavoitteena on myös opetuksen kehityksen kautta saada enemmän vetovoimaa kone- ja tuotantotekniikan opintolinjalle, sekä selvittää opetukseen soveltuva laitteisto. Laitteiston valinnassa kartoitetaan muissa oppilaitoksissa käytettäviä laitteita ja niistä saatuja kokemuksia. Opintojakson oppimisympäristöinä ovat oppilaitos ja työssäoppimispaikat. Opetuksessa käytetään opiskelijoita aktivoivia yhteisöllisen oppimisen menetelmiä ja hyödynnetään tieto- ja viestintäteknikkaa.

## 1.3 Vamia

Vamia on Vaasan alueella toimiva ammatillinen oppilaitos, joka on keskittynyt aikuisten sekä nuorten koulutukseen. Vamiassa annetaan monialaista ammatillista peruskoulutusta kahdessa toimipisteessä. Toimipisteet ovat Sampo-kampus ja Hansa-kampus. Koulutusohjelmia on yhteensä noin 40. Koulutusta järjestetään suomen, ruotsin ja englannin kielellä. Koulutusohjelmissa opiskelee vuosittain noin 7000 opiskelijaa. Perustutkinnon jälkeen on mahdollista suorittaa ammattitutkinto ja erikoisammattitutkinto. Ammatillisiin perustutkintoihin liittyvät valinnaiset opinnot voidaan yhdistää erilaisiksi opintoväyliksi. Opintoväyliä on valittavissa monenlaisia. Osa väylistä antaa paremmat valmiudet jatko-opintoihin, osa korostaa ammatillisia valmiuksia. Valittavina ovat myös urheilu- ja taidepainotteiset väylät. Jokaisen opinto-ohjelman laajuus on 180 osaamispistettä. Osaaminen arvioidaan ammattiosaamisen näyttöjen perusteella. (Vamia, 2017)

## 1.4 Työn rakenne

Työ koostuu neljästä osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään työelämän rakennemuutosta, pedagogiikkaa ja tutkimusmenetelmää. Työelämän rakennemuutososassa käsitellään muutoksen vaikutusta koulutukseen. Pedagogiikkaosassa esitellään mm. yleisimmät

oppimiskäsitykset, motivaation merkitystä oppimiseen, opintojakson suunnittelua ja työ-  
säoppimista. Tutkimusmenetelmäosassa esitellään mm. tutkimusmenetelmän valintaa,  
sen soveltamista ja aineiston tulkintaa. Toisessa osiossa tehdään nykytilakartoitus, jossa  
selvitetään muissa oppilaitoksissa käytössä olevia laitteistoja, tutustutaan lähialueen yri-  
tysten robotiikan käyttöön ja Vamian omaan tilanteeseen. Kolmannessa osiossa käsitel-  
lään tutkimustulosta ja neljännessä osiossa esitetään suunnitelma, kuinka robotiikan ope-  
tusta voidaan toteuttaa Vamiassa niin, että siinä huomioidaan lähialueen yritysten tarpeet  
ja varmistetaan opetussuunnitelman toteutuminen. Osiossa annetaan ehdotus robotiik-  
kaan soveltuvasta opetusvälineistöstä.

## 2. KIRJALLISUUSTUTKIMUS

### 2.1 Työelämän rakennemuutoksen vaikutus koulutukseen

Teknologian nopea kehitys kuten digitalisaatio, robotisaatio, tekoäly ja automatisaatio muokkaavat lähes kaikkia tuntemiamme aloja (Sitra, 2017). Yhteiskunnan ja työelämän muutosten myötä myös työelämässä toimiville asetettavat vaatimukset kasvavat. Enää ei puhuta vain elinikäisestä oppimisesta ammattitaidon ylläpitäjänä, vaan tilalle on tullut käsite elämänlaajuinen oppiminen (Kokkinen, 2008, s. 9). Tällä tarkoitetaan itsensä kehittämistä laaja-alaisesti eli oman luovuuden, ongelmaratkaisutaitojen ja innovatiivisuuden kehittämistä. Tämän lisäksi vaaditaan sisäistä yrittäjyyttä, joka tarkoittaa aktiivista ja vastuullista suhtautumista työhön ja kanssaihmiin. Julkisessa keskustelussa puhutaan sekä voimakkaasta töiden ja työpaikkojen katoamisesta ja toisaalta mahdollisuuksista uudenlaisen työnteon tapojen kukoistukseen. (Sitra, 2017; Kokkinen, 2008, s. 8-9)

Haapala (2016, s. 33) kirjoittaa teollisesta vallankumouksesta, jossa uudet teknologiat ovat aiheuttaneet sen, että työelämän nähdään olevan murroksessa. Robotisaatio ja digitalisaatio ovat lyömässä läpi erilaisina sovelluksina, mikä ei voi olla näkymättä työelämässä ja työelämään kouluttautumisessa. Teknologian kehittymisellä on sekä suoria että epäsuoria vaikutuksia työelämään. Esimerkiksi suorittavaa työtä tekeviä tarvitaan aikaisempaa vähemmän, minkä vuoksi myös ammattirakenne muuttuu (Andersson, 2012, s. 33; Haapala, 2016, s. 37).

Ammattirakenteen muuttuminen voi johtaa tilanteeseen, jossa työvoiman kysyntä ja tarjonta kohtaavat yhä heikommin. Oikein suunnatulla koulutuksella on mahdollista vähentää tätä kohtaanto-ongelmaa. Teknologian kehittyminen parantaa tuotannon kustannustehokkuutta, jolloin tuottavuuden kasvu syntyy vähemmällä työvoimalla. Maailman talousfoorumin kokouksessa 2016 on arvioitu, että robotiikka, tekoäly ja muu teknologian kehittyminen tuhonnee maailmanlaajuisesti viisi miljoonaa työpaikkaa vielä tämän vuosikymmenen loppuun mennessä (Haapala, 2016, s. 36). Robotit tulevat siis korvaamaan monia, varsinkin säännönmukaisia ja selkeästi määriteltävissä olevia työtehtäviä. Ihmisten rooli työnteossa painottuu luovuuteen ja innovatiivisuuteen. Tärkeitä taitoja ovat myös kyky ratkoa monimutkaisia ongelmia, kriittinen ajattelu ja kommunikatiiviset kyvyt. Katoavien työtehtävien tilalle tulee korvaavia tehtäviä, mutta työmarkkinoille sijoittuminen edellyttää aiempaa korkeampaa koulutusta. Ihmisten motivoituneisuus ja koulutuksella luodut taidot ratkaisevat sen, miten hyvin teknologian tuottamat hyödyt voidaan realisoida alueellisissa työyhteisöissä. (Sitra, 2017; Kokkinen, 2008, s. 8-9; Andersson, 2012, s. 33-36; Haapala, 2016, s. 33-40)

## 2.2 Koulutustakuu

Hallituksen kärkihankkeena on tukea nuorten elämänhallintaa, opintopolkujen rakentamista ja työllistymistä. Yhtenä keinona on taata kaikille peruskoulun päättävälle nuorille koulutuspaikka. Jatko-opintoihin valmentautumista tuetaan joustavilla perusopetuksen ryhmillä 7-9 luokilla. (Valtioneuvosto, 2017)

Vuosittain peruskoulun päättää noin 60 000 nuorta. Suomessa perusopetuksen päättäneet hakevat hyvin jatko-opintoihin. Kaikki eivät kuitenkaan vastaanota samaansa opiskelupaikkaa tai keskeyttävät välittömästi opintojen alettua. Syynä keskeyttämiseen ovat yleensä väärä alavalinta tai terveydelliset syyt. Vuosittain jokaisesta ikäluokasta jää nuoria ilman jatko- opiskelupaikkaa ja osa heistä ei suorita myöhemminkään mitään perusopetuksen jälkeistä tutkintoa. Tässä ryhmässä on huomattavasti 20-29 vuotiaita, joilla ei ole peruskoulun jälkeistä koulutusta tai työpaikkaa. Tähän ryhmään tulee panostaa, koska työllistyminen ilman ammatillista perustutkintoa on vaikeaa. Opiskelumahdollisuuksia onkin parannettu ammatilliseen kuntoutukseen pääsyn kriteereiden alentamisella ja koulutukseen pääsyn helpottamisella. Kaikkein vaikein ryhmä ovat ne nuoret, jotka eivät ole mukana missään aktiivisessa toiminnassa ja jotka eivät hakeudu työttömiksi työnhakijoiksi TE-toimistoon. Näiden ns. kadonneiden nuorten asemaa vaikeuttaa se, että vastuut näiden nuorten tavoittamiseksi ja saattamiseksi palveluiden piiriin ovat epäselvät. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2015, s. 10, 15, 16, 24)

Koulutuksiin pääsyä on helpotettu harkintaan perustuvan valinnan avulla. Tällöin valinta tehdään valintapistemääristä riippumatta. Yhteen hakukohteeseen voidaan ottaa tällä tavoin enintään 30 prosenttia opiskelijoista. Tämä mahdollistaa sen, että aloille voidaan hakeutua, vaikkei pistemäärä siihen riitä. Harkintaan perustuvan valinnan syitä ovat oppimisvaikeudet, sosiaaliset syyt ja koulutodistusten puuttuminen tai todistusten vertailuvaikeudet. Mahdollisuus selviytyä opinnoista tulee kuitenkin ottaa huomioon, kun valintapistemääristä poiketaan. (Opintopolku, 2017)

## 2.3 Pedagogiikka

Oppimisen monimuotoisuus selittää omalta osaltaan sitä, miksi oppimisen tutkimuksen piirissä on kehittynyt suurestikin toisistaan poikkeavia tutkimussuuntia. Tarkastellessa oppimisen psykologiaa historiallisesti, on siinä erotettavissa kaksi pääperinnettä, jotka eroavat toisistaan tutkimuskohteen, tutkimusmenetelmien ja ihmiskäsityksen suhteen. Niitä on tapana kutsua behavioristiseksi ja kognitiiviseksi tutkimusperinteeksi. (Lehtinen, 1989, s. 17) Oppimiskäsityksen asema on vahvistunut 1990-luvulta alkaen esimerkiksi opetussuunnitelmissa, koska se vaikuttaa siihen, millaiseksi opetus järjestetään. Eri oppimiskäsitykset saattavat erota ajatuksellisesti toisistaan, mutta kaikissa niissä on ymmärretty oppijan ainutkertaisuus, sekä tavoitteiden ja monipuolisen oppimisympäristön merkitys. (Hellström, 2008, s. 274, 276)

### 2.3.1 Behavioristinen tutkimussuunta

Behaviorismilla on pitkä historia ja vaikutteita monelta alueelta ihmisen elämässä. Se nousi oppimisen tutkimuksen valtasuuntaukseksi ensimmäisen maailmansodan jälkeen ja siinä pyrittiin puhtaasti luonnontieteelliseen käyttäytymisen tutkimukseen. Oppimisen periaatteet katsottiin olevan samat eläimillä ja ihmisillä. (Rauste von Wright, 2003, s. 148)

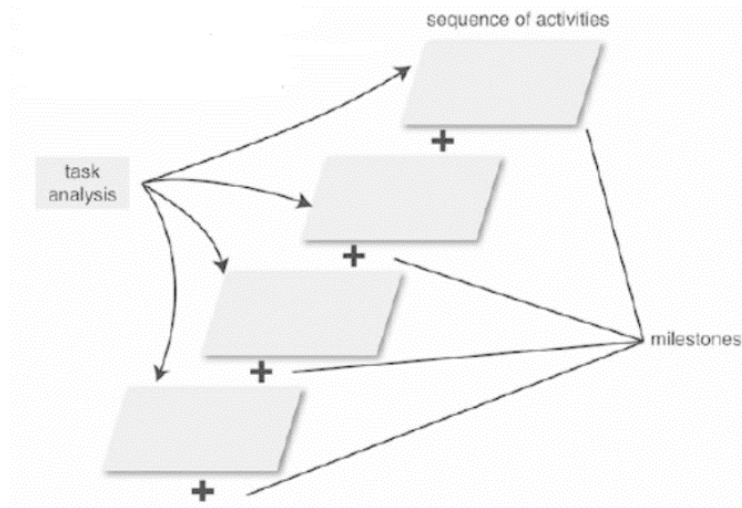
Behaviorismissa ajatellaan, että siinä on vahvistaminen motivaation lähteenä (Tynjälä, 2002, s. 98). Tällä tarkoitetaan sitä, että oppijalle annetaan jokin ärsyke. Ärsyke voi olla esimerkiksi suullinen tai kirjallinen tehtävä, josta palaute annetaan välittömästi. Oppija kokee palautteen palkkioksi, jolloin motivaation oletetaan kytkeytyvän palkkion saamiseen.

Lehtisen (1989, s. 18-20) mukaan Behaviorismissa on vahvistamisen ja välittömän palautteen antamisen lisäksi nähtävissä seuraavat periaatteet:

- Opetettavan aineksen osittaminen mahdollisimman pieniin osiin
- Virheellisten vastausten tai suoritusten nopea sivuuttaminen

Woollardin (2010, s. 70) mukaan opetettava aines tulisi jakaa kuvan 1 mukaisesti. Siinä opettaja on tiedon lähde ja annostelija (Hellström, 2008, s. 274). Tieto sijaitsee oppijan ulkopuolella ja se on valmiiksi pakattuna sopiviin, helposti rajattavissa oleviin osiin (Säljö, 2004, s. 50). Kuvassa opetettava asia on jaettu välitavoitteisiin. Jokaisen välitavoitteen välissä on virstanpylväs, jossa positiivista palautetta annetaan systemaattisesti. Opetettavasta luokasta riippuu palautteen luonne. Palaute on mahdollista antaa avoimena koko luokalle tai yksittäisille oppijoille luottamuksellisesti. Palautteen antamisessa on tärkeää hyödyntää visuaalisia työkaluja, joista oppijat näkevät suorittamansa tehtävät ja saavat vahvistusta oppimalleen asialle. (Woollard, 2010, s. 70-71)

Tynjälän (2002, s. 30) mukaan opetettavan aineksen ositus tulisi tehdä niin, että ensimmäiset osat ovat helppoja. Taitojen karttuessa siirrytään kohti monimutkaisempia osia. Oppiminen on siis ulkoisesti säädeltävää käyttäytymisen muuttumista. Säljön (2004, s. 50) mukaan B. F. Skinnerin (1904-1990) lähtökohtana oli, että yksilö on taipuvainen toistamaan käyttäytymistä, jonka yhteydessä hän on kokenut saavansa jonkinlaisen positiivisen palautteen. Virheellisistäkin suorituksista on yleensä löydettävissä positiivisia asioita, joita opettaja vahvistaa oppijalle. Tietojen vahvistamista käytetään kouluissa yleisesti hyödyksi erilaisten tietokoneohjelmistojen välityksellä. Nämä ohjelmistot perustuvat oppilaiden reaktioiden järjestelmälliselle ja välittömälle vahvistamiselle. Tästä esimerkkinä monivalintatehtävät, josta oppilas saa vastaukseensa välittömän palautteen. (Tynjälä 2002, s. 30; Säljö, 2004, s. 50)



*Kuva 1. Opetettava aines jaettuna pieniin osiin (Woollard, 2010, s. 71)*

### 2.3.2 Kognitiivinen tutkimussuunta

Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on oppilaan aktiivista toimintaa, jossa hän käsittelee informaatiovirtaa (Hellström, 2008, s. 275). Ihminen nähdään siis tiedon käsittelevänä, joka asettaa itselleen tavoitteita. Säljön (2004, s. 54) mukaan kognitiivismi on johtanut laajaan tutkimukseen ongelmanratkaisun, päätöksenteon, riskien arvioinnin, käsitteenmuodostuksen, havaitsemisen ja muistin psykologian alueilla. Varsinkin ongelmanratkaisu liitetään yleisesti oppimisprosesseihin. Toisin kuin behavioristinen oppimismalli, niin kognitiivinen psykologia tarkastelee oppijaa ymmärtävänä, ajattelevana ja ympäristöä jäsentävänä yksilönä (Puolimatka, 2002, s. 85). Kognitiivinen psykologia onkin syntynyt tarpeesta kuvata teoreettisesti juuri oppimis- ja ajatteluprosessien laadullisia ominaisuuksia (Lehtinen, 1989, s. 24).

Tavoitteiden muotoutumista ohjaavat oppijan aikaisemmat kokemukset, jossa uutta tietoa muodostetaan vanhan tiedon pohjalle. Uuden oppiminen ei siis koskaan ala alusta ja oppiminen on oppijan oman toiminnan tulosta. Oppimista leimaa vahvasti asioiden ymmärtäminen ja sillä onkin keskeinen rooli oppimisprosessissa. Tärkeää ei ole faktojen tai yksittäisten taitojen hallinta vaan organisoitu tieto- tai taitorakenne, johon ne sisältyvät. (Rauste-von Wright, 2003, s. 162-166)

Aina ei ole helposti havaittavissa, mitä oppimiskäsitystä opettaja toteuttaa. Toteuttaako hän behavioristista oteta vai konstruktivistista otetta? Usein opettajan pedagogisessa ajattelussa on dynaamista liikettä. Esimerkkinä (Patrikainen, 1999, s. 83) oppilaat ovat mukana lukukauden erilaisten tapahtumien suunnittelussa tai lukujärjestyksen suunnittelussa. Jos oppilaat eivät pääse vaikuttamaan tapahtumien tai oppiaineiden sisältöihin, on opettajan toiminta behavioristista ja oppilailla on vain näennäinen osuus suunnittelussa.

## 2.4 Mitä oppiminen on?

Tynjälän (2002, s. 14) mukaan oppiminen on oppijan aktiivista toimintaa, ei passiivista tiedon vastaanottamista. Nykyisin oppimisenäkemyksissä kannustetaan aktiivisuutta parantavaan yhteisöllisyyteen ja yksilöllisyyteen, jossa aktiivinen oppija valikoi, tulkitsee ja käsittelee tietoa suhteessa aikaisempiin tietoihin (Kokkinen, 2008, s. 11). Passiivista oppimista on, kun opettaja kertoo oppijalle faktoja ja toimintatapoja, jotka oppija painaa mieleensä ja soveltaa niitä käytäntöön. Opetusta ei tällöin nähdä dialogina vaan yksisuuntaisena tiedon siirtämisenä. Oppiminen nähdään aktiivisena silloin, kun opettaja kannustaa opiskelijoita ilmaisemaan omia käsityksiään asioista, keskustelemaan niistä sekä esittämään erilaisia mielipiteitä asioista. Opettaja pyrkii myös edistämään asioiden ymmärtämistä keskusteluin ja yhteistoiminnallisissa työmuodoissa. Kaikilla on jonkinlainen käsitys siitä, mitä oppiminen on. Oppiminen voi olla Tynjälän (2002, s.12) mukaan:

- tietojen lisääntymistä
- asioiden muistamista
- tietojen soveltamista
- asioiden ymmärtämistä
- ajattelun muuttumista
- ja sitä, että muuttuu ihmisenä.

Näistä kolme ensimmäistä oppimiskäsitystä viittaavat oppimiseen toistavana toimintana, ja kolme jälkimmäistä voidaan nähdä kehittymisenä tai muuttumisena oppijan ajattelussa. Oppiminen ei rajoitu kuitenkaan pelkästään kouluun ja opiskeluun, vaan opimme aina ja kaikkialla (Kokkinen, 2008, s. 6; Tynjälä, 2002, s. 9). Kaikki aivan arkipäiväisetkin asiat olemme joskus oppineet, kuten esimerkiksi puhumaan, kävelemään ja lukemaan. Oppiminen koetaan pääasiassa myönteisenä asiana ja se kartuttaa ihmisen henkistä pääomaa. Oppimisen tuloksena syntyvää osaamista voidaan pitää hyödykkeenä, jolla on markkinansa. Se, jolla on ammatti ja osaamista, on vahvoilla nykypäivän työmarkkinoilla. (Tynjälä, 2002, s. 9-14; Kokkinen, 2008, s. 6-8)

Mitä ja miten opiskellaan ovat ammattikasvatuksen peruskysymyksiä. Unesco esittää tulevaisuuden koulutukselle neljä peruspilaria:

- Tietämään oppiminen
- Tekemään oppiminen
- Yhdessä elämisen oppiminen
- Olemaan oppiminen

Tietämään oppiminen merkitsee faktatiedon opettelua ja tieteellisten menetelmien ymmärtämistä. Tekemään oppiminen merkitsee erilaisten taitojen hallintaa. Muodollinen kouluopetus tähtää näihin kahteen peruspilariin. Kaksi jälkimmäistä peruspilaria liittyy



vahvasti sosiaalisten taitojen ja vuorovaikutustaitojen kehittämiseen niin, että niissä otetaan huomioon esteettiset, taiteelliset ja kulttuuriset tekijät (Helakorpi, 2010, s. 12).

Oppimista voi opetella ja oppimistuloksia on mahdollista parantaa itsetuntemuksen ja tehokkaiden opiskelutapojen avulla. On tärkeää selvittää, millainen oppimistyyli itselle sopii. Osa ihmisistä oppii mieluiten näköaistin kautta (visuaalinen), osa taas kuulonvaraisesti (auditiivinen), osa tekemällä (kinesteettinen) tai koskettelemalla (taktiilinen). Visuaalisen oppijan opetuksessa on tärkeää, että opetuksessa käytetään runsaasti havaintomateriaalia opetuksen tukena. Auditiiviselle oppijalle asiat tulisi selittää mahdollisimman perusteellisesti ja käyttää elävää kieltä. Auditiivisen oppijan kannattaa muistiinpanojen tekemisen sijaan keskittyä kuunteluun. Kinesteettinen oppija oppii tekemällä ja kokeilemalla. Hän hyötyy siitä, että teoria ja käytäntö kohtaavat. Kinesteettiselle oppijalle luokahuone ei välttämättä ole paras oppimisympäristö, koska hänen oppimista edistävät erilaiset aktiivisuutta vaativat toiminnalliset menetelmät. Taktiiliselle oppijalle on tyypillistä, että hän on taitava käsistään. Oppimista edistää kirjoittaminen, erilaisten kaavioiden laatiminen ja ryhmätöiden tekeminen. Oppimista edistää, jos siihen liittyy jokin tunneelämys. Jantusen (2013, s. 52) mukaan tunne on vahvasti perustana kaikelle tietoisuudemme rakentumiselle. Tästä syystä onkin tärkeää, että tunteiden annetaan elää koulussa ja annetaan tilaa epäonnistumisille ja erehtymisille. Myönteiset oppimiskokemukset syntyvät oivalluksista, jotka tuottavat oppimisen iloa. Oppimisen ilo on paras oppimisen motivaatiotekijä. (Kokkinen, 2008, s. 18-23; Jantunen, 2013, s. 52-53)

## 2.5 Motivaation merkitys oppimisessa

Aktiivisen oppimisen perusedellytyksenä on oppimisen motivaatio. Pedagogiikassa korostetaan Rauste-von Wrightin (2003, s. 58) mukaan oppimismotivaation ja oppimisen tavoitteisuuden tärkeyttä. Järvelä (2006, s. 66) kirjoittaa tavoiteorientaatiosta, jolla tarkoitetaan oppijan yleisen tason päämääriä. Nämä päämäärät suuntaavat oppijan käyttäytymistä oppimistilanteissa. Tavoiteorientaatio voidaan jakaa tarkemmin oppimis-, suoritust- ja välttämisorientaatioiksi. Oppimisorientaatiossa opiskelu tapahtuu opiskeltavan asian itsensä vuoksi. Suoritusorientaatiossa päämääränä ei ole oppiminen sinänsä, vaan tieto siitä, että pärjää tehtävässä paremmin kuin muut oppilaat. Välttämisorientaatiossa on tavoitteena suoritua koulutyöstä mahdollisimman vähällä vaivalla. (Rauste-von Wright, 2003, s. 58; Järvelä, 2006, 66-67)

Tynjälän (2002, s. 12) mainitsemista oppimiskäsityksistä kolme jälkimmäistä (asioiden ymmärtäminen, ajattelun muuttuminen, ihmisenä muuttuminen) voidaan nähdä sisäisen motivaation aikaansaamiksi. Sisäisesti motivoitunut opiskelija on aidosti kiinnostunut opiskeltavasta teemasta. Tälle ryhmälle sopii hyvin aktiivioppiminen. Aktiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppija on aktiivinen toimija ja opettaja taustalla toimiva motivoija ja oppimistilanteiden järjestelijä, joka antaa tietoisesti tilaa oppijan itsenäiselle ja luovalle työskentelylle (Helakorpi, 2010, s. 104; Helander, 2009, s. 33). Sisäisesti motivoituneiden

opiskelijoiden opetuksessa dialogi toimii hyvin ja opiskelijat pystyvät itsenäiseen työskentelyyn ja tiedonhankintaan. Tämän ryhmän opiskelu on tavoitteellista, eikä sitä tarvitse pönkittää motivoivien opiskeluvälineiden avulla. Järvelän (2006, s. 86;) sekä (Helakorven, 2010, s. 104) mukaan tämä ryhmä ottaa vastuuta omasta oppimisestaan. Tämä tarkoittaa sitä, että oppija asettaa tavoitteita omalle oppimiselleen ja pyrkii selvittämään oppimisprosessin aikana kohtaamiaan ongelmia itsenäisesti. Oppimisessa subjektilla on keskeinen rooli. (Tynjälä 2002, s. 12; Helakorpi, 2010, s. 104; Järvelä, 2006, s. 86; Helander, 2009, s. 33)

Ulkoisesti motivoituneet opiskelijat eivät välttämättä ole kiinnostuneita opiskeltavasta aiheesta. Toisen asteen koulutukseen tulevat opiskelijat ovat niin nuoria, että kaikki eivät vielä tiedä, kiinnostaako valittu ammatti oikeasti. Kurosen (2011, s. 84) tutkimuksen mukaan peruskoulujen TET-jaksojen (työelämään tutustuminen) järjestämisessä olisi kehitettävää. Urasuunnittelutaidot peruskoulun varassa jäivät monilla hatariksi, eivätkä ne merkittävästi kehittyneet myöhemminkään. Jos opiskelija ei motivoitu valitsemastaan ammatista, alkavat häntä ohjailla ulkoisen motivaation lähteet. Ulkoisesti motivoituneet opiskelijat eivät ota itse vastuuta opinnoistaan vaan toimivat opettajavetoisesti. He eivät tunnista opiskelevansa itseänsä varten. Heitä motivoivat yleensä aikaisempi kotiinlähtö, peruuntunut oppitunti ja muut asiat, jotka eivät edistä oppimista. Opettajan tulee motivoita heitä jatkuvasti ja etsiä sellaisia opetusmenetelmiä, joilla kiinnostus saataisiin herätettyä. Longan (2014, s. 60) mukaan oppituntien alkuun kannattaa panostaa, koska silloin ulkoisesti motivoituneiden opiskelijoiden mielenkiinto saadaan mahdollisesti herätettyä. Hyvä alustus oppitunnille on aiheeseen sopiva video, kiinnostava tapaus tai tarina. Hyvällä oppituntin alustuksella on mahdollista saada keskustelua aiheesta, ja opettaja saa käsityksen siitä, millä tasolla luokassa liikutaan. (Kuronen, 2011, s. 84; Lonka, 2014, s. 60)

Ammatillisessa koulutuksessa valtaosa opetuksesta tapahtuu työsaleissa. Helakorven (2010, s. 104) mukaan oppiminen kannattaa järjestää siinä ympäristössä, jossa opiskeltavia tietoja ja taitoja käytetään. Työsalissa hyvänä motivaation synnyttäjänä opiskeltavaan asiaan on opettajan näyttämä työsuoritus. Opettajan näyttämän alustuksen avulla saadaan luotua itsevarmuutta myös aremmille opiskelijoille. Oppituntin rytmittäminen on mielenkiinnon ylläpitämisen kannalta tärkeää. Yleensä 20 minuuttia on opettajan osuuden kestoksi sopiva; sen jälkeen pitää tapahtua jotakin (Lonka, 2014, s. 60). Työsaliopetuksessa kannattaa opiskelijat päästää itse kokeilemaan ja harjoittelemaan opiskeltavaa asiaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Opettaja on entistä enemmän oppijan kasvun tukija ja motivoija, mikä edellyttää ihmissuhdetaitoja sekä kykyä olla aidosti kiinnostunut oppijoista (Helander, 2009, s. 29). Ammattialan käytännön opetuksen lisäksi ammatilliselta opettajalta vaaditaan oppimisen ja ohjaamisen teorian ja käytännön osaamista. (Helakorpi, 2010, s. 104; Lonka, 2014, s. 60)

### 2.5.1 Tietotekniikka motivaation parantajana

Nykyään motivaatiota yritetään parannella erilaisien teknisten laitteiden avulla. Uusia moderneja oppimisen muotoja tarvitaan, mutta se ei saisi ohjata koko opetusta. Esimerkiksi digilaitteiden käytön määräämistä opetukseen tulisi välttää. Rauste-von Wrightin (2003, s. 64) sekä Paalasmaan (2014, s. 97) mukaan kaikki uuden teknologian suomat mahdollisuudet eivät välttämättä tue yksilön maailmankuvan mielekästä rakentumista. Liiallinen teknologiaintoilu on turhaa ja lasten tasapainoisen kehityksen kannalta jopa haitallista. Ilman koulun panostusta oppilaat taitavat kyllä teknologian viihdekäytön, mutta tietotekniikan hyötykäytössä voi olla puutteita. Tästä syystä yhteiskunnallisena vaihtajana olemisen taidot voivat jäädä heikoiksi. Paalasmaan (2014, s. 96) mukaan eri-ikäisten tieto- ja viestintäteknologisten sovellusten harkittu käyttö opetuksessa lisää kuitenkin opetuksen monipuolisuutta. Sitä ei saisi käyttää kuitenkaan vaihteluna tai viihdykkeenä. Koulun pitää hyödyntää tieto- ja viestintäteknologiaa opetuksessa viisaasti mutta ei pääasiallisena opetusmenetelmänä. (Rauste-von Wright, 2003, s. 64-65; Paalasmaa, 2014, s. 96-99)

Sulautettu oppiminen on tapa yhdistää lähiopetuksen ja tv:n (tieto- ja viestintäteknikka) käyttö opetuksessa. Allan (2007, s. 4) kuvaa sulautuvaa oppimista juuri tällä tavalla. Sulautettu opetus on yhdistelmä erilaisia opetusmenetelmiä, ja menetelmät voivat vaihdella oppijaryhmien ehdoilla. Tyypillisiä sulautuvan oppimisen työkaluja ovat erilaiset internet-pohjaiset työkalut, kuten keskusteluryhmät ja itsearviointityökalut. Nykyajan älypuhelimet ovat hyviä apuvälineitä sulautetun oppimisen toteutuksessa. Sulautettua oppimista ei tule kuitenkaan sekoittaa etäopiskeluun. Stacey (2006, s. 173) mukaan etäopiskelussa ei saavuteta samoja hyötyjä kuin opetusmenetelmien yhdistämisellä. Etäopiskelussa opiskelijoiden keskuuteen ei synny sulautetun oppimisen mahdollistamaa yhteisöllisyyden tunnetta, ja toisiaan tukevat opetusmuodot puuttuvat. Suomessa etäopiskelua käytetäänkin yleisesti lähinnä korkea-asteella. (OAJ, 2015, s. 10; Allan, 2007, s. 4-5; Stacey, 2006, s.173)

Opettajan rooli korostuu sulautetun oppimisen onnistumisessa. Sulautettu opetus sisältää monia toisiaan tukevia opetusmenetelmiä ja oppimisympäristöjä. Tämä vaatiikin opettajalta monenlaista osaamista opintojaksoa suunniteltaessa. Opintojakson jakaminen karkeasti esimerkiksi verkko-opetuksen ja lähiopetuksen välillä ei Grahamin (2012, s. 31) mukaan täytä sulautetun opetuksen määritelmää. Lähes kaikki opetus on jossain määrin sulautettua. Sulautuvan oppimisympäristön tulee olla aikaan ja paikkaan sitomatonta. Oppimista tuetaan tv:n avulla. (Graham, 2012, s. 31-34)

Tvt:n käytössä opetuksessa korostuu opiskelijoiden itseohjautuvuus. Itseohjautuvat opiskelijat kykenevät itsenäiseen tiedonhankintaan. Itsenäinen tiedonhankinta tarkoittaa ongelmaan ja oppimistehtävään liittyvään kirjallisuuteen, verkko- ja muihin tietolähteisiin perehtymistä. Tiedonhankintaa voidaan tehdä yksin, pareittain tai ryhmässä. Ryhmässä

suoritettava tiedonhankinta soveltuu hyvin nykyisin suosittuun projektioppimisen malliin. Tiedonhankinta voi kohdistua teoreettisen, käytännöllisen tai työelämälähtöisen tiedon hankintaan. Käytännöllisen tiedon hankinnassa voidaan toteuttaa työnjakoa, mutta teoriatietoon kaikkien on perehdyttävä itse, koska se on perusta yhteisen ymmärryksen kehittämiseksi. (Helakorpi 2008, s. 79)

## 2.5.2 Tvt:n käytön haasteet

Opettajien pedagogiset tvt-valmiudet vaihtelevat Suomessa paljon. OAJ:n (2015, s. 13) askelmerkit digiloikkaan -selvityksen mukaan ammatillisten oppilaitosten opettajista 43 % kokee tvt-valmiutensa heikoiksi tai enintään kohtalaisiksi. Tämä korostuu varsinkin tvt:n käytössä opetuksessa. Tarvetta osaamisen kehittämiseen on paljon. Selvityksen mukaan yli puolet toisen asteen opettajista pitää saamaansa koulutusta riittämättömänä, ja se on kohdistunut vain verkko-opetusympäristöjen tekniseen käyttöön. Selvityksen mukaan koulutuksen määrä korreloi suoraan opettajien tvt:n käyttöön opetuksessa. Opetushallituksen (2011, s. 5) tekemän tieto- ja viestintätekniikka opetuskäytössä -tilannekatsauksen mukaan tvt:n käyttäminen opetuksessa on Suomessa keskeinen koulutuspoliittinen tavoite. Tvt:n käyttämisellä opetuksessa on myönteisiä vaikutuksia, ja se voi toimia motivaation ja yhteistyötaitojen parantajana. Kuitenkin tvt:n vaikutuksia oppimistuloksiin on vaikea tunnistaa. Tvt:n käytössä törmätään usein ulkoisen ja sisäisen motivaation käsitteisiin. Tämä jako on helposti nähtävissä, kun käytetään tietokonetta opiskelussa. Sisäisesti motivoituneelle opiskelijalle tietokone on oppimisen työkalu, kun taas ulkoisesti motivoituneelle opiskelijalle tietokone voi olla haitaksi keskittymiselle. (OAJ, 2015, s. 10-20; Opetushallitus, 2011, s. 5, 33, 39)

## 2.6 Opintojakson suunnittelu

Ammatillisen toisen asteen koulutuksen sisältöä ohjaa opetussuunnitelma. Opetussuunnitelmalla tarkoitetaan ennalta laadittua kokonaissuunnitelmaa kaikista niistä toimenpiteistä, joilla pyritään toteuttamaan kouluille asetettuja tavoitteita (Hellström, 2008, s. 222). Opetussuunnitelman olennaiset elementit ovat tavoitteet, sisältö ja muoto, jotka riippuvat toisistaan. Opetussuunnitelman laadinta yksinkertaisimmillaan etenee seuraavasti (Jyrhämä, 2016, s. 48).

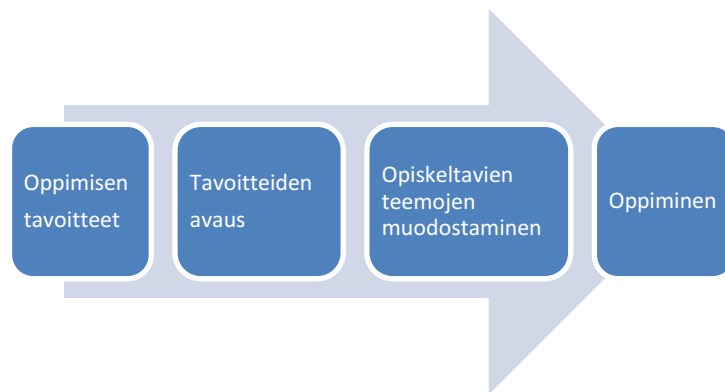
1. Määritellään ne tavoitteet, joihin opetuksella pyritään.
2. Mitkä opiskelukokemukset tarvitaan, jotta oppilaiden on todennäköistä saavuttaa nämä tavoitteet?
3. Miten nämä suunnitellut opiskelukokemukset voidaan organisoida tehokkaasti?
4. Miten voidaan päätellä, että asetetut tavoitteet saavutetaan?

Opetussuunnitelma pitäisi laatia siten, että tavoitteet on mahdollista saavuttaa (Jyrhämä 2016, s. 54). Ammatillisen koulutuksen opetussuunnitelmien laadintaan osallistuvat vah-

vasti työelämän edustajat. Tällä on työtä ja koulutusta sovitettu yhteen rakentamalla sisällöllistä vastaavuutta, jossa työn vaatimia kvalifikaatioita tulisi vastata koulutuksen antamat kvalifikaatiot (Helakorpi, 2008, s. 66). Työelämän ja koulutuksen välinen tasapainotila vaatii aika ajoin tarkistamista. Opetussuunnitelmatyön jatkumo osoittaa, että koulun halutaan muuttuvan yhteiskunnan mukana. Opetussuunnitelmien uudistamisessa on havaittavissa muutosvastarintaakin. Esimerkiksi opettajien yksintyöskentelyn perinne ei selvästi houkuttele muuttamaan tuttuja toimintatapoja (Haapaniemi, 2014, s. 22).

### 2.6.1 Oppimisprosessin suunnittelu

Opetusta suunniteltaessa tulee miettiä, mitä oppimisella tavoitellaan. Selkeän päämäärän asettaminen oppimiselle on tärkeää, koska oppimisen pitää olla aina tavoitteellista. Kuvasssa 2 on esitetty nelivaiheinen kaavio oppimisprosessin suunnitteluun. (Silander, 2003, s. 9)



*Kuva 2. Oppimisprosessin suunnittelu (Silander, 2003, s. 9)*

Tavoitteet löytyvät mahdollisesti suoraan opetussuunnitelmasta, mutta jos sitä ei ole, tulee ne ensin itse määritellä. Oppimisen tavoitteita suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon opiskelijoiden aikaisempi tietäminen ja osaaminen. (Koli, 2002, s. 34; Jyrhämä, 2016, s. 104) Ammatillisessa koulutuksessa jokaiselle opiskelijalle tehdään opintojen alkaessa HOS, jossa määritellään myös ohjaus- ja tukipalvelut (Osaaminen ja koulutus, 2016). Tässä vaiheessa tunnistetaan opiskelijan aikaisemmin hankittu osaaminen. Jos aikaisempaa osaamista on, voi opiskelija edetä opinnoissaan nopeammin. Osaaminen tunnistetaan opiskelijan ja opintojakson opettajan välisessä keskustelussa, tai opiskelija voi osoittaa osaamisensa tekemällä työsuorituksen. Aikaisemman osaamisen puuttuessa opiskelija opiskelee normaalin suunnitelman mukaisesti. Jokaiselle opiskelijalle muodostetaan oma opintopolkunsu tavoitteineen. (Osaaminen ja koulutus, 2016)

Työelämä asettaa omat tavoitteensa opiskelijoille. Opettajan roolina on usein toimia koulun ja työelämän välimaastossa ennakkoiden tulevia työelämän muutoksia ja alan kehitystä (Helander, 2009, s. 90). Opettajilta toivotaankin vahvaa työkokemusta ja monipuolista kokemusperäistä tietoa sekä käytännön tuntemusta. Ajantasaisen tiedon varmistamiseksi

opettajien tulisi tehdä työtä vuoroin oppilaitoksessa vuoroin työelämässä (Paaso, 2010, s. 42).

Hyvä keino tuottaa oppimisen sisältöjä on muodostaa tavoitelauseita. Tavoitelauseet toimivat opiskelijoiden oppimistavoitteina. Oppimistavoitteiden muodostaminen on tärkeää, koska ne toimivat samalla arvioinnin kohteina. (Silander, 2003, s. 10) Tavoitelauseita muodostettaessa tulee huomioida oikeat sanamuodot. Tavoitelauseita voivat olla esimerkiksi seuraavat:

- Opiskelija *osaa* robottien rakenteet
- Opiskelija *osaa* ohjelmoida...

Vältettäviä tavoitelauseita ovat:

- Opiskelija *ymmärtää* robottien rakenteet
- Opiskelija *hahmottaa*...

Tavoitelauseissa tulee käyttää sellaisia sanoja, jotka on mahdollista arvioida. Opiskelijan hahmottamista ja ymmärtämistä on vaikea arvioida. Ne eivät ole osaamisen tavoitteita. (Koli, 2008, s. 31)

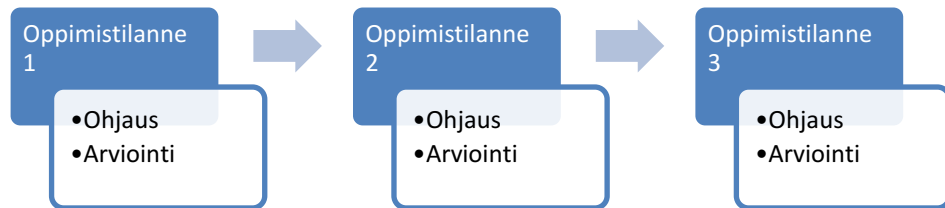
Opetussuunnitelman tavoitelauseet voivat olla opiskelijoille vaikeasti ymmärrettäviä. Ne on pakattu varsin tiiviiseen muotoon, ja yhdellä lauseella saatetaan ilmaista laaja oppimisen alue. Tästä syystä on järkevää avata tavoitelauseet ja muodostaa niistä kysymyslauseita. Robotiikan opetussuunnitelmassa on tavoitelause: ”Tutkinnon suorittaja osaa robotin ohjelmoinnin”. Lauseen voi avata muodostamalla siitä kysymyksen. ”Mitä opiskelijan tulee osata pystyäkseen ohjelmoimaan robottia? ”Seuraavassa on vastauksia kysymykseen:

- Opiskelija osaa ohjelmoinnin perusteet
- Opiskelija osaa käyttää robotin käsiohjainta
- Opiskelija osaa käyttää etäohjelmointiohjelmistoa
- Opiskelija osaa robotin turvallisen käytön

Kysymyslauseista johdettujen vastausten kautta saadaan muodostettua opiskeltavia teemoja. Teemoja hyödyntämällä saadaan muodostettua opintojakson luentojen aiheet, itse opiskeltavat aiheet, oppimistehtävät ja oppimisympäristöt. (Silander, 2003, s. 12-15)

Kaikkiin oppimistilanteisiin kuuluu ohjausta ja arviointia (kuva 3). Opettajan tulee osata ohjata oppija itseohjautuvaksi toimijaksi pitäytyen oppimisprosessien ohjailijana. Ammatillinen opettaja ei siis enää perinteisesti opeta vaan organisoii ja ohjaa opiskelijoiden työtä (Helander, 2009, s. 29). Opettajan tulisi myös kyetä tunnistamaan ne oppijat, jotka eniten ohjausta tarvitsevat ja joilla voi olla oppimisvaikeuksia (Helander, 2009, s. 31). Arvioinnin tehtävänä on antaa tietoa siitä, mitä vahvuuksia oppijan ajattelussa on ja miten hän

voisi kehittää toimintaansa (Lonka, 2015, s. 219). Arviointi on toimintaa, jonka tarkoituksena on verrata opiskelijoiden saavuttamia tuloksia niihin tavoitteisiin, joita opetussuunnitelmassa on määritelty (Jyrhämä, 2016, s. 194). Arviointia kannattaakin rakentaa oppimisprosessien eri vaiheisiin (Koli, 2008, s. 125). Oppimisprosessin aikana tapahtuvan palautteen ja ohjauksen etuna on se, että sivuraiteille joutuneet oppijat on mahdollista palauttaa vielä oikeille raiteille. Opiskelijoille tulee opintojakson alussa esitellä opetussuunnitelman tavoitteet, koska palautteen tulee olla sidoksissa tavoitteisiin.



*Kuva 3. Oppimistilanteisiin liittyy ohjausta ja arviointia (Koli, 2002, s. 30-32)*

## 2.6.2 Oppimisympäristöt oppilaitoksessa

Oppimista tapahtuu kaikkialla. Siksi oppimisympäristökin on kaikkialla. Koulun arvo oppimisaikana tulee sen kyvystä synnyttää oikeita sosiaalisia ryhmiä (Paalasmaa, 2014, s. 145). Ammatillisessa koulutuksessa hyödynnetään erilaisia oppimisympäristöjä. Oppimista tapahtuu esimerkiksi luokkahuoneissa, työsaleissa ja tietoverkoissa. Myös sulautuvan opetuksen periaatteita voidaan soveltaa ammatillisessa koulutuksessa. Ammatillisessa koulutuksessa ollaan yleisesti käytetty monimuoto-opetusta, mutta sulautuvalle opetukselle tunnusomainen tvt:n käyttö on yleistynyt ammatillisessa koulutuksessa. (Helakorpi, 2008, s. 92)

Opettaja ja opiskelijat tarvitsevat jonkin tilan, jossa vuorovaikutus voidaan järjestää. Yksi tällainen tila on luokkahuone. Luokkahuoneet on yleensä rakennettu vakimuotoisiksi. Ne koostuvat pulpettiriveistä, ja niiden edessä on liitu-, tussi- tai älytaulu. Tilaa on noin 1,6 m<sup>2</sup> opiskelijaa kohti. Koska jokaisella opiskelijalla on omat erilaiset ohjauksen tarpeensa, on luokkatilanteissa joskus vaikeaa järjestää jokaista opiskelijaa osallistavaa ja tarvittavan haastavaa ohjausta. Opiskelijat hyötyvät parhaiten opetustilanteista, kun ohjauksessa otetaan huomioon heidän aikaisempi osaamisensa (Lehtinen, 2016, s. 244).

Taloudellisista syistä uudet koulut rakennetaan mahdollisimman monikäyttöisiksi, muunneltaviksi ja joustaviksi kokonaisuuksiksi. Tämä mahdollistaa eri-ikäisten opiskelijoiden yhdistämisen ja sulauttaa formaalin (muodollinen) ja nonformaalin (ei tutkintomuotoinen) koulutuksen ja informaalin (epämuodollinen) oppimisen elementtejä. (Jyrhämä, 2016, s. 174-177)

Ammatillisessa koulutuksessa suuri osa opetuksesta tapahtuu työsaleissa. Hyvä oppimisympäristö mahdollistaa aiheen käsittelyn omassa asiayhteydessään suoraan käytännön työhön liittyvänä (Salminen, 2008, s. 11). Työsaliopetuksessa on mahdollista huomioida myös opiskelijan aikaisemmin hankittu osaaminen. Ammatilliseen koulutukseen hakeutuvat opiskelijat ovat perinteisesti tekemällä oppijoita. Taitojen oppiminen ja kehittyminen etenee tekemällä käytännön työtä, eli oppimalla kokemusperäisesti (Helander, 2009, s. 34; Helakorpi, 2008, s. 85). Käytännön työtaitojen oppimisprosessi kehittyy seuraavien askeleiden kautta:

- Kognitiivinen tiedostamisvaihe
- Harjaantumisvaihe
- Automaattistumisen vaihe

Aluksi oppija tarvitsee opettajan ohjausta, mutta taitojen kasvaessa oppija toimii yhä itsenäisemmin. Opettaja voi ohjata taitojen oppimista tilanteeseen sopivien menetelmien avulla. Lopuksi opettaja tarkistaa, missä määrin opituista tiedoista on muodostunut taito, mahdollisesti jopa automaattinen valmius. (Helander, 2009, s. 34-36)

Tietoverkoissa tapahtuvalla oppimisella tuetaan luokassa- ja työsalissa tapahtuvaa oppimista. Tvt:tä hyödyntävien oppimisympäristöjen on katsottu olevan enenevässä määrin paitsi sosiaalisia, myös henkilökohtaisia (Helakorpi, 2008, s. 162). Tästä esimerkkinä on blogit, joita opiskelija voi hyödyntää myös opintojakson jälkeen. Toisen asteen ammatillisissa oppilaitoksissa sähköinen materiaali on yleensä opettajan itsensä laatimaa. Syynä siihen on se, ettei riittävän laadukasta kaupallista materiaalia ole saatavilla. Tämän lisäksi ammatillisiin oppilaitoksiin on hankittu kaupallista sähköistä oppimateriaalia, jonka valintaan opettajat osallistuvat. Osassa oppilaitoksista on käytössä myös materiaalipankki, jossa olevaan materiaaliin kaikki pääsevät käsiksi. (OAJ, 2015, s. 26-27)

## 2.7 Työssäoppiminen

Työssäoppiminen on muodostunut organisaatioissa tärkeäksi menestystekijäksi erityisesti 1970-luvun jälkeen. Sen nousemiseksi tärkeiden menestykseen vaikuttavien tekijöiden joukkoon ovat vaikuttaneet ainakin teknologian nopea kehitys, tietotekniikka soveluksineen, ympäristön muuttuminen ja asiakkaiden vaatimusten kasvu (Grönfors, 2010, s. 17). Viime vuosina ammatillista työssäoppimista onkin alettu pitää kaikkein merkittävimpänä ammatillisen peruskoulutuksen työelämäyhteistyömuotona (Helander, 2009, s. 90).

Työssäoppimisella tarkoitetaan työn äärellä tapahtuvaa oppimista tai työhön kiinteästi liittyvää tietoista tai tiedostamatonta oppimista (Salminen, 2008, s. 12). Työssäoppiminen tulee kuitenkin erottaa oppisopimuskoulutuksesta. Aaltola (2016, s. 21) määrittelee työssäoppimisen seuraavasti: Työssäoppiminen on työpaikalla työtehtävien yhteydessä muu-



toin kuin oppisopimuskoulutuksena toteutettua tavoitteellista ja ohjattua koulutusta. Ammatillisena peruskoulutuksena suoritettuihin tutkintoihin tulee aina sisältyä työssäoppimista vähintään 30 osaamispistettä (Opetushallitus, 2016). Työssäoppiminen perustuu työnantajan ja oppilaitoksen väliseen kirjalliseen sopimukseen, jossa oppilaitos vastaa työssäoppimisen käytännön järjestelyistä. Myös opiskelijan rooli on merkittävä työssäoppimisjakson suunnittelussa. Hänellä on mahdollisuus vaikuttaa työssäoppimispaikan suunnitteluun, työssäoppimisen toteutukseen ja lopuksi arviointiin. Monessa tapauksessa opiskelijat etsivät työssäoppimispaikan itse, jolloin suhde työssäoppimispaikkaan muodostuu jo hakuvaiheessa. (Opetushallitus, 2016)

Tutkimusten mukaan opiskelijoille muodostuu merkityksellisiä oppimiskokemuksia erityisesti työssäoppimisjaksojen aikana (Helander, 2009, s. 92; Eerola, 2006, s. 16). Nämä oppimiskokemukset ovat tärkeitä nuoren ammatti-identiteetin kehittymisen kannalta. Taustaa voi löytää kokemuksellisen oppimisen teorioista. Tynjälä (2002, s. 133) sekä Helakorpi (2008, s. 87) kirjoittavat perinteisestä oppipoikakoulutuksesta, jossa oppiminen etenee kohti lisääntyvää itsenäisyyttä. Oppiminen alkaa havainnoimalla kokeneen ammattilaisen työtä ja harjoittelemalla erilaisia taitoja tämän ohjauksessa. Opiskelijan taitojen kehittyessä ohjaajan rooli vastaavasti jää taka-alalle. Puolimatka (2002, s. 103) sekä (Gadamer, 2004, s. 29) kirjoittavat oppimisen hermeneuttisesta ulottuvuudesta, jonka mukaan kokonaisuus tulee ymmärtää yksittäisestä ja yksittäinen kokonaisuudesta. Opiskelijat ovat siis hermeneuttisessa suhteessa itseensä, toisiinsa, asiantuntijoihin ja opettajiin. Toisten kautta he oppivat vaihtoehtoisia tapoja oppimiseen. Usein opiskelijalla on useampia ohjaajia, joiden toimintaa havainnoimalla opiskelija oppii monia erilaisia tapoja tehtävän suorittamiseksi. Lopulta oppija toimii itsenäisesti, kysyen ohjeita vain tarvittaessa. (Tynjälä, 2002, s. 133-134; Helakorpi, 2008, s. 87)

Oppiminen oppilaitoksissa ja työpaikalla eivät välttämättä eroa toisistaan paljon. Varsinkin jos vertaa työsaliopetusta työssäoppimiseen. Oppimisympäristöinä ne voivat tarjota kuitenkin varsin erilaisia mahdollisuuksia. Oppilaitoksissa päivärytmiä ohjailee lukujärjestys, kun taas työssäoppimisessa oppiminen rakentuu vähitellen aina vaativimmista työtehtävistä. (Helander, 2009, s. 93)

### **2.7.1 Työpaikkaohjaajan rooli työssäoppimisessa**

Työpaikkaohjaaja on työpaikan palveluksessa oleva henkilö, joka toimii ammatillisen peruskoulutuksen opiskelijan ohjaajana työssäoppimisjaksolla. Työpaikkaohjaajalta ei vaadita työpaikkaohjaajakoulutusta, vaikka koulutusta toivotaankin. (Eerola, 2006, s. 19)

Työpaikkaohjaajien koulutus on koulutuksen järjestäjän vastuulla. Koulutuksia järjestetään oppilaitoksissa perinteisenä lähiopetuksena, joihin saattaa liittyä etätehtäviä. Ongelmana lähiopetuksissa on havaittu se, että varsinkin pienemmistä yrityksistä osallistuminen on jäänyt alhaiselle tasolle. Rinnalle on kehitetty myös muita koulutusratkaisuja. Ne

perustuvat siihen, että opettaja työssäoppimisen yhteydessä perehdyttää työpaikkaohjaajan oppimisen tavoitteisiin, ohjaamiseen ja arviointiin. (Helander, 2009, s. 100)

Työpaikkaohjaaja edustaa opiskelijalle todellista työelämää ja ammatillista osaajaa (Helander, 2009, s. 92). Opiskelijat arvostavat työpaikalla oman alan ammattilaiselta saatua palautetta, ja työpaikkaohjaaja toimii kaikissa tilanteissa esimerkkinä oman alan ammattilaisesta. Hyvän työssäoppimisjakson edellytyksenä on riittävä ohjaus (Jokinen, 2009, s. 41). Opiskelijat on otettava hyvin haltuun työpaikoilla ja ohjaukseen on suunnattava riittävästi resursseja. Työpaikkaohjaaja on tässä tärkeässä asemassa, koska opiskelija tukeutuu häneen työssäoppimisjakson aikana. Työpaikkaohjaajalle onkin tärkeää, että työssäoppimisjakso suunnitellaan tarkasti etukäteen ja kaikki osapuolet ovat suunnitelmasta selvillä (Jokinen, 2009, s. 41). Ohjaajan on ensiarvoisen tärkeää kuulla, missä oppija haluaa kehittyä. Tärkeää on myös kuulla oppijan nykyinen osaamisen taso ja mahdolliset oppimista vaikeuttavat tekijät, koska ohjaussuhteen onnistumiselle tärkeää on avoimuus ja luottamus osapuolten kesken (Kokkinen, 2008, s. 122).

## 2.7.2 Opettajan rooli työssäoppimisessa

Opettajilta edellytetään hyvää alueen työelämän ja työpaikkojen tuntemusta. Eerolan (2006, s. 55) mukaan opettajien odotetaan perehtyvän työpaikkoihin oppimisympäristöinä ja perehtyvän työelämän muutoksiin, osaamisvaatimuksiin ja yrityskulttuuriin. Oletusarvona on, että opettajat tuntevat työpaikkojen tarpeet opetuksen ja työssäoppimisen suunnittelun lähtökohtana. Jokisen (2009, s. 34) työelämän yhteistyötä koskevan tutkimuksen mukaan oppilaitosten opettajat ovat työelämäyhteistyön käytännön toteuttajia. Ilman opettajien aktiivisuutta työelämän suuntaan yhteistyötä ei välttämättä olisi lainkaan. Valitettavasti vastuun yhteistyöstä koetaan olevan oppilaitoksen puolella. Asenteellisia esteitä yhteistyölle ei ole, vaan se koetaan riittämättömän resursoinnin aiheuttamaksi. Oppilaitoksen johdon muutamit vuosittaiset tapaamiset työelämän edustajien kanssa eivät vielä riitä viemään yhteistyötä käytännön tasolle (Jokinen, 2009, s. 36).

Opettajien näkökulmasta työelämäyhteistyö kulminoituu yleensä työssäoppimisen ohjaukseen, mikä toisaalta kertoo koko työssäoppimisen järjestelmän tärkeydestä (Jokinen, 2009, s. 35). Ammatillisen opettajan työ työssäoppimisen ohjaamisessa muistuttaa mentorointia tai tutorointia (Helander, 2009, s. 31; Helakorpi, 2010, s. 108). Opettajalla ei välttämättä ole työssäoppimispaikoilla mahdollisuutta osallistua varsinaiseen opetukseen, vaan yhteistyössä työpaikkaohjaajan ja opiskelijan kanssa arvioidaan oppimista suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Opettaja on koko työssäoppimisprosessin pääorganisoiija. Työssäoppimisjakson suunnittelu alkaa hyvissä ajoin, ennen opiskelijan siirtymistä työssäoppimiseen. Helanderin (2009, s. 97-98) mukaan työssäoppimisjakson suunnitteluvaiheessa opettajan tulee määritellä seuraavat asiat:

- Mikä osa opintokokonaisuudesta opitaan työpaikalla?
- Oppilaitosopetuksen ja työssäoppimisen ajallinen sovitus toisiinsa

- Mitä opiskelijoiden olisi osattava ennen työssäoppimisjaksoa?
- Miten opiskelijoiden erilaiset tavoitteet huomioidaan suunnittelussa?
- Miten työssäoppiminen ja sen arviointi tukevat ammattiosaamisen näyttöön valmistautumista?

Työssäoppimisen alkaessa opettaja tekee työssäoppimispaikan edustajan kanssa sopimuksen työssäoppimisesta. 1.1.2018 sopimuksen nimi muuttuu koulutussopimukseksi (Aaltola, 2016, s. 44). Opettaja perehdyttää työpaikkaohjaajan oppimisen tavoitteisiin, ohjaamiseen ja arviointiin (Helander, 2009, s. 100). Tieto- ja viestintäteknikan mahdollisuudet tulisi ottaa käyttöön monipuolisesti ja tarkoituksenmukaisesti työssäoppimisen toteutuksessa ja ohjauksessa, koska valmiudet tähän ovat lisääntyneet (Helander, 2009, s. 101). Painetta tähän onkin, koska koulutuksen järjestäjän toimintaprosessien ja oppimisympäristöjen uudistaminen ja digitalisoiminen ovat oleellisena osana ammatillisen koulutuksen uudistamista (Aaltola, 2016, s. 66).

Tvt:n käyttö työssäoppimisen järjestämisessä antaisi opettajalle enemmän mahdollisuuksia priorisoida ohjauksen tarvetta. Ohjattavaan ryhmään saattaa kuulua hyvin erilaisia oppijoita. Osalla voi olla jo valmiiksi hyvä työkokemus, motivaatio ja lahjakkuutta alalle. Silloin ohjauksen tarve voi olla vähäistä. Toisinaan samassa ryhmässä voi olla nuoria, joilla on sosiaalisia ongelmia, oppimisvaikeuksia ja joilta puuttuu aikaisempi työkokemus. Tällä ryhmällä ohjauksen tarve saattaa olla suurempi. (Helander, 2009, s. 99)

Työssäoppimisjakson lopussa opettaja järjestää arviointikeskustelun. Keskusteluun osallistuvat opettaja, työpaikkaohjaaja ja opiskelija. Työssäoppimisen arviointi on yhteistyötä. Arviointi koostuu opiskelijan itsearviointista ja työpaikkaohjaajan näkemyksistä. Opettajan tehtävänä on tuoda keskusteluun oman ammatillisen ja arviointikäytäntöjen asiantuntijuutensa. Arviointi kohdistuu oppimistuloksiin, oppimisprosessiin ja työssäoppimisjakson tavoitteisiin. (Kokkinen, 2008, s. 128-130)

### 2.7.3 Ammattiosaamisen näyttö

Ammattiosaamisen näytöt ovat koulutuksen järjestäjän ja työelämän yhdessä suunnittelemissa, toteuttamissa ja arvioimissa työtilanteita tai työprosesseja. Ammattiosaamisen näyttössä opiskelija osoittaa tekemällä käytännön työtehtäviä mahdollisimman aidoissa työtilanteissa, miten hyvin hän on saavuttanut opetussuunnitelman perusteiden ammatillisen opintojen tavoitteissa määritellyn työelämän edellyttämän ammattitaidon (Hakala, 2007, s.13).

Ammattiosaamisen näyttöjen taustalla on konstruktivistinen oppimiskäsitys, joka painottaa oppimisen merkitystä yksilön omista lähtökohdista ja kokemuksista nousevana, toimintaympäristön kanssa vuorovaikutuksessa tapahtuvana prosessina (Haapakorpi, 2008, s. 21). Oppiminen etenee aluksi behavioristisen oppimiskäsityksen mukaisesti (noviisi-

vaihe) ja myöhemmässä ammatillisesti kypsemässä vaiheessa oppimista kuvataan kognitiiviseksi oppimiseksi. Tavoitteena on se, että opiskelija kykenee itsenäisesti suunnittelemaan ja toteuttamaan omaa opiskeluaan ja oppimistaan, sekä hyödyntämään näyttöjen arviointia oman osaamisensa arvioinnissa. (Haapakorpi, 2008, s. 21)

Ammatillisten tutkinnonosien osaaminen tulee arvioida ensisijaisesti työpaikoilla (Aaltola, 2016, s. 40). Poikkeustapauksessa osaamisen voi osoittaa muissa koulutustyöpaikoiksi soveltuviksi katsotuissa ympäristöissä. Tutkinnon osan arviointiin osallistuu vastuullinen opettaja, työelämän edustaja ja opiskelija. Arvioinnissa opiskelijan osaamista on verrattava opintokokonaisuuden tavoitteisiin (Hakala, 2007, s. 15). (Aaltola, 2016, s. 40)

Perustutkintojen osaamistavoitteiden, arvioinnin kohteiden ja arviointikriteereiden on oltava yhtenäiset kaikkien koulutuksien järjestäjien kesken. Ammatillisen tutkinnon osan tuottama osaaminen hankitaan kuvan 4 osaamisalueiden kautta. Osaamisalueet toimivat samalla ammattiosaaminen näytön arvioinnin kohteina. (Opetushallitus ja tekijät, 2015, s. 43)



**Kuva 4.** Ammatillisen tutkinnon osan tuottama ammatillinen osaaminen ([www.oph.fi](http://www.oph.fi))

Näytön tavoitteet ja arviointikriteerit eivät välttämättä näydy opiskelijoille selkeinä (Haapakorpi, 2008, s. 66). Arvioinnin kriteerit edellyttävät perehtymistä ja asioiden käsitteellistämistä, mikä voi olla nuorille peruskoulusta valmistuneille opiskelijoille melko vaativaa. Opettajan tulisi avata termistö opiskelijoille ennen näyttöä ja vielä mahdollisesti uudelleen arviointivaiheessa. (Haapakorpi, 2008, s. 66-67)

## 2.8 Yhteisöllinen oppiminen

Tutkiva oppiminen on prosessi, jossa oppiminen etenee oppimisyhteisön jäsenten yhdessä asettamien ongelmien, heidän itsensä muodostamien käsitysten ja teorioiden sekä etsimänsä tieteellisen tiedon arvioinnin ohjaamana (Rauste von-Wright, 2003, s. 206). Cantell (2015, s. 57) mainitsee ilmiöoppimisen, joka mukaillee soveltuvin osin tutkivan oppi-

misen mallia. Mallissa tietämystä ja ymmärrystä syvennetään yksin, pareittain, pienryhmän tai koko ryhmän kesken. Näitä edellä mainittuja oppimisen prosesseja kutsutaan myös ongelmaperustaiseksi oppimiseksi. Poikelan (2006, s. 11) mukaan koulutuksessa on tarvetta ongelmaperustaiselle oppimismuodolle. Se tukee elinikäisen oppimisen perusedellytystä, joka on tiivis yhteys tutkimuksen, koulutuksen ja ammattikäytäntöjen välillä. Tietämyksen hankinta ja tiedon käyttö eivät ole erillisiä prosesseja, vaan ne ovat vahvasti sidoksissa oppimiseen. Asiasyhteys antaa merkityksen oppimiselle ja ammatillisele kehitykselle, jota tuetaan yhteistoiminnallisilla työmuodoilla. Ongelmaperustainen oppiminen voi laajimmillaan tarkoittaa opetussuunnitelmaa, jossa yksittäiset oppiaineet integroidaan opetuksessa. Opetussuunnitelman perusyksikkönä ovat tässä ongelmat, jotka nousevat ammatillisen käytännön tai tutkimuksen keskeisistä kysymyksistä. (Poikela, 2006, s. 11; Rauste von-Wright, 2003, s. 206-207)

Yhteisöllinen oppiminen sekoitetaan helposti yhteistoiminnalliseen oppimiseen. Yhteistoiminnallisessa ryhmässä tehtävät jaetaan ja jokainen jäsen on vastuussa vain omasta osuudestaan ongelmanratkaisuprosessissa. Yhteisöllinen oppiminen vaatii jokaisen osallistujan panostusta ryhmän yhteiseen pyrkimykseen ratkaista ongelma (Lehtinen, 2016, s. 274). Yhteinen panostus ongelman ratkaisemiseksi, voidaan nähdä kehämäiseksi prosessiksi, jossa opiskelijoiden hiljainen ymmärrys käsiteltävästä asiasta tehdään näkyväksi (Järvelä, 2006, s. 128). Prosessin aikana tätä hiljaista ymmärrystä käytetään yhteisen tulkinnan välineenä käsiteltävästä asiasta. Keskustelujen ja neuvottelujen avulla aihe kehittyy eteenpäin jatkuvassa tulkinnallisessa prosessissa. (Lehtinen, 2016, s. 273-274; Järvelä, 2006, s. 128)

### 2.8.1 Projektioppiminen ja Scrum

Yhteisöllisen oppimisen yhtenä menetelmänä käytetään projektioppimista. Se on opiskelijaa aktivoiva, oppijakeskeinen oppimismuoto, jolle on ominaista opiskelijoiden itseohjautuvuus, rakentava tutkimus, tavoitteiden asettaminen, yhteistyö, viestintä ja reflektointi (Kokotsaki, 2016, s. 267). Oppimismuoto kannustaa opiskelijoita kytkemään tietämystä, taitoja, arvoja ja asennetta erilaisiin oppimiskokemuksiin (Lam, 2009, s. 487). Opetusmuoto perustuu kolmeen konstruktivistiseen periaatteeseen. Periaatteet ovat:

- Oppiminen on kontekstikohtaista
- Oppijat ovat aktiivisesti mukana oppimisprosessissa
- Oppijat saavuttavat asettamansa päämäärän yhteistyössä, jakaen tietämystä ja ymmärrystä opiskeltavasta aiheesta ryhmän kesken

Projektioppimisen menetelmällä on selvä yhteys ongelmaperustaisen oppimisen kanssa. Molemmissa tavoitteena on yhteistyön avulla saavuttaa yhteisesti asetettu päämäärä. Kokotsakin (2016, s. 268) mukaan ero menetelmien välillä on hienoinen, mutta se on kuitenkin nähtävissä. Ongelmaperustaisessa oppimisessa opiskelijat ovat enemmän orientoit-

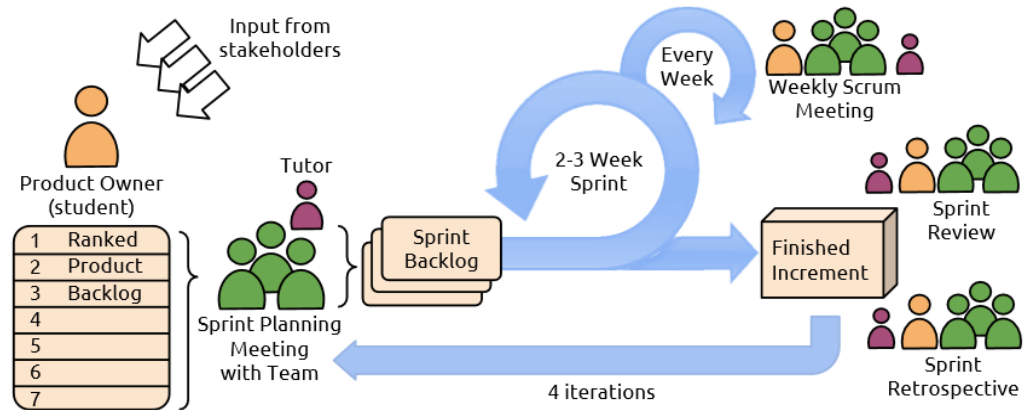
tuneet oppimisprosessiin, kun taas projektioppimisessa tavoitteet ovat enemmän lopputuloksessa. Projektioppiminen soveltuu eri kouluasteille. Toisen asteen opintoja suorittavat opiskelijat ovat yleensä iältään 15-18 vuotiaita. Kokotsakin (2016, s. 271) mukaan projektioppimisella on havaittu olevan motivaatiota parantava vaikutus 15-18-vuotiaiden keskuudessa. Opettajien motivaatio projektioppimisen toteutuksessa riippuu taas vahvasti oppilaitokselta saadusta tuesta (Lam, 2009, s. 493). Projektioppimiseen sitoutunut organisaatio, joka tukee projektioppimisen menetelmää, on tae hyvän lopputuloksen varmistamiselle. (Kokotsaki, 2016, s. 267-271; Lam, 2009, s. 487, 493)

Opiskelijoiden tehtävänä projektioppimisessa on suorittaa oppijatiimeissä ennalta sovitua, tavoitteellista tehtävää. Opettajan tehtävänä on tukea oppijatiimien toimintaa oppimisen aikana sekä vaikuttaa projektioppimisessa seuraaviin seikkoihin: (Kokotsaki, 2016, s. 273-274)

- Projektille varattuun aikaan
- Opiskelijoiden orientoimiseen oppimisen alkuvaiheessa
- Mahdollistaa itseohjautuvuuteen kannustava ilmapiiri
- Kannustaa ja osallistaa opiskelijoita oppimisprosessin aikana
- Tehdä yhteistyötä muiden projektioppimista ohjaavien opettajien kanssa
- Mahdollistaa tarkoituksenmukaisen teknologian saatavuus oppimisen aikana
- Arviointi

Yhteistyöhön kykeneville opiskelijoille projektioppiminen soveltuu hyvin ja parantaa heidän luovuuttaan (Nemeth, 2015, s. 47). Koska oppijatiimit koostuvat erilaisista oppijoista, on opettajan tehtävänä tukea niitä oppijoita, joille projektimainen oppiminen on aluksi hankalaa. Näillekin oppijoille projektimainen oppimien antaa kuitenkin enemmän, kuin pelkään teoriaan perustuva oppiminen. (Nemeth, 2015, s.47)

Tuotekehitysprojekteissa käytettyä Scrum-menetelmää voidaan soveltaa myös opiskelussa (Matthies, 2016, s. 313). Scrum-menetelmässä (kuva 5) muodostetaan oppijatiimejä. Tiimeissä toimijoilla on erilaisia rooleja. *Scrum master* on vastuussa prosessista ja tiimiin tuottavuudesta, sekä edistää tiimin yhteisöllistä työskentelyä. *Tuoteomistaja* (Product Owner) priorisoi prosessin työlistaa ja toimii projektin sidosryhmien edustajana. *Tiimi* on joukko itseohjautuvia opiskelijoita, jotka jakavat tehtävät keskenään ja ovat vastuussa projektin onnistumisesta. Prosessi alkaa sillä, että opettaja antaa tuoteomistajalle tehtävän (input). Tehtävä on ositettu työlistaksi. Työlistan osista muodostetaan sprinttejä, joita oppijatiimit suorittavat. Sprintti on tehtävä, jota iteroidaan niin kauan, kunnes tavoiteltu lopputulos saavutetaan (Vanderjack, 2015, s. xvii). Päivät alkavat aina sprintin suunnittelulla, johon myös opettaja osallistuu. Opettaja (*Tutor*) seuraa sprintin sisällä edistystä säännöllisesti ja ohjaa tarvittaessa. Prosessia jatketaan niin kauan, että kaikki työlistan tehtävät on suoritettu. Työlista havainnollistetaan niin, että kaikki tiimin jäsenet näkevät aloitetut, keskeneräiset ja valmiit tehtävät. (Matthies, 2016, s. 314; Borgatto, 2013, s. 2676; Vanderjack, 2015, s. 2)



*Kuva 5. Scrumin etenemisen periaate (Matthies, 2016, s. 314)*

Mielekkään oppimisen yhteydessä puhutaan usein sisäisestä motivaatiosta. Cantell (2015, s. 58) mainitsee kolme psykologista perustarvetta, joiden tyydyttyminen synnyttää sisäistä motivaatiota:

1. tarve autonomian tunteeseen
2. tarve pystyvyyden tunteeseen
3. tarve yhteenkuuluvuuden tunteeseen

Autonomian tunteeseen vaikuttaa opiskelijan aito mahdollisuus osallistua ja kokea omistajuutta oppimiseen. Pystyvyyden tunteeseen vaikuttaa opiskelijalle tarjottu toiminta, joka sijoittuu hänen lähikehityksensä vyöhykkeelle, eli on yhtä aikaa sekä riittävän haastavaa mutta kuitenkin mahdollista. Yhteenkuuluvuus syntyy silloin kun opiskelijat työskentelevät pitkäkestoisesti yhteistyössä muiden opiskelijoiden kanssa. (Cantell, 2015, s. 58-59)

## 2.8.2 Tiimiopettajuus

Kollaboratiivinen työskentelytapa tuo uusia ulottuvuuksia ja toimintatapoja opetustyön toteutukseen (Helander, 2009, s. 20). Yhteistyö eri opettajien kanssa saattaa tuntua aluksi haasteelliselta, mutta erilaiset näkökulmat ovat opettajalle itselleen mahdollisuus laajentaa ajatuksiaan ja oppia uutta. Pelkkä opettajien innostus yhteistoiminnallisuuteen ei kuitenkaan riitä, vaan opetuksen toteutussuunnittelussa tulisi ottaa huomioon toisiaan tukevat aineet ja temaattiset kokonaisuudet. Tiimiopettajuus vaatii säännöllistä yhteissuunnitteluaikaa (Cantell, 2015, s. 113). Tiimit vastaavat opintojaksojen suunnittelusta ja tiimin jäsenten työnjaosta. Koulu organisaationa on tiimityöskentelyyn nojaava, jolloin opettajien erilaisten henkilökohtaisten ominaisuuksien yhdistelmiä voidaan ja kannattaa hyödyntää opetuksessa. Koulutyön perustuessa opetusmenetelmällisesti yhteisöllisyyteen,

jolloin käytetään runsaasti projektityyppistä ja kehittävää työtettä, on opetuksessakin irtauduttava perinteisistä opetusmenetelmistä. (Helander, 2009, s. 20-21; Helakorpi, 2010, s. 106; Cantell, 2015, s. 113)

## 2.9 Erilaiset ohjaustarpeet

Ammatillisessa koulutuksessa opiskelijat ovat hyvin erilaisia keskenään (Helander, 2009, s. 51). Osa opiskelijoista suorittaa samanaikaisesti ammatillista perustutkintoa ja lukio-opintoja. Osalla saattaa olla takanaan työkokemusta opiskeltavasta alasta ja joillain korkea-asteen opintoja. Joukossa on myös opiskelijoita, joilla on lieviä oppimisen ongelmia. Oppimisen ongelmat voivat toisaalta olla vaikeitakin. Hyvien oppimistulosten saavuttamiseksi koulutuksen tavoitteiden, toteutuksen ja oppimisen tuen tulee olla erilaista näille erilaisille oppijoille. (Helander, 2009, s. 51)

Ammatillisessa peruskoulutuksessa opiskeli lukuvuonna 2013 vajaat 21 000 erityistä tukea saavaa opiskelijaa, mikä on noin 15 prosenttia kaikista ammatillisen koulutuksen opiskelijoista (Miettinen, 2015, s. 7). Tavoitteena on, että mahdollisimman moni erityistä tukea saava opiskelija opiskelisi yhdessä muiden opiskelijoiden kanssa. Peruseriaatteena onkin se, että peruskoulussa erityisopetusta saaneet oppilaat voivat hakea mihin tahansa toisen asteen koulutukseen. Peruskoulun oppilaanohjauksen ja toisen asteen oppilaitoksen opinto-ohjauksen tehtävänä on antaa opiskelijalle ja hänen huoltajilleen tietoa toisen asteen opinnoista ja ohjata tarvittaessa parhaiten soveltuvaan koulutukseen. (Miettinen, 2015, s. 7, 19)

Koulutuksen järjestäjän tehtävä on kuvata, miten erityistä tukea tarvitsevien opiskelijoiden yksilölliset tavoitteet määritellään, miten opetus järjestetään ja mitä tukea opiskelijalle on mahdollisuus antaa ja määritellä myös erityisopetukseen annettava resurssi. Prosessissa keskeisiä toimijoita ovat opettaja, ryhmänohjaaja ja opinto-ohjaaja. Kun opetus on päätetty antaa erityisopetuksena, tulee opiskelijalle laatia henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma (HOJKS). (Helander, 2009, s. 57-58; Miettinen, 2015, s. 33-34)

Erityistuen tarpeessa olevat opiskelijat tarvitsevat alussa paljon ohjausta. Oppimista edistävät monipuolisten opetus- ja opiskelumenetelmien käyttö ja tavoitteiden asettaminen opiskelijan oppimisedellytysten mukaisesti. Opiskelijaa ohjataan havainnoimaan omaa osaamistaan ja työskentelyään jäsentämällä opiskelijalle annettu työ. Jäsentelyssä kerrotaan selkeästi, miten työ pitää tehdä ja mitä arvioinnin kohteet ja arviointikriteerit käytännössä tarkoittavat. Opettaja voi omalla toiminnallaan lisätä opiskelijan itseohjautuvuutta ja näin vaikuttaa opiskelijan itsearvioinnin kehittymiseen. (Helander, 2009, s. 62; Miettinen, 2015, s. 39)



## 2.10 Keskeyttäminen

Merkittävä osa nuorista lopettaa koulun kesken jääden ilman tutkintoa. Keskeyttämistä voidaan tarkastella yksilön, oppilaitoksen tai koko koulutusjärjestelmän näkökulmasta. Yksilön tapauksessa vaarana on, että keskeyttäminen johtaa syrjäytymiseen yhteiskunnasta ja työmarkkinoista. Oppilaitoksen kannalta keskeyttämiset vaikuttavat rahoitukseen ja suunnitellun resursoinnin muutokseen. Koulutusjärjestelmän kannalta tarkasteltavaksi nousee koulutusjärjestelmän toimivuus, eli pystytäänkö turvaamaan kaikkien opiskelijoiden tarpeet. Keskeytyksiin voi olla erilaisia syitä. Näitä ovat Kurosen (2011, s. 20) mukaan:

- Määräaikaiset keskeyttämiset esim. sairauden tai raskauden takia
- Opintolinjan vaihtajat tai toiseen oppilaitokseen siirtyvät
- Varsinaiset keskeyttäjät, joilla ei ole tietoa toisesta opiskelupaikasta tai myöhemmästä opiskelun jatkamisesta

Listan viimeisistä keskeyttäjäistä puhuttaessa määritellään keskeyttäminen negatiiviseksi. Negatiivisia keskeyttämisiä tapahtuu tyypillisesti opintojen alussa. Yhtenä syynä tähän on alhainen hakutoivesija. Tekniikan alalla keskeyttäminen on sitä todennäköisempää, mitä alhaisemmalta hakutoivesijalta opintoihin on tullut valituksi. Vaikka ammatillisessa koulutuksessa osataankin tukea erilaisia opiskelijoita aiempaa paremmin, ongelmaan tulisi kiinnittää huomiota jo perusasteen opinto-ohjauksessa. Huonoin arvosanoin perusopetuksesta valmistuvilla oppilailla ei välttämättä ole mahdollisuutta valita mieluisia opintolinjoja, joten perusopetuksen opinto-ohjauksen rooli jää lähinnä motivoivaksi. Selkeä yhteys onkin havaittavissa siinä, että heikoin arvosanoin ammatilliseen koulutukseen tuleva opiskelija keskeyttää todennäköisemmin kuin hyvillä arvosanoilla opintonsa aloittava opiskelija. Heikot arvosanat saaneen opiskelijan opiskeluvälmiudet eivät välttämättä ole riittävällä tasolla. Heikosti perusopetuksesta selviytyneiden määrä on viime vuosina kasvanut voimakkaasti, ja heidän valmiutensa nyky-yhteiskunnassa ja työelämässä ovat koetuksella. Negatiiviset oppimiskokemukset perusopetuksessa sekä puutteelliset valmiudet vähentävät jatkokoulutushalukkuutta ja lisäävät keskeyttämistä myöhemmissä koulutuksissa. (Kuronen, 2011, s. 20-21)

Keskeyttämiset voidaan nähdä inhimillisten menetysten lisäksi taloudelliselta kannalta. Kurosen (2011, s. 15) mukaan toisen asteen ammatillisen opiskelupaikan keskimääräinen laskennallinen hinta on noin 8000-9000 euroa lukuvuodessa. Syrjäytynyt nuori puolestaan maksaa yhteiskunnalle 28 000 euroa vuodessa. Työtön nuori tuo yhteiskunnalle lisälaskun, kuten myös turhat välivuodet opinnoista. Vaikka negatiiviset keskeyttäjät tulevatkin oppilaitokselle kalliiksi, ei asia ole aina yksinkertainen. Opiskelijoita ei voi pitää koulussa vastentahtoisesti ja kaikki koulun tarjoamat tukitoimet voivat olla riittämättömiä. Usein keskeytysuhan alaisilla opiskelijoilla onkin sellaisia ongelmia, jotka estävät koulunkäynnin kyseisellä hetkellä. Monet keskeyttäjäistä kuitenkin palaavat opintojen pariin myöhemmässä elämänvaiheessa. Keskeyttäjiin kohdistetaan helposti negatiivisia

määreitä ja heidät leimataan usein epäonnistujiksi. Viime vuosina onkin etsitty keskeyttämisen syitä muualtakin kuin pelkästään keskeyttäjästä. Nyt onkin rohkeammin kritisoitu kouluinstituution kykyä tuottaa mielekkäitä oppimiskokemuksia ja kohdata erilaisia oppilaita yksilöllisine tarpeineen (Kuronen, 2011, s. 15).

## 2.11 Tutkimusmenetelmä

Keskeistä tieteelliselle tiedolle on se, että uusi tieto rakentuu vanhalle perustalle; se mitä asiasta jo ennestään tiedetään, toimii uuden hankitun tiedon lähtömateriaalina (Metsämuuronen 2006, s. 17). Robotiikan opetuksen aloittaminen toisen asteen koulutuksessa ei oleellisesti eroa esimerkiksi koneistuksen opetuksesta tai automaation opetuksesta. Se on samankaltaista tekniikan alan opetusta, ja sitä toteutetaan tälläkin hetkellä eri oppilaitoksissa Suomessa. Suomessa on teollisuusrakenteessa paikallisia eroja. Vaasassa ei esimerkiksi ole autojen valmistusta, eikä terästehtaita, mutta paljon muuta kappalevarateollisuuden liittyvää toimintaa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena olisikin selvittää alueelliset osaamistarpeet, jotta ei tarvitsisi nojautua pelkästään jo olemassa olevaan tietoon.

Tutkimusmenetelmät voidaan jakaa kvantitatiivisiin ja kvalitatiivisiin menetelmiin. Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen perusmuoto on strukturoitujen, eli etukäteen rakennettujen kysymysten esittäminen satunnaisesti valitulle joukolle. Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa voidaan myös käyttää haastattelua tiedonkeruumuotona. Silloin ovat kuitenkin kyseessä valikoidut yksilöt tai ryhmät. Hirsjärven (2000, s. 28) mukaan tutkimusmenetelmän valintaan vaikuttaa yleensä se, mitä halutaan tutkia. (Metsämuuronen, 2006, s. 88) Näiden kahden menetelmän oleellimmat erot näkyvät kuvassa 6.

| KVANTITATIIVINEN<br>(määrällinen)                                                                                                                                                                                             | KVALITATIIVINEN<br>(laadullinen)                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• vastaa kysymyksiin:<br/>Mikä? Missä? Paljonko?<br/>Kuinka usein?</li> <li>• numeerisesti suuri,<br/>edustava otos</li> <li>• ilmiön kuvaus numeerisen<br/>tiedon pohjalta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vastaa kysymyksiin:<br/>Miksi? Miten? Millainen?</li> <li>• suppea, harkinnanvaraisesti<br/>koottu näyte</li> <li>• ilmiön ymmärtäminen ns.<br/>pehmeän tiedon pohjalta</li> </ul> |

**Kuva 6.** Määrällisen ja laadullisen menetelmän oleelliset erot (Heikkilä, 2008, s. 17)

Nämä kaksi tutkimusotetta eroavat toisistaan huomattavasti, ja onkin järkevää valita toinen pääasialliseksi otteeksi, mutta mikään ei estä täydentämällä toista toisella (Metsämuuronen 2006, s. 134). Tiedonkeruuseen robotiikan opetuksesta soveltuu parhaiten laadullinen ote. Kysymykset miksi, miten ja millainen ovat varsin kuvaavia tutkimuksen kannalta. Esimerkkeinä seuraavat:

- *Miksi* robotiikan opetus tulee aloittaa?
- *Miten* robotiikan opetus järjestetään?
- *Millainen* oppimisympäristö robotiikan opetukseen soveltuu?

Henkilökohtaisessa haastattelussa haastattelija ja haastateltava ovat suorassa vuorovaikutuksessa keskenään (Heikkilä, 2008, s. 67). Mikäli haastattelijoina on vähän, tulee haastateltavat valita tarkasti. Tässä yhden henkilön suorittamassa tutkimuksessa haastateltavien määrä tulee rajoittaa niin, että sen pystyy suorittamaan aikataulutetussa ajassa, mutta että tulokset ovat samaan aikaan kuitenkin luotettavia. Tutkimuksen tekemisen kestoon vaikuttavat haastattelupaikkojen etäisyydet, aikataulujen yhteensovittaminen ja haastateluun kuluva aika. Tämän tutkimuksen tulosten käsittelyyn pystytään soveltamaan vain osittain kvantitatiiviselle menetelmälle tunnusomaisia numeerisia menetelmiä, koska osa kysymyksistä tulee olemaan avoimia. Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on ymmärtäminen, ei määrien selvittäminen. Kvalitatiivinen tutkimus soveltuu hyvin esimerkiksi toiminnan kehittämiseen, vaihtoehtojen etsimiseen ja sosiaalisten ongelmien tutkimiseen (Heikkilä, 2008, s. 16). Robotiikan opetuksen aloittamisessa kyseessä on toiminnan kehittäminen ja vaihtoehtojen etsiminen.

Hirsjärven (2000, s. 44) mukaan tutkimushaastattelun yleisimmät lajit ovat:

- lomakehaastattelu
- strukturoimaton haastattelu ja
- teemahaastattelu

Käytetyin haastattelulaji on lomakehaastattelu, jossa haastattelu tapahtuu lomakkeen mukaan. Lomakkeessa kysymysten asettelu on kaikille sama ja oletuksena on, että kaikki ymmärtävät kysymykset samalla tavalla. Silloin haastateltavan ryhmän tulisi olla mahdollisimman homogeeninen, kuten esimerkiksi keskiluokka, korkeasti koulutetut tai opiskelijat. Lomakehaastattelussa suurimpana vaikeutena on lomakkeen kysymysten asettelu, mutta itse haastattelutilanne on yleensä helppo suorittaa. Strukturoimattoman avoimen haastattelun ominaispiirteitä on sen asiakaskeskeisyys ja keskustelunomaisuus. Hirsjärven (2000, s. 45) mukaan strukturoimattoman haastattelun juuret ovat kliinisessä haastattelussa, joka on ollut vuosisatoja esimerkiksi lääkäreiden ja pappien käyttämä menetelmä. Haastattelussa käytetään siis avoimia kysymyksiä, ja haastattelijan tehtävänä on syventää niitä vastausten perusteella ja rakentaa haastattelun jatko niiden varaan. Joissakin tapauksissa haastattelu voi muuttua niin keskustelunomaiseksi, ettei haastateltava enää tiedä ky-

seessä olevan tutkimus. Teemahaastattelua voidaan pitää lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun välimuotona. Se perustuu puolistrukturoituun haastattelumenetelmään. Mitään yhtä määritelmää tästä haastattelumuodosta ei kuitenkaan ole. Haastattelija voi esittää kaikille haastateltaville samat kysymykset, mutta kysymysten järjestys voi vaihdella tilanteen mukaan. Teemahaastattelun kohderyhmä on yleensä selkeästi tiedossa ja tutkija on selvittänyt etukäteen tutkittavan ilmiön tärkeitä osia. Haastattelu kohdentuu selkeästi ennalta määritettyihin teemoihin. Teemahaastattelu antaa tutkijalle vapauden yhdistellä eri haastattelumenetelmiä, eikä se ota kantaa haastattelun suorituskerrojen määrään. (Hirsjärvi, 2000, s. 44-48)

Tähän tutkimukseen ei sovellu pelkästään lomakehaastattelu. Yritykset, joissa tutkimukset tehdään, ovat varsin erilaisia kokonsa, tavoitteidensa ja toimialansa (koneistus, hitsaus, kokoonpano) perusteella. Haastatteluun osallistuvat henkilöt toimivat eri asemissa yrityksissä. Toiset haastateltavista ovat yrittäjiä, toiset eivät. Kaikki eivät välttämättä ymmärrä kysymyksiä samalla tavalla, jolloin tulokset eivät ole luotettavia.

Strukturoimattomassa haastattelussa tulokset voivat olla pirstaleisia, jolloin niiden tulkinta on hankalaa. Robotiikan opetukseen liittyvien aihealueiden määrittäminen on kuitenkin suhteellisen helposti tehtävissä, jolloin avointen kysymysten esittäminen ei yksistään palvele tutkimuksen tarkoitusta. Haastattelujen perusteella on tarkoitus muodostaa järjellinen kokonaisuus robotiikan opetukseen niin, että se on työelämälähtöinen. Pelkkien avoimien kysymysten avulla saatavan datan kirjaaminen ja datan tulkitseminen on hankalaa.

Teemahaastattelu sijoittuu lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun väliin. Kuvassa 7 teemahaastattelu on sijoitettu oikealle etenevän nuolen keskimmäiseen laatikkoon. Nuolen suuntaan edettäessä tutkimuksen käsittelyn yhdenmukaisuus vähenee. Teemahaastattelussa on siis vapaus yhdistellä eri menetelmien hyviä puolia, joten se soveltuu erinomaisesti tämän robotiikan opetukseen liittyvän tutkimuksen menetelmäksi. (Hirsjärvi, 2000, s. 44)



**Kuva 7.** Teemahaastattelu suhteessa lomakehaastatteluun ja strukturoimattomaan haastatteluun (Hirsjärvi 2000, s. 44)

Teemahaastattelussa on mahdollista varmistua siitä, että vastaajat ymmärtävät kysymykset samalla tavalla. Koska haastattelut tapahtuvat mitä erilaisimmissa ympäristöissä, on hyvä, että tutkijalla on mahdollisuus selventää kyselylomakkeesta silloin tällöin herääviä epäselvyyksiä. Tällöin kyselylomakkeen merkitys ei ole yksin ratkaisevassa asemassa. Tässä tutkimuksessa monet haastateltavat ovat ennestään tuttuja ja tutkija tuntee hyvin

konepajaympäristöt, joten yhteisen kielen löytymiselle ei ole esteitä. Kyselylomakkeiden tulkintavaiheessa on mahdollista pitää yhteyttä vastaajiin. Seuraavassa taulukossa on vertailtu eri haastattelutyyppejä.

|                                   | <b>Lomake-<br/>haastattelu</b> | <b>Teema-<br/>haastattelu</b> | <b>Avoim<br/>haastattelu</b> |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Kysymysten muotoilu</b>        | kiinteä                        | suosituskysymyksiä            | vapaa                        |
| <b>Kysymysalue</b>                | tiukasti määritelty            | pääpiirteissään määritelty    | vapaa                        |
| <b>Vastaajien määrä</b>           | suuri                          | melko pieni                   | pieni                        |
| <b>Kustannukset / yksikkö</b>     | pienet                         | suurehkot                     | suurehkot                    |
| <b>Työmäärä analyysivaiheessa</b> | melko pieni                    | suuri                         | suuri                        |
| <b>Tutkijan paneutuminen</b>      | voi olla pieni                 | aina suuri                    | aina suuri                   |
| <b>Saatu tieto</b>                | pinnallista                    | syvää                         | syvää                        |

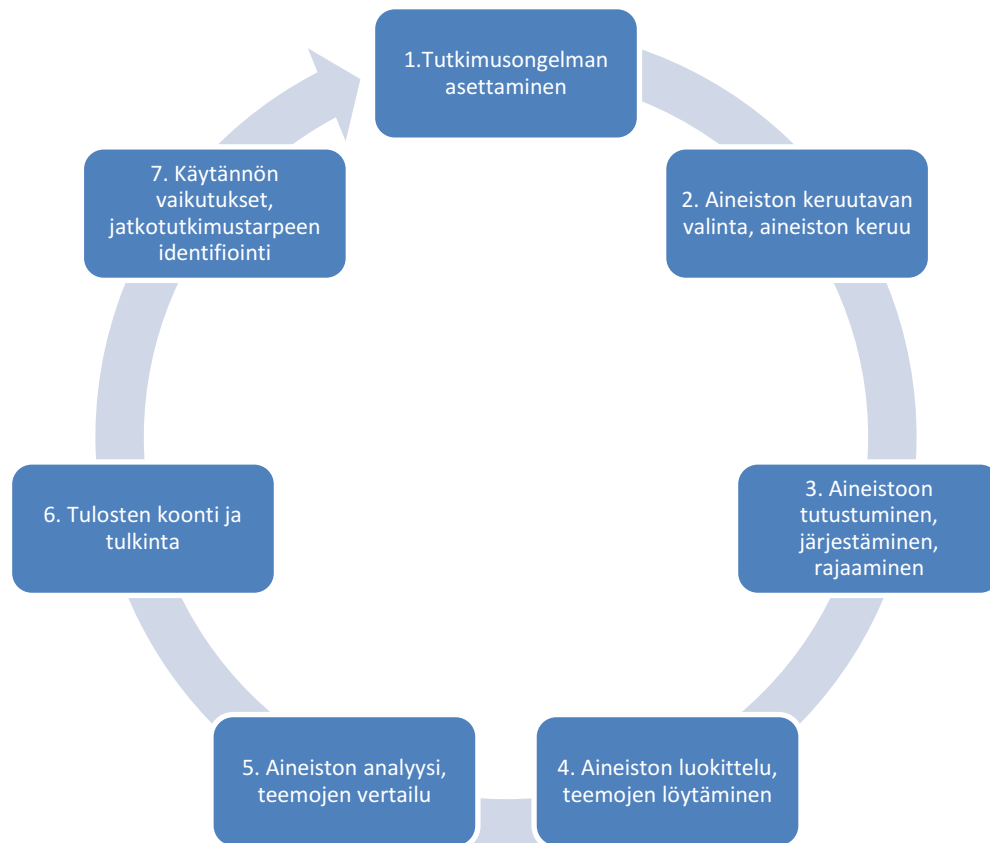
*Taulukko 1. Haastattelutapojen valintataulukko (Metsämuuronen, 2006, s. 115)*

Teemahaastattelu on Suomessa suosituin tapa kerätä laadullista aineistoa. Haastattelun onnistumisen kannalta olisi tärkeää, että molemmat osapuolet tuntisivat hyötyvänsä haastattelusta. Haastattelijaa saa tietenkin tutkimukseensa tarpeellista aineistoa, mutta mikä haastateltavaa motivoi tutkimuksessa? Aaltolan (2007, s. 26) mukaan kolme motivaation lähdettä haastatteluun suostumiseksi ovat:

- Haastateltavalle tarjoutuu mahdollisuus tuoda esiin mielipiteensä
- Haastateltava haluaa kertoa omista kokemuksistaan
- Haastateltava on aikaisemmin osallistunut tieteelliseen tutkimukseen, ja siitä ovat jääneet hänelle hyvät kokemukset

Tutkimushaastattelu voi luoda tietyissä tapauksissa kanavan, jolla ihminen saa äänensä kuuluviin. Itse lisäisin listaan taloudellisten etujen tavoittelemisen, koska teollisuusyritysten tehtävänä on tuottaa omistajilleen voittoa, joihin kaikki osaprosessit tähtäävät. Tässäkin tosin korostuvat haastateltavien ihmisten asemat yrityksessä sekä heidän asenteensa. Yleisesti ajatellaan myös, että robotiikka vähentää työvoiman tarvetta. Haastattelijan tulee tulkita haastateltavan asennetta tutkimusta kohtaan. (Aaltola, 2007, s. 26-28)

Haastattelututkimus koostuu monesta eri vaiheesta. Itse haastattelutapahtuma on ainoastaan osa kokonaissuoritusta. Kuvassa 8 esitetään laadullisen haastattelututkimusprosessin eteneminen tutkimusongelman asettamisesta raportointiin.



**Kuva 8.** Haastattelututkimusprosessin etenemisen vaiheet (Ruusu vuori, 2010, s. 12)

Vaikka tutkimuksen vaiheet on eroteltu toisistaan kuvassa 8, käytännössä ne kuitenkin limittyvät tiiviisti toisiinsa ja tapahtuvat osittain päällekkäin. Vaikka nuolet kiertävät kuvassa myötäpäivään, toisinaan joudutaan kuitenkin palaamaan kehässä takaisinpäin. Laadulliselle tutkimukselle on tyypillistä, että aineisto ja tutkimusongelma ovat tiiviissä vuoropuhelussa keskenään. Robotiikan opetukseen liittyvässä tutkimuksessa aineisto on muotoutunut täysin tutkimusongelman mukaan. Kerätyn aineiston tulkinnassa auttavat tutkimuksen aikana tehdyt muistiinpanot tai mahdolliset nauhoitteet. Aineiston rajaamisessa olennaista on, että rajaus on perusteltu. Rajaukset voidaan johtaa tutkimusongelmasta ja tutkimuksen tavoitteista. Puolistrukturoidussa teemahaastattelussa rajausongelma kohdataan lähinnä avoimien kysymysten kohdalla. Samoin on aineiston luokittelussa. Luokittelun tehtävänä on aineiston järjestelmällinen läpikäynti tutkimusongelman määrittämällä tavalla. Esimerkiksi robotiikan opettamista koskevan haastatteluaineiston voi jakaa eri luokkiin yhtäläisyyksien ja erojen löytymiseksi. Aineiston analyysiksi ei riitä pelkkä aineiston luokittelu, vaan analyysivaiheen tehtävä on saada irti jotain, joka antaa vastauksia tutkimusongelmaan, vaikka se jokin ei aina olisikaan tutkimuksen kannalta myönteinen. Aineiston tulkintaa helpottaa sen visualisointi, kuten koostaminen taulukoiksi tai matriiseiksi. Hyvin tehty aineiston visualisointi antaa lukijalle hyvän kokonaiskuvan tutkimuksen tuloksista. Lopuksi on vielä syytä tarkastella, vastasiko tutkimus kaikkiin niihin kysymyksiin, jotka tutkimusongelmasta johdettiin. (Ruusu vuori 2010, s. 11-26)

Haastatteluaineiston luotettavuus riippuu sen laadusta. Laatu saattaa heiketä, jos litterointi on huonosti toteutettua tai jos vain osa haastateltavista on haastateltu. Litteroinnissa voi pyytää toista henkilöä tulkitsemaan aineistoa ja verrata tuloksia keskenään. Tämä tosin ei aina ole mahdollista. Tutkimussuunnitelmassa kannattaakin miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuja. Suunnitelmassa voi olla vaihtoehtoisia haastattelukohteita. Haastattelujen sisällön purkamisessa kannattaa noudattaa systemaattisuutta, ja se kannattaa tehdä mahdollisimman nopeasti, kun asiat ovat vielä hyvin muistissa. (Hirsjärvi, 2000, s. 185)

Tutkimuksen luotettavuutta analysoitaessa törmätään termeihin validiteetti ja reliabiliteetti. Reliaabeliudella tarkoitetaan sitä, että tutkittaessa samaa henkilöä saadaan kahdella tutkimuskerralla sama tulos tai kaksi arvioitsijaa päätyy samankaltaiseen tulokseen. Yksi tapa ymmärtää reliaabelius on myös se, että kahdella rinnakkaisella tutkimusmenetelmällä saadaan sama tulos. Validiuksesta voidaan erottaa monta pääluokkaa, mutta yleisesti tunnettu on ennustevalidius, joka tarkoittaa, että yhdestä tutkimuskerrasta pystytään ennustamaan myöhempien tutkimuskertojen tulos. (Hirsjärvi, 2000, s. 186) Taulukossa 2 havainnollistetaan validiteetin ja reliabiliteetin merkityksiä.

| <i>Validi tutkimus</i>                                                                                                                                                          | <i>Reliaabeli tutkimus</i>                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa sitä, mitä oli tarkoitus</li> <li>• ei sisällä systemaattisia virheitä</li> <li>• antaa keskimäärin oikeita tuloksia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• antaa tarkkoja, ei-sattumanvaraisia tuloksia</li> <li>• on toistettavissa samanlaisin tuloksin</li> </ul> |

**Taulukko 2.** Tutkimuksen luotettavuuden oletusarvoja (Heikkilä, 2008, s. 186-187)

Tutkimusta suunniteltaessa on joukko huomioonotettavia seikkoja, joilla luotettavuutta voidaan parantaa. Luotettavuutta edesauttaa Heikkilän (2008, s. 188-189) mukaan:

- selkeä ja tarkkaan rajattu tutkimusongelma
- selkeästi määritelty perusjoukko
- hyvä tutkimussuunnitelma
- harkiten valittu otantamenetelmä
- edustava ja tarpeeksi suuri otos
- sopiva tiedonkeruumenetelmä
- korkea vastausprosentti
- selkeä ja objektiivinen raportointi

Tutkimusongelmana tässä työssä on robotiikan opetuksen alueellinen tarve ja sopivien opetussisältöjen määrittäminen. Perusjoukolla tarkoitetaan tutkimuksen kohteena olevaa ryhmää. Ryhmä koostuu eri yritysten edustajista. Edustajilla tulee olla kyvykkyyttä kannanottoihin tutkittavasta asiasta. Hyvällä tutkimussuunnitelmalla ja sen noudattamisella turvataan hyvä lopputulos. Hyvä tutkimussuunnitelma perustuu moniin edellä kuvatun

listan osa-alueisiin, sekä realistiseen aikatauluun ja tutkimuksessa käytettävän aineiston laatuun. Laadullisessa tutkimuksessa otantamenetelmä ei voi olla sattumanvarainen. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää robotiikan opetuksen tarve erilaisten yritysten näkökulmista. Otantaan valitut yritykset on jaoteltu kolmeen luokkaan (taulukko 3). Luokat ovat muodostuneet yritysten koon perusteella. Tutkimukseen on valittu kahdenlaisia yrityksiä; sellaisia, joissa käytetään robotteja ja sellaisia, joissa niitä ei käytetä. Yritysten valinnalla on pyrkimys saada otoksesta mahdollisimman edustava, koska yhden henkilön suorittaman laadullisen tutkimuksen otos ei voi olla kovin suuri. Tässä puolistrukturoidussa teemahaastattelussa käytetään kyselylomaketta, jossa on valintakysymyksiä ja avoimia kysymyksiä. Yrityksissä, joissa robotteja ei ole käytössä, suoritetaan kysely täysin avoimena. Korkea vastausprosentti turvataan tutkimusmenetelmän valinnalla. Tässä tutkimuksessa vastausprosentti tulee olemaan 100 %, koska tutkija on itse kirjaamassa vastaukset. Jotta tutkimuksesta saadaan paras mahdollinen hyöty, on raportoinnin oltava laadukasta. Tulokset kannattaakin saattaa visuaaliseen muotoon.

| Suuret yritykset                                                                           | Keskisuuret yritykset                                                                                                             | Pienet yritykset                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärtsilä Finland</li> <li>• ABB Motors</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wel-Mach</li> <li>• Mapromec</li> <li>• Österberg Plastics</li> <li>• T-DRILL</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palosaaren metalli</li> <li>• Scansolo</li> <li>• Ricomix</li> <li>• Nortech Metal</li> </ul> |

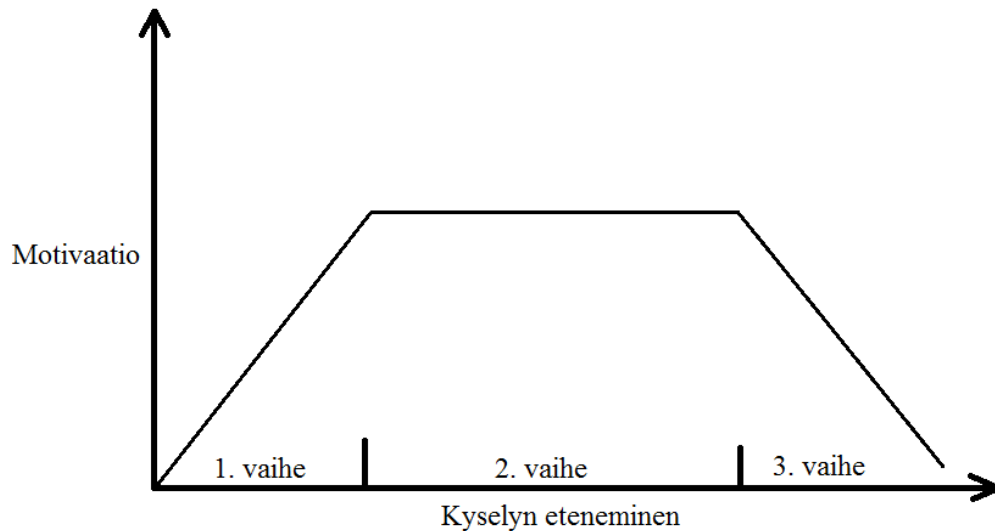
*Taulukko 3. Otokseen valitut yritykset, joissa robotteja on käytössä*

### 2.11.1 Kyselylomakkeen laadinta haastattelun tueksi

Usein kyselylomake aloitetaan taustakysymyksillä, esimerkiksi kysymällä sukupuolta, ikää ja koulutusta. Ensimmäiset kysymykset toimivat lämmittelykysymyksinä, mutta ovat kuitenkin tutkimuksen kannalta tärkeitä. Ensimmäisten kysymysten tehtävänä on osoittaa kyselyn tärkeys ja mielekkyys. Robotiikan opetusta koskeva kysely aloitetaan taustakysymyksillä. Ensimmäisillä kysymyksillä kartoitetaan yrityksen henkilöstömäärää, yrityksen toimialaa ja sitä, missä toiminnoissa robotteja yrityksessä käytetään. Toinen vaihtoehto on asettaa taustakysymykset lomakkeen loppuun, kun vastaajan viireystila saattaa olla alentunut. Taustakysymysten loppuun sijoittamista kannattaa harkita silloin, jos kysely on pitkä. Helppoihin kysymyksiin onnistuu vastata alentuneellakin motivaatiolla. Lomakkeen pituutta kannattaa aina miettiä huolellisesti. Lomakkeen maksimipituus vaihtelee kohderyhmän mukaan. Aikuisten ihmisten kohdalla lomake ei saisi olla viittä sivua pidempi. Tässä tutkimuksessa vastaajan asemaa helpottaa se, että tutkija esittää kysymykset ja kirjaa vastaukset. Tällöin lomakkeen ulkoasullakaan ei ole merkitystä. Haastattelutilannekaan ei saisi olla kestoiltaan liian pitkä. Haastatteluja pyydetessä on hyvä,



jos tutkija osaa määritellä haastatteluun kuluvan ajan. Kannattaakin tehdä harjoitteluhaastattelu ennen varsinaista tutkimustilannetta ja kellottaa sen kesto. Tutkimukseen osallistuvia henkilöitä voi olla vaikea saada mukaan, jos haastattelu on kestoaltaan liian pitkä. Kuvassa 9 kysely on jaettu kolmeen osaan vastaajan oletetun vireystilan mukaisesti. Kuten kuvasta huomataan, kannattaa tutkimuksen oleellisimmat ja tärkeimmät kysymykset sijoittaa kyselyn keskivaiheille. (Aaltola, 2007, s. 103-105)



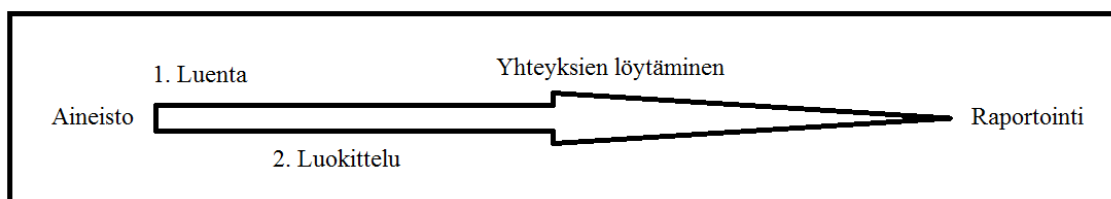
**Kuva 9.** Motivaatiotason määrä kyselyn edetessä (Aaltola, 2007, s. 104)

Tässä tutkimuksessa käytetään haastattelun tukena lomaketta (LIITE 1). Lomake koostuu strukturoiduista kysymyksistä ja avoimista kysymyksistä. Avoimet kysymykset voivat muodostua esimerkiksi strukturoitujen kysymysten sivutuotteena tai muuten haastattelun aikana mieleen tulevista asioista. Avoimet kysymykset on sijoitettu kyselylomakkeeseen aina strukturoitujen kysymyssarjojen väliin, jolloin kaikista aihealueista voidaan keskustella ennen seuraavaan alueeseen siirtymistä. Strukturoiduista kysymyksistä suuri osa on opetussuunnitelman osaamisalueita. Avoimilla kysymyksillä on puolestaan mahdollista kartoittaa yrityksen erityistarpeita. Avoimilla kysymyksillä lomakkeesta saadaan muokattua yrityskohtaisempi. Avointen kysymysten määrä on kuitenkin maltillinen, jolloin vastausten käsittely ei mutkistu liikaa.

Haastattelutaidot opitaan haastattelukoulutuksessa tai haastattelemalla. Haastattelutaitojen merkitys korostuu varsinkin silloin, kun tutkimus on täysin strukturoimaton. Haastattelijalta vaaditaan aihepiirin hyvää tuntemusta, haastattelutilanteen organisointikykyä ja avointa asennetta haastateltavia kohtaan. Nämä kaikki seikat vaikuttavat onnistuneeseen tutkimuksen toteutumiseen. Haastattelutilanne ja haastatteluajkojen sopiminen saattavat aiheuttaa kokemattomalle tutkijalle aluksi jännitystä, mutta pitää muistaa se, että myös haastateltavalle tilanne saattaa olla lajissaan ensimmäinen. Puolistrukturoidun haastattelun etuna on, että kyselylomake toimii haastattelijan muistilistana, jolloin jännityksen aiheuttamien unohduksien vaara vähenee huomattavasti. (Hirsjärvi, 2001, s. 68)

## 2.11.2 Aineiston tulkinta

Aineiston analysointitapa kannattaa miettiä jo aineistoa kerättyä (Hirsjärvi, 2000, s. 136). Tässä tutkimuksessa voidaan käyttää kahta aineiston analyysitapaa. Strukturoitujen kysymysten kohdalla voidaan käyttää tietokoneavusteista analyysiä, jossa hyödynnetään visualisuutta. Näissä kysymyksissä kannattaakin rakentaa tiedonkeruu niin, että vastaukset saa syötettyä suoraan esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaan. Avointen kysymysten vastaukset voi saattaa sanalliseen muotoon. Laadullisessa tutkimuksessa on vain vähän standardoituja tekniikoita. Ei myöskään ole yhtä oikeaa tai yhtä ehdottomasti muita parempaa analyysitapaa. Kuvassa 10 on kuvattu haastatteluaineiston tulkinnan vaiheet.



*Kuva 10. Haastatteluaineiston analyysin vaiheet (Hirsjärvi, 2000, s. 144)*

Aineiston luentavaiheessa pyritään nostamaan esiin tutkimuksen kannalta tärkeitä ilmiöitä, kuten esimerkiksi minkälaisia toiveita yrityksillä on robotiikkakoulutukselta. Tutkimusmenetelmä voi toimia luokittelun pohjana siten, että esimerkiksi kyselylomakkeen osat tai haastattelun teemat ovat alustavia luokkia. Tässä tutkimuksessa avoimet kysymykset kohdistuvat aina tiettyyn teemaan. Luokkien esiintymisen välille koetetaan löytää joitain säännönmukaisuuksia tai samankaltaisuuksia, eli yhteyksiä. (Hirsjärvi, 2001, s. 143-150)

Laadullisen tutkimuksen raportoinnin keskeiset osat ovat Hirsjärven (2000, s. 192-193) mukaan seuraavat:

- Johdatus tutkimusongelmaan
- Selvitys kuinka tutkimus on toteutettu
- Tutkittavan ilmiön kuvaus
- Johtopäätökset. Tässä tiivistetään se, mihin haastatteluaineiston perusteella on päädytty.

## 2.11.3 Tutkimuksen luotettavuus (SWOT-analyysi)

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan tarkastella esimerkiksi SWOT-analyysin avulla. SWOT on luonteeltaan yhteenvetävä synteetisoinnomainen analyysi (Vuorinen, 2013, s. 88). Työkalun on tarkoitus tuottaa kokonaiskuva yrityksen tilanteesta strategisten valintojen tueksi. SWOT-analyysi soveltuu hyvin myös oppimisen ja oppimisympäristöjen analysointityökaluksi (Opetushallitus, 2016, SWOT-analyysi). Hyvä SWOT-analyysi vaatii tukeen lukuisia yrityksen resursseihin ja toimintaympäristöön liittyviä osa-analyysijä: jos

organisaatiota ja sen toimintaympäristöä ei tunneta, analyysiä ei voida tehdä oikein. Perinteinen SWOT-analyysi tehdään 4-kenttäiseen matriisiin (taulukko 4). SWOTin osaluista vahvuudet ja heikkoudet ovat yrityksen sisäisiä asioita. Mahdollisuudet ja uhat ovat liiketoimintaympäristöön liittyviä teemoja. Organisaatio voi käyttää SWOT-analyysin löydöksiä hyväksi seuraavilla tavoilla:

- Vahvat puolet: *Miten käyttää hyväksi ja vahvistaa?*
- Heikot puolet: *Miten poistaa, lieventää tai välttää?*
- Mahdollisuudet: *Miten varmistaa hyödyntäminen?*
- Uhat: *Miten poistaa, lieventää tai kääntää mahdollisuudeksi?*

Asioiden listaaminen SWOT-analyysiin on aina subjektiivinen valinta. Tästä syystä kaksi henkilöä päätyy erittäin harvoin samaan analyysiin, vaikka heillä olisi samat tiedot käytössä. Näin ollen SWOT-analyysin tuloksia tulisi käyttää lähinnä suuntaa antavina. (Vuorinen, 2013, s. 88-89; Opetushallitus, 2016, SWOT-analyysi)

|                                 |                       |                   |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Yrityksen sisäiset asiat</i> | <b>Vahvuudet</b>      | <b>Heikkoudet</b> |
| <i>Ulkoinen ympäristö</i>       | <b>Mahdollisuudet</b> | <b>Uhat</b>       |

**Taulukko 4.** Neljän kentän SWOT-analyysi (Vuorinen, 2013, s. 89)

### 3. NYKYTILAKARTOITUS

Toisen asteen ammatillisista oppilaitoksista valmistuvat opiskelijat tulevat toimimaan robottisoluihin käyttäjän roolissa. Käyttäjän rooliin vaikuttaa lisäksi ammattiala. Vamiassa on useita tekniikan aloja, joista saatetaan päätyä robotiikan pariin. Aloja ovat ainakin koneistus, asennus, hitsaus, sähkötekniikka ja ajoneuvoasennus. Tässä työssä keskitytään kone- ja tuotantotekniikkaan kuuluvien koneistuksen, hitsauksen ja asennuksen osaamisalueiden tarkasteluun.

Robotiikan opetusta käyttöön otetaan ja kehitetään tyypillisesti erilaisten hankkeiden avulla. Oppilaitoksissa haetaan hankkeisiin rahoitusta esimerkiksi Euroopan sosiaalirahastolta (ESR), Euroopan aluekehitysrahastolta (EAKR) ja opetushallitukselta (OPH). Aktiivisten oppilaitosten on mahdollista kehittää opetustaan ja pysyä kehityksen eturintamassa. Hankkeita voivat hakea myös oppilaitokset yhdessä, jolloin hankkeella voidaan kehittää koko alueen opetusta.

#### 3.1 Kuopion talousalueen oppilaitosten robottijärjestelmät

Kuopion talousalueella on meneillään hanke, jonka tarkoituksena on kehittää teollisuuden oppimisympäristöjä. Hankkeessa ovat mukana Savon ammatti- ja aikuisopisto, Ylä-Savon ammattiopisto ja ammattikorkeakoulu Savonia.

Savon ammatti- ja aikuisopiston muovialan oppimistehtaan keskeistä osaamista on kesto- ja kertamuottien valmistaminen. Oppilaitos järjestää muottien valmistamiseen liittyviä koulutuspalveluja ja toimii proto- ja mallipajana. Oppimisympäristössä on lineaariradalle asennettu ABB-robotti (kuva 11). Robottisolun on hankittu vuonna 2005. Opetusta järjestettiin aluksi aikuisille ja nuorille. Nuorten koulutus jäi ohjelmasta pois vuonna 2013, eikä robottikoulutuksen uudelleenaloittamisesta ole suunnitelmia. Nykyisin solua käytetään pääasiassa yrityskoulutukseen. Robottisolun vähentynyt käyttö näkyy myös henkilöstön osaamisen hiipumisena. Aikaisemmin robottisolussa oli nimetty pääkäyttäjä, joka vastasi opetuksesta, mutta oppilaitokseen kohdistuneiden säästöjen takia pääkäyttäjää ei enää ole. Tämä olikin yhtenä syynä siihen, että vakituinen opetustoiminta solussa lopetettiin. Solussa valmistetaan nykyisin erilaisia muotteja ja lestejä yritysasiakkaille. Solun käyttäjät tulevat yleensä palvelua hankkivasta yrityksestä. Robotin toiminta on jyrästä, jyräsinratiojen ohjelmointi tehdään etäohjelmointina. Ohjelmoinnin jälkeen tehdään robottisolun ohjelmointi, ja valmis ohjelma siirretään robotin ohjaukseen.

Robotiikkaa on mahdollista opettaa myös yritysten tiloissa. Kuopion vieressä sijaitsevassa Vuorelassa toimii Hydroline Oy. Yrityksessä on robotiikan ja teollisuusautomaation oppimisympäristö. Ympäristöä voidaan käyttää erilaisissa koulutuksissa ja oppilait-

tosten ja yritysten tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnassa. Oppimisympäristö koostuu kolmesta solusta, joissa voidaan harjoitella robotisoitua konepalvelua, robotisoitua mittakonepalvelua ja kahden robotin välistä kokoonpanotyöskentelyä (kuva 11). Robotisoitu koneistussolu koostuu työstökoneesta ja lineaariradalle asennetusta ABB IRB 6640 -robotista. Mittaussolun laitteet ovat koordinaattimittakone ja ABB IRB 4600 -robotti, ja asennussolun robotteina ovat ABB IRB 6640 -robotit, joista toisessa on voimaohjaus. Lisäksi laitteistoon kuuluu pienikokoinen, siirrettävä robotiikan koulutusyksikkö, jossa robottina on ABB IRB 120.

Laitteiston on hankkinut ja omistaa Savon ammatti- ja aikuisopisto. Opetussolun ja oppilaitoskampuksen välimatka on noin 10 kilometriä. Robottisolu sijoitettiin yrityksen tilaan, kun oppilaitoksesta ei löytynyt sopivaa tilaa järjestelmälle. Opetussolua käyttävät aikuisopiskelijat ja nuorisopuolen opiskelijat. Solussa annettavasta koulutuksesta vastaa oppilaitoksen henkilökunta. Kokemukset opetuksesta ovat pääsääntöisesti hyviä. Varsinkin nuorisopuolen opiskelijoita motivoi se, että opetus tapahtuu yrityksen tiloissa. Opetusta hankaloittaa kuitenkin suuri erityistuen tarpeessa olevien opiskelijoiden määrä. Robottisolun opettaja totesikin, että opetus kannattaa toteuttaa pienin askelin. Robotiikan opetus aloitetaan tämän vuoksi pienellä siirrettävällä robotilla, minkä jälkeen siirrytään robottisolun opiskeluun. Opiskelu painottuu robotin opettamalla ohjelmoinnin ja etäohjelmoinnin opiskeluun.



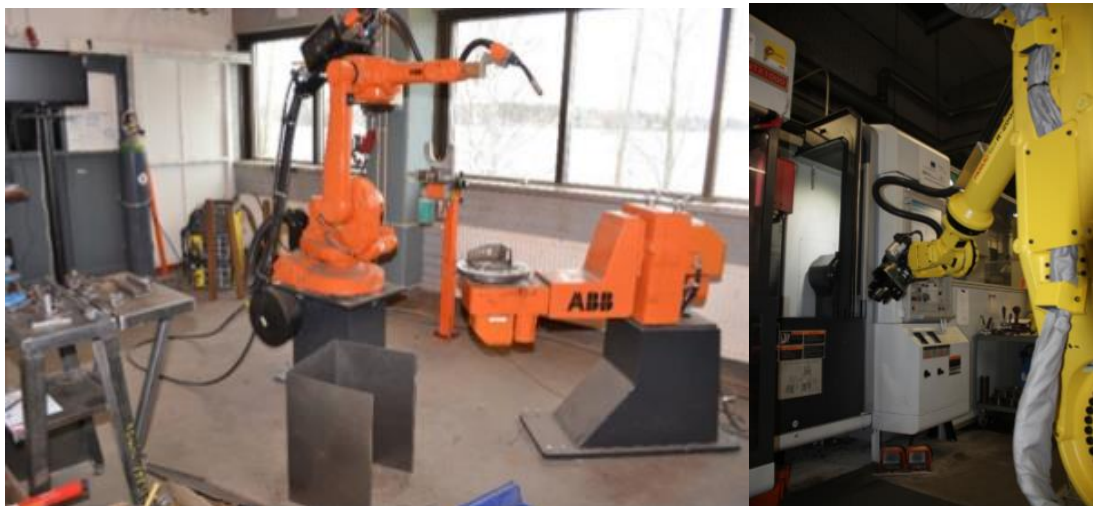
**Kuva 11.** *Oppimisympäristö muottien valmistamiseen vasemmalla ja kokoonpanorobotit oikealla (www.teknosteps.fi)*

Ylä-Savon ammattiopiston kone- ja metallialan tiloissa on käytössä hitsausrobottisolu (kuva 12). Robottisolua käytetään valmistustekniikan koulutusohjelmassa ja hyödynnetään myös yritysten oppimisympäristönä. Kone- ja metallialan opiskelijoilla on mahdollisuus valita valinnaisista tutkinnonosista mekanisoitu ja automatisoitu hitsaus, jonka laajuus on 15 osaamispistettä (osp). Yritysten kanssa tehdään räätälöityjä koulutuspaketteja. Solun laitteistona on ABB IRB 1600 -hitsausrobotti ja pyörityspöytä. Solun etäohjelmointiin käytetään Robotstudio-ohjelmistoa.

Hitsausrobotin ohjelmointia tehdään opettamalla ja etäohjelmointina. Oppilaitoksessa on huomattu, että opiskelijoiden into, halu ja kyky opiskeluun ovat avainasemassa robotiikan opiskelussa. Nuorten koulutuksessa robottisolua ei ole opetettu kaikille: vain motivoituneimmat opiskelijat ovat halunneet saada robotiikkaopetusta. Robotiikan opetus suurelle ryhmälle on koettu hankalaksi, joten robottia ohjelmoitaessa opettamalla käsiohjaimen näyttö tulisi heijastaa kaikkien nähtäville, esimerkiksi dokumenttikameran avulla. Tällöin kaikki voisivat seurata opetusta samanaikaisesti. Nuorten opetuksen pienen käytön takia hitsausrobottisolua käytetään pääasiassa aikuisten ammattitutkinnon opettamisessa.

Valmistustekniikan koulutusohjelmassa on käytössä myös tuotantosolu, joka koostuu työstökoneesta, kappaleenkäsittelyrobotista ja koordinaattimittakoneesta. Robottina solussa on Fanuc R-20001B (kuva 12). Tuotantosolua voidaan käyttää opiskelijoiden opetukseen sekä yrityskoulutukseen. Tuotantosolu voi toimia lyhyitä aikoja miehittämättömänä. Robotti vaihtaa aihiot työstökoneelle ja vie valmiit kappaleet mittakoneelle mitattavaksi. Toleranssien ylittyessä mittakone lähettää korjausarvot työstökoneelle.

Osalle opiskelijoista robottisolun opiskelu on liian haasteellista. Robotiikan opettajan kokemuksen mukaan kaikki pystyvät oppimaan parametriseen ohjelmointiin, mutta kaikkien opiskelijoiden eväät eivät riitä solun täysmittaiseen opiskeluun. Soveltuvuutta mitataankin opiskelun aikana. Käytännössä solun ohjelmointia ja käyttöä ovat harjoitelleet viime vuosina taitajakilpailuihin valmennettavat opiskelijat. Taitajakilpailut ovat vuosittain järjestettävät ammatillisen koulutuksen ammattitaitokilpailut. Robottia ohjelmoidaan opettamalla, mutta tarkoituksena on aloittaa myös etäohjelmointin opetus. Tämän vuoksi oppilaitoksella on hankittuna Robotmaster-ohjelmisto. Solun pääasiallinen tarkoitus on ohjelmointin ja solun käytön opiskelu. Opetussisältöihin eivät kuulu esimerkiksi tarraimien tai apulaitteiden vaihdot.



**Kuva 12.** Hitsausrobottisoluu vasemmalla ja tuotantosolu oikealla ([www.teknosteps.fi](http://www.teknosteps.fi))

Yhteenvedon hankkeesta toimivien opettajien kommentteista nousee esiin, että robotiikan opetus ei kaadu laitteistopulaan. Laitteistoa on monipuolisesti eri toimipisteissä. Sen

sijaan yhteisenä ongelmana nähdään opiskelijoiden erilaiset valmiudet omaksua haastavia asioita, minkä vuoksi nuorten opetuksessa joudutaan valikoimaan motivoituneimmat opiskelijat robotiikkaopetukseen. Tämän takia on vaarana, että robotiikkaopetusta saava ryhmä jää melko pieneksi tai että opetus painottuu ainoastaan aikuisopiskeluun. Yhteisenä tekijänä voidaan nähdä myös robotiikkaopetukseen kykenevän henkilöstön vähyys. Kaikissa näissä oppimisympäristöissä on yksi tai korkeintaan kaksi opettajaa, jotka voivat antaa opetusta. Opetuksen hiipussa opetushenkilöstön ammattitaitokin laskee. Esille nousikin, että opiskelijoiden motivaation lisäksi myös opettajien pitää olla innostuneita robotiikan opetuksesta. Pian eläkkeelle jäävää opettajaa ei välttämättä kannata kouluttaa robotiikan asiantuntijaksi, jollei hänellä itsellä ole siihen halua. Innokkaita tekijöitä ja kehittäjiä kaivataan toisen asteen ammatilliseen robotiikkaopetukseen kipeästi.

Myös työturvallisuus aiheuttaa haasteita robottisolujen käytössä. Monessa tapauksessa opiskelijoita ei voi jättää hetkeksikään ilman valvontaa, mikä asettaa opintojakson suunnittelulle vaatimuksia. Isoa ryhmää ei voi laittaa ohjelmoimaan robottia samanaikaisesti, eikä opettaja voi toisaalta olla liioin kahdessa tai kolmessa paikassa yhtä aikaa.

### **3.2 Tampereen Training Center**

Tredun nuoret opiskelevat Training Centerissä (kuva 13) joustavan valmistusjärjestelmän (FMS) käyttöä, sen toimintaperiaatteita ja ideoita. Oppimisympäristössä ei järjestetä robotikoulutusta nuorille opiskelijoille. Aikuisopiskelijoiden ammattitutkinnossa robottia kuitenkin käytetään. Toisinaan Tredu järjestää robotilla demotyyppejä esityksiä kansainvälisten projektien kautta tuleville opiskelijoille. Viimeisinä vuosina Tredu on vähentänyt Training Centerin käyttöä huomattavasti. Syynä käytön vähenemiseen on opetusresurssien leikkaaminen. Parhaimmillaan resurssia Training Centerin käyttöön on ollut noin 100 tuntia vuodessa, jolloin opiskelijat suorittivat FMS-ajokortin sisältöjä. Nykyisin tätä resurssia ei ole käytössä lainkaan. Resurssien vähentämisen syynä ovat oppilaitokseen kohdistuneet säästötoimet. Ammattialan vetovoimakin on pienentynyt, mikä vaikuttaa resurssien allokointiin. Resurssien vähentymisen vuoksi oppilaitosten välinen yhteistyö on kärsinyt. Aikaisemmin Tredulla oli erilaisia yhteisprojekteja muiden käyttäjien kanssa, mutta oppimisympäristön käytön vähenemisen seurauksena ei tätä toimintaa ole.





*Kuva 13. Fastemsin tiloissa oleva FMS Training Center (www.fms-ajokortti.fi)*

Oppimisympäristön yhtenä vaikeutena on sen sijainti. Alaikäisten kohdalla joutuu tekemään erityisjärjestelyjä kuljetusten ja maksuttoman ruokailun kanssa. Toinen ongelma on opetuksen järjestäminen. Ihanteellinen ryhmäkoko opetuksessa on 4 henkilöä. Suuremman ryhmän kanssa opetus on tehotonta, eikä kaikille löydy tekemistä. Ilman erillisresursointia solun käyttö onkin jäänyt vähäiseksi. Erillisresursoinnin turvin solussa voitiin opiskella pienissä ryhmissä. Kiitosta saa solun ajanmukaisuus ja laitteiden toimivuus. Soluun mentäessä kaikki laitteet ovat aina kunnossa, mikä ei oppilaitoksen tiloissa ole aina itsestäänselvyys.

Tredulla on omissa tiloissa pieniä siirrettäviä ABB- ja Fanuc-robotteja. Monien alojen opiskelijoilla on mahdollisuus opiskella robotiikkaa, mutta robotiikan opetus on oppilaitoksessa vähäistä. Sen tärkeys kylläkin tunnustetaan. Tällä hetkellä ja voimassa olevalla resursoinnilla opetus oppilaitoksen omissa tiloissa tuntuu mieluisalle ratkaisulle, mutta kuten monissa muissakin kouluissa robotiikan opiskelu on osalle opiskelijoista liian haastavaa. Nuorten koulutuksessa robotiikan opiskelu tulisi tehdä sellaiseksi, että kaikki pysyvät siihen osallistumaan.

### **3.3 Robotiikkaopetus Kajaanissa**

Kainuussa on meneillään Robotiikka-automaatiota Kainuuseen -hanke. EAKR:n rahoittaman hankkeen toimijoina ovat Kajaanin ammattikorkeakoulu, Kajaanin kaupungin koulutusliikelaitos ja Kajaanin ammattiopisto. Kajaanin ammattikorkeakouluun on hankkeen aikana ostettu ABB Yumi -robotti ja kaksi Universal-robottia. Robotit ovat malliltaan UR 3 ja UR 10 (kuva 14). Robotit on kiinnitetty pöytään, ja niitä on mahdollista siirrellä eri opetustilojen välillä. Kajaanin ammattikorkeakoulu haluaa olla robotiikkaopetuksen eturintamassa. Siksi koulussa on aloitettu yhteistyörobotiikan opettaminen. Yhteistyörobotit



on hankittu toukokuussa 2016, ja niitä on käytetty myös opintolinjan markkinoinnissa. Robottien kanssa on kierrelty lukioissa ja peruskouluissa herättelemässä opiskelijoiden kiinnostusta alaa kohtaan. Helpon liikuteltavuuden johdosta robottien kuljetus onnistuu jopa farmariauton takaosassa. Lisäksi tarvitaan paineilmakompressori. Samassa hankkeessa oleva Kainuun ammattiopisto on hankkinut kaksi yhteistyörobottia nuorten opetukseen. Robotit ovat samanlaisia kuin ammattikorkeakoulun käytössä olevat. Robotit ovat täysimittaisessa opetuskäytössä syksyllä 2017. Hankintapäätökseen vaikuttivat ammattikorkeakoulun hyvät kokemukset yhteistyörobottien käytöstä opetuksessa ja opintolinjan markkinoinnissa.



*Kuva 14. Kajaanin ammattikorkeakoulussa oleva Universal Robots UR 3 kiinnitettynä pöytään vasemmalla ja UR 10 oikealla*

### 3.4 Vaasan ammattikorkeakoulu

Vaasan ammattikorkeakoulussa on käytössä Universal-robotti. Robotti on malliltaan UR 5 (Kuva 15). Robotti on kiinnitetty työpöytänsä, ja kaikki harjoitukset saadaan järjestettyä pöydän päälle. Harjoituksina on erilaista poimintaa ja konepalvelua. Konepalvelua jäljitetään pöydän vasempaan yläkulmaan kiinnitetyn sorvin pakan avulla. Robotiikan opettajan mukaan UR 5 -mallin robotissa on yllättävän paljon voimaa, ja hän suosittelee nuorten ammatilliseen opetukseen mieluummin UR 3 -mallia, jolloin turvallisuus paranee huomattavasti. Sillä saa tehtyä kaikki samat harjoitukset, vaikka ulottuma onkin pienempi. Myös robotin siirrettävyys helpottuu. Ammattikorkeakoulussa käytössä olevan älytarttujan hankkimista tulee myös harkita tarkoin, koska se monimutkaistaa robotin käyttöä ja nostaa hankintahintaa. Jos älytarttujaa ei opetuksellisesti tarvita, kannattaa valita perinteinen ON/OFF-tarttuja. Robottia on testattu projektin yhteydessä konepalvelussa myös aikaisemmin, jolloin se liitettiin osaksi pientä työstökoneetta. Robotin yhtenä etuna onkin sen laaja käyttökenttä.



*Kuva 15. Vaasan ammattikorkeakoulussa on käytössä UR 5 -robotti*

### 3.5 Yhteenveto oppilaitosten järjestelmistä

Taulukkoon 5 on koottu nykytilakartoituksessa esitettyjen oppilaitosten robottijärjestelmät.

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kuopion talousalue (Savon ammatti- ja aikuisopisto, Ylä-Savon ammattiopisto) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Järjestelmä muottien työstöön (ABB-robotti lineaariradalla)</li> <li>• Robottisolu konepalveluun (ABB IRB 6640, ABB IRB 4600)</li> <li>• Robottisolu kokoonpanoon (ABB IRB 6640)</li> <li>• Siirrettävä robotti (ABB IRB 120)</li> <li>• Hitsausrobotti ja pyörityspöytä (ABB IRB 1600)</li> <li>• Tuotantosolu (Fanuc R-20001 B)</li> </ul> |
| Tampere (TREDU)                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotantosolu (Training Center), (Fanuc R2000i)</li> <li>• Siirrettäviä ABB- ja Fanuc-robotteja (TREDU)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| Kajaani (KAMK, Kainuun ammattiopisto)                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universal robots UR 3</li> <li>• Universal robots UR 5 (2 kpl)</li> <li>• Universal robots UR 10</li> <li>• ABB Yumi</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |

|            |                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB IRB 140</li> <li>• EPSON E2S551S (2 kpl)</li> </ul>                                                                                                                                              |
| Vaasan AMK | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universal robots UR 5</li> <li>• Fanuc M-6iB</li> <li>• Fanuc R2000iB + lineaarirata</li> <li>• ABB 340 FlexPicker</li> <li>• ABB IRB 120</li> <li>• ABB IRB 1200</li> <li>• ABB IRB 1600</li> </ul> |

*Taulukko 5. Yhteenveto oppilaitosten robottijärjestelmistä*

### 3.6 Yrityskentän tarpeet

Vaasan alueen yrityksissä robotteja käytetään kokoonpanossa, hitsauksessa ja konepalvelussa. Seuraavissa kappaleissa kuvataan Vaasan alueen yritysten robottien käyttöä. Monet yrityksistä tekevät yhteistyötä Vamian kanssa työssäoppimisen kautta.

Vaasan alueella on lukuisia hitsaukseen erikoistuneita yrityksiä, mutta robottien käyttö hitsauksessa on kuitenkin melko harvinaista. Joitakin yrityksiä alueella kuitenkin on. Esimerkiksi vaasalainen metallialan alihankintatöihin erikoistunut Wel-Mach hankki hitsausrobottisolun vuonna 2012. Robotisoinnin tarkoituksena oli automatisoida osa tuotannosta. Robottisolun koostuu lineaariradalla kulkevasta Fanuc-robotista ja kääntölaitteesta. Robotin työalueen pituus on 4 metriä. Yritys hankki robottisolun muutamaa hitsaustuotetta varten. Solun käyttöönotossa ilmeni kuitenkin vaikeuksia, ja aluksi robotti olikin vähäisellä käytöllä. Vaikeuksia ilmeni monella osa-alueella. Hitsattavat tuotteet eivät soveltuneetkaan robotin hitsattaviksi, tai solu ei ollut sovelias tuotteille. Tuotantopäällikkö sanoikin, että sopivien kappaleiden ja sarjakokojen löytäminen on ollut haasteellista. Optimaalista olisi, jos pääsisi hitsaamaan pitkiä saumoja ja isoja sarjoja. Suuria haasteita on ollut myös osaavan henkilökunnan löytämisessä. Yritykseen haettiin yhtäjaksoisesti vuoden ajan robotiikkaa osaavaa hitsaajaa, tuloksetta. Nyt yritys on kouluttanut itse yhdestä hitsaajasta robottisolun käyttäjän. Tuotantopäällikön kokemuksen mukaan on tärkeää, että käyttäjän on hallittava paitsi robotiikka, myös itse hitsaus. Yrityksessä ei suljeta pois robotiikan lisäämisen mahdollisuutta, kun nykyisen hitsausrobotin kapasiteetti on ylitetty. Tuotantopäällikkö arvioikin, että viiden vuoden kuluttua robotiikan osaajia tarvittaisiin enemmänkin. Hän totesi, että yrityksellä on valmiuksia osallistua robotiikkaopetuksen työssäoppimisjaksojen yhteydessä. Pientä ongelmaa tosin aiheuttaa, että robottisolun käyttö ei ole 100-prosenttista ja että kaikkien työssäoppijoiden valmiudet eivät välttämättä riitä robottisolun opiskeluun. Yrityksen tulee kuitenkin ylläpitää tuotantovalmiutensa, jolloin harjoittelusta aiheutuvia konerikkoja on vältettävä.

Toinen viime aikoina hitsausrobotiikkaan investoinut yritys on Vaasan naapurikunnassa Mustasaassa sijaitseva Palosaaren metalli. Palosaaren metalli investoi vuonna 2016 robottisoluun, joka koostuu Motoman XRC -hitsausrobotista ja kappaleen pyörityslaitteista. Robottisolu jakautuu kahteen työalueeseen, joiden kokonaispituus on noin 9 metriä. Molemmilla työalueilla on omat pyörityslaitteensa. Robotti liikkuu lattiaan asennettua lineaarirataa pitkin. Solussa hitsataan metsäkoneen rungon osia. Jaetun työalueen ansiosta solua voidaan käyttää tehokkaasti. Suunnitteilla on järjestelmän laajennus vielä yhdellä työalueella. Rinnakkaisilla työalueilla pystytään valmistelemaan seuraavaksi hitsattavia kappaleita samalla, kun hitsaus tapahtuu käytössä olevalla alueella. Hyvä kappaleiden etukäteisvalmistelu onkin solun käyttäjän mukaan hitsauksen onnistumisen perusedellytys. Huonosti esivalmistelluissa kappaleissa tulee ongelmia varsinkin railon seurannassa. Railon seuranta on järjestelmässä toteutettu langan avulla. Hitsaustaito on solun käyttäjän mukaan myös välttämätön. Yritys ei ole tehnyt yhteistyötä oppilaitosten kanssa, mutta harjoittelumahdollisuuksien tarjoaminen ei ole poissuljettua tulevaisuudessa. Nuorten olisi hyvä saada kokemusta työelämästä, ja robotiikka voisi toimia tässä innoittajana. Palosaaren metalli työllistää noin 30 henkilöä, joista kolme osaa käyttää robottisolua.

ABB:n Vaasan moottoritehtaalla valmistetaan erikokoisia sähkömoottoreita vaativiin olosuhteisiin. Valmistettavat moottorit ovat kooltaan muutamista kiloista aina 5000 kg saakka. Tehtaalla on viimeisen kahden vuoden aikana panostettu automaation käyttöön paljon. Syynä automaation lisäämiselle ovat Ruotsista Vaasan tehtaalle siirretyt tuotantolinjat. Uusien tuotantolinjojen suunnittelu antoi mahdollisuuden ottaa automaatiota mukaan tuotantoon. Moottoritehtaalla onkin nyt neljä robottisolua, joista kaksi on kokoonpanossa, yhdessä solussa on sekä konepalvelua että kokoonpanoa, ja yksi solu on maalauksessa. Tehtaanjohtajan visioissa on robotiikan lisääminen tulevaisuudessa, mutta nyt halutaan ensin saada kokemusta nykyisestä automaation tasosta. Robottisoluissa työskenteleviltä työntekijöiltä odotetaan varsin monipuolisia robotiikantaitoja. Kahdessa robottisolussa työtehtävät ovat asennukseen menevien aihoiden panostusta ja robottisolun valvontaan liittyviä tehtäviä. Kahdessa solussa tehtäviin kuuluu myös robotin ohjelmointia. Ohjelmointi tapahtuu aina opettamalla, mutta varsinkin maalauksisolun kohdalla on mietitty myös etäohjelmoinnin käyttöönoton mahdollisuutta. Soluissa työskentelevät työntekijät ovat todella tyytyväisiä nykyisiin työtehtäviinsä. Robotin ohjelmointia suorittava työntekijä sanookin, että työ on haastavaa, mutta että hän halusikin juuri haasteita hakeutuessaan tähän tehtävään. Tehtaanjohtajan mukaan robotiikkaosajia tullaan tarvitsemaan jatkossakin. Tehtaan robottisoluihin otetaankin mielellään opiskelijoita harjoittelemaan. Johtaja kuitenkin muistuttaa, että opiskelijoilla tulee olla aidosti kiinnostusta alaa kohtaan.

Mustasaassa sijaitseva Oy Mapromec Ab valmistaa diesel- ja sähkömoottorin osia sekä suuria männäntappeja. Suuret männäntapit ovat yrityksen erikoisosaamista. Yritys on viime vuosina panostanut paljon robotiikkaan ja investoinut useaan robottisoluun, joissa yhdistyvät konepalvelu, kappaleiden mittausta ja viimeistely. Yrityksen tiloissa toimii tällä

hetkellä 12 robottia. Automaatiota on tarkoitus kehittää edelleen. Mapromecin robotisoiduissa toiminnoissa hyödynnetään konenäköä. Konenäköä hyödynnetään esimerkiksi männäntappien poiminnassa lavalta. Tulevaisuudessa konenäköä hyödynnetään myös erilaisissa tarkistus- ja tunnistustehtävissä. Robottiikkakokemusta Mapromecissa on noin 15 vuoden ajalta, joten osa soluista alkaakin olla uusimisen tarpeessa, varsinkin työstökoneiden osalta. Toimitusjohtajan mukaan uusittavissa soluissa harkitaan toimintojen karsimista. Tällä hetkellä osassa soluista on niin paljon erilaisia toimintoja, että yhden toiminnon pettäessä pysähtyy koko solun toiminta. Mikäli näitä tehtäviä jaettaisiin eri solujen kesken, saataisiin prosessiin lisää varmuutta. Yrityksessä harkitaan myös automaattisen solujen välisen kuljetusjärjestelmänkin hankintaa sekä yhteistyörobotin hankintaa pakkaustehtäviin. Mapromecin viimeisimmissä robottisoluissa on saavutettu niin hyvä automaation taso ja miehittämättömät käyntiajat, että toimitusjohtajakin on tyytyväinen. Hänen mukaansa yrityksessä arvostetaan robotiikkaosaamista. Robotin ohjelmoinnin lisäksi yrityksessä arvostetaan konenäköjärjestelmien hallintaa ja robottisolun erilaisten oheislaitteiden hallintaa sekä niiden ideointi-, kehittäminen- ja rakennustaitoa. Toimitusjohtaja peräänkuuluttaa myös opiskelijoilta oikeanlaista asennetta työtä ja työnantajaa kohtaan. Mapromecissa opiskelijat voivat harjoitella monia tehtäviä työssäoppimisjaksoilla sillä edellytyksellä, että robottisolujen automaattiajo ei keskeydy. Usein eteen tulevia tehtäviä ovat esimerkiksi koneistettavan tuotteen vaihdot prosessissa, vikatilojen tulkinnat ja vian poistamiseen liittyvät toimenpiteet. Aika ajoin robottisoluissa esiintyy myös erilaisia huoltotehtäviä. Näissä tehtävissä harjoittelijat voivat toimia kokeneen henkilön opastuksella.

Pohjanmaalla toimiva T-DRILL suunnittelee, valmistaa ja markkinoi putken haaroitukseen, käsittelyyn, katkaisuun ja muotoiluun käytettäviä koneita ja laitteita. T-DRILL tarjoaa asiakkailleen valmistamiensa koneiden lisäksi kokonaisia soluratkaisuja, joihin sisältyy myös robotti. Yrityksen omassa tuotannossa käytetään työstökoneen palvelussa robottia, ja suunnitteilla on uusi robotti konepalveluun. Koska yritys toimii itsekkin integroijan roolissa, korostaa tuotanto- ja kehityspäällikkö kovasti robottiturvallisuuden merkitystä. Yrityksessä ollaan hyvin innostuneita robotiikan opetuksen aloittamisesta Vaasassa. Sillä itsellään on myös mahdollisuuksia osallistua opetukseen työssäoppimisjaksojen aikana. Yrityksestä tosin muistutetaan, että tuotantokalustoa ei voida irrottaa automaattiajosta opetukseen. Opetus tapahtuu aina normaalin työn ohessa. Opiskeltavat asiat muodostuvat siis yrityksen päivittäisten tilanteiden mukaan.

Mustasaarelainen Ricomix tarjoaa osavalmistusta metalli- ja teknologiateollisuuden yrityksille. Yrityksessä käytetään robotteja ja manipulaattoreita konepalvelutehtävissä. Toimitusjohtajan mukaan kehityksessä ja kiristyvässä kilpailussa mukana pysyminen edellyttää robotiikan käyttöä. 13 henkilöä työllistävässä yrityksessä on tälläkin hetkellä robottihankinta meneillään. Yrityksessä on kiinnostusta myös yhteistyörobottien tarjoamiin mahdollisuuksiin, vaikka sellaista ei vielä hankintalistalla olekaan. Yrityksessä on ollut

säännöllisesti työssäoppijoita Vamiasta. Joitakin osaamisalueita robotiikasta voisi yrityksessä opiskella. Kaikki riippuu tosin siitä, millaisia tilanteita roboteilla harjoittelujakson aikana ilmaantuu. Yrityksessä ei ole varattuna resursseja erikseen opetustyöhön.

Vaasassa toimiva Oy Österberg Ab on erikoistunut teknisesti vaativien muovipuristeiden valmistukseen. Yrityksen automaatiota on kehitetty säännöllisesti, jotta kyettäisiin ylläpitämään tehokkuutta, joustavuutta ja nopeita toimitusaikoja. Yrityksellä on käytössään yli 40 ruiskupuristuskonetta. Koneita palvelevat sekä manipulaattorit että kiertyväniveliset robotit. Kiertyvänivelisiä robotteja yrityksessä on 12 kappaletta. Robottisolujen suunnitteluun ja toteutukseen yrityksestä löytyy omaa osaamista. Robotit ovat pääasiassa ABB-robotteja. Viimeisin hankinta on käsittelykyvyltään 150 kg robotti, joka tulee palvelemaan uutta ruiskupuristuskonetta. Tuotantoprosessit ovat niin automatisoituja, että yrityksen edustajat eivät näe suurta mahdollisuutta osallistua robotiikan opetukseen työssäoppimisjaksoilla. Automaation tasoa kuvaavat hyvin vuosittaiset sarjakoot, jotka laskeaan miljoonissa. Teknisen johtajan mukaan robottien käyttö konepalvelussa on ainoa vaihtoehto, jotta kilpailussa pärjätään. Tulevaisuuden tehtaissa tarvitaan robotiikkaosajia, mutta pelkkä robotin käyttötaito ei välttämättä riitä. Tarvittaisiin enemmän kykyä rakentaa robottisoluja, visiointia ja ideointia. Teknisen johtajan mukaan eräänlainen ”Pelle Peloton” -asenne olisi ensiarvoisen tärkeä.

Wärtsilän tehtaalla Vaasassa lähes kaikki konepalvelutoiminnot on automatisoitu. Automatisointia viedään eteenpäin tulevaisuudessakin. Seuraava askel on lohkokoneistuksen automatisointi. Automaatiojärjestelmät on viety niin pitkälle, että käyttäjän ensimmäinen kontakti kappaleisiin tulee monessa tapauksessa vasta silloin, kun kappale on valmis. Täysin automatisoitua on esimerkiksi sylinterikansien koneistus. Sylinterikansien valut toimitetaan Wärtsilän tehtaalle robottijärjestelmään soveltuville lavoille aseteltuina. Koneenällä varustettu robotti poimii valut lavoilta prosessiin. Työnjohto on määritellyt työjärjestyksen järjestelmään integroidun tuotannon hienokuormitusohjelmiston avulla. Tuotantosolun käyttäjät eivät pysty vaikuttamaan työjonoihin. Kahdessa koneistusvaiheessa valmistettava sylinterikansi siirtyy koneistuksen ja jäysteenpoiston kautta pesukoneelle ja siitä mittakoneelle mitattavaksi. Mittaustulokset siirtyvät automaattisesti Wärtsilän mittadatan keräysohjelmistoon. Pesu tehdään huoneenlämpöisellä pesuaineella, jolloin mittaus voidaan suorittaa ilman viiveitä. Käyttäjien tehtäväksi prosessissa jää tuotteen silmämääräinen tarkistus ja muutama yksityiskohta, joita ei kyetä viimeistelemään robotisoidusti. Tuotantopäällikön mukaan työn luonne on muuttunut merkittävästi automaation lisääntymisen myötä. Saman toteaa myös solun operaattori. Ajatuksia herättää kysymys, mikä ammattinimike kuvaa parhaiten solussa työskentelevien ihmisten työnkuvaa. Onko se koneistaja, asentaja vai jokin muu? Tuotantopäällikkö on huomannut, että vaikka työn fyysinen kuormitus on vähentynyt huomattavasti, niin tilalle on tullut aikaisemmin suorittavalle työntekemiselle harvinaisempaa työn henkistä kuormittavuutta. Automaatiojärjestelmän tehokkuuden seuranta on todella intensiivistä, jolloin se aiheuttaa

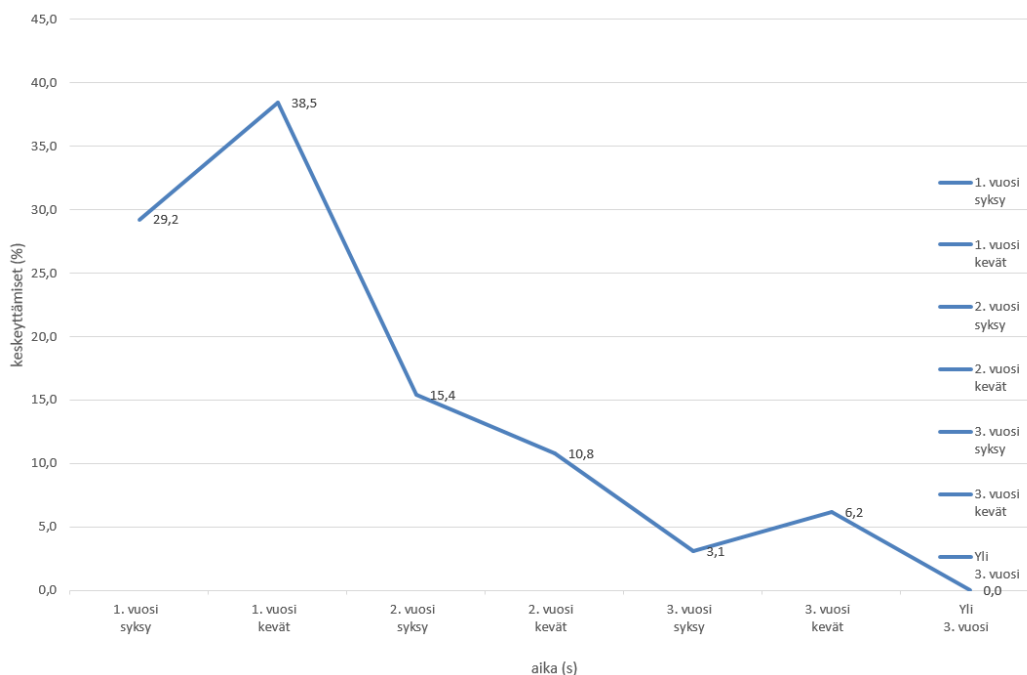
paineita kaikille robottisolun sidosryhmille. Operaattorin mukaan on kuitenkin mielekästä, että automaation ansiosta on voitu luopua epämukavista työvuoroista. Automaation lisäys on aiheuttanut joka tapauksessa osassa työntekijöistä hämmennystä ja pelkoa ope- tella jotain uutta. Wärtsilän prosesseissa automaatio on viety hyvän yhteistyökumppanin avustuksella niin pitkälle, että käyttäjiltä ei välttämättä vaadita robotin laajamittaisia oh- jelmointitaitoja. Robottisolun pääkäyttäjänä toimiva kehitysinsinööri tosin muistuttaa, että ymmärrys robottiohjelman kulusta on kuitenkin tarpeellinen. Olisi tärkeää hallita pienten muutosten tekeminen ohjelmaan ja kyetä selvittämään mahdolliset ongelmatilan- teet.

### **3.7 Vamian nykytila**

Vamian nuorten koulutusohjelmissa robotiikan opetus jää vähäiseksi. Tilanne on sama aikuisten opetuksessa. Robotiikkaa ei opeteta omana opintojaksonaan, vaan sitä on sisäl- lytetty eri opintojaksoihin. Robotiikka on tällöin vain yksi osaamisalue isommasta koko- naisuudesta. Vamiasta puuttuu helposti omaksuttava laitteisto robotiikan opetukseen.

#### **3.7.1 Keskeyttäminen**

Vamiassa aloittaa vuosittain keskeyttämisuhan alaisia opiskelijoita. Suuri osa negatiivi- sista keskeytyksistä ajoittuu ensimmäisen opiskeluvuoden ajalle. Vamian tekniikan yksi- kössä lukuvuotena 2015-2016 negatiivisen keskeyttämisen prosentti oli 2,3. Kuten ku- vasta 16 nähdään, ensimmäinen vuosi on opintojen jatkumisen suhteen Vamiassa kriitti- nen. Vamiassa opiskelijoiden keskeyttämistä on pyritty ehkäisemään monin tavoin. On panostettu ensimmäisen vuosiluokan ryhmäytymiseen heti opintojen ensimmäisellä vii- kolla. Ryhmäytymistä on koetettu edistää erilaisten tempausten avulla, kuten esimerkiksi ensimmäisten luokkien yhteisillä tapahtumilla, joita ohjaavat tutoropiskelijat. Tutoropis- kelijat ovat pitäneet aloittaville luokille myös oppitunteja, joissa he esittelevät koulun tar- joamia mahdollisuuksia. Opinto-ohjaaja, kuraattori ja kouluterveydenhoitaja pitävät op- pitunnin ensimmäisten viikkojen aikana. Tähän opiskelun alkuvaiheeseen kannattaakin todella panostaa, koska ensimmäisen opiskeluvuoden jälkeen keskeyttämisen riski piene- nee merkittävästi. Kuvan 16 tarkastelukaudella negatiivisia keskeyttäjiä Vamian tekniin- kan yksikössä oli 14. Keskeyttäneitä oli kaikkiaan 28. Oppilaitoksen kannalta tämäkin tekee niukkojen resurssien aikana ison loven kukkaroon. (Vamia Intranet, 2017)



*Kuva 16. Negatiivinen keskeyttäminen painottuu opiskelun alkuvaiheeseen (Vamia Intranet, 2017)*

### 3.7.2 Tieto- ja viestintäteknikka Vamiassa

Vamiassa on panostettu viime vuosina tv:n käyttöön. Oppilaitoksessa on käytössä Office 365 -ohjelmisto, ja sen sisältämien työkalujen käyttöä opetuksessa suositellaan. Tv:n käytöllä pyritään aikaansaamaan opiskelijoille mielekkäämpiä oppimiskokemuksia ja samalla parantamaan opiskelijoiden tv-taitoja. Henkilöstön valmiudet tv:n käyttöön ovat vaihtelevat, joten henkilöstön kynnystä käyttää tv:tä tuetaan eri tavoin. Oppilaitoksessa on tv-pedagogeja ja e-tutoreita, jotka tukevat ohjelmien käytössä. Vuosittain järjestetään ”tv-festarit” -nimeä kantava koulutuspäivä, jossa esitellään tv:n mahdollisuuksia opetuksessa. Henkilökunnan tv-valmiuksia on pyritty parantamaan myös erilaisten hankkeiden avulla.

### 3.7.3 Opintolinjojen markkinointi

Tärkeitä hetkiä markkinoinnin kannalta ovat vuosittaiset 8-luokkalaisten vierailut Vamiassa. Silloin kaikki Vamian vaikutuspiirissä olevat peruskoulun kahdeksannet luokat vierailevat oppilaitoksessa tutustuen eri ammattialoihin. Viime vuosina on ollut havaittavissa, että työstökoneiden ja valmistettavien kappaleiden esittely ei saa nuoria kiinnostumaan alasta. Tämän tilaisuuden markkinointia olisi uudistettava. Tärkeitä markkinointitilaisuuksia ovat myös ns. ”täsmäpäivät”. Täsmäpäivien tarkoituksena on tutustuttaa oppilaita tarkemmin aloihin, joista he ovat kiinnostuneita. Kone- ja tuotantotekniikassa oppilaitilla on ollut vaikeutena päästä tekemään mitään konkreettista, koska yhden päivän



kestoinen tutustuminen on liian lyhyt aika perehdyttää esimerkiksi työstökoneelle. Tärkeitä markkinointitilaisuuksia ovat lisäksi vuotuiset koulutusalan messut Vaasassa ja 9-luokan vanhemmille järjestettävä vanhempainilta, jossa eri ammattialat esittäytyvät.

Kone- ja tuotantotekniikka -opintolinjan markkinoinnin tärkeyttä ei voi väheksyä. Oppilaitoksen huolen lisäksi alueen työpaikat ovat huolissaan ammattitaitoisen työvoiman saannista tulevaisuudessa. Huonosta vetovoimasta kärsivä kone- ja tuotantotekniikan opintolinja tarvitsee toimintaansa jotain uutta.

### 3.7.4 Oppilaitoksen robotit

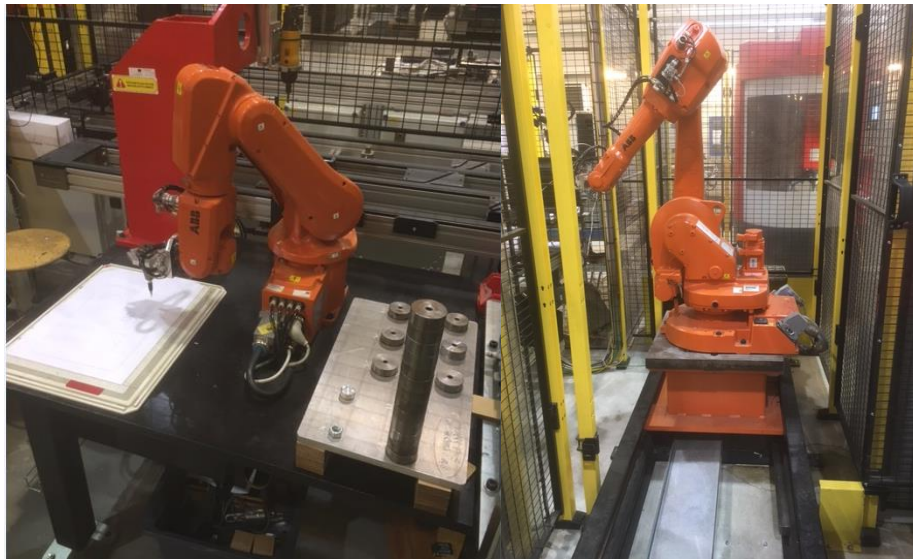
Vamian nuorten koulutuksessa robotiikkaopetus tapahtuu sähköalan automaatio-opetuksessa. Käytössä on kaksi robottia, joista toinen on jäänyt vähemmälle käytölle vanhentuneen tekniikkansa johdosta. Käytössä olevaa Feston -modulaarista opetusjärjestelmää (kuva 17) käytetään robotin ohjelmointi-, anturitekniikka- ja logiikkaharjoituksissa. Robotiikkaa opetetaan kolmannen vuoden opiskelijoille kappaletavara-automaatio -opintojaksolla. Robotti oheislaitteineen soveltuu hyvin juuri kappaletavara-automaatio -opintojakson opetusvälineeksi, muttei niinkään muiden alojen opetukseen.



*Kuva 17. Feston-opetusjärjestelmä sähköalan opetustiloissa*

Kone- ja tuotantotekniikan aikuisopetuksessa robotiikkaa opetetaan ammattitutkinnossa. Tutkinnon nimi on FM-järjestelmän käyttö. Opintojaksolla käytetään kahdella robotilla toteutettua FM-järjestelmää. Robotteina ovat ABB IRB 120 -kokoontorobotti ja lineaariradalle sijoitettu ABB IRB 1600 -panostusrobotti (kuva 18). Opintojakson pääpainotus ei kuitenkaan ole robotiikan opiskelu, vaan siinä suoritetaan FMS-ajokortin A-tasoa vastaavat taidot. Robotiikkaan liittyvänä osaamistavoitteena on, että osaa ohjelmoida robotin vaihtamaan kappaleen työstökoneelle. Tämä on tehty tyypillisesti etäohjelmointina käyttäen ABB:n Robotstudio-ohjelmaa, vaikka etäohjelmointi ei ammattitaitovaatimukseen kuulukaan. FM-järjestelmää voisi soveltuvin osin hyödyntää muussakin robotiikan

opetuksessa. Varsinkin pienemmällä robotilla on mahdollista harjoitella opettamalla ohjelmointia ja robotin ulkoisten koordinaatistojen käyttöä. Robotin läheisyyteen on helppo päästä, ja sen ympärille voi kehittää erilaisia harjoitustöitä, kuten esimerkiksi kappaleiden pinoamisia. Isomman robotin ohjelmointi on käsiohjelmointina hankalaa, koska edessä on lineaarirata ja suojaverkot. Opettajan on vaikea päästä näkemään opiskelijan suoritusta. Siksi sen ohjelmointi on mielekkäämpää etäohjelmointina. Järjestelmä on asennettu Vaasaan vuonna 2011, ja se liittyi Euroopan aluekehitysrahaston rahoittamaan hankkeeseen. Hankkeen rahoittajina toimivat myös Vaasan ammattiopisto, Vaasan aikuiskoulutuskeskus sekä Pohjanmaan liitto.



*Kuva 18. Kokoonpanorobotti vasemmalla ja panostusrobotti oikealla*

Aikuisten koulutusohjelmassa on kappaletavara-automaatio -niminen opintojakso. Siinä osaamisvaatimuksina ovat robottien rakenteiden ja liikeavaruuksien tunteminen, robotin ohjelmointiperiaatteiden tunteminen, automaatiolaitteiden kytkennät sekä niiden ohjelmalliset kytkennät robottiin ja automaattisen toimintaympäristön työturvallisuuden huomioiminen. Opetukseen on hankittu syksyllä 2016 kaksi Kuka Agilus KR 3 R540 -kokoonpanorobottia. Toinen roboteista on asennettu kiinteästi ja toinen on liikuteltava (kuva 19). Liikuteltavalla robotilla harjoitellaan pääasiassa opettamalla ohjelmointia, ja kiinteä robotti on osa kuljetinjärjestelmää, jossa harjoitellaan konenäkösovelluksen käyttöä sekä anturitekniikkaa. Kappaletavara-automaatio -opintojakso kuuluu aikuisopetuksessa ammattitutkintoon, vaikka nuorten opetuksessa se on osa perustutkintoa. Liikuteltavalla robotilla voi harjoitella samanlaisia asioita kuin kuvan 18 kokoonpanorobotilla. Robotit on sijoitettu oppilaitoksen eri osastoille. FM-järjestelmä on kone- ja tuotantotekniikan työsalissa, kun taas kuvan 19 robotit ovat sähköalan opetustiloissa.



**Kuva 19.** Liikuteltava robotti vasemmalla ja kiinteästi asennettu robotti oikealla

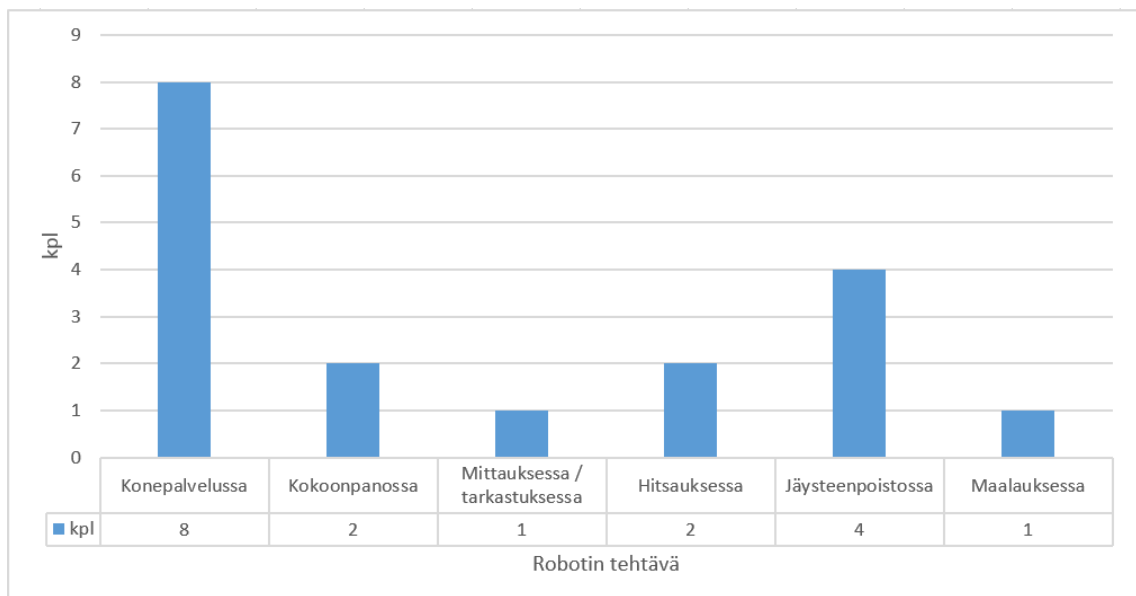
Taulukossa 6 on esitetty Vamiassa käytössä olevat robottijärjestelmät.

|       |                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vamia | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feston modulaarinen opetusjärjestelmä</li> <li>• FM-järjestelmä (ABB IRB 120, ABB IRB 1600)</li> <li>• Kuka Agilus KR 3 R 540 (2 kpl)</li> </ul> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Taulukko 6.** Vamian robottijärjestelmät

## 4. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli hakea sisältöjä toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa aloitettavaan robotiikkaopetukseen. Opetukseen on olemassa valtakunnallinen opetussuunnitelma, mutta kaikki siinä olevat teemat eivät välttämättä tue lähialueen yritysten osaamistarpeita. Tutkimus on toteutettu puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Haastattelun tukena on käytetty lomaketta, jossa osa kysymyksistä on strukturoituja. Tutkija on ollut itse aina paikalla kyselytilanteissa. Kysely on suoritettu kymmenessä yrityksessä, joissa robotteja on käytössä. Kyselyyn osallistuneet yritykset ovat metalliteollisuuden pieniä, keskisuuria ja suuria yrityksiä. Lisäksi haastatteluun on osallistunut yrityksiä, joissa robotteja ei käytetä. Näiltä osin haastattelu on suoritettu täysin avoimena. Haastattelutilanteet ovat olleet kestoltaan 1-3 tuntia, ja niihin on osallistunut 1-3 henkilöä per yritys. Kaikkiin haastattelutilanteisiin on liittynyt tutustuminen yritysten tuotantoon ja tuotannossa käytettävään automaatioon. Yritysten tuotantoon tutustumisia on kuvattu luvussa 3.2. Haastatelluista yrityksistä suurimmassa osassa robotiikkaa käytetään konepalvelussa. Asennuksessa ja hitsauksessa käytettäviä robottisoluja on Vaasan alueella lukumääräisesti vähän, tai ne keskittyvät vain muutama yritykseen (kuva 20). Varsinkin robotisoitu hitsaus ja maalaus ovat alueella todella vähäistä. Tutkimuksen tuloksia käsitellään konepalvelun, hitsauksen ja asennuksen näkökulmista. Jäysteenpoisto on tyypillisesti osana konepalvelusolua. Kaikki haastateltavat ovat olleet näiden osaamisalueiden asiantuntijoita.

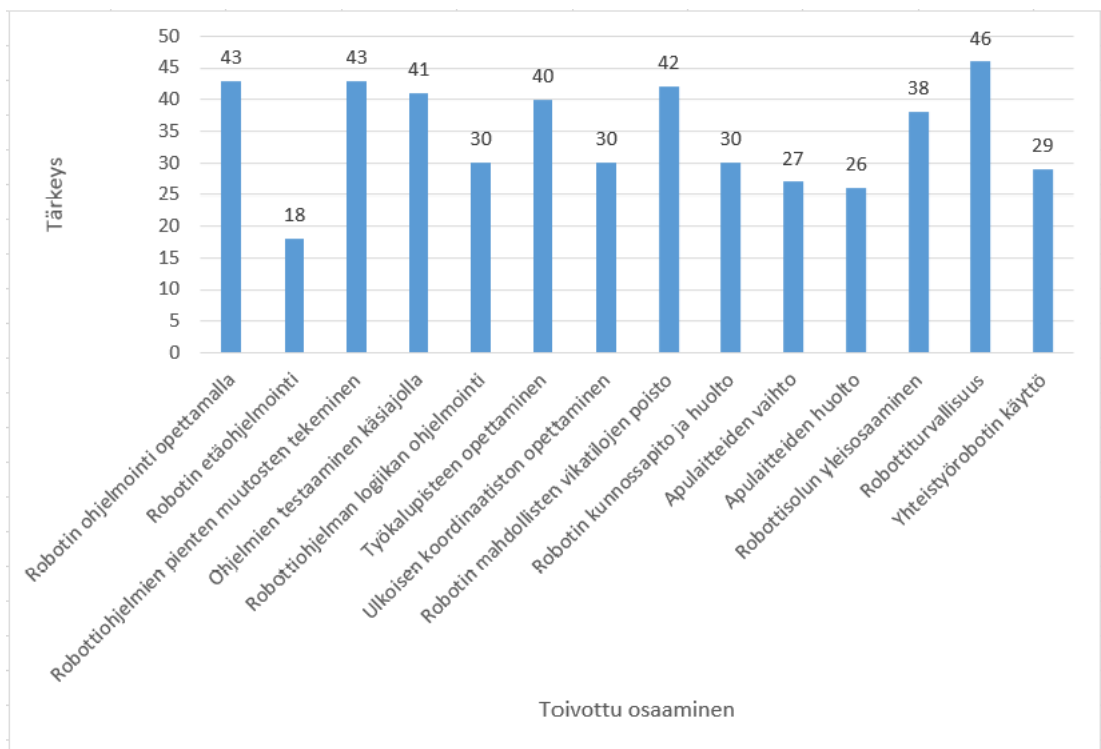


**Kuva 20.** Vaasan alueella robottien käyttö painottuu konepalveluun

Strukturoitujen kysymysten perusteella voidaan nähdä ne aihealueet, jotka Vaasan alueen yrityksissä koetaan tärkeiksi opettaa (kuva 21). Kuvasta erottuu 7 robotiikan osa-alueita,

joita työelämän edustajat pitävät erityisen tärkeinä. Vastausten maksimipistemäärä on 48. Tärkeimmät opetettavat osa-alueet ovat seuraavat:

1. Robottiturvallisuus
2. Robotin ohjelmointi opettamalla
3. Robottiohjelmien pienten muutosten tekeminen
4. Robotin mahdollisten vikatilojen poisto
5. Robottiohjelmien testaaminen käsiajolla
6. Työkalupisteen opettaminen
7. Robottisolun yleisosaaminen



**Kuva 21.** Työelämän edustajien toiveet opetettavista aihealueista

Robottiturvallisuuden merkitystä korostetaan kaikissa yrityksissä. Tämän ansiosta yrityksissä ei olekaan ollut robotiikkaan liittyviä työtapaturmia. Uusien robottisolujen tilantarve turvarajoineen tosin mietityttää. Yrityksissä muistutetaan, että robottiturvallisuus on myös solukohtaista, jolloin on aina välttämätöntä perehdyttää opiskelija erikseen kullakin työpaikalla. Oppilaitokselta toivotaan, että opiskelijoille saadaan jo koulussa turvallisuuden ja siisteyteen orientoitunut ajattelutapa.

Yleisin tapa tehdä robottiohjelmiä on robotin ohjelmointi opettamalla. Varsinkin pienemmissä yrityksissä, joissa robotin käyttäjät itse tekevät ohjelmoinnin, taitoa arvostetaan suuresti. Alueen isoissa yrityksissä ohjelmointia tilataan solujen toimittajilta, tai yrityksessä on ohjelmointiin erikoistunut toimihenkilö. Näissäkin yrityksissä robottiohjelman lukutaito on kuitenkin tarpeellinen. Monipuolisessa robottisolussa, jossa on paljon toimintoja, tulee käyttäjän pystyä lukemaan oheislaitteiden signaalit, koska vikatilat liittyvät

usein niihin. Robotin ohjelmointi- ja lukutaito antavat valmiudet tehdä robotin ohjelmaan tarvittaessa pieniä muutoksia. Taito tehdä näitä koetaan kaikissa yrityksissä tärkeäksi. Ohjelmointiin erikoistunutta henkilöstöä ei välttämättä ole paikalla iltavuorossa.

Yksi robottisolun käyttäjän päätehtävistä on robotin mahdollisten vikatilojen poisto. Vikatiloja voi soluissa olla monenlaisia, ja niiden poistoon tarvitaan monenlaisia taitoja. Usein robottia joudutaan siirtämään käsiohjaimella toiseen paikkaan, jolloin tarvitaan robotin käsittelytaitoa. Monipuolisessa solussa vikatila saattaa johtua puuttuvasta signaalista, konenäköön liittyvästä viasta tai anturiviasta. Vikatilojen poisto on niin solukoh- taista, että sen opiskelu ei onnistu pelkästään koulussa.

Robottiohjelman testaus käsiajolla on käyttäjän perustaitoja. Kaikissa yrityksissä taito arvioitiin tärkeäksi tai erittäin tärkeäksi. Uusi tai muokattu ohjelma testataan aina alenne- tulla nopeudella.

Työkalupisteen opettaminen koettiin erittäin tärkeäksi pienemmissä yrityksissä ja yrityk- sissä, joissa robotilla hitsataan. Isommista yrityksistä taito koettiin tärkeäksi niissä, joissa robotti suorittaa jäysteenpoistoa. Kaikissa yrityksissä taidon tärkeys tunnustetaan, vaikkei työkalupisteen opettaminen jokapäiväistä olisikaan.

Robottisolun yleisosaaminen koettiin yrityksissä tärkeäksi ja erittäin tärkeäksi. Yleisosa- amisella tarkoitetaan soluun liittyvien oheislaitteiden ja antureiden hallintaa. Yleisosaami- seen liittyvät myös solun päivittäiset tehtävät, kuten aihoiden panostus, työjonojen oi- kean järjestyksen hallinta ja solussa tarvittavat muut mahdolliset toimenpiteet.

Melko tärkeinä yrityksissä pidetään robottiohjelman logiikan ohjelmointia, ulkoisen koordinaatiston opettamista sekä robotin kunnossapitoa ja huoltoa. Varsinkin isommissa yrityksissä robottisolun oheislaitteiden signaalit on ohjelmoitu integroijan toimesta, ja sama pätee ulkoisiin koordinaatistoihin. Tässä vaaditaan kuitenkin kyseisen kokonaisuuden ymmärtämistä, mikä auttaa solun käytössä ja mahdollisten vikatilojen selvittämi- sessä. Osassa yrityksistä robotin huoltaa ulkopuolinen toimija. Huoltoon mielletään kuu- luvaksi myös solun puhtaanapito, josta huolehtivat itse käyttäjät.

Melko tärkeinä pidettiin myös yhteistyörobotin käyttöä, apulaitteiden vaihtoa ja apulait- teiden huoltoa. Yhteistyöroboteista ei ole aikaisempaa tietoa monessakaan yrityksessä, mutta puhuttaessa niiden mahdollisuuksista ja siitä, kuinka valmistajat niitä kehittävät, herää yrityksissä kuitenkin kiinnostus niitä kohtaan. Kiinnostusta herättävät varsinkinkin pienempien robottien helppo ohjelmoitavuus ja helppo siirrettävyys. Varsinaista opetus- tarvetta yhteistyörobotiikkaan ei tällä hetkellä nähdä, mutta lähitulevaisuudessa asia voi muuttua. Apulaitteiden, kuten esimerkiksi tarraimien vaihto ja huolto, koettiin melko tär- keäksi. Osassa yrityksistä tosin tarraimien vaihto hoituu automaattisesti ja huoltotarve nähtiin vähäiseksi.

Kyselyyn osallistuneissa yrityksissä ei ole käytössä robotin etäohjelmointia. Ainoastaan Wärtsilässä ja ABB:llä on suunnitelmia etäohjelmoinnin käyttöönottamisesta. Wärtsilässä on tehty aikaisemmin testejä etäohjelmoinnista, mutta tulokset eivät olleet kannustavia. Kaikki pisteet piti kuitenkin opettaa solussa uudelleen. Nyt on ajatuksena, että etäohjelmointiohjelmistoa voisi käyttää myös solun toimintojen suunnittelussa ja kehittämisessä. ABB:llä on ajateltu etäohjelmoinnin soveltuvuutta maalausrobotin ohjelmoinnissa.

Strukturoitujen kysymysten ulkopuolelta nousi esiin asennekasvatus työtä kohtaan. Monessa yrityksessä oli havaittu, että kännykän jatkuva luvaton käyttö vie voiton työnteolta. Paljon kysymyksiä tulikin siitä, annetaanko opiskelijoiden käyttää matkapuhelimia oppituntien aikana. Monessa työpaikassa on sovittu, että puhelinta voi käyttää taukoaikoina, mutta sääntöä ei vain noudateta. Tämä sinällään robotiikkaan liittymätön seikka koettiin yrityksissä erittäin tärkeäksi ja toivottiin, että työssäoppimisjaksojen perehdyttämiseen panostettaisiin enemmän jo oppilaitoksessa.

Pienemmissä yrityksissä, joissa robottisolun käyttäjä tekee myös ohjelmoinnin, toivottiin tarttujen suunnittelutaitoa. Tällä hetkellä monessa yrityksessä robotti jää vähälle käytölle, koska sarjakoot ovat suhteellisen pieniä ja sopivia tarttujia on vain osalle tuotteista. Pienemmissä yrityksissä, joissa erillistä kehityshenkilöä ei robotiikassa ole, tulisi solun käyttäjän pystyä mahdollistamaan solun tehokas käyttö. Oppilaitokselta toivottiinkin, että tarttujen suunnittelu ja valmistus otettaisiin mukaan opetukseen. Osassa yrityksiä nähtiin mahdolliseksi myös oppilaitoksen kanssa tehtävä yhteistyö. Oppilaitoksen näkökulmasta tarttujen suunnittelulla ja valmistuksella saataisiin yhdistettyä monta opintojaksoa projektimaiseksi opetuksi. Projektia voisi toteuttaa yhteistyössä CAD-suunnittelun, CNC-koneistuksen ja robotiikan opintojaksojen kesken.

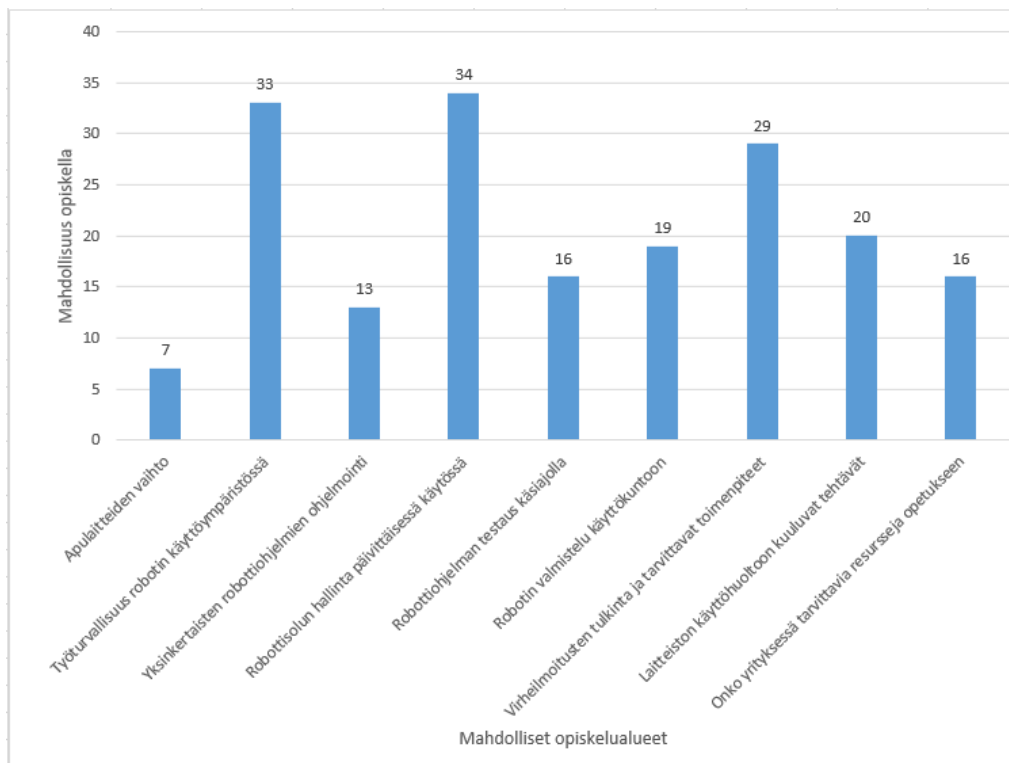
Konenäkö on käytössä kahdessa kyselyyn osallistuneista yrityksistä. Toisessa konenäön merkitys koettiin niin tärkeäksi, että toivottaisiin sen olevan osa opetusta. Monessa muusakin yrityksessä konenäön käyttöönottoa on mietitty, mutta tietotaito sen soveltamisesta on puutteellista ja nykyisistä prosesseista on selvitty ilman konenäköäkin. Sen merkitys tulevaisuuden osaamisalueena kuitenkin tiedostetaan.

Kyselyyn osallistuneiden yritysten valmiudet työssäoppimisen järjestämiseen vaihtelevat suuresti. Kuudessa yrityksessä opetukseen ei tällä hetkellä löydy resursseja ollenkaan tai resurssia on vähän. Resurssin löytyminen yrityksissä on kausiluonteista. Robotiikassa on monen yrityksen mielestä vaikeaa järjestää opetusta, koska automaattikäytössä olevassa solussa ei välttämättä ole opetussuunnitelman vaatimia tehtäviä. Vastauksista nousi kuitenkin selkeästi esiin kolme aihealuetta, jotka ovat:

1. Robottisolun hallinta päivittäisessä käytössä
2. Työturvallisuus robotin käyttöympäristössä
3. Virheilmoitusten tulkinta ja tarvittavat toimenpiteet



Kuten voimme kuvasta 22 huomata, erottuvat nämä kolme aihealuetta selvästi muista. Maksimipisteet kyselyssä ovat 48. Tuloksissa ovat mukana myös ne yritykset, joilla ei ole tällä hetkellä resursseja opetukseen, mutta joilla on kuitenkin olemassa laitteisto robotiikan opetukseen. Kahdessa yrityksessä ei ole tällä hetkellä mahdollista minkään osa-alueen opiskelu. Syynä tähän on prosessin korkea automaatioaste, jossa käyttäjän tehtävät jäävät vähäisiksi. Toisessa yrityksessä on lisäksi puuttuva työssäoppimiskulttuuri. Yrityksellä ei ole ollut tapana tarjota työssäoppimispaikkoja opiskelijoille.



**Kuva 22.** Aihealueista erottuu kolme, joita työssäoppimisjaksoilla voi opiskella

Robottisolun hallintaa päivittäisessä käytössä on hankala opiskella oppilaitoksessa, koska säännöllistä tuotantoa ei ole. Työpaikoilla tämä taas onnistuu mainiosti. Opiskelijat voivat olla aluksi robottisolun käyttäjien mukana avustamassa tehtävissä, ja myöhemmin taitojen kehittyessä vastuuta voi lisätä. Päivittäinen käyttö voi sisältää kaikki kyselyn aihealueet, mutta tässä kyselyssä ilmaisulla tarkoitetaan tehtäviä, joilla robottisolun automaattikäyttö mahdollistetaan, kuten esimerkiksi materiaalin panostus ja työjonojen hallinta.

Työturvallisuusasiat koettiin kaikissa yrityksissä tärkeiksi. Harjoittelujaksojen alussa useimmilla yrityksillä on perehdytysohjelmansa, joissa painotetaan työturvallisuutta. Yrityksissä koetaan tärkeäksi, että opiskelijoiden käyttämien laitteistojen turvaratkaisut esitellään hyvin. Robottisoluissa korostuu varsinkin työturvallisuuden merkitys. Osassa yrityksistä painotettiin myös, että turha valoverhon säteen katkaisu voi johtaa turhanpäiväisiin ongelmiin prosessin uudelleenkäynnistämisenä. Yrityksissä nähtiin tärkeänä, että opiskelijat pääsevät kokemaan robottisolujen toimintaa aidossa ympäristössä.



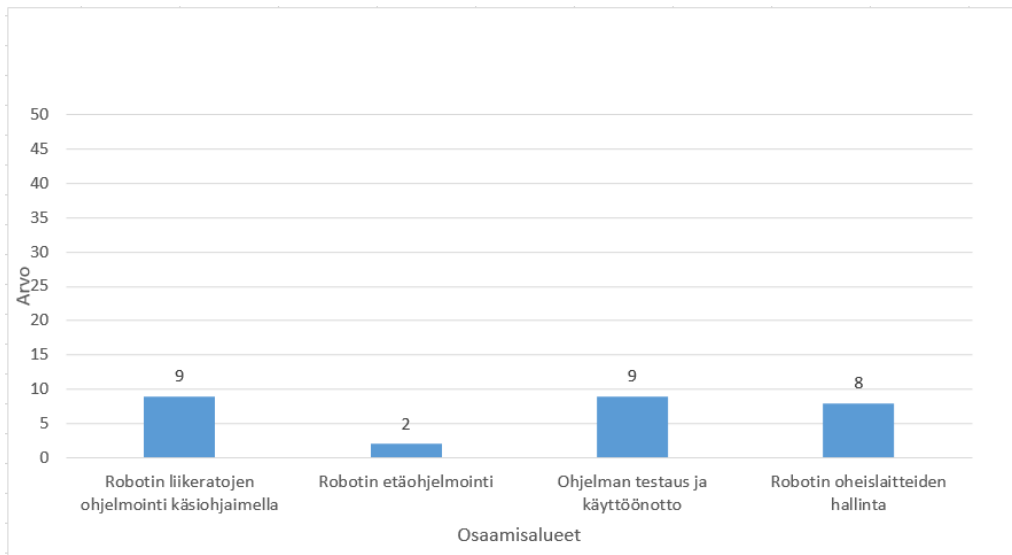
Kaikissa robottisoluissa esiintyy toisinaan vikatiloja. Vikatilojen selvittäminen varsinkin pienemmissä yrityksissä kuuluu solun käyttäjän tehtäviin. Isommissa yrityksissä on samoin, mutta tukihenkilöstöäkin on saatavilla. Opiskelijat voivat olla mukana näissä vikatilojen poistotilanteissa, mutta käsiohjainta ei opiskelijan käteen välttämättä luvata.

Laitteiston käyttöhuoltoon kuuluvat tehtävät vaihtelevat yrityskohtaisesti. Varsinkin isommissa yrityksissä on suunnitelman mukaisia huoltoja viikoittain tai jopa päivittäin. Vaikkakaan huolto ei kohdistuisi suoraan robottiin, voi se kohdistua robottisoluuun. Tehtävät voivat liittyä solun puhtaanapitoon tai solussa olevien apulaitteiden huoltoon. Robotin huollot yritykset tilaavat ulkopuoliselta toimijalta. Niissä yrityksissä, joissa huolto-toimenpiteitä tehdään, pidettiin hyvänä asiana, että opiskelijat osallistuisivat huoltoihin.

Puolet vastaajista ilmoitti, että heillä olisi robotin käyttökuntoon valmistelevia tehtäviä. Tehtäviä voisivat olla esimerkiksi uuden ohjelman lataus, vanhan ohjelman editointi tai tarraimen vaihto. Vastaajat kuitenkin muistuttivat, että näitä tehtäviä ei välttämättä osu jokaiselle päivälle.

Yhdessä yrityksessä on erittäin hyvät mahdollisuudet päästä testaamaan robottiohjelmiä käsiajolla ja ohjelmoimaan yksinkertaisia ohjelmia. Kaikissa muissa vastattiin, ettei mahdollisuutta ole tai että mahdollisuudet ovat vain vähäiset. Apulaitteiden vaihtomahdollisuudet nähtiin lähes kaikissa yrityksissä vähäisiksi tai mahdollisuuksia tähän ei ole ollenkaan.

Ammattiosaamisen näytön antaminen aidossa työympäristössä on käytännössä mahdollista. Kuvasta 23 nähdään eri osaamisalueiden pisteet. Maksimipistemäärä on 48. Vain kahdessa yrityksessä näytön antaminen on mahdollista. Toisessa yrityksessä on käytössä hitsausrobotti ja toisessa on useampi robotti asennuksessa ja yksi maalauksessa. Näistä maalausrobotti ja yksi asennusrobotti soveltuisivat näytön tekemiseen. Käytännössä yksittäisiä näyttöjä työpaikalla voi siis tehdä, mutta täydentämisen tarvetta oppilaitoksessa tarvitaan, varsinkin robotin etäohjelmoinnin osalta. Työpaikoilla kuitenkin muistutetaan, että kaikkia harjoittelijoita ei välttämättä näyttöön päästetä. Näyttöön pääseminen edellyttää opiskelijalta tarvittavat valmiudet, koska konerikkoja ei haluta. Näytön tekeminen edellyttää myös sopivan välin tuotannossa, jolloin automaattiajo ei ole menossa.



**Kuva 23.** Ammattiosaamisen näytön voi suorittaa vain harvassa työpaikassa

Tutkimuksen perusteella selvisivät yrityksille tärkeät aihealueet, jotka otetaan huomioon opintojakson suunnittelussa. Tutkimuksella saatiin kartoitettua myös yritysten halukkuus työssäoppimisen järjestämisestä kohtaan ja valmiudet järjestää ammattiosaamisen näyttö. Kaikki yritykset pitivät erittäin hyvänä asiana robotiikan opetuksen aloittamista toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa. Ongelmaksi oppilaitokselle saattaa tulla, että kaikki yritykset toivovat harjoittelijoilta kiinnostusta ja ammattimaista asennetta robotiikan opiskelua ja työtä kohtaan. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa vain valitut opiskelijat saavat robotiikan opetusta työpaikoilla. Työpaikkojen resurssit opetukseen ovat niin pienet, että ongelmia yritykset eivät ole valmiita vastaanottamaan. Tämän seikan ottivat esille kaikkien yritysten edustajat.

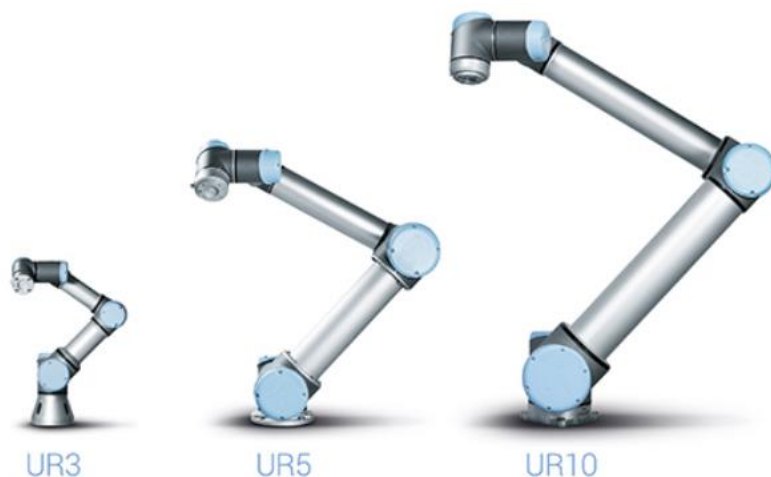
Tutkimukseen osallistui muutamia yrityksiä, joissa robotteja ei ole käytössä. Näissä yrityksissä kysely suoritettiin avoimena, koska strukturoituihin kysymyksiin vastaaminen ei haastatelluista tuntunut mielekkäälle. Hitsausta tekevissä yrityksissä koettiin, että valmistettavat tuotteet eivät ole helposti robotisoitavissa ja sarjakoot ovat niin pieniä, ettei niiden robotisointi kannata. Isommat yritykset, joille tuotteita valmistetaan alihankintana, tekevät tilauksensa viime hetkellä, jolloin hitsaus pitää aloittaa välittömästi. Tarvittavaa robotiikkaosaamista ei yrityksistä myöskään löydy. Yrityksissä ei poissuljeta robotiikan käyttöönottoa tulevaisuudessa, mutta se edellyttää pitkäaikaisia toimitussopimuksia päämiesten kanssa. Muuten ei investointeja uskalleta tehdä. Koneistusta tekevät yritykset ovat samoilla linjoilla kuin hitsausalan yritykset. Toivottaisiin isompia sarjakokoja ja enustettavuutta. Automaatiota on järjestetty myös muin tavoin, esimerkiksi käyttämällä koneen panostuksessa tankoautomaattia. Koneistusalan yrityksistä puuttuu robotiikkaosaaminen, mutta kiinnostusta olisi helposti ohjelmoitavien ja helposti siirrettävien yhteistyörobottien suuntaan. Tosin tällä hetkellä uupuu investointihalukkuus.

## 5. OPETUSJÄRJESTELYT VAMIASSA

Vamiassa on jo nyt suurin osa robotiikan opettamisessa tarvittavista laitteista. Osa on tosin vahvasti tiettyyn alaan sidottuja, kuten esimerkiksi sähköalan tiloissa oleva Feston -opetusjärjestelmä, jota kannattaa jatkossakin käyttää sähköalan kappaletavara-automaatio -opintojakson opetuksessa. Kone- ja tuotantotekniikan opetukseen sen sijaan tarvittaisiin helposti omaksuttavaa robotiikan opetusvälineistöä. Opetusvälineistön tulee olla sellainen, jonka mahdollisimman monet opiskelijat pystyvät oppimaan ja josta opiskelijat motivoituvat opiskelemaan robotiikkaa enemmänkin. Myös opetushenkilöstön on kyettävä omaksumaan välineistö helposti. Ei ole toivottavaa, että koulun robotiikanopetuksesta kykenee vastaamaan vain yksi henkilö. Monessa oppilaitoksessa opetusvälineistö on jäänyt vaikean käytettävyyden vuoksi vähälle käytölle.

### 5.1 Ehdotus hankittavista laitteista

Robotiikkaa opettavissa oppilaitoksissa on saatu hyviä kokemuksia Universal-roboteista. Robotteja on toimitettu Suomessa kymmeneen oppilaitokseen, kaikille opetusasteille. Robotteja on kolme eri mallia, jotka ovat UR3, UR5 ja UR10 (kuva 24). Robottien käyttötekniikka on kaikilla malleilla sama, mutta kappaleiden käsittelykyvyssä on eroa. Mallin numero kertoo robotin kantokyvyn. Roboteilla on eroa myös toimintasäteessä. UR3:n toimintasäde on 500 mm, UR5:n toimintasäde on 850 mm ja UR10:n toimintasäde on 1300 mm.



**Kuva 24.** Universal Robottien kolme mallia ([www.posicraft.fi](http://www.posicraft.fi))

Robotin hyvänä puolena korostuu sen helppo- ja monikäyttöisyys. Robotin käytön tekee helpoksi sen ohjelmoitavuus. Ohjelmointi voidaan tehdä robottia taluttamalla pisteestä toiseen ja tallentamalla pisteet muistiin. Robottia on mahdollista ohjelmoida myös perin-

teisen teollisuusrobotin tapaan käsiohjaimen avulla. Monikäyttöisyyden etuna oppilaitoksessa on, että robottia voidaan käyttää monien toisistaan eroavien asioiden opiskeluun. Robottia voidaan käyttää esimerkiksi konepalveluun, asennustehtäviin, pienimuotoiseen hitsaukseen, liiman levitykseen - melkeinpä mihin tahansa. Osa käyttösovelluksista vaatii tosin robotille lisäosia. Esimerkiksi hitsauksessa ja liiman levityksessä helpon ohjelmoitavuuden aikaansaamiseksi tarvitaan erillistä voima-/vääntömomenttianturia. Robottiin onkin mahdollista hankkia erilaisia lisäosia muuttuvien tarpeiden mukaan. Voima-anturin lisäksi robottiin on yhdistettävissä konenäköjärjestelmä ja älytarttuja.

Robotin asennus oppilaitoksen tiloihin on helppoa, koska robotti ei tarvitse mitään erikoisia liitäntöjä. Sähköliitäntä on 100-240 VAC. Lisäksi tarvitaan paineilmaliihtäntä. Robotti kannattaa kiinnittää pyörillä varustettuun pöytään, kuten kuvissa 14 ja 15 on toimitettu. Robotin ohjausyksikön saa kiinnitettyä pöytälevyn alapuolelle, jolloin koko pakettia voi helposti liikutella. Helposti liikuteltavaa robottia on mahdollista käyttää monessa eri opetustilassa. Luokkahuoneessa opettaja voi esitellä isommallekin ryhmälle robotin toimintoja, ja automaatioluokassa opiskelijat voivat suorittaa pienryhmäharjoittelua. Robotti on mahdollista viedä myös työsaleihin ja valjastaa erilaisiin tehtäviin, kuten kuvan 25 robotti, joka työskentelee konepalvelussa.



**Kuva 25.** Universal robotti konepalvelussa ([www.robotiq.com](http://www.robotiq.com))

Keskeisessä asemassa robotiikassa on turvallisuus. Perinteistä teollisuusrobottia käytettäessä ei opiskelijoita uskalla jättää lainkaan valvomatta. Universal-robotin turvallisuusasetuksia voidaan säätää kunkin erityistarpeen mukaan. Robotti voi toimia alennetussa tai normaalissa turvatoimintatilassa. Asetuksia voidaan vaihtaa ainoastaan salasanalla suojatulla alueella. Turvajärjestelmä valvoo useita eri turvatoimintoja, kuten esimerkiksi nopeutta ja voimaa sekä robotin liikemäärää ja tehoa. Erilaisista valvonnoista huolimatta robotin käytössä pitää noudattaa erityistä varovaisuutta.

Opetuksen ja markkinoinnin tavoitteiden saavuttamiseksi tulisi robotteja hankkia oppilaitokseen kaksi. UR3-malli soveltuu hyvin opetukseen, ja sitä on helppo siirrellä opetus-

tilojen välillä. Se soveltuu hyvin myös markkinointitoimintaan ja on helposti kuljetettavissa oppilaitoksen ulkopuolella järjestettäviin tilaisuuksiin. Sen kantokyky ja toimintasäde eivät puolestaan riitä esimerkiksi konepalveluun, vaan opetus ja harjoitukset tulee järjestää sen kiinnitysalustalle. UR5-mallin avulla pystytään harjoittelemaan myös konepalvelua. Sen ulottuma riittää palvelemaan oppilaitoksen työsalissa olevia työstökoneita. UR5-mallin avulla pystytään tekemään myös kaikki samat harjoitukset kuin pienemmällä UR3-robotilla. Yhden robotin käyttö opetuksessa aiheuttaisi työjärjestyksellisiä ongelmia oppilaitokselle, koska robotin käyttöä ja ohjelmointia tulee harjoitella pienryhmissä. Taulukossa 7 on ehdotus kouluun hankittavista laitteista sekä laitteiston kustannuslaskelmat. Ehdotus sisältää kaksi erikokoista robottia Afag-tarttujilla. Tarttujien sormet valmistetaan oppilaitoksessa. Molempien robottien alustaksi tulee liikuteltavat työpöydät alahyllyillä. Pöydät ovat korkeussuunnassa säädettävät, ja pöytälevyjen pintaalat ovat yhteensopivat robottien toimintasäteiden kanssa. Robottien ohjausyksiköt asennetaan pöytien alahyllyille.

| <b>LAITE</b>                                                                 | <b>TOIMITTAJA</b> | <b>KPL</b> | <b>HINTA<br/>(€) (alv<br/>0%)</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-----------------------------------|
| <b>Universal-robotti, malli UR3/CB3</b>                                      | Posicraft Oy      | 1          | 13 650                            |
| <b>Universal-robotti, malli UR5/CB3</b>                                      | Posicraft Oy      | 1          | 18 650                            |
| <b>Afag-tarttuja, malli EU-20/UR</b>                                         | Posicraft Oy      | 2          | 2500                              |
| <b>Työpöytä pyörillä ja alahyllyllä (1200×800),<br/>tuotenumero: 2740751</b> | Aj                | 1          | 565                               |
| <b>Työpöytä pyörillä ja alahyllyllä (1500×800),<br/>tuotenumero: 2740761</b> | Aj                | 1          | 622                               |
| <b>Laitteiston kokonaishinta</b>                                             |                   |            | <b>35 987</b>                     |

*Taulukko 7. Opetukseen hankittavien laitteiden kustannukset*

Robottia on mahdollista laajentaa myöhemmin taulukon 8 lisälaitteilla. Robotiq-tarttuja soveltuu mitoiltaan erilaisten kappaleiden käsittelyyn. Sen liikealue on 85 mm ja se soveltuu vaihtelevaan tuotantoon, mutta opetukseen tarttuja ei välttämättä tuo lisäarvoa. Robotiq-anturi on tarkoitettu tarkemman voiman, tarkemman käden opastuksen ja jatkuvan polun taltiointiin. Anturin hankkimista voidaan harkita, kun tulee tarvetta anturin tuomille ominaisuuksille. Robotin käsivarteen on mahdollista kiinnittää kamera. Tällä hetkellä Vamiassa tosin on sopiva laitteisto konenäön opiskeluun, joten hankinta ei ole perusteltu tällä hetkellä.

| LAITE                            | TOIMITTAJA   | HINTA (€) (ALV 0%) |
|----------------------------------|--------------|--------------------|
| Robotiq-tarttuja, malli 2F-85 UR | Posicraft Oy | 3 725              |
| Robotiq-anturi, malli FT-300/UR  | Posicraft Oy | 3 975              |
| Robotiq-plug+play/UR kamera      | Posicraft Oy | 4 600              |

*Taulukko 8. Robotti on laajennettavissa lisälaitteilla*

Kappaletavarateollisuudessa investointien kannattavuus on yleensä helposti laskettavissa. Kannattavuus voi tulla esimerkiksi työvoimakustannussäästöjen tai nopeutuneiden prosessien kautta. Oppilaitosympäristössä asia on toisin. Oppilaitosten suurimmat kuluerät ovat yleensä henkilöstökulut, tiloista aiheutuvat vuokrat ja materiaalikustannukset. Oppilaitoksen tulot ovat sidottuina opiskelijamääriin. Oppilaitoksen kannalta taloudellisinta olisi, jos opetusta annettaisiin täysille ryhmille. Tällä hetkellä kone- ja tuotantotekniikan opetusryhmät ovat vajaita ja osaston kulut ovat tuloja suuremmat. Robotti-investointia voisi perustella tulojen parantamisen kautta. Opintolinjan parantuvan kiinnostavuuden kautta opiskelijamäärät alkavat mahdollisesti nousta. Ammatillisen peruskoulutuksen tekniikan ja liikenteen alalla oppilaskohtainen yksikköhinta on 9 164,07 € (Opetushallitus 2016, s. 27). Tästä on laskettavissa, että neljän uuden opiskelijan saaminen kone- ja tuotantotekniikan opintoihin kuolettaa investoinnin vuodessa. Neljän uuden opiskelijan hankkiminen on hyvin mahdollista, kun opintojakson profiilia saadaan nostettua ja uusia elementtejä markkinointiin. Laitteisto hankitaan lukukaudella 2017/2018 Vamiassa käynnissä olevan oppimisympäristöhankkeen puitteissa. Robotiikan opetus aloitetaan viimeistään syksyllä 2018.

## 5.2 Opintojakson toteutus

Scrum-opetusmenetelmää kutsutaan Vamiassa moduuliopetukseksi. Moduuliopetus otetaan käyttöön syksyllä 2017. Siinä muodostetaan heterogeenisiä oppijatiimejä ja ideana on, että vastuu oppimisprosessin omistajuudesta siirtyy vähitellen ohjaajalta opiskelijalle. Tavoitteena moduuliopetuksessa on opiskeluaikojen lyhentyminen ja opintojen keskeyttämisen ehkäiseminen. Opiskeluajan lyhentymisen mahdollistaa menetelmän ansiosta parantunut opiskelijoiden motivaatio ja ryhmätyöskentelyn mukanaan tuomat hyödyt. Opiskelijoiden motivaatio paranee siten, että opiskelijat pääsevät vaikuttamaan entistä enemmän opintoihinsa. Opiskelijat ja opettajat yhdessä määrittävät opiskelijoiden oppimistavoitteet reunaehtoineen. Opiskelijoilla on sitten vapaus päättää omista oppimisprosesseista reunaehtoisten puitteissa. Reunaehtoina voivat olla esimerkiksi aika ja oppimisessa

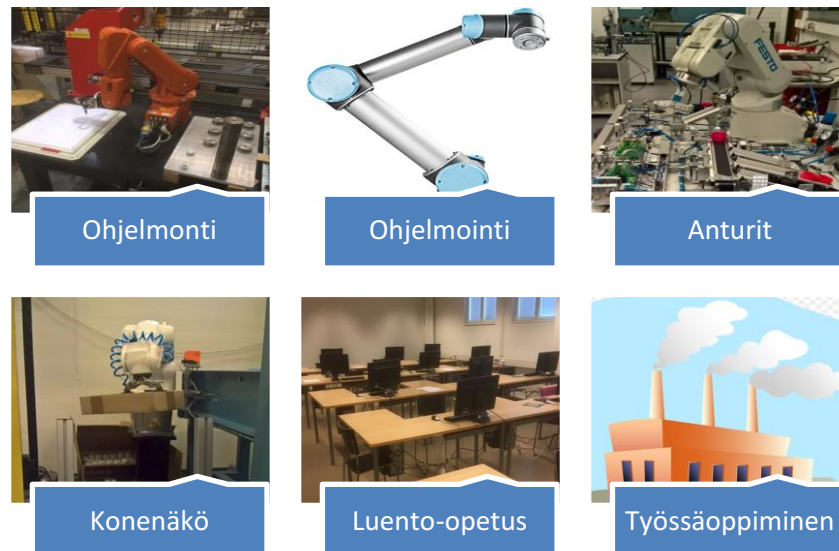
käytettävä välineistö. Opettajien ja opiskelijoiden roolit moduuliopetusmallissa ovat seuraavat:

- Opettajat
  - ohjaavat, opettavat ja arvioivat opiskelijoita oppimisessa.
  - laativat tiimeissä tehtäviä, joiden avulla opiskelija oppii.
  - määrittävät oppimistavoitteet, mitä tuotetaan ja miten toimitaan.
  - järjestävät päivän/jakson alussa suunnittelukokouksen, missä määritetään käytettävissä oleva aika, mitä arvioidaan ja milloin.
- Opiskelijat
  - tekevät ja etsivät omiin tavoitteisiinsa sopivia tehtäviä ja luovat omistajuutta tekemisiinsä.
  - rakentavat omia suunnitelmiaan.

Ennen moduulien suorittamisen aloittamista opettajatiimit määrittävät opetussuunnitelman osaamistavoitteet tehtäväpaketeiksi. Tehtäväpaketteja voi olla vaikeudeltaan eritasoisia. Erilaiset tehtäväpaketit muodostavat tehtävälistan. Opiskelijat suorittavat valitsemiaan tehtäväpaketteja oppijatiimeissä sovitun aikataulun puitteissa. Tehtävien suorittamisaikaa nimitetään sprintiksi, jonka kesto on tyypillisesti 1-2 viikkoa. Suoritetut sprintit muodostavat lopuksi opintokokonaisuuden, jonka arviointikriteerit perustuvat edelleen opetussuunnitelmassa määriteltyihin kriteereihin. Ohjaukseen sprinttien aikana vaikuttaa opiskelijan HOS. Jos opiskelijalla on erityistuen tarvetta, otetaan se huomioon hänen ohjauksessaan.

Tässä menetelmässä moduloidaan kaikki tarjottavat opintojaksot sopivan kokoisiksi osiksi. Opiskelijoilla on mahdollisuus valita opintojaksotarjottimelta omaan tutkintoon sopivia kokonaisuuksia. Opiskelijoilla on moduuliopetuksen ansiosta enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa omaan urapolkuunsa. Esimerkiksi robotiikasta kiinnostuneet voivat valita omaan tutkintoonsa robotiikan opiskelua. Nämä valinnat tehdään opintojen alussa, kun muodostetaan HOS, jota voidaan päivittää opintojen edetessä.

Moduuliopetuksessa muodostetaan eri sprinttien suorittamiseen soveliaita oppimisympäristöjä. Robotiikka voidaan jakaa Vamiassa kuuteen opetuspisteeseen (kuva 26). Käytännön harjoitteisiin soveltuvat opetuspisteet ovat kaikki sellaisia, joissa voi opiskella maksimissaan neljä opiskelijaa kerrallaan. Pieniin ryhmiin (oppijatiimeihin) jakautuminen mahdollistaa sen, että opetuspisteet eivät ruuhkaudu. Robotiikan opintojaksolla voi olla useampi opettaja, joista jokainen on oman osa-alueensa asiantuntija. Opetussisältöjen laajuus määritetään luvussa 4 esitettyjen tutkimustulosten mukaan. Tämän lisäksi opintojaksoon kuuluu opiskelijan itsenäistä opiskelua sekä teoriapainotteista opiskelua ja työssäoppimista.









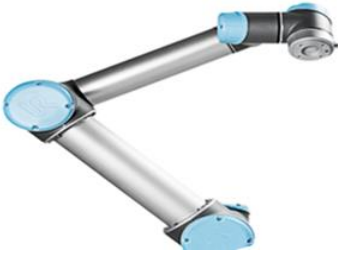
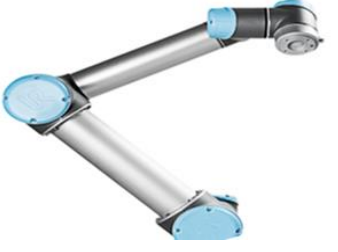


**Kuva 26.** Robotiikan opintojakson oppimisympäristöt



Robotiikan opintojakson laajuus on 15 osp, joka on tunneiksi muutettuna 225 tuntia. Tästä suoritetaan 2 osp työssäoppimisen yhteydessä, joka vastaa noin kahden viikon harjoittelua aidossa työympäristössä. Lähiopetuksen osuus opintojaksolla on 195 tuntia. 1 osp työssäoppimista vastaa normaalin työviikon oppimäärää, kulloisenkin työpaikan käytännön mukaisesti.

Tutkimuksen tulosten perusteella työelämä kokee tärkeimmiksi opetettaviksi aihealueiksi robottiturvallisuuden, robotin ohjelmoinnin opettamalla, pienten muutosten tekemisen robottiohjelmallaan, robotin vikatilojen poiston, ohjelman testaamisen käsiajolla, työkalupisteen opettamisen ja robottisolun yleisosaamisen. Opetussuunnitelmassa on myös muita ammattitaitovaatimuksia, jotka nekin ovat tärkeitä, mutta suurin painotus opetuksessa kohdistetaan tutkimuksessa selvitettyihin tärkeimpiin osaamisalueisiin. Taulukossa 9 määritetään eri osaamisalueille soveltuvat oppimisympäristöt, opetustapa ja aika-arvio. Opetusmateriaalin pääasiallinen jakaminen tapahtuu Moodlen ja OneDriven välityksellä. Suoritettavien tehtävien ohjeet laaditaan Office 365:n Sway-ohjelmalla ja jaetaan opiskelijoille QR-koodin välityksellä, jolloin ohjeet ovat luettavissa esimerkiksi älypuhelimella. Oppikirjana käytetään Suomen robotiikkayhdistyksen julkaisemaa Robotiikka-kirjaa. Vaikka kirja on julkaistu vuonna 1999, sen sisällöstä suurin osa on vielä ajantasaista. Opintojakson kirjan voi päivittää myöhemmin, jos markkinoille tulee suomenkielinen julkaisu.



| OPPIMISYMPÄRISTÖ                                                                    | AIHEALUE                                                                                                                                             | KESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Robottiikan perusteet ja käyttökohteet, robottien yleisimmät rakennetyypit, toimintaperiaatteet, erilaiset ohjelmointitavat ja robotin huolto</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (10 h)</li> <li>• Tutustuminen Vaasan AMK:n robotiikan oppimisympäristöön (4 h)</li> <li>• Opiskelijoiden itsenäinen opiskelu (Robotiikka s. 12-28, tv) (2 h)</li> <li>• Yhteistyörobotiikka (erillinen materiaali) (4 h)</li> </ul> |
|   | <p>Apulaitteiden käyttökohteet (tarraimet, kiinnittimet)</p>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (4 h)</li> <li>• Itsenäinen opiskelu (Robotiikka s. 60-76, tv) (2 h)</li> </ul>                                                                                                                                                      |
|  | <p>Robottiin liitettävät tehonsyötöt (pneumatiikka, sähkö, tietoliikenne) ja roboteissa käytettävien antureiden toimintaperiaate</p>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (4 h)</li> <li>• Tutustuminen oppilaitoksen robottisolun tehonsyöttöihin (4 h)</li> </ul>                                                                                                                                            |
|  | <p>Robottiin liitettävät tehonsyötöt (pneumatiikka, sähkö, tietoliikenne) ja roboteissa käytettävien antureiden toimintaperiaate</p>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kappaletavarakäsittelyn demo (2 h)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |
|  | <p>Robottiturvallisuus</p>                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (8 h)</li> <li>• Itsenäinen opiskelu (Robotiikka 160-177, tv) (2 h)</li> </ul>                                                                                                                                                       |

|                                                                                     |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppilaitoksen robottisolun turvallisuuteen liittyvä harjoitustyö (8 h)</li> </ul>                                                                                                                             |
|    | Robottiturvallisuus                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yritysvierailut, tutustuminen yritysten robottisolujen turvaratkaisuihin (ABB, Wärtsilä, Mapromec) (12 h)</li> </ul>                                                                                          |
|    | Robotin ohjelmointi, liikuttelu käsiajolla, pisteiden syöttäminen, työkalupisteen opettaminen ja työkalukoordinaatiston määrittely | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (12 h)</li> <li>• Robotin toimintoihin tutustuminen opettajan johdolla (10 h)</li> <li>• Itsenäinen opiskelu (Robotiikka s. 78-90, tv) (5 h)</li> <li>• Pienryhmäharjoitukset (20 h)</li> </ul> |
|  | Robottiohjelman testaaminen käsiajolla, ohjelman kopiointi, ohjelman muokkaus, ohjelman lukeminen käsiohjaimelta                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robottiohjelmien testaaminen käsiajolla (3 h)</li> <li>• Muutosten tekeminen ohjelmaan (3 h)</li> </ul>                                                                                                       |
|  | Konenäön soveltamisen periaatteet tunnistamisessa, paikoittamisessa ja turvallisuudessa                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luento-opetus (8 h)</li> <li>• Itsenäinen opiskelu (2 h, tv)</li> <li>• Ohjattu PC-harjoitustyö, sekä itsenäinen harjoitus (Cognex Easy Builder) (20 h)</li> </ul>                                            |
|  | Konenäön soveltamisen periaatteet tunnistamisessa, paikoituksessa ja turvallisuudessa                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konenäködemo (2 h)</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                   |                                               |                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Robotin etäohjelmointi ja ohjelman simulointi | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ohjattu etäohjelmointiharjoitus ja valmiin ohjelman simulointi, sekä itsenäinen harjoitus (Robotstudio) (20 h)</li> </ul> |
|  | Robotin etäohjelmointi ja ohjelman simulointi | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ohjelman siirto robotin muistiin ja ohjelman ajo (4 h)</li> </ul>                                                         |

*Taulukko 9. Lähiopetuksen suunnitelma*

Työssäoppimisen yhteydessä opiskellaan taulukon 10 aihealueet. Työssäoppimisen kesto on noin 80 tuntia ja se sisältää kaikki taulukon 10 tehtävät. Osassa yrityksistä työssäoppimisen ohjaukseen ei ole säännöllistä resurssia, joten työssäoppimisesta pitää sopia opiskelijakohtaisesti.

| OPPIMISYMPÄRISTÖ                                                                                                                                                | AIHEALUE                                              | TEHTÄVÄ                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ABB Motors</li> <li>Wärtsilä</li> <li>Wel-Mach (hitsaus)</li> <li>Scansolo</li> <li>Mapromec</li> <li>Ricomix</li> </ul> | Robottisolun hallinta päivittäisessä käytössä         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aihoiden panostus, aihoiden purku</li> <li>Robottisolun päivittäinen käyttö työpaikkaohjaajan opastuksella</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ABB Motors</li> <li>Wärtsilä</li> <li>Wel-Mach (hitsaus)</li> <li>Scansolo</li> <li>Mapromec</li> <li>Ricomix</li> </ul> | Työturvallisuus robotin käyttöympäristössä            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Robottisolun turvaratkaisuihin tutustuminen</li> <li>Turvallinen työskentely robottisolussa</li> </ul>                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ABB Motors</li> <li>Wärtsilä</li> <li>Wel-Mach (hitsaus)</li> <li>Scansolo</li> </ul>                                    | Virheilmoitusten tulkinta ja tarvittavat toimenpiteet | <ul style="list-style-type: none"> <li>Osallistuminen robottisolun vika-</li> </ul>                                                                          |

|                                                                                               |  |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mapromec</b></li> <li>• <b>Ricomix</b></li> </ul> |  | tilojen selvittämiseen solun käyttäjän mukana |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|

**Taulukko 10.** Työssäoppimisjaksolla opiskeltavat aihe-alueet

Ammattiosaamisen näyttö on mahdollista suorittaa oppilaitoksessa tai kahdessa kyselyyn osallistuneessa yrityksessä. Yritykset ovat ABB ja Wel-Mach. Wel-Mach:n käytössä on hitsausrobotti, joka ei ole koko ajan tuotantokäytössä ja näytölle sopivia rakoja voisi olla löydettävissä. Sama tilanne on ABB:n maalausrobotisolussa ja toisessa asennusolussa. Varsinkin maalaussolusta löytyy näytölle sopivia ajankohtia. Tämä tosin edellyttää, että työssäoppimisjakso suoritetaan siinä yrityksessä, jossa näyttö tehdään. Tämä rajoittaa työpaikkanäytön tekemisen mahdollisuuden pienelle opiskelijamäärälle. Näytön voi myös jakaa oppilaitoksen ja työpaikan kesken. Taulukossa 11 on kuvattuna näytön toteutussuunnitelma. Näyttö on mahdollista tehdä sekä henkilökohtaisesti että tiimeissä.

| <b>OPPIMISYMPÄRISTÖ</b>                                                                                                                 | <b>AIHE</b>                                                                     | <b>TEHTÄVÄT</b>                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppilaitos</b></li> <li>• <b>ABB Motors</b></li> <li>• <b>Wel-Mach (hitsaus)</b></li> </ul> | Ohjelmointi käsiohjaimella tai ohjelmointi etäohjelmointina ja ohjelman testaus | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotin liikeratojen ja nopeuksien ohjelmointi</li> <li>• Tarvittavien koordinaattistojen asettaminen</li> <li>• Ohjelman testaus ja käyttöönotto</li> <li>• Oheislaitteiden hallinta</li> </ul> |

**Taulukko 11.** Ammattiosaamisen näytön voi tehdä työpaikalla tai oppilaitoksessa

Vamian moduulimallin mukaisesti robotiikan opintojakso on jaettavissa seuraaviin moduuleihin (Taulukko 12). Tarkemmat moduulien sisällöt on kuvattu taulukossa 7. Robotin ohjelmointimoduulin pienryhmäharjoitukset saattavat vaatia opettajalle erityisresursointia. Tähän tosin vaikuttaa opintojakson suosio, koska moduulimallin mukaan opiskelijat voivat vaikuttaa omiin opintopolkuihinsa. Ohjelmointimoduulin suositeltava opiskelijamäärä on 8 opiskelijaa. Opintojakson lähiopetustunneista on varattu aikaa myös oppilaitoksessa suoritettavan näytön tekemiseen. Tämä aika vaihtelee opiskelijamäärien mukaan. Työpaikalla suoritettava näyttö sisältyy työssäoppimisjaksolle varattuun aikaan.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LUENTOMODUULI (64 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>ROBOTIN OHJELMOINTIMODUULI (53 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotiikan perusteet ja käyttökohteet, robottien yleisimmät rakennetyypit, toimintaperiaatteet, erilaiset ohjelmointitavat ja robotin huolto</li> <li>• Apulaitteiden käyttökohteet (tarraimet, kiinnittimet)</li> <li>• Robottiin liitettävät tehonsyötöt (pneumatiikka, sähkö, tietoliikenne) ja roboteissa käytettävien antureiden toimintaperiaate</li> <li>• Robottiturvallisuus</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotin ohjelmointi, liikuttelu käsiäjolla, pisteiden syöttäminen, työkalupisteen opettaminen ja työkalukoordinaatiston määrittely</li> <li>• Robottiohjelman testaaminen käsiäjolla, ohjelman kopiointi, ohjelman muokkaus, ohjelman lukeminen käsiohjaimelta</li> </ul> |
| <b>KONENÄKÖMODUULI (32 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ETÄOHJELMOINTIMODUULI (24 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konenäön soveltamisen periaatteet tunnistamisessa, paikoittamisessa ja turvallisuudessa</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotin etäohjelmointi ja ohjelman simulointi</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>TYÖSSÄOPPIMISMODUULI (80 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>YRITYSVIERAILUMODUULI (12 h)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robottisolun hallinta päivittäisessä käytössä</li> <li>• Työturvallisuus robotin käyttöympäristössä</li> <li>• Virheilmoitusten tulkinta ja tarvittavat toimenpiteet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yritysvierailut, tutustuminen yritysten robottisolujen turvaratkaisuihin (ABB, Wärsilä, Mapromec)</li> </ul>                                                                                                                                                              |

**Taulukko 12.** Robotiikan opintojakso koostuu kuudesta moduulista

Moduulimallissa opiskelijoilla on mahdollisuus vaikuttaa opintojen etenemisen vauhtiin. Moduuleille varattu aika-arvio onkin tärkeä lähinnä resursoinnin kannalta. Opiskelijamäärät saattavat vaihdella opetuksen aikana, koska oppiminen ei välttämättä etene samaa tahtia kaikilla opiskelijoilla. Moduulimallin kitkattoman toimimisen varmistamiseksi vaatii opetus useamman ohjaajan. Nopeasti etenevillä opiskelijoilla tulee olla mahdollisuus siirtyä seuraavaan moduuliin heti, kun yhden saa valmiiksi. Vamian moduulimallissa on opettajatiimien vastuulla miettiä järkevät ohjausratkaisut, annettujen resurssien puitteissa.

Opintojakson arvosana muodostuu ammattiosaamisen näytön perusteella. Moduulien arviointi ei ole numeerinen. Moduulit suoritetaan tekemällä kaikki opettajan määräämät

tehtävät. Opettaja arvioi moduulien suoritusten perusteella, onko opiskelija valmis suorittamaan näytön.

### **5.2.1 Loppupäätelmät**

Moduuliopetuksen tavoitteena on opiskeluaikojen lyhentäminen ja keskeyttämisten ehkäiseminen. Siirtymällä opettajavetoisesta opetuksesta ohjaavampaan suuntaan saadaan opiskelijoiden oppimisprosessit tavoitteellisemmiksi ja opiskelijat tuntemaan sisäistä omistajuutta oppimisestaan. Vastuu omasta oppimisesta parantaa motivaatiota ja toimii oppimisen innoittajana. Moduuliopetus mahdollistaa erilaisten oppijoiden erityistarpeiden huomioonottamisen entistä paremmin. Erityistarpeet voidaan huomioida jakamalla tehtävät tiimin sisällä vaikeusasteen mukaan, ja opettaja ohjaa opiskelijoita erityistarpeet huomioiden. Yhteisöllinen oppiminen parantaa opiskelijoiden elinikäisen oppimisen taitoja, joita nykypäivän työelämässä selviytyminen vaatii.

Monipuolisten oppimisympäristöjen käyttö tukee opiskelijoiden yksilöllisiä tarpeita. Osalle opiskelijoista oppilaitosympäristö on mieluihin ja toisille sopii työssäoppimisympäristö paremmin. Vaikka opintojakso on jaettu selkeisiin moduuleihin, on edelleen mahdollista jakaa lähiopetuksen ja työssäoppimisen suhdetta opiskelijalle sopivaksi. Yksilöllisten opintopolkujen ja tarkoituksenmukaisen ohjauksen avulla varmistetaan kaikkien opiskelijoiden mahdollisuudet selviytyä opinnoistaan. Selviytymistä tukee oppilaitoksen opiskelijahuoltoverkosto.

On opettajatiimien vastuulla suunnitella moduulit mielekkäiksi. Tähän on panostettava, koska opintojaksolla tulisi kaikille opiskelijoille löytyä mielekäästä, mutta samalla riittävän haastavaa tekemistä. Monen opettajan ohjauksessa oppijat saavat monta erilaista näkökulmaa opiskeltavasta asiasta, ja opettajilla on mahdollisuus oppia toisiltaan. Tiimiopettajuuden onnistuminen vaatii koululta tiimityöskentelyyn nojaavaa työtettä.

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Robottien käyttö on lisääntynyt viime vuosina Vaasan alueen yrityksissä. Robotteja käytetään konepalvelussa, kokoonpanossa ja hitsauksessa. Alueen isoissa yrityksissä on panostettu kokonaisuun soluratkaisuihin, joissa yhdistyvät konepalvelu, asennus, jäysteenpoisto ja mittaus. Isommissa yrityksissä on myös selkeä strategia robotiikan jatkuvaan lisäämiseen. Robottien käyttö hitsauksessa on Vaasan alueella harvinaista, vaikka hitsaukseen erikoistuneita yrityksiä on paljon. Suurimmassa osassa yrityksistä hitsaus suoritetaan ihmisen toimesta. Hitsattavia tuotteita valmistavat yritykset eivät kuitenkaan poissulje robotiikan käyttöönoton mahdollisuutta tulevaisuudessa, jos sarjakoot muuttuvat robotisoinnin kannalta sopiviksi.

Tulevaisuudessa yritykset tarvitsevat yhä enemmän robotiikkaosaajia. Tällä hetkellä monessa yrityksessä robotiikkaosaaminen on heikkoa: Pahimmillaan yrityksessä on ainoastaan yksi henkilö, joka osaa käyttää robottia, vaikka yrityksessä olisi useampikin robotisolu. Yrityksissä toivotaankin, että toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa aloitetaan robotiikkaopetus. Varsinkaan pienemmissä yrityksissä ei ole erikseen robotiikan kanssa työskenteleviä toimihenkilöitä, vaan robotisolun käyttäjien tulee itse kyetä huolehtimaan kaikista solun toiminnoista. Alueen isoissa yrityksissä robotiikkakoulutus ostetaan uusiin robotisoluihin solun toimittajilta, mutta oppilaitoksessa annettavan robotiikan opetuksen nähdään tukevan kokonaisuutta.

Oppilaitoksen yksi tehtävä on varmistaa työvoiman saatavuus lähialueen yrityksille. Tätä tarkoitusta palvelee parhaiten mahdollisimman työelämälähtöinen opetus. Robotiikan opintojakson sisältöjen painotukset määräytyvät työpaikoilla suoritetun kyselyn perusteella. Kysely on suoritettu puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Kysely suoritettiin kymmenessä yrityksessä, joissa robotteja on käytössä. Kyselyyn osallistui myös yrityksiä, joissa robotteja ei käytetä. Näissä yrityksissä selvitettiin lähinnä sitä, miksei robotteja ole käytössä. Kyselyn perusteella erottuivat selvästi ne osaamisalueet, joita yritykset toivovat oppilaitoksessa opetettavan. Osaamisalueet ovat robotiturvallisuus, robotin ohjelmointi opettamalla, robotiohjelman pienten muutosten tekeminen, robotin mahdollisten vikatilojen poisto, ohjelman testaaminen käsiajolla, työkalupisteen opettaminen ja robotisolun yleisosaaminen. Yritykset joissa robotteja ei käytetä, kokevat, etteivät nykyisten tuotteiden valmistusprosessit ole järkevästi robotisoitavissa tai että sarjakoot ovat liian pieniä.

Osa ammatillisista toisen asteen opinnoista suoritetaan työssäoppimalla. Kyselyssä selvitettiin työpaikkojen valmiudet osallistua robotiikan opetukseen, ja mitä osaamisalueita työssäoppimisen yhteydessä voi opiskella. Työssäoppimisen yhteydessä on mahdollista opiskella robotin hallintaa päivittäisessä käytössä, työturvallisuutta robotin käyttöympäristössä ja virheilmoitusten tulkintaa sekä niiden edellyttämiä toimenpiteitä. Työpaikat

kuitenkin edellyttävät, että harjoitteluun saapuvien opiskelijoiden tulee olla aidosti motivoituneita robotiikan opiskelusta. Opiskelu tapahtuu solun käyttäjän johdolla ja tehtävät voivat vaihdella solun tilanteen mukaan. Erillisresursointia yrityksillä ei opetustyöhön ole ja osalla työpaikoista ei ole valmiuksia ottaa työssäoppijoita lainkaan. Työssäoppimisjaksoista tuleekin sopia aina tapauskohtaisesti. Opintojaksoon kuuluvan ammattiosaamisen näytön voi suorittaa kahdessa yrityksessä. Työssäoppiminen antaa työnantajille oivan mahdollisuuden tutustua tulevaisuuden työntekijöihin etukäteen ja opiskelijoille mahdollisuuden näyttää kykynsä työelämässä. Monissa tapauksissa työssäoppimisjaksot johtavat kesätyöpaikan saamiseen ja myöhempään työllistymiseen. Työssäoppimisessa olisikin tärkeää, että yritykset kokisivat siitä olevan heille hyötyä, ei rasitetta.

Robotiikkaa opetetaan Suomessa monessa oppilaitoksessa. Opetus tapahtuu oppilaitoksen tiloissa tai oppilaitoksen ulkopuolelle rakennetussa oppimisympäristössä. Yhteisenä tekijänä näille ratkaisuille on, että oppimisympäristöt on rakennettu liian monipuolisiksi. Nuorilla toisen asteen opiskelijoilla on suuria vaikeuksia omaksua näitä tekniikoita. Opetettavissa luokissa on mahdollisesti erityisoppilaita, joilla on oppimisen vaikeuksia. Osa opiskelijoista vaivaa myös motivaation puute. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa robotiikkaa opetetaan vain motivoituneimmille opiskelijoille. Niinpä robottisoluja käytetään oppilaitoksissa vain vähän, jolloin myös henkilökunnan taitotaso heikkenee.

Vamian robotiikan opetukseen esitetään hankittavaksi sellainen laitteisto, jolla pystytään opettamaan työelämän vaatimusten mukaiset tietotaidot. Laitteiston määrittämisessä otetaan huomioon myös oppilaitosselvityksistä saatu tieto. Osaan oppilaitoksista on hankittu opetukseen helppokäyttöisiä ja ihmiselle turvallisia robotteja. Turvallisilla roboteilla pystytään opettamaan kaikki samat asiat kuin perinteisillä teollisuusroboteilla. Robottien helppokäyttöisyyden ansiosta on mahdollista saada suurempi opiskelijajoukko robotiikan opetuksen piiriin ja motivoitumaan aiheesta enemmänkin. Laitehankintojen avulla on mahdollista kohottaa myös kone- ja tuotantotekniikka -opintolinjan profiilia. Profiilin kohottaminen tapahtuu markkinoimalla opintolinjaa robotiikan avuin.

Robotiikan opintojakso suunniteltiin Vamiassa syksyllä 2017 käyttöön otettavan moduulimallin mukaisesti. Opintojakso on jaettu kuuteen moduuliin, joiden sisältöjen perusteella oppimistehtävät muodostuvat. Moduulimallissa opiskelijat voivat vaikuttaa omaan urapolkuunsa valitsemalla itselle mieluisia opintojaksoja. Oppimisympäristöinä ovat oppilaitos ja työpaikat. Oppimisessa käytetään yhteisöllisen oppimisen menetelmiä ja hyödynnetään tieto- ja viestintätekniikan tarjoamia mahdollisuuksia.

Monipuoliset oppimisympäristöt mahdollistavat sen, että kaikille opiskelijoille löytyy mielekästä tekemistä. Laadittujen oppimistehtävien tulee olla eri tasoille soveltuvia. Osa opiskelijoista pystyy hahmottamaan suurempia kokonaisuuksia, kun taas osalle opiskelijoista on syytä jakaa tehtävät pienempiin osiin. Oppituntien rytmittäminen sopivan mittaisiksi kokonaisuuksiksi tukee oppimista varsinkin erityistuen tarpeessa olevien opiskelijoiden kohdalla. Opiskelijoita ei saada motivoitumaan robotiikan opetuksesta pelkästään



uusien laitteiden avulla, vaan tarvitaan aitoja onnistumisen kokemuksia. Onnistumisten avulla on mahdollista parantaa opiskelijoiden motivaatiota. Tällöin ulkoisesti motivoituneiden opiskelijoiden motivaatio voi muuttua sisäiseksi motivaatioksi. Yhteisöllinen oppiminen, jossa ymmärrystä syvennetään ryhmän kesken, mahdollistaa kaikkien osallisuuden oppimisprosessissa. Omistajuuden tunne omaan oppimiseen parantaa motivaatiota ja pienentää opintojen keskeyttämisen mahdollisuutta.

Erilaiset oppijat tarvitsevat tarkoituksenmukaista ohjausta. Tiimiopettajuus, jossa opintojaksolla käytetään useaa opettajaa, mahdollistaa opetuksen eriyttämisen paremmin. Tiimien jäseninä voi olla myös erityisopettajia. Opettajiimien välinen kommunikaatio ja tehtävien jako ovat avainasemassa opiskelijoiden yksilöllisten tarpeiden huomioonottamisessa. Opettajiimien välisessä vuorovaikutuksessa on mahdollista parantaa myös opettajien ammatillista osaamista, joka luo joustavuutta oppilaitoksen lukukausisuunnitelmiin.

Opinnäytetyötä on arvioitu SWOT-analyysin avulla. Taulukkoon 13 on kerätty seikkoja, jotka ovat työn kannalta vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Vahvuudeksi voi laskea kokemuksen opetustyöstä. Lisäksi oppilasaineksen tuntemus auttaa opetuksen suunnittelussa. Toisaalta opetuskokemus voi kangistaa vanhoihin kaavoihin, jolloin opetus ei saavuta kaikkia tavoitteita. Rajalliset resurssit vaativat perustelevaan oppilaitokseen tehtävät hankinnat hyvin. Jos hankintoja ei tehdä, vaatii opintojakson toteutus uudelleensuunnittelua. Tutkimuksen luotettavuuteen saattaa vaikuttaa, että haastatellut olivat varsin heterogeeninen ryhmä. Osa haastatelluista oli yrittäjiä, ja osa oli palkattuja työntekijöitä ja toimihenkilöitä. Osa oli esimiehiä ja osa robotin käyttäjiä. Näkökannat saattavat vaihdella aseman mukaisesti. Opintojakson toteutuessa on mahdollista parantaa työelämäyhteistyötä. Kaikki tutkimukseen osallistuneet pitivät robotiikan opetuksen aloittamista tärkeänä, jolloin mahdollisuudet yhteistyön syventämiseen ovat olemassa. Tilanne on sama toisten oppilaitosten kanssa. Kaikki tunnistavat aiheen tärkeyden. Jatkossa onkin mahdollista toteuttaa aiheeseen liittyviä hankkeita yhteistyössä. Yhteisöllisten oppimismenetelmien ja mielenkiintoisen aiheen avulla voidaan parantaa opiskelijoiden motivaatiota, vahvistaa opintolinjan vetovoimaa ja vähentää keskeyttämisiä. Robotiikan opetusta ei Vamiassa tällä hetkellä täysimääräisesti järjestetä. Tämän vuoksi opetushenkilöstön osaaminen on arvoitus. Moduulimallin opetus edellyttää, että opetusta kyetään antamaan laajalla rintamalla ja opettajien tulee olla sitoutuneita opetusmenetelmään. Opintojakson onnistumisen varmistaa oikea resursointi ja ehdotettujen opetusvälineiden hankinta.

| <b>VAHVUUDET</b>                                                                                                                                                                      | <b>HEIKOUDET</b>                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kokemusta opetustyöstä</li> <li>• Opetettavan aineksen tuntemus</li> <li>• Ajankohtainen aihe helpotti haastatteluihin pyytämistä</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahdollista kaavoihin kangistumista opetuksen suunnittelussa (leipiintymistä)</li> <li>• Hankinnat vaativat rahallista panostusta</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lähialueen yritykset entuudestaan tuttuja</li> </ul>                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haastateltu ryhmä heterogeeninen</li> </ul>                                                                                                                                                                  |
| <b>MAHDOLLISUUDET</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>UHKAT</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Työelämäyhteistyön syventäminen</li> <li>• Oppilaitosten välisen verkostoitumisen edistäminen</li> <li>• Opiskelun motivaation kohottaminen</li> <li>• Opintolinjan vetovoiman parantaminen</li> <li>• Keskeyttämisen ehkäiseminen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei riittävää osaamista opiskelijoiden ohjaamiseen</li> <li>• Toiset opettajat eivät innostu hankkeesta</li> <li>• Riittämättömät resurssit opetukseen</li> <li>• Ehdotettuja laitteita ei hankita</li> </ul> |

*Taulukko 13. Työn arviointia SWOT-analyysin avulla*

Työn tavoitteet saavutettiin, ja jatkosuunnitelmana on toteuttaa opintojakso käytännössä, syventää työelämäyhteistyötä ja jatkaa oppilaitosten välistä verkostoitumista.

## LÄHTEET

Aaltola, J., Valli, R., (2007), Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle, Juva: ISBN 978-952-451-164-3

Aaltola, M., Vanhanen, R., (2016), Ehdotus koulutussopimuksen käyttöönotosta ammatillisessa koulutuksessa, Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja: ISBN 978-952-263-393-4 (pdf)

Allan, B., (2007), Blended Learning. Tools for Teaching and Training, Lontoo: ISBN 978-1-85604-614-5

Andersson, C., Kaivo-Oja, J., (2012), Business, Ihmiskunnan voitto koneesta, Liettua: ISBN 978-952-14-1891-4

Borgatto, A., Savi, R., Gresse von Wangenheim, C., (2013), SCRUMIA-An educational game for teaching SCRUM in computing courses, Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2013.05.030>

Cantell, H., (2015), Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia, Juva: ISBN 978-952-451-637-2

Eerola, T., Majuri, M., (2006), Työelämäyhteistyön haasteet ja mahdollisuudet – selvitys ammatillisen peruskoulutuksen työelämäyhteistyön muodoista ja niiden toimivuudesta, Vantaa: ISBN 952-13-2704-9

Gadamer, H.G., (2004), Hermeneutiikka. Ymmärtäminen tieteissä ja filosofiassa. Suomentanut Ismo Nikander, Tampere: ISBN 951-768-132-1

Graham, Charles R., Bonk, Curtis J., (2012), The Handbook of Blended Learning, Global Perspectives, Local Designs, San Francisco: ISBN 9781118429570

Grönfors, T., (2010), Työssäoppiminen – avain tuottavuuteen, Vantaa: ISBN 978-952-246-050-9

Haapakorpi, A., (2008), Näytöt oppimisen ohjaajana ja ammatillisen kasvun edistäjänä, Opetushallitus: ISBN 978-952-13-3446-7

Haapala, L., (2016), Joustava työ, epävarma elämä, Keuruu: ISBN 978-952-01-1364-3

Haapaniemi, R., Raina, L., (2014), Rakenna oppiva ryhmä. Pedagogisen viihtymisen käsikirja, Juva: ISBN 978-952-451-624-2

Hakala, R., (2007), Ammattiosaamisen näyttöjen vaikutus opettajan ja työpaikkaohjaajan työnkuvaan, Helsinki: ISBN 978-952-13-3448-1

Heikkilä, T., (2008), Tilastollinen tutkimus, Helsinki: ISBN 978-951-37-4812-8

Helakorpi, S., (2008), Postmoderni ammattikasvatus – haasteena ubiikkiyhteiskunta. HAMK Ammatillisen opettajakorkeakoulun julkaisuja 1/2008, Hämeenlinna: ISBN 978-951-784-466-6

Helakorpi, S., Aarnio, H., Majuri, M., (2010), Ammattipedagogiikkaa uuteen oppimiskulttuuriin. HAMK Ammatillisen opettajakorkeakoulun julkaisuja 1/2010, Hämeenlinna: ISBN 978-951-784-506-9

Helander, J., (2009), Ammatillisen opettajan käsikirja. HAMK Ammatillisen opettajakorkeakoulun julkaisuja 1/2009, Hämeenlinna: ISBN 978-951-784-491-8

Hellström, M., (2008), Sata sanaa opetuksesta. Keskeisten käsitteiden käsikirja, Juva: ISBN 978-952-451-194-0

Hirsjärvi, S., Hurme, H., (2000), Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Helsinki: ISBN 951-570-458-8

Hämäläinen, R., Cincinnato, s., Malin, A., De Wever, B., (2014), VET workers' problem-solving skills in technology-rich environments: European approach, DOI: 10.13152/IJR-VET.1.1.4

Jantunen, T., Haapaniemi, R., (2013), Iloa kouluun. Avaimia kouluviihtyvyyteen, Juva: ISBN 978-952-451-601-3

Jokinen, J., Lähteenmäki, L., Nokelainen, P., (2009), Työssäoppimisen lumo, Tiivistelmä toisen asteen ammatillisen sekä ammatillisen korkea-asteen koulutuksen ja työelämän yhteistyön metatutkimuksesta, Opetusministeriön julkaisuja 2009:10, ISBN 978-952-485-685-0 (pdf)

Jyrhämä, R., Hellström, M., Uusikylä, K., Kansanen, P., (2016), Opettajan didaktiikka, Jyväskylä: ISBN 978-952-451-697-6

Järvelä, S., Häkkinen, P., Lehtinen, E., (toim), (2006), Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö, WSOY: ISBN 951-0-32353-5

Kokkinen, A., Rantanen-Väntsi, L., Tuomola, A., Breitenstein, J., (2008), Aikuisen oppijan kirja, Helsinki: ISBN 978-951-607-601-3

Kokotsaki, D., Menzies, V., Wiggins, A., (2016), Project-based learning: A review of the literature, *Improving Schools* 2016. vol. 19(3), 267-277, DOI: 10.1177/1365480216659733

Koli, H., (2008), Verkko-ohjauksen käsikirja, Helsinki: Oy Finn Lectura Ab

Koli, H., Silander, P., (2002), *Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus*, Hämeenlinna: ISBN 978-951-784-093-4

Kuronen, I., (2011), *Mun kompassin neula vaan pyörii. Keskeyttämiskokemuksia ammatillisesta koulutuksesta*, Jyväskylä: ISBN 978-951-39-4226-7

Lam, S-f., Wing-yi Cheng; R., Choy, H., (2009), *School support and teachers motivation to implement project-based learning*, Elsevier, DOI: 101016/j. learninstruc.2009.07.003

Lehtinen, E., Kinnunen, R., Vauras, M., Salonen, P., Olkinuora, E., Poskiparta, E., (1989), *Oppimiskäsitys, Oppimiskäsitys koulun kehittämisessä*, Helsinki: ISBN 951-861-590-X

Lehtinen, E., Vauras, M., Lerkkanen, M-K., (2016), *Kasvatuspsykologia*, Juva: ISBN-978-952-451-663-1

Lonka, K., (2014), *Oivaltava oppiminen*, Keuruu: ISBN 978-951-1-28993-7

Mathies, C., Kowark, T., Richly, K., Uflacker, M., Plattner, H., (2016), *How surveys, tutors and software help to assess Scrum adoption in a classroom software engineering project*, DOI: <http://dx.doi.org/101145/2889160.2889182>

Metsämuuronen, J., (2006), *Laadullisen tutkimuksen käsikirja*, Jyväskylä: ISBN-10: 952-5372-19-7

Miettinen, K., (2015), *Erytisopetuksen käsikirja. Ammatillinen peruskoulutus ja aikuis-koulutus*, Opetushallitus: ISBN 978-952-13-6181-4 (pdf)

Nemeth, G., Proksa, M., (2015), *Q-methodology study of students behaviour during project-based learning*, DOI: 10.1515/cdem-2015-0004

OAJ, (2015), *Askelmerkit digiloikkaan*, OAJ:n julkaisusarja 3:2016, [Viitattu 21.5.2016], Saatavissa: <https://www.oaj.fi/cs/oaj/OAJn%20askelmerkit%20digiloikkaan>

Opetushallitus. *Ammatillinen koulutus*, [Viitattu 1.12.2016], Saatavissa: [http://www.oph.fi/download/179448\\_Lp\\_26\\_421\\_2016\\_kone\\_ja\\_tuotantotekniikan\\_perustutkinnon\\_perusteet\\_luonnos.pdf](http://www.oph.fi/download/179448_Lp_26_421_2016_kone_ja_tuotantotekniikan_perustutkinnon_perusteet_luonnos.pdf)

Opetushallitus, (2011), *Tieto- ja viestintäteknikka opetuskäytössä, Välineet, vaikuttavuus ja hyödyt*, ISBN 978-952-13-4742-9 (pdf)

Opetushallitus, (2016), *Opetus- ja kulttuuritoimen rahoitusyksikköhintojen ja rahoituksen määräytyminen vuonna 2016*, Joensuu: ISBN 978-952-13-6269-9 (pdf)

Opetushallitus, (2016), SWOT-analyysi, [Viitattu 31.5.2017], Saatavissa: [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_ty\\_ovalineita/swot-analyysi?read=0&l=fi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_ty_ovalineita/swot-analyysi?read=0&l=fi)

Opetushallitus, (2016), Työssäoppiminen, [Viitattu 28.5.2017], Saatavissa: [http://www.oph.fi/koulutus\\_ja\\_tutkinnot/ammattikoulutus/ammattilliset\\_perustutkinnot/tyossaoppiminen](http://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot/ammattikoulutus/ammattilliset_perustutkinnot/tyossaoppiminen)

Opetushallitus ja tekijät, (2015), Arvioinnin opas 2015. Ammatillinen peruskoulutus. Näyttötutkinnot, Oppaat ja käsikirjat 2015:11, ISBN 978-952-13-6166-1 (pdf)

Opetus- ja kulttuuriministeriö, (2017), Ammatillisen koulutuksen tutkinnot uudistuvat – ”tulevaisuuden työelämä vaatii laaja-alaisempaa osaamista” [Viitattu 4.6.2017], Saatavissa: [http://minedu.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/ammattillisen-koulutuksen-tutkinnot-uudistuvat-tulevaisuuden-tyoelama-vaatii-laaja-alaisempaa-osaamista](http://minedu.fi/artikkeli/-/asset_publisher/ammattillisen-koulutuksen-tutkinnot-uudistuvat-tulevaisuuden-tyoelama-vaatii-laaja-alaisempaa-osaamista)

Opintopolku, (2017), Harkintaan perustuva valinta, [Viitattu 4.6.2017], Saatavissa: <https://opintopolku.fi/wp/ammattillinen-koulutus/ammattillisen-koulutuksen-valintaperusteet-kayttoon/harkintaan-perustuva-valinta/>

Osaaminen ja koulutus, (2016), Ammatillisen koulutuksen reformi, [Viitattu 1.6.2017], Saatavissa: <http://www.minedu.fi/osaaminenjakoulutus/ammattikoulutusreformi/?lang=fi>

Paalasmaa, J., (2014), Aktivoi oppilaasi, Juva: ISBN 978-952-451-609-9

Paaso, A., Korento, K., (2010), Osaava opettaja 2010-2020. Toisen asteen ammatillisen koulutuksen opetushenkilöstön osaaminen, Tampere: ISBN 978-952-13-4269-1

Patrikainen, R., (1999), Opettajuuden laatu. Ihmiskäsitys, tiedonkäsitys ja oppimiskäsitys opettajan pedagogisessa ajattelussa ja toiminnassa, Jyväskylä: ISBN 952-451-004-9

Poikela, E., Nummenmaa, A.R., (2006), Understanding Problem-Based Learning, Tampere: ISBN 951-44-6829-5

Puolimatka, T., (2002), Opetuksen teoria. Konstruktivismista realismiin, Vammala: ISBN 951-26-4816-4

Rauste-von-Wright, M., von-Wright, j., Soini, T., (2003), Oppiminen ja koulutus, Juva: ISBN 951-0-25677-3

Ruusuvuori, J., Nikander, P., Hyvärinen, M., (2010), Haastattelun analyysi, Tallinna: ISBN 978-951-768-309-8

- Salminen, L., Suhonen, R., (2008), *Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena – raportti täydennyskoulutuksesta ja sen mahdollisuuksista*, Hämeenlinna: ISBN 978-951-784-469-7 (pdf)
- Silander, P., Koli, H., (2003), *Verkko-opetuksen työkalupakki*, Helsinki: ISBN 978-951-792-152-7
- Sitra, (2017), *Työn ja toimeentulon arvoitus*, [Viitattu, 1.6.2017], Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/trendi-tyon-ja-toimeentulon-arvoitus/>
- Stacey, E., Gerbic, P., (2007), *Teaching for blended learning – Research perspectives from on-campus and distance students*, Springer Science + business media: DOI 10.1007/s10639-007-9037-5
- Säljö, R., (2004), *Oppimiskäytännöt. Sosiokulttuurinen näkökulma*, Juva: ISBN 951-0-29880-8
- Tynjälä, P., (2002), *Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktiiivisen oppimiskäsityksen perusteita*, Tampere: ISBN 951-26-4419-3
- Työ- ja elinkeinoministeriö, (2015), *Nuorisotakuu-työryhmän loppuraportti ja suositukset jatkotoimiksi*, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja: ISBN 978-952-227-971-2 (pdf)
- Vaasan kaupunki. Vaasan kaupungin verkkosivut, [Viitattu 27.6.2017], Saatavissa: <https://www.vaasa.fi/yleistietoa-vaasasta>
- Valtioneuvosto, (2017), *Osaaminen ja koulutus. Kärkihanke 6: Nuorisotakuuta yhteisötakuun suuntaan*, [Viitattu, 4.6.2017], Saatavissa: <http://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/osaaminen/karkihanke6#toimenpide2>
- Vamia. Vamian verkkosivut, [Viitattu 27.6.2017], Saatavissa: <http://www.vamia.fi>
- Vamia Intranet, (2017), *Vamian tilastot. Opintonsa lopettaneet opiskelijat*. [Viitattu 27.6.2017], Saatavissa Vamian Intranetissa: <https://klik.vaasa.fi>
- Vanderjack, B., (2015), *The Agile Edge. Managing Projects Effectively using Agile Scrum*, New York: ISBN-13: 978-1-63157-187-9 (e-book)
- Vuorinen, T., (2013), *Strategiakirja. 20 työkalua*, Liettua: ISBN 978-952-14-2060-3
- Woollard, J., (2010), *Psychology for the Classroom: Behaviourism*, Oxon: ISBN 0-203-85142-0



## TUTKIMUS ROBOTIIKAN OPETUKSEN JÄRJESTÄMISESTÄ

Kyselyn tarkoituksena on kartoittaa robotiikan opetuksen tarvetta Vaasan alueella. Lukukaudella 2017/2018 aloitetaan Vamiassa robotiikan opintojakso. Uutta opintojaksoa suunniteltaessa tulisi tietää opetussuunnitelman ammattitaitovaatimusten lisäksi alueellinen osaamistarve, jotta opintojakso pystytään suunnittelemaan mahdollisimman työelämälähtöiseksi.

Opintojakson päättyessä ammattitaito osoitetaan näytöllä, joka järjestetään mahdollisimman aidossa työympäristössä työpaikalla tai oppilaitoksessa.

Kyselyn tarkoituksena on kartoittaa myös osaamisalueet, joita opiskelijat voivat oppia työssäoppimisen yhteydessä työpaikoilla ja onko työpaikoilla mahdollisuuksia järjestää ammattiosaamisen näyttöä.

Kysely on osa Tampereen teknillisen yliopiston tuotantotekniikan laitoksen diplomityötä.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yritys / toimiala:                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Henkilöstömäärä:                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Haastateltavan nimi ja tehtävä:                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Haastateltavan rooli robotikassa:                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Missä toiminnoissa robotiikkaa käytetään yrityksessä?</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konepalvelussa</li> <li>2. Kokoonpanossa</li> <li>3. Mittauksessa / tarkastuksessa</li> <li>4. Pakkauksessa</li> <li>5. Hitsauksessa</li> <li>6. Jäyteenpoistossa</li> <li>7. Maalauksessa</li> <li>8. Muu / mikä _____</li> <li>9. Ei käytetä lainkaan</li> </ol> |

Seuraavassa kysymyssarjassa kartoitetaan yrityksen kannalta tärkeitä osaamisalueita. Minkälaisia taitoja yritys toivoo työntekijöiltään nyt ja tulevaisuudessa.

Ympyröi jokaisen kysymyksen oikealta puolelta numero, joka vastaa parhaiten mielipidettäsi asian tärkeydestä. Käytä taulukon ylärivillä olevaa asteikkoa.

| Mitkä taidot yritys kokee tärkeiksi                                   | Tärkeys            |                 |              |        |                 |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------|--------|-----------------|
|                                                                       | Ei lainkaan tärkeä | Ei kovin tärkeä | Melko tärkeä | Tärkeä | Erittäin tärkeä |
| Robotin ohjelmointi opettamalla                                       | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Robotin etäohjelmointi                                                | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Robottiohjelmien pienten muutosten tekeminen                          | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Ohjelmien testaaminen käsiajolla                                      | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Robottiohjelman logiikan ohjelmointi (ohesilaitteiden signaalit yms.) | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Työkalupisteen opettaminen                                            | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Ulkoisen koordinaatiston opettaminen                                  | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Robotin mahdollisten vikatilojen poisto                               | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |
| Robotin kunnossapito ja huolto                                        | 0                  | 1               | 2            | 3      | 4               |



|                                                           |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Apulaitteiden vaihto (kääntäjät, tarraimet, kiinnittimet) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Apulaitteiden huolto (jäysteenpoistotyökalut, yms.)       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Robottisolun yleisosaaminen (anturit, mittalaitteet)      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Robottiturvallisuus                                       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Yhteistyörobotin käyttö (ihmiselle turvallinen robotti)   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Jokin muu taito, jota kyselylistalla ei mainita. Onko yrityksessä suunnitteilla uusi robottihankinta? Minkä tyyppinen robotti? Jotain muuta?

Toisen asteen ammatillisesta koulutuksesta osa suoritetaan työssäoppimalla. Seuraavassa on robotin käyttö opintojakson osaamisalueita ja tarkoituksena on selvittää, onko yrityksellä mahdollisuuksia opettaa seuraavia asioita työssäoppimisjakson aikana.

| Mitä seuraavista osa-alueista yrityksessä on mahdollista opiskella työssäoppimisjaksoilla         | Mahdollisuus opiskella |       |          |       |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|----------|-------|----------------|
|                                                                                                   | Ei lainkaan            | Vähän | Osittain | Hyvät | Erittäin hyvät |
| Apulaitteiden vaihto (kääntäjät, tarraimet, työkalut)                                             | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Työturvallisuus robotin käyttöympäristössä                                                        | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Yksinkertaisten robottiohjelmien ohjelmointi                                                      | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Robottisolun hallinta päivittäisessä käytössä                                                     | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Robottiohjelman testaus käsijolla                                                                 | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Robotin valmistelu käyttökuntoon (uuden ohjelman lataus, vanhan ohjelman editointi ja lataaminen) | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Virheilmoitusten tulkinta ja tarvittavat toimenpiteet                                             | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Laitteiston käyttöhuoltoon kuuluvat tehtävät                                                      | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Onko yrityksessä tarvittavia resursseja opetukseen                                                | 0                      | 1     | 2        | 3     | 4              |

Onko jotain muuta, mitä työssäoppimisen yhteydessä voidaan opettaa? / Vapaa kommentti

|  |
|--|
|  |
|--|

Tutkinnon suorittaja osoittaa osaamisensa käyttämällä ja ohjelmoimalla teollisuusrobottia. Tutkinnon suorittaja osoittaa osaamisensa robotin ohjelmoinnissa käsiohjaimella tai etäohjelmointina työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Ohjelmoinnin tulee sisältää tarvittavien koordinaattisten asettamisen ja robotin liikeratojen ja nopeuksien ohjelmoinnin. Ammattiosaamisen näyttö voidaan suorittaa työpaikalla kokonaan tai osittain.

| Mitä seuraavista osaamisista opiskelijalla on mahdollista osoittaa työpaikalla | Osaamisen osoittamisen mahdollisuus |       |          |       |                |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|----------|-------|----------------|
|                                                                                | Ei lainkaan                         | Vähän | Osittain | Hyvät | Erittäin hyvät |
| Robotin liikeratojen ohjelmointi käsiohjaimella                                | 0                                   | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Robotin etäohjelmointi                                                         | 0                                   | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Ohjelman testaus ja käyttöönotto                                               | 0                                   | 1     | 2        | 3     | 4              |
| Robotin ohjelmointien hallinta                                                 | 0                                   | 1     | 2        | 3     | 4              |

Vapaat kommentit / kehitysehdotukset:

|  |
|--|
|  |
|--|

Kiitos vastauksistasi!