

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

NTUTAS14

2018

Tuomo Oravasaari

ROBOTTIKÄYTTÄJIEN KOULUTTAMINEN KONEPALVELUUN

– Koulutuspalvelun kehittäminen Yaskawa Finland
Oy:ssä

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalouden koulutusohjelma

2018 | Sivumäärä 48

Ohjaaja: Sakari Koivunen

Tuomo Oravasaari

ROBOTTIKÄYTTÄJIEN KOULUTTAMINEN KONEPALVELUUN

- Koulutuspalvelun kehittäminen Yaskawa Finland Oy:ssä

Opinnäytetyössä tutkittiin robottikäyttäjien koulutuksen nykytilannetta Suomessa, sekä kehitettiin ratkaisuja Yaskawa Finland Oy:n koulutuspalvelun kehittämiseksi. Työssä keskityttiin yrityksen koulutuspalvelun konepaja-asiakkaiden asiakaskokemuksen parantamiseen, sillä ne ovat yrityksen suurin asiakasryhmä. Työn pohjalta nostettiin esille kehitysehdotuksia koskien koulutuspalvelun koulutustarjontaa, liiketoimintamallia, koulutustiloja, sekä opetustapoja.

ASIASANAT:

Robotit, teollisuusautomaatio, konetekniikka, koulutuspalvelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Engineering

2018 | Total number of pages 48

Instructor: Sakari Koivunen

Tuomo Oravasaari

IMPROVING THE ROBOT OPERATOR AND PROGRAMMER TRAINING FOR WORKSHOP CLIENTS

- Training service improvement at Yaskawa Finland Oy

This thesis examines the current state of the robot operator training in Finland and solutions to improve the training service at Yaskawa Finland Oy. The target customers were the workshop clients, who make the largest client group at the company. In Finland it is possible to study robotics in every higher education facility offering courses in machine engineering. Improvement possibilities and new ideas were raised considering Yaskawa Finland's training program, business model, teaching environment and teaching methods.

KEYWORDS:

Robots, industrial automation, mechanical engineering, training service

SISÄLLYSLUETTELO

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 TEOLLISUUSROBOTIIKKA	10
2.1 Robottiikan historia	10
2.2 Robottien tämän hetkinen käyttö	11
2.3 Muutokset robotiikan arvoketjussa	13
3 KONEPALVELU	15
3.1 Konepalvelun automatisointi	15
3.1.1 Konepalvelu NC- ja CNC-koneille	16
3.1.2 Särmäyspalvelu	17
3.2 Miten, ja miksi konepalvelu kannattaa automatisoida	18
3.3 Automatisoinnin haasteet	19
3.3.1 Miten haasteisiin on reagoitu	19
3.4 Yhteistyörobotiikka konepalvelussa	20
3.5 Konepalvelun automatisoinnin trendit	21
3.5.1 Ennusteet	22
4 ROBOTTIKOULUTUS SUOMESSA	23
4.1 Robottitoimittajien koulutukset	23
4.1.1 Operaattorikoulutus	23
4.1.2 Ohjelmointikoulutus	25
4.2 Robotiikan opetus korkeakouluissa	25
4.3 Robotiikan opiskelu aikuiskoulutuksessa ja ammattiopistoissa	26
5 ROBOTIIKAN OPETUSYMPÄRISTÖ	27
5.1 Simuloidut ympäristöt	27
5.2 Mobiililaitteet	29
5.3 Sähköiset materiaalit	30
6 YASKAWA FINLAND OY	31
6.1 Yaskawa Electric Corporation	31
6.2 Yaskawa Academy	31

6.3 Suomen Yaskawa Academy	32
6.4 Total Customer Support	33
7 KOULUTUSPALVELUN KEHITTÄMINEN	35
7.1 Kehityskohteiden selvittäminen	35
7.1.1 Aikaisemmat selvitykset	35
7.2 Työssä tehty selvitys	37
7.2.1 Käytetyt tutkimusmenetelmät	37
7.2.2 Puhelinhaastattelut	38
7.2.3 Konepajavierailu, Kaukora Oy	39
7.2.4 Sähköinen kyselytutkimus	39
7.2.5 Haastatteluiden tulokset	40
7.3 Aikaisemmat koulutuksen kehittämistoimet	41
7.4 Kehitysehdotukset	42
7.4.1 Koulutustarjonta	42
7.4.2 Liiketoimintamallin tarkastelu	44
7.4.3 Opetusympäristön-, ja tapojen kehittäminen	44
8 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	47

LIITTEET

- Liite 1. Asiakaskysely robotin käyttäjäkoulutuksesta
Liite 2. Puhelinhaastattelun kysymykset

KUVAT

Kuva 1. Toyota Tahara 1981 (Toyota 2012)	11
Kuva 2. CNC-sorvin konepalvelu (Wihuri 2018)	17
Kuva 3. Särmäyspuristin kahdella robotilla (Chicago automation 2018)	18
Kuva 4. HMI-Käyttöliittymä (Indusoft 2018)	20
Kuva 5. Operointiharjoittelua Fanuc-robotilla (Kuva on tekijän oma)	24
Kuva 6. Motosim-ohjelmisto (Kuva on tekijän oma)	28
Kuva 7. Harjoittelua virtuaaliodellisuudessa (Kuva on tekijän oma)	29
Kuva 8. Pelitilanne, Industrial Robotics 3D (Kuva on tekijän oma)	30

Kuva 9. Yaskawa Academy, Suomi (Karvonen 2018)

33

KUVIOT

Kuvio 1. Arvioidut robottitoimitukset 2014-2016 (IFR 2017)

12

Kuvio 2. Arvioidut robottitoimitukset sovelluksittain (RIA 2018)

13

Kuvio 3. Robottiikan arvoketju (LVM 2016)

13

Kuvio 4. Total Customer Support (Yaskawa Europe 2018)

34

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Teollisuusrobotti	Automaattisesti ohjattu, uudelleen ohjelmoitava, monikäyttöinen, ja kolme-, tai useampia ohjelmoitavia akseleita sisältävä kone.
Konepalvelu	Työvaihe, jossa huolehditaan työstökoneen materiaaliarpeista, sekä poistetaan valmiit kappaleet koneesta.
Särmäys	Metallisten ohutlevyjen työstämistä joko taivuttamalla, tai puristamalla.
FMS	Flexible manufacturing system. Joustava tuotantojärjestelmä. Tarkoittaa tuotantoa, jossa työstökoneet on liitetty osaksi materiaalinhallintaa, mikä mahdollistaa tuotannon sopeuttamisen helpommin kappaleiden-, ja tuotantomäärien muutoksiin.
CNC-kone	Computer numerical control, eli tietokoneavusteinen numeerinen ohjaus. CNC-kone lukee esim. tietokoneella esiohjelmoitua ohjelmaa, ja työstövaiheet itseohjautuvat koodin mukaisesti.
IFR	International federation of robotics. Tuottoa tavoittelematon robotiikan yhdistys, perustettu vuonna 1987. Jäseniä yli 50 ja yli 20 maasta. Perustettu yhdistämään globaalit alan toimijat, sekä toimimaan robotiikan tietolähteenä.

HMI	Human machine interface. Ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä. Koneen, tai koneiden, tiedot tuodaan näkyviin esimerkiksi kosketusnäytölle, josta käyttäjä voi ohjata järjestelmää, sekä lukea laitteiston järjestelmään syöttämää tietoa.
Jigi	Kappaleen kiinnitysasema robottisolussa.
Opetusyksikkö	Teollisuusrobotin liikuttamiseen ja ohjelmointiin käytettävä käsiohjain. Käytetään myös pelkkää nimitystä käsiohjain.

1 JOHDANTO

Tuotannon automatisointi on 2010-luvun yksi suurimpia trendejä. Teollisuusrobotit ovat tuoneet työpaikkoja takaisin kehittyneisiin maihin työkustannuksien muututtua tuotannon kannattavuuden kannalta aikaisempaa pienemmäksi tekijäksi. Robotit ovat kehittyneet ja kustannustaso alentunut, joka on tehnyt robottien käyttöönoton ja tuotannon automatisoinnin helpoksi käyttäjälle. Tuotannon automatisointi nopeutuu kiihtyvää tahtia Suomessa ja muualla maailmassa.

Robotit mahdollistavat tuotannon kapasiteetin nostamisen, sekä laadun parantamisen, ja vapauttavat henkilöstöä toistavista työvaiheista tuottavampiin tehtäviin. Teollisuusrobottien tehokas hyödyntäminen tuotannossa edellyttää kuitenkin robottien käyttöön koulutettua henkilöstöä. Yleensä robottisolun toimittaja kouluttaa asiakasyrityksen henkilöstön käyttämään asennettuja laitteita, ja koulutuksen kesto, sekä vaatimustaso vaihtelee asiakasyrityksen tarpeista riippuen.

Usein robottivalmistajien koulutukset kestävät yhdestä viiteen työpäivään. Sopivan koulutustason määrittäminen on kuitenkin haastavaa. Konepalvelusovelluksissa on suomalaisilla loppukäyttäjillä käytössään keskimäärin 5-10 robottia. Robottien määrä on pieni suhteessa koulutusinvestoinnin hintaan, ja myös osaamisen ylläpitäminen muodostuu ongelmaksi, kun ohjelmoinnin tarve on vähäinen. Koulutuksissa käytettävissä oleva aika ei riitä kaikkien robotin ominaisuuksien syvälliseen omaksumiseen, joten sen pitää olla osuvasti rajattu ja vastata yrityksen tarpeisiin.

Tässä työssä tutustutaan konepalvelusovelluksissa tarvittavaan robottikäyttäjäosaamiseen. Käsittely rajataan operaattorikoulutukseen, sekä ohjelmointikoulutukseen, jotka ovat yleisimpiä robottitoimitusten yhteydessä myytyjä koulutuksia.

Työssä käytettiin lähteinä muun muassa eri robotiikkayhdistyksien, sekä tutkimuslaitosten verkkojulkaisuja, ja Yaskawa Finland Oy:n tarjoamia materiaaleja. Koulutustarveselvitys tehtiin haastattelemalla konepajojen henkilöstöä. Haastatteluiden tavoitteena oli muodostaa yleiskuva siitä, mitä robottikäyttäjän tulisi osata, sekä testata työssä tehtyjä olettamuksia ja ehdotuksia koulutuspalvelun parantamiseksi.

2 TEOLLISUUSROBOTIIKKA

Vuonna 2016 robotiikan liikevaihto oli maailmanlaajuisesti 40 miljardia Yhdysvaltojen dollaria. Automatisoinnin kasvu on nopeaa, sillä vuosittain toimitettujen teollisuusrobottien määrä kasvaa keskimäärin 15 % vuodessa. Vuonna 2017 teollisuusrobotteja oli käytössä noin 2 miljoonaa kappaletta, ja määrän ennustetaan kasvavan yli 3 miljoonaan vuoteen 2020 mennessä. Eniten teollisuusrobotteja on käytössä autoteollisuudessa, mutta kasvu on nopeinta sähkö-, ja elektroniikkateollisuudessa. Suurimmat teollisuusrobotiikan hyödyntäjät robottien tiheydellä-, ja vuosittaisten käyttöönottojen määrällä mitattuna, ovat Aasian suuret teollisuusmahdit Kiina, Etelä-Korea ja Japani. (IFR, Tiedostot, 2017.)

Teollisuusrobotiikka on kehittynyt, ja kehittyä huimaa vauhtia, joka tuo tullessaan isoja muutoksia työelämään. Robotit kykenevät tekemään monipuolisempia ja uusia työtehtäviä, sekä työskentelemään yhteistyössä ihmisten kanssa. Lisäksi helpommin asennettavat ja ohjelmoitavat robotit tekevät tuotannon automatisoinnin helpommaksi myös PK -yrityksille. Tulevaisuudessa yhä useampi on työelämässä tekemisissä, tai työskentelee, teollisuusrobottien kanssa.

2.1 Robotiikan historia

Teollisuusrobotti määritellään kansainvälisen ISO 8373 standardin mukaan ”automaattisesti ohjatuksi, uudelleen ohjelmoitavaksi, monikäyttöiseksi, ja kolme- tai useampia ohjelmoitavia akseleita sisältäväksi koneeksi” (IFR, Standardit, 2017).

Ensimmäinen teollisuusrobotti kehitettiin vuonna 1959 ja sen akseleiden liikuttamiseen käytettiin hydraulikkaa. Robotilla oli painoa kaksi tonnia, ja käytetyt ohjelmat tallennettiin magneettiselle rummulle.

Tuotannon automatisoimisessa teollisuusrobotteja on käytetty 1960-luvun alusta alkaen. Ensimmäinen robotti tuotantolinjalla oli Unimate-merkkinen robotti, joka käytti myös hydraulikkaa liikkeen tuottamiseen, sekä magneettirumpua ohjelmille. Vuonna 1969 Unimate-robotit otettiin käyttöön korin hitsauksessa GM:n tuotantolinjalla, jossa ne hitsasivat autonkoreja. Tuolloin tehtaalla 90% rungon hitsauksesta pystyttiin hoitamaan roboteilla.

Unimate robotteja hitsaamassa Toyotan Taharan tehtaalla vuonna 1981 kuvassa 1. (IFR, Historia, 2017.)

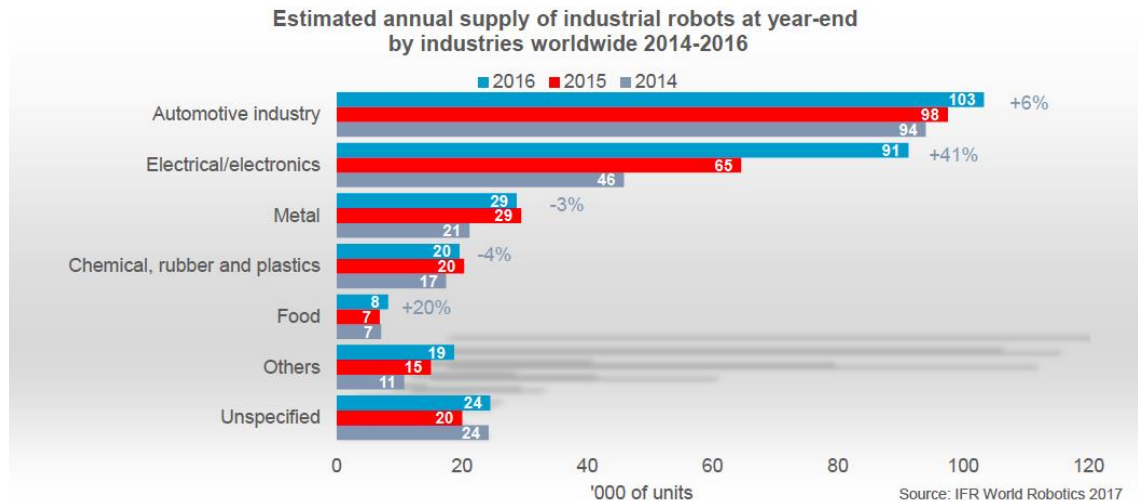


Kuva 1. Toyota Tahara 1981 (Toyota 2012)

Tekniikan kehittyessä roboteissa siirryttiin käyttämään mikroprosessoreita liikkeiden ohjaukseen, sekä sähkömoottoreita liikkeen tuottamiseen. Tämä mahdollisti tietotekniikka-pohjaisen ohjelmoinnin, ja ensimmäisen ohjelmointikielen roboteille kehitti IBM vuonna 1982. Myös akseleiden määrä nousi nykyäänkin yleisimpään 6- liikkuvuusakseliin. 1990-luvulla vaihtovirtaservomootorit tulivat markkinoille, joka laukaisi teollisuusrobottien nopean yleistymisen. Samalla vuosikymmenellä kehitettiin myös opetusyksikkö robottien helpompaan ohjelmointiin, sekä useampien robottien synkronoituohjaus tuli mahdolliseksi. 2000-luvun alussa robottien ohjausjärjestelmät, kuorman käsittelykyky, sekä monipuolisuus ovat jatkaneet parantumistaan. (IFR, Historia, 2017.)

2.2 Robottien tämän hetkinen käyttö

Robotteja käytetään teollisuudessa laajasti. Eniten teollisuusrobotteja on käytössä auto-, elektroniikka-, ja metalliteollisuudessa. Muita isoja robotiikan hyödyntäjiä ovat muun muassa kemikaalien, sekä kumien ja muovien valmistajat, ja elintarviketeollisuus. Suurimmat alat toimitusten määrällä mitattuna näkyvät kuviossa 1. (IFR, Tiedostot, 2017.)

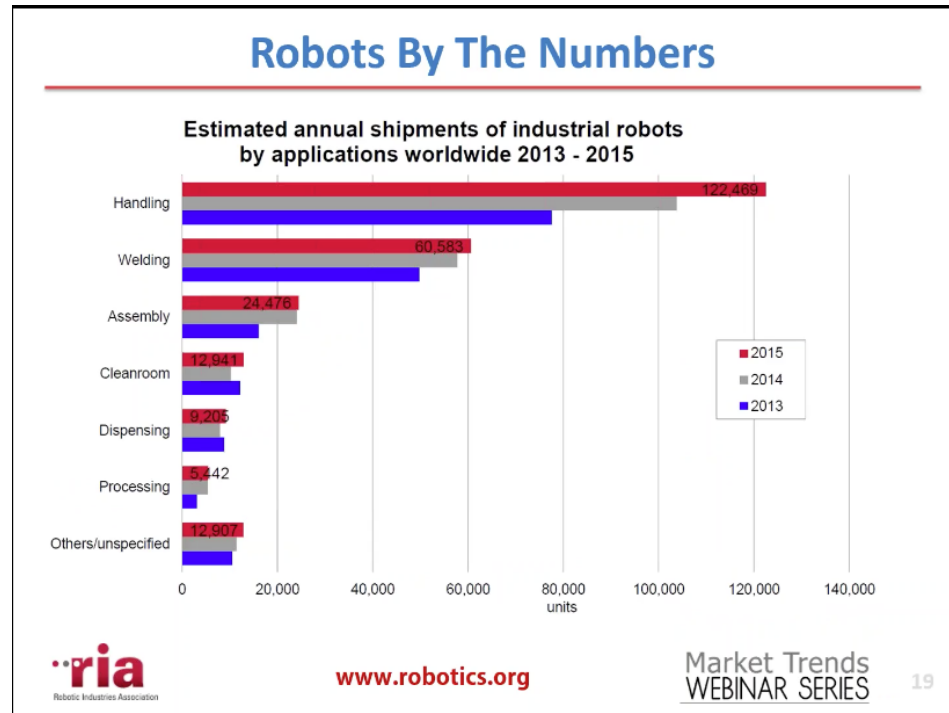


Kuvio 1. Arvioidut robottitoimitukset 2014-2016 (IFR 2017)

Teollisuusrobotit suorittavat tuotannossa monenlaisia tehtäviä, joista yleisempiä ovat seuraavat sovellukset. (ABB 2010.)

- Pistehitsaus
- Materiaalinkäsittely
- Konepalvelu
- Maalaus
- Noukinta, pakkaus ja lavalla lastaus
- Kokoonpano
- Mekaaninen leikkaaminen, hionta, jäysteenpoisto ja kiillotus
- Liimaus, tiivistäminen, ja materiaalien suihkutus
- Laadunvalvonta, juottaminen

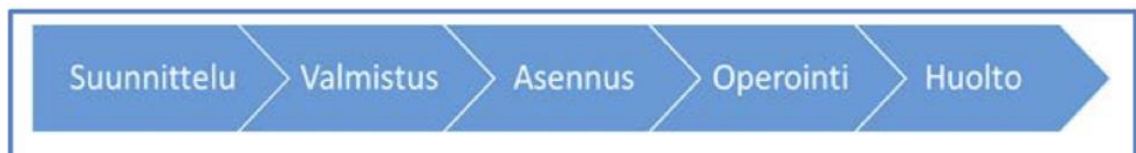
Robottitoimitusten määrällä mitattuna selkeästi eniten robotteja toimitetaan materiaalinkäsittely-, sekä hitsaussovelluksiin. Arvioidut robottitoimitukset eri käyttötarkoituksiin vuosina 2013-2015 näkyvät RIA:n (Robotic Industries Association) kuviossa 2.



Kuvio 2. Arvioidut robottitoimitukset sovelluksittain (RIA 2018)

2.3 Muutokset robotiikan arvoketjussa

Robotiikan arvoketju kuvastaa sitä, mistä osioista robottitoimitusten arvo muodostuu. Arvoketju kuvattuna kuviossa 3.



Kuvio 3. Robotiikan arvoketju (LVM 2016)

Robotiikkateollisuudessa suurin paino arvoketjussa on suunnitellulla ja valmistuksella. Suomen robottitoimituksista iso osa on ulkomaantuontia, jolloin arvoketjun alkupää tapahtuu ulkomailla. Asennus ja huolto, sekä operointi ovat sen sijaan pääsääntöisesti paikallisista arvonlisäystä.

Liikenne-, ja viestintäministeriön tekemässä julkaisussa ”Kokemuksia massadatan, omdatan, sekä älykkään robotiikan ja automaation osaamistarpeista, - ja tarjonnasta” vuodelta 2016 käsitellään laajasti tulevaisuuden osaamistarpeita, ja robottien operoinnin osalta on havaittavissa uusi suuntaus, joka saattaa tulevaisuudessa muuttaa tätä arvoketjun osaa merkittävästi nykyisestä. Robottivalmistajista muun muassa ABB on perustanut etävalvontakeskuksia, jotka mahdollistavat myös operoinnin siirtymisen laitevalmistajan tarjoamaksi palveluksi. Tulevaisuudessa yksittäiset toimijat voivat siis mahdollisesti vastata koko arvoketjusta. (LVM 2016.)

3 KONEPALVELU

Konepalvelu on materiaalin käsittelyä, joka on yleisen määritelmän mukaan materiaalin lyhyen välimatkan liikettä, esimerkiksi tuotantolaitoksen sisällä. Liikkeen koetaan monesti lisäävän ainoastaan tuotteen kuluja. Arvonnousua tuottavat kuitenkin esimerkiksi lähellä tuotantokonetta sijaitsevista materiaaleista koituva käyttöasteen kohentuminen, tai nopeat toimitukset asiakkaalle, jotka nostavat arvoa asiakkaalle. Materiaalinkäsittelyjärjestelmiä suunniteltaessa pyritään yleensä kustannusten minimointiin, koska tehokkaalla järjestelmällä saavutettuja hyötyjä voi olla vaikea arvioida. Materiaalinkäsittelyn suunnittelun periaatteita ovat muun muassa tehokas tilankäyttö, käsittelyvaiheiden integroiminen yhtenäiseksi järjestelmäksi, sekä liikkeen minimointi. (Kay 2012, 1, 2.)

Konepalvelussa huolehditaan tuotantokoneen materiaalitarpeista, sekä valvotaan koneen toimintaa. Työvaiheita ovat esimerkiksi materiaalin syöttö koneeseen, materiaalin poistaminen koneesta, sekä materiaalin lastaaminen lavalle. Teollisuusrobotit soveltuvat hyvin konepalvelun automatisointiin. Robotteja käyttämällä pystytään muun muassa alentamaan läpimenoaikoja, sekä parantamaan työturvallisuutta. Konepalvelurobotiikkaa käytetään konepajoissa usein särmäyspuristimien, sekä CNC-koneiden konepalvelusovelluksissa. (RobotWorx 2018.)

3.1 Konepalvelun automatisointi

Konepalvelurobotiikkaa on mahdollista liittää niin uuteen, kuin vanhaan koneeseen. Koneistus- tai särmäysprosessista voidaan tehdä joko täysautomaattinen, tai osittain automatisoitu, riippuen esimerkiksi käsiteltävien kappaleiden monimutkaisuudesta. Robotti-investointi on yleensä kannattava, kun koneen kapasiteetti saadaan päivittäin täyteen käyttöön yhden työvuoron ajaksi. Investoinnin kannattavuus kohenee, jos kone pystyy tekemään työtä useammassa vuorossa, ja jatkamaan töitä miehittämättömänä työvuoron päätteeksi. Robottien vaihtoaika on tyypillisesti 10-15 vuotta. Tekniikka kehittyy kuitenkin nopeasti, ja vanhoilla koneilla ylläpitokustannukset nousevat. Laitteistojen kehittyminen alentaa esimerkiksi asetusten tekoon ja ohjelmointiin menevää aikaa, sekä parannukset ohjaustekniikkaan parantavat robottien nopeutta ja tarkkuutta. Tulevaisuu-

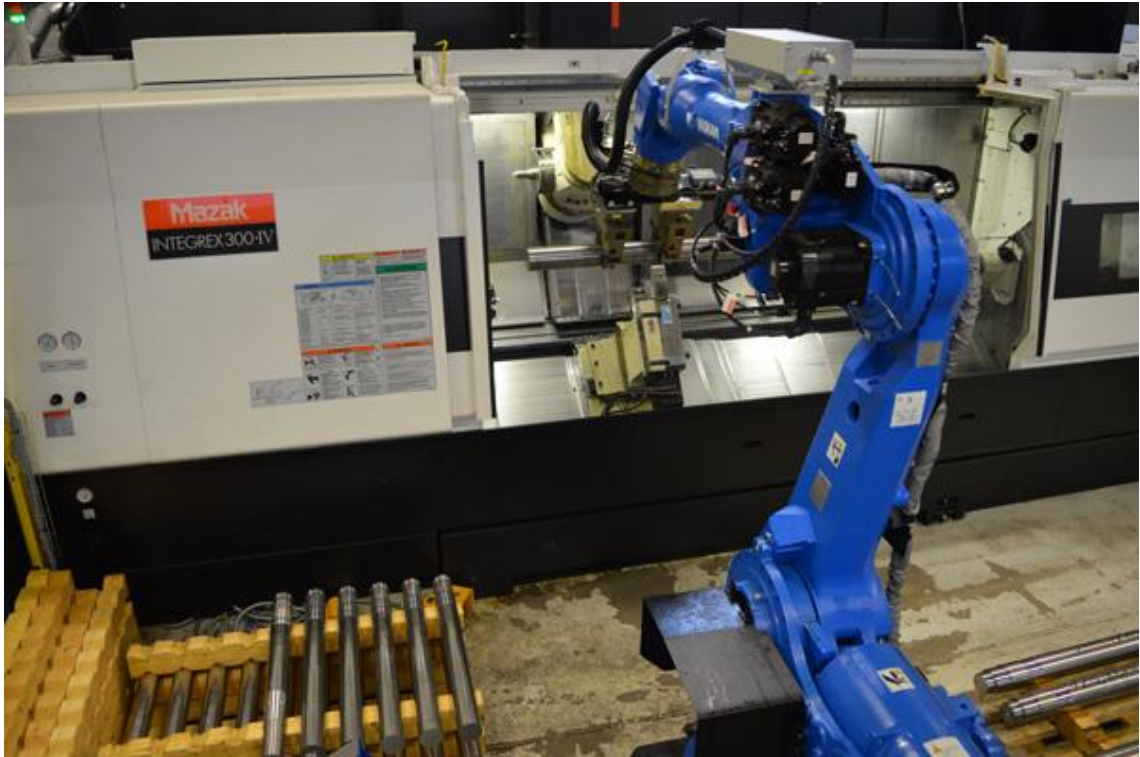
dessa robottien vaihtoaika tulee todennäköisesti lyhentymään. Suomessa isojen teollisuusyritysten viimeaikaiset automaatioinvestoinnit ovat nostaneet metalliteollisuuden laiteinvestointien kysyntää. (Prometalli 1/2016, 23-25.)

3.1.1 Konepalvelu NC- ja CNC-koneille

Sorvin konepalvelussa robotin työkierto etenee esimerkiksi seuraavasti.

1. Robotti noutaa työstettävän kappaleen lavalta, jonka jälkeen se asettaa kappaleen sorvin karaan.
2. Sorvin ovi sulkeutuu, ja työstövaihe käynnistyy.
3. Kappaleen valmistuttua sorvin ovi aukeaa ja robotti noutaa valmistuneen kappaleen. Samaan aikaan robotin tarttujassa voi olla vastakkaisella puolella kiinni uusi työstettävä kappale, jolloin samalla liikkeellä saadaan otettua mukaan valmistunut osa, sekä asettua uusi työstettävä kappale sorvin karaan.
4. Robotti vie valmistuneen osan lavalle, tai kuljettimelle.
5. Robotti noutaa uuden työstettävän kappaleen lavalta, ja vie sen sorville, tai jää odottamaan kappaleen valmistumista, mikäli uusi kappale on syötetty sorviin jo osan poistamisvaiheen yhteydessä.

Usein työkierron käynnistää työntekijä, joka kiinnittää työvuoron ensimmäisen kappaleen sorviin. Sorvin oven sulkeuduttua ja työntekijän poistuttua sorvaussolusta robotin ohjelma käynnistyy, ja työkierto jatkuu automaattisesti. Robotti voi tehdä myös kappaleiden jälkikäsitteilyä sorvausvaiheen aikana esimerkiksi hiomalla, tai se voi tehdä laadunvarmistuksia. (Kaskinen 2015, 22-28.) Teollisuusrobotti asettamassa kappaletta CNC-sorvin karaan kuvassa 2.



Kuva 2. CNC-sorvin konepalvelu (Wihuri 2018)

3.1.2 Särmäyspalvelu

Särmäys-sovelluksissa robotti voi palvella esimerkiksi särmäyspuristinta. Särmäyspuristuksessa ylätyökalu puristaa levyn alatyökäluä vasten, jolloin levy taipuu haluttuun muotoon. Robotin työvaiheita särmäyspalvelussa ovat aihion tuonti särmäykseen, aihion siirto särmäinkoneen eri vaiheiden välillä, laadunvarmistus ja valmiin tuotteen kuljettimelle vienti, tai lastaaminen lavalle. Robotilla voi olla särmäyssolussa käytössään useita eri tarttujia eri työvaiheiden suorittamiseksi. Materiaalin tuominen robotille, sekä kuljettaminen pois solusta voidaan myös automatisoida syöttölaitteita tai kuljettimia käyttämällä. Särmäyksessä on paljon toistuvia työvaiheita ja nostamista, joten se soveltuu hyvin automatisoitavaksi. Särmäyskoneet ovat tehokkaita, ja puristuksiin joutumisriski on yleensä turvalaitteista huolimatta olemassa, joten robotisointi parantaa myös työturvallisuutta. Kaksi robottia toimimassa synkronoidusti ison kappaleen taivuttamiseksi kuvassa 3. (Yaskawa 2017, 7; Sorjonen 2014, 5; Robotworx 2018.)



Kuva 3. Särmäyspuristin kahdella robotilla (Chicago automation 2018)

3.2 Miten, ja miksi konepalvelu kannattaa automatisoida

Konepalvelussa on monia piirteitä, jotka tekevät työvaiheen automatisoimisesta kannattavaa. Työ sisältää paljon toistuvia liikkeitä, käsiteltävät kappaleet ovat usein painavia ja työergonomia huono, sekä työympäristö on usein meluisa. Työssä ihminen voi olla robottia nopeampi, mutta ei kykene vastaavaan tarkkuuteen. Työntekijää voi lisäksi rasittaa kiireinen työympäristö, joka saattaa aiheuttaa virheitä, tai muita vahinkoja. Konepaajoissa on myös pulaa osaavasta työvoimasta, joten konepalvelun automatisointi vapauttaa työvoimaa vaativampiin tehtäviin. Ympäri vuorokautisessa tuotannossa työvoiman löytäminen saattaa olla vaikeaa haastavien työaikojen vuoksi. Liitettynä joustavaan tuotantojärjestelmään robotti voi toimia yön yli yksistään, niin kauan kuin työstettävää tavaraa riittää varastossa.

Automatisoidulla konepalvelulla on siis mahdollista kohentaa koneen käyttöastetta (ovi auki-, ovi kiinni aikaa), sekä osien laatua. (RIA 2017.)

3.3 Automatisoinnin haasteet

Konepalvelu sopii hyvin automatisoitavaksi, mutta siihen liittyy myös haasteita. Konepaajoissa on viime aikoina ollut suuntaus kohti pienempiä eräkokoja, joka lisää uudelleen ohjelmoinnin tarvetta ja vaatii operaattoreilta enemmän osaamista robotin käyttöön. Työkierrossa haasteita aiheuttavat muun muassa tavaran joustava tuonti ja poistaminen robotisolusta, tavaran syötön, ja lavalla lastauksen optimointi (robotin liikenopeudet ja liikeradat), sekä osan poistaminen sorvista. Lisäksi osan geometria muuttuu työstön aikana, kun siitä poistetaan materiaalia. Tämä vaikeuttaa tarttujan suunnittelua, ja saattaa vaatia useamman tarttujan käyttämistä. Jos robotisolussa työstetään paljon erilaisia osia, on työstettävissä kappaleissa oltava lisäksi yleensä jotain yhteneväisyyksiä, että niitä pystytään käsittelemään robotin käytössä olevilla tarttujilla, ja ilman suuria ohjelmuutoksia. Automatisointi-projektin aikana sorvi on myös poissa tuottavasta käytöstä. (RIA 2017.)

3.3.1 Miten haasteisiin on reagoitu

Automatisoinnin haasteisiin on kehitetty ratkaisuja parantamalla tekniikkaa, sekä kehittämällä uusia työtapoja. Teollisuusrobottien valmistajat ovat parantaneet robottien käyttöliittymää ja tehneet ohjelmoinnista entistä helpompaa, joka on avuksi erityisesti pienisarjatuotannossa. Osien muuttuvaan geometriaan on puolestaan kehitetty yhdeksi ratkaisuksi osan valmis kiinnittäminen jigisiin. Jigi on kiinnitin työstettävälle osalle, ja sen muoto ei muutu työstön aikana. Robotti voi osaa liikutellessaan tarttua kiinni jigistä, jolloin sen ohjelmoinnissa ei tarvitse huomioida työstön aikana tapahtuvia muodonmuutoksia. (RIA 2017.)

Lisäksi ohjelmistopuolella koneita on alettu useammin liittää osaksi HMI-ympäristöä (HMI=human machine interface), joka tuo kaikki tuotannon koneet näkyviin yhteen käyttöliittymään. Yksi käyttöliittymä helpottaa edelleen ohjelmien ajamista ja tuotannon valvontaa. HMI-ratkaisuja tekevä yritys on esimerkiksi vuonna 1997 perustettu Yhdysvalta-

lainen ohjelmistoyritys Indusoft. Indusoftin tekemiä yhdistettyjä käyttöliittymiä on käytössä maailmalla yli 350 000. Yrityksen tekemä kosketuskäyttöliittymä kuvassa 4. (Indusoft 2018.)



Kuva 4. HMI-Käyttöliittymä (Indusoft 2018)

3.4 Yhteistyörobotiikka konepalvelussa

Yhteistyöroboteilla tarkoitetaan robotteja, joiden kanssa työntekijän on sovelluksesta riippuen turvallista työskennellä yhdessä. Samassa tilassa työskentelyn ilman suoja-aitoja mahdollistavat muun muassa mahdollisuus rajoittaa robotin tehoa ja voimaa, sekä herkät voima-anturit, jotka havaitsevat nopeasti osumiseen esteeseen. Yhteistyörobotiikkaan on tuotu myös helpotuksia robotin ohjelmointiin, kuten pisteiden opettaminen kädellä ohjaamalla. Käsien ohjauksessa robotin käsivarsi viedään vetämällä haluttuun paikkaan, ja piste tallennetaan robotin käsivarressa sijaitsevaa nappia painamalla. (Yaskawa America 2018.)

Konepalvelussa yhteistyörobotit ovat kuitenkin liikenopeudeltaan normaaleja teollisuusrobotteja hitaampia, joka pidentää työkierron kestoja. Yleensä konepalvelussa lisäksi pyritään minimoimaan tarve ihmisen läsnäololle, joka vähentää yhteistyörobotiikan houkuttelevuutta. Konepalvelussa tavoitteena on pyrkiä enemmän aidattomaan robottisoluun

perinteisillä teollisuusroboteilla, mutta niin että solun työalue suojataan tehokkaasti valoverhoja käyttäen. (RIA 2017.)

Valoverho on turvalaite, jolla voidaan rajata tietty alue käyttämällä lasersäteitä. Objektiin tai työntekijän rikkoessa lasersäteiden muodostaman valoverhon turvalaite katkaisee robotisolun toiminnan, jolloin robotin ja muiden solussa olevien toimilaitteiden liike pysähtyy. Robotin työskentelyalueen rajaaminen on tärkeää, sillä ilman turvalaitteita alueelle tulevaa estettä tai työntekijää ei tunnisteta, ja liike jatkuu normaalisti aiheuttaen törmäysvaaran. Robotit tunnistavat törmäyksen, mutta suuret massat ja nopeudet, sekä esimerkiksi käsiteltävien kappaleiden terävät reunat voivat aiheuttaa hengenvaaran.

3.5 Konepalvelun automatisoinnin trendit

Järjestelmäintegraattorit ja robottivalmistajat ovat toiminnassaan huomanneet tiettyjä suuntauksia konepajojen automatisointi-investoinneissa.

- Ensikertalaiset, joilla ei ole aiempaa kokemusta teollisuusrobottien käytöstä, muodostavat entistä suuremman osan asiakaskunnasta.
- Käsiteltävien kappaleiden koko kasvaa.
- Tarttujat, joissa tartuntavoiman tekevät sähköiset toimilaitteet, ovat tekemässä tuloaan markkinoille (yleensä tarttujat paineilmatoimisia).
- Robottisolut monipuolistuvat, ja mukaan tulee kasvavissa määrin tarkastusta ja mm. tuotteiden kokoonpanoa tukemaan alavirran tuotantoa.
- Tuotantolaitteet liitetään yhä useammin osaksi yhtenäistä järjestelmää. IOT, eli internet of things tekee tuloaan konepajoihin.

Erityisesti suuret konepajat ovat kiinnostuneita tehokkuutensa parantamisesta ja teollisuus 4.0:n mukanaan tuomista mahdollisuuksista tuotannon optimointiin hyödyntämällä järjestelmään kytkettyjen laitteiden tuottamaa dataa. Yhtenäiseen järjestelmään kytketyt laitteet ja anturit tuottavat kuitenkin jatkuvasti paljon tietoa, ja asiakkaat eivät vielä täysin tiedä mitä dataa halutaan kerätä, ja kuinka sitä voitaisiin hyödyntää. (RIA 2017.)

3.5.1 Ennusteet

Tulevina vuosina on mahdollista, että älypuhelimet-, ja laitteet otetaan paremmin huomioon mahdollisina työkaluina, ja niille kehitetään ohjelmistoja automaatiojärjestelmien käyttöön. Yhteistyörobotiikan ominaisuuksia odotetaan myös tulevan perinteisiin teollisuusrobotteihin, joka laajentaisi yhteistyörobotiikan hyödyntämismahdollisuuksia. Tekoälyn odotetaan tuovan helpotuksia robottien ohjelmointiin, joka helpottaisi edelleen pienempien eräkokojen valmistamista. Tekoälyä hyödyntämällä robotit voisivat mahdollisesti esimerkiksi mukautua pieniin kappaleiden muutoksiin ilman uudelleenohjelmointia, vähentäen näin ohjelmointitarvetta ja helpottaen niiden operointia. (RIA 2017.)

4 ROBOTTIKOULUTUS SUOMESSA

Teollisuusrobottien tehokas ja turvallinen operointi edellyttää käyttäjien kouluttamista laitteiston käyttöön. Robottitoimittajilla on omat koulutusyksikkönsä, jotka tarjoavat koulutuspalveluita, ja yleensä robottitoimitusten yhteydessä asiakasyritykseltä koulutetaan osa henkilöstöstä robottikäyttäjäksi. Lisäksi korkeakouluissa koulutetaan teollisuuden tarpeisiin automaation ja robotiikan ammattilaisia. Korkeakouluilla onkin tärkeä rooli ammattilaisten kouluttamisessa robotiikka-alalle. Ammattioppilaitoksilla on myös robotiikan koulutusohjelmia, joilla koulutetaan esimerkiksi konepajojen tuotantohenkilöstöä teollisuusrobottien käyttöön.

4.1 Robottitoimittajien koulutukset

Yleisimpiä robottitoimittajien tarjoamia koulutuksia ovat robottioperaattori-, ja robottiohjelmoijakoulutukset. Operaattorikoulutus antaa lähtötiedot robotin käyttämiseen ja se on tarkoitettu tuotantohenkilöstölle, jotka työskentelevät robottien kanssa päivittäin. Ohjelmointikoulutus on jatkoa operaattorikoulutukselle, ja koulutuksessa opitaan tekemään robotille ohjelmia käyttäen peruskäskyjä, sekä asiakaskohtaisia toimintoja. Koulutuksista osa tapahtuu yleensä asiakasyrityksen omissa tiloissa, jolloin henkilöstö oppii käyttämään paremmin työssä käytettäviä robotteja, sekä asennettuja turvalaitteita. Robottioperaattori-, ja robottiohjelmoijakoulutusten pituudet vaihtelevat robottitoimittajasta riippuen. Operaattorikoulutus kestää yleensä 1-2 työpäivää, ja ohjelmointikoulutus 3-5 työpäivää. (ABB 2018; Yaskawa 2018.)

4.1.1 Operaattorikoulutus

Operaattorikoulutuksen tavoitteena on saada perusteet robotin käyttämisestä. Koulutuksen tavoitteena on antaa koulutettaville perustiedot robotiikasta, sekä opettaa heidät turvalliseen ja oikeaoppiseen robotin käsittelyyn. Koulutus sisältää pääsääntöisesti seuraavat pääkohdat. (ABB 2018.)

- Robotin ajaminen käsiajolla
- Opetusyksikön näppäimet ja käyttöliittymän navigointi
- Varmuuskopioiden tekeminen
- Yleisistä ongelmatilanteista selviäminen
- Yksinkertaisten muutosten tekeminen ohjelmiin
- Opetusyksikön turvaominaisuudet, ja perusymmärrys robotiikasta

Yksi yleinen harjoitus, joita operaattorikoulutuksessa tehdään, on viivojen ja kuvioiden piirtäminen robotilla. Robotin tarttujaan on kiinnitetty esimerkiksi huopatussi, ja tarkoituk-

sena on piirtää paperilla oleva kuvio liikuttamalla robotin käsivartta opetusyksikköä käyttämällä. Harjoituksessa testataan myös yleisiä ohjelmakomentoja, kuten loop-komento, jolla ohjelmoitua liikettä toistetaan joko loputtomasti, tai haluttu määrä kertoja. Piirtoharjoitustilanne ja Fanuc-robotin opetusyksikkö kuvassa 5.



Kuva 5. Operointiharjoittelua Fanuc-robotilla (Kuva on tekijän oma)

Operaattorikoulutus on vähimmäisvaatimus robotin parissa työskenteleville henkilöille. Käytännössä se antaa taidot vikatilanteiden purkamiseksi, kuten robotin pois ajaminen, ja ohjelman uudelleen käynnistäminen törmäystilanteessa. Myös mahdollisissa onnettomuustilanteissa, joissa työntekijä joutuu esimerkiksi robotin ja työkoneneen väliin puristuksiin on tärkeää, että käyttäjä osaa liikuttaa robottia heti oikeaan suuntaan ja asettaa sen liikenopeuden alhaiseksi. Nopea liike väärään suuntaan voi aiheuttaa puristuksiin joutu-neelle hengenvaaran.

Robotin varsinaiseen ohjelmointiin operaattorikoulutus ei vielä työntekijää valmenna, sillä ohjelmien kirjoittamiseen on aikaa tutustua vain pintapuolisesti, ja harjoittelulle käytävissä oleva aika on lyhyt.

4.1.2 Ohjelmointikoulutus

Perusteet robotin ohjelmointiin annetaan ohjelmointikoulutuksessa. Ohjelmointikoulutus vaatii esitietona operaattorikoulutuksen ja sen pääpaino on ohjelmointiharjoituksissa, sekä lisäksi käsitellään teoriaopetuksena robottijärjestelmän teknisiä ominaisuuksia. Koulutus sisältää pääsääntöisesti seuraavat pääkohdat. (ABB 2018; Yaskawa 2018.)

- Ohjelmoinnin perusteet (eri koordinaatistot, työkalun tiedot, liiketyypit, uloslähtöjen ja sisääntulojen käyttäminen)
- Järjestelmän konfigurointi
- Käytännön harjoitukset
- Kalibrointi ja ohjelmisto asennukset

Ohjelmointikoulutuksen jälkeen työntekijä osaa kirjoittaa robotille ohjelmia peruskäskyjä, sekä asiakaskohtaisia toimintoja hyödyntäen. (Yaskawa 2018.)

4.2 Robottiikan opetus korkeakouluissa

Korkeakouluista muun muassa Tampereen teknillisessä yliopistossa, Aalto yliopistossa, Turun ammattikorkeakoulussa, sekä Satakunnan ammattikorkeakoulussa on mahdollista opiskella robotiikkaa. Tampereen teknillinen yliopisto on suurin yliopistollinen toimija robotiikan alalla Suomessa, ja yliopistossa on mahdollista opiskella robotiikkaa pääaineena, sekä kandi-, että maisteriohjelmassa. Diplomi-insinööriksi asti robotiikkaa on mahdollista opiskella myös Aalto yliopistossa Helsingissä. Yliopistoissa robotiikan perusteita opetetaan noin 140 hengelle vuosittain. Robotiikan ydintietämystä yli 10 opintopistettä opiskelleita opiskelijoita valmistuu puolestaan noin 20-30 vuosittain. (TTY 2018; Lvm 2016.)

Turun ja Satakunnan ammattikorkeakouluissa koulutetaan automaation ja robotiikan asiantuntijoita konetekniikan, sekä sähkö-, ja automaatiotekniikan insinöörin koulutusohjelmissa. Tampereen yliopistossa on lisäksi kokeiltu korkeakoulutetuille henkilöille robotiikan ja robotisaation asiantuntijakoulutusta, joka on 40 opintopisteen opintokokonaisuus ammatillisen osaamisen kehittämiseksi. (Tuamk 2018; Samk 2018.)

4.3 Robottiikan opiskelu aikuiskoulutuksessa ja ammattiopistoissa

Teuvan aikuiskoulutuskeskus tarjoaa robotiikkakoulutusta teollisilla aloilla työskenteleville ja työttömille työvoimakoulutuksena. Viiden opintoviikon mittaisella verkkokurssilla opiskelijat tutustuvat yleisesti robotteihin ja robottien ohjausjärjestelmiin, harjoittelevat ohjelmoinnin perusteita, sekä opettelevat etäohjelmointia käyttämällä RobotStudio, sekä Cirosohjelmistoja. Robotstudio on ABB:n robottien ohjelmointiin tarkoitettu ohjelmisto, ja Cirosohjelmistolla voidaan tehdä ohjelmia Feston, sekä Mitsubishiin roboteille. (Teak 2018.)

Teuvan aikuiskoulutuksen rehtori ja toimitusjohtaja Ari Maunukselan mukaan PK-yrityksissä ei ymmärretä tarpeeksi robotiikan hyödyntämisen mahdollisuuksia, eikä Suomessa ole riittävästi robotiikan asiantuntijoita. Ongelma on hänen mukaansa koulutuksessa, joka ei ole riittävän hyvin kohdistettu robotiikka-alan tarpeisiin. (Yrittäjä 2017.)

Robotin käyttöön liittyvää koulutusta on myös ammattiopistoissa. Muun muassa Tampereen seudun ammattiopisto Tredussa on mahdollisuus suorittaa kone-, ja tuotantotekniikan perustutkinto, jossa valinnaisina opintoina on mahdollisuus opiskella robotinkäytön perusteet. Lisäksi levyseppähitsaajakoulutuksen yhteydessä harjoitellaan robotilla hitsaamista. (Tredu 2018.)

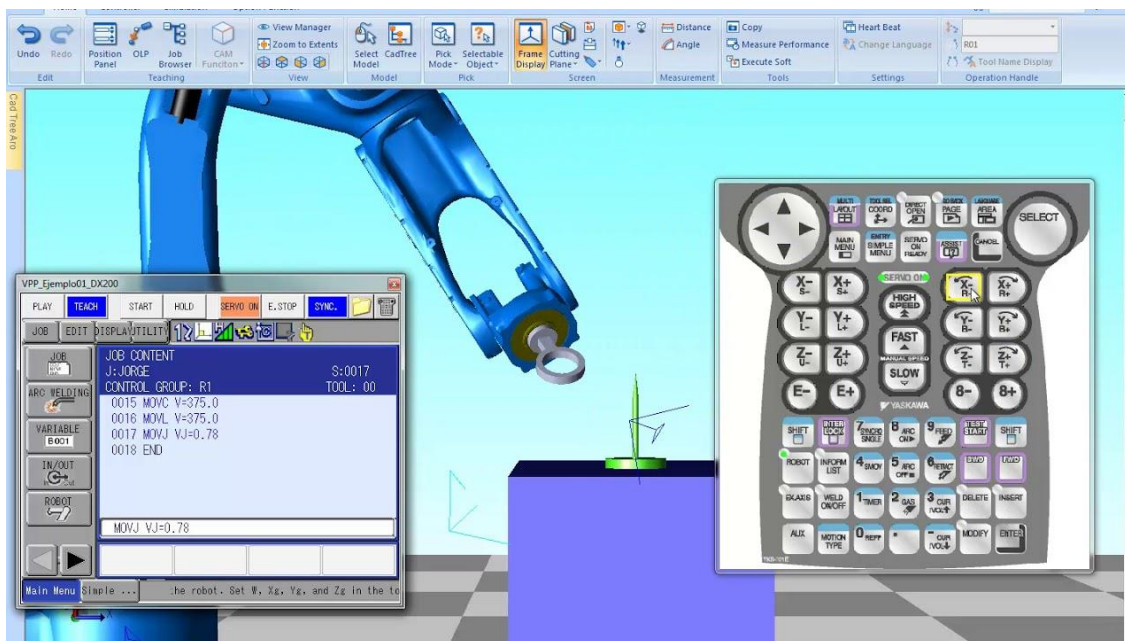
5 ROBOTIIKAN OPETUSYMPÄRISTÖ

Teollisuusrobottien käyttökoulutukset järjestetään yleensä käyttämällä opetuksessa fyysistä robottisolua. Koulutettavat käyttävät oikeaa robotin opetusyksikköä käsivarsirobotin akseleiden liikuttamiseen, sekä liikeratojen ja komentojen ohjelmointiin. Teoriaopetuksen osuus pyritään pitämään pienenä, ja koulutuksessa keskitytään työssä käytettävien toimintojen hallintaan, sekä turvalliseen robotin operointiin. Oikean robottisolun käyttäminen koulutuksessa nostaa kuitenkin riskiä vahinkojen syntymiseen. Robotteja ei myös aina ole riittävästi kaikille koulutukseen osallistuville, jolloin osa ajasta kuluu sivusta seuraamiseen.

Tulevaisuudessa opetuksessa voidaankin mahdollisesti hyödyntää enemmän simuloitua ympäristöä, joka poistaisi vaatimuksen fyysiselle laitteistolle, kun operointia voidaan opetella robotin virtuaalisella mallilla. Myös sähköiset materiaalit, sekä mobiililaitteet voivat muuttaa nykyistä oppimisympäristöä.

5.1 Simuloidut ympäristöt

Simuloidut ympäristöt ovat olleet robotiikka-alalla käytössä jo pitkään. Kyseessä on tietokoneohjelmalla tehty virtuaalinen malli robotista, ja sen ympäristöstä, eli robottisolusta. Robottivalmistajien omia mallinnusohjelmia ovat muun muassa Yaskawan Motosim-ohjelmisto, sekä ABB:n Robotstudio. Yaskawan Motosim-ohjelmistossa on mahdollista ohjata, ja ohjelmoida robottia käyttämällä simuloitua opetusyksikköä. Opetusyksikön käyttö ohjelmistolla kuvattuna kuvassa 6.



Kuva 6. Motosim-ohjelmisto (Kuva on tekijän oma)

Ohjelmistojen käyttö keskittyy pääosin robottisolujen suunnitteluun, sekä robottien etäohjelmointiin. Simuloidun robottisolun hyödyntäminen koulutuksessa mahdollistaa harjoittelun ilman fyysistä laitteistoa ja poistaa törmäysten aiheuttaman riskin robotin ja ympäristön vahingoittumiselle, sekä koulutettavien loukkaantumiselle.

Koulutustilojen oikeilla laitteilla harjoittelu on kuitenkin lähinnä todellista työympäristöä, ja kehittää hyvin käytännön osaamista. Harjoittelun rajoitteena on usein robottien pieni määrä, sekä tilojen pieni koko. Ryhmien on siis oltava pieniä, että kaikki pääsevät käyttämään konetta. (Moisio 2018, 6.)

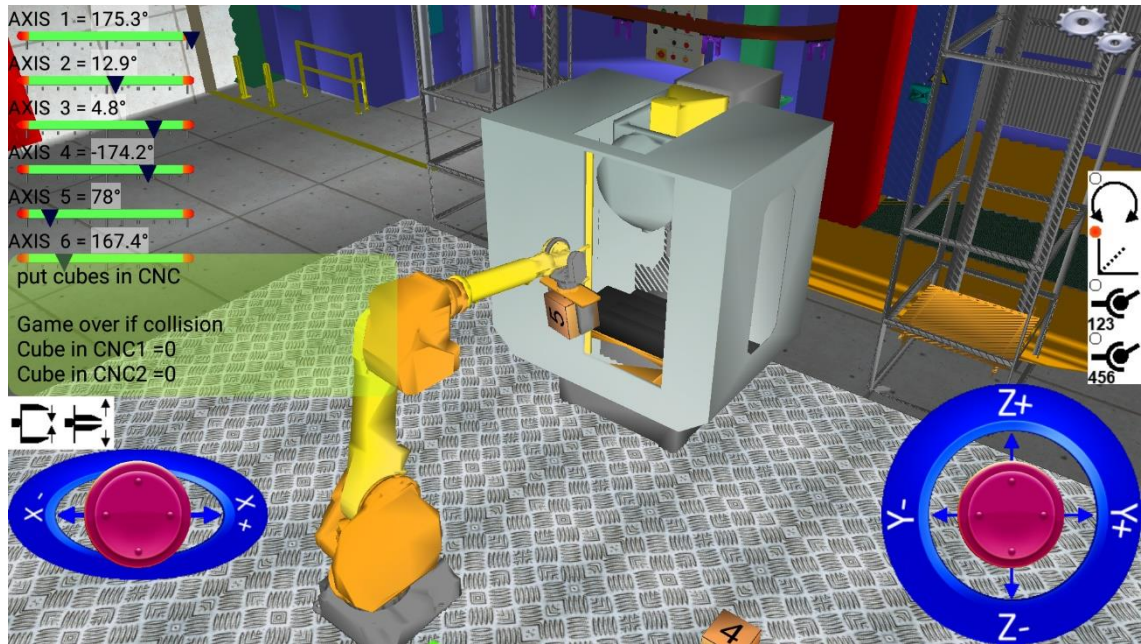
Simuloidut ympäristöt mahdollistavat myös harjoittelun virtuaalitodellisuudessa. Esimerkiksi ABB on julkaissut Robotstudio-ohjelmistosta virtuaalilaseilla toimivan version (kuva 7). Ohjelmisto on ominaisuuksiltaan vielä rajallinen, mutta virtuaalitodellisuus mahdollistaa suunnitellun robottisolun tarkastelemisen uudesta näkökulmasta. Eteenpäin kehitettynä virtuaalitodellisuudessa voisi mahdollisesti harjoitella myös todentuntuisesti opetusyksikön käyttöä ja robotin ohjelmointia, tai esimerkiksi vaaratilanteissa toimimista.



Kuva 7. Harjoittelua virtuaalitodellisuudessa (Kuva on tekijän oma)

5.2 Mobiililaitteet

Mobiililaitteille tehdyt käyttöliittymät yleistyvät nopeasti muun muassa datan analysointi, ja monitorointi käytössä. Mobiililaitteiden teho kasvaa myös nopeasti, ja esimerkiksi simuloitun robottisolun käyttö voisi jo olla mobiililaitteelle tehdyllä ohjelmistolla mahdollista. Robotiikan opetuksen kannalta mobiililaitteet voisivat tuoda uusia mahdollisuuksia, kuten oppimisen pelillistämisen, sekä harjoittelun vapautumisen ympäristöstä. Esimerkkinä pelillistämisestä on Android Play-sovelluskaupasta löytyvä Industrial Robotics 3D-peli. (Moisio 2018, 9.) Pelin päämääränä on suorittaa robottia liikuttamalla erilaisia tehtäviä, kuten kappaleen lastaaminen työstökoneeseen, hitsauspisteiden ohjelmointi, tai materiaalin siirtäminen lavalta kuljettimelle. Pelin harjoitukset auttavat hahmottamaan akseleiden liikkumista eri koordinaatistoja käyttäessä, sekä näyttävät minkälaisissa sovelluksissa robotteja käytetään. Kyseisen kaltainen peli, jossa robottia ohjataan simuloitun, aidon robottivalmistajan opetusyksikköä käyttämällä, voisi mahdollistaa oikean operoinnin-, ja ohjelmoinnin harjoittamisen pelin sisällä. Industrial Robotics 3D peli-tilanne työstettävän kappaleen siirtämisestä ilman törmäyksiä työstökoneeseen kuvassa 8.



Kuva 8. Pelitilanne, Industrial Robotics 3D (Kuva on tekijän oma)

5.3 Sähköiset materiaalit

Mobiililaitteita käyttämällä voisi myös olla mahdollista hyödyntää enemmän sähköisiä oppimateriaaleja. Sähköiset oppimateriaalit voivat sisältää tekstin lisäksi videoita, linkkejä, tai muita toiminnallisuuksia, kuten pelejä. Esimerkiksi android-puhelimille saatavissa oleva Robotics Engineering-sovellus tarjoaa sähköisen materiaalin robotiikan yleis-tiedon opiskeluun. Sovelluksen sisältö on lähennä tekstiä, mutta mobiililaitteelle tehty käyttöliittymä helpottaa materiaalin selaamista. (Moisio 2018, 12-14.) Materiaalin sisällä olevat toiminnallisuudet voivat puolestaan tähdätä luetun parempaan muistamiseen. Tästä esimerkkinä materiaalin sisällä pelattavat muistipelit, tai oppimista syventävät tietovisailut. Helppokäyttöinen oppimateriaali, joka kulkee aina taskussa mukana, voisi mahdollistaa myös tiedon nopeamman tarkistamisen oikeassa työtilanteessa.

6 YASKAWA FINLAND OY

Yaskawa Finland Oy on robotisoinnin ja automaattisten tuotantojärjestelmien kokonais-toimittaja. Yrityksen toimialaa ovat robotisointien suunnittelu, järjestelmäasennukset, käyttökoulutus, sekä huoltotoiminta. Yaskawa Finland on perustettu vuonna 1983 ja se on toimittanut suomeen yli 1800 järjestelmää. Työntekijöitä yrityksen Turun Orikedon toimipisteellä on 35 henkilöä. Yaskawa Finland on osa kansainvälistä Yaskawa Electric Corporation konsernia.

6.1 Yaskawa Electric Corporation

Yaskawa Electric Corporation on yksi maailman suurimmista teollisuusrobottien toimittajista. Yhteensä maailmalla on asennettuna 360 000 Yaskawan robottia, joka on robotivalmistajista toiseksi eniten asennuskannan määrällä mitattuna. Konsernin toimialaa ovat teollisuusrobottien lisäksi servomootorit-, ja ohjaimet, vaihtovirtaohjaimet, järjestelmäsuunnittelu, sekä energiansäästön ja tuotannon ratkaisut. Vaihtovirta-servomootto-reissa se on maailman markkinajohtaja.

Konsernin historia alkaa vuodesta 1915, jolloin perustettiin Yaskawa Electric Manufacturing Company. Nykyään Yaskawa Electricin toimipisteitä on 29 maassa ja tuotantolaitoksia 10 maassa. (Yaskawa Global 2018.)

6.2 Yaskawa Academy

Yaskawa konsernin eri yksiköiden koulutuspalvelut käyttävät yleensä nimeä Yaskawa Academy. Yaskawa akatemioiden koulutustarjonta vaihtelee eri yksiköiden välillä niiden kyvyn mukaan tarjota erilaisia koulutuksia. Euroopan sisällä laajin koulutustarjonta löytyy Saksasta, jossa kolme eri Yaskawan akatemiaa tarjoavat koulutuksia robotiikan lisäksi taajuusmuuntaja-, ja servomoottoritekniikasta, sekä ohjausteknologiasta. Robotiikan koulutukset on jaettu neljään eri pääkategoriaan seuraavasti.

- Robotin ohjelmointi
 - o Peruskoulutus
 - o Ohjelmoijakoulutus

- Kunnossapito
- Huolto
- Motosoft (etäohjelmointi, mallinnus)

Robotin ohjelmointikoulutuksia on tarjolla erilaisia riippuen robottisovelluksesta. Koulutuksien runko on sama, mutta perustaitojen jälkeen koulutuksissa opetellaan robottisovelluskohtaisia taitoja. Sovelluksia ovat kaarihitsaus ja leikkaus, pistehitsaus ja niittaus, maalaus ja annostelu, sekä koneistus ja käsittely. Lisäksi omat koulutuspolut löytyvät järjestelmäintegraattoreille, sekä työnjohtajille ja esimiehille.

Työnjohtajille ja esimiehelle suunnattu koulutus tähtää operointi-, ja ohjelmointiosaamisen sijaan tekemään robottijärjestelmän tutuksi esimiesnäkökulmasta. Koulutuksen sisältö on seuraava.

- Robottijärjestelmän toimintojen, sekä mahdollisuuksien ja rajoitteiden ymmärtäminen.
- Sovellusmahdollisuudet ja järjestelmän tehokas hyödyntäminen, sekä henkilöstövaatimukset.

Koulutuksista on myös mahdollista hankkia Yaskawan sertifikaatti omasta robotiikkaosaamisesta. Sertifiointipolkuja on kolme, ja ne ovat robotiikan kunnossapito, robotiikan ammattilainen, sekä robottiohjelmoija. Näitä polkuja pitkin voi hankkia sertifikaatin kolmelle eri tasolle, jotka ovat kandi, maisteri ja kouluttaja. Tasojen saavuttaminen vaatii opintopolusta riippuen hieman vajaa kaksi työviikkoa harjoittelua ja testin suorittamisen hyväksytysti. Robottikouluttajan sertifikaatin voi siis suorittaa noin kuudessa viikossa. (Yaskawa Europe 2018.)

6.3 Suomen Yaskawa Academy

Yaskawa Finland Oy:n koulutuspalvelun käytössä on kaksi luokkatilaa Turun Orikedon toimipisteellä. Koulutuskäyttöön on varattu 6 robottia ja kouluttajina työskentelee 1 täysipäiväinen kouluttaja, sekä 4 osa-aikaista kouluttajaa. Koulutettavia on noin 200 vuodessa, ja yhdellä kurssilla on keskimäärin 4 koulutettavaa. Koulutustilat ja Turun toimipiste kuvassa 9. (Karvonen 2018.)



Kuva 9. Yaskawa Academy, Suomi (Karvonen 2018)

Luokkatilojen lisäksi koulutus voidaan järjestää myös asiakkaan tiloissa heidän omilla koneillaan, tai Yaskawan koulutusrobottia käyttäen. Yaskawan robottia käytettäessä koulutusrobotti lähetetään rekkarahitina asiakkaalle koulutuksen ajaksi. Yleensä ainakin osa koulutuksesta tapahtuu asiakkaan luona, jolloin tutustutaan paremmin asiakaskoh-taisiin toimintoihin. (Karvonen 2018.)

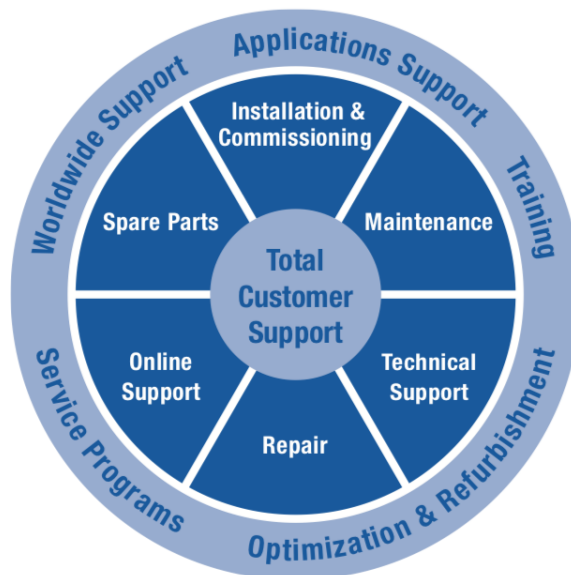
6.4 Total Customer Support

Koulutuspalvelussa käytetään pohjana Yaskawa European asiakaspalvelumallia, jota kut-sutaan nimellä Total Customer Support. Asiakaspalvelun tavoitteita ovat seuraavat koh-dat.

- Antaa asiakkaalle turvallisuuden ja luottamuksen tunne järjestelmäänsä
- Kouluttaa asiakkaan työntekijät ja antaa heille jatkokoulutusta robottijärjestelmän käyttöasteen maksimoimiseksi

- Antaa asiakkaalle ajantasaista tukea ja välttää ongelmat ennen niiden esiintymistä
- Antaa prosessitukea, maksimoiden ja varmistaen asiakkaan järjestelmän tuottavuuden
- Varmistaa asiakkaan järjestelmän korkean käyttöasteen ja laadun
- Varmistaa asiakkaan menestyminen. (Asiakkaan menestys on meidän motivaatiomme)

Total Customer Support kattaa palveluina järjestelmien asennuksen ja käyttöönoton, huollot, tuotetuen, korjaukset, verkkotuen, sekä varaosat. Näitä toimintoja tukemassa on myös järjestelmätuki, koulutuspalvelu, optimointi ja modernisointi palvelut, huoltosopimukset, sekä kansainvälisen konsernin tarjoama tukiverkosto. Total Customer Support ympyrä kuviossa 3. (Yaskawa Europe 2018.)



Kuvio 4. Total Customer Support (Yaskawa Europe 2018)

Osana Total Customer Support-asiakaspalvelumallia, asiakastytyväisyyttä mitataan Yaskawa Finlandilla kahdella eri kyselyllä. Näistä ensimmäistä käytetään jokaisen huollon, korjauksen, koulutuksen tai lisätyön jälkeen, jolloin asiakkaalta kerätään palaute tyytyväisyydestä asiakastukeen. Toinen kyselyistä toteutetaan vuosittain, jolloin asiakkailta kysytään tyytyväisyyttä asiakastukeen eri osa-alueilla. Molemmat kyselyt on toteutettu asteikolla yhdestä viiteen pisteytyksellä, jossa yksi on erittäin tyytymätön ja viisi erittäin tyytyväinen. Tämän lisäksi kysymyksiin voi vastata ”En osaa sanoa”. Kyselykaavakkeissa ei ole avoimia kysymyksiä. (Karvonen 2018.)

7 KOULUTUSPALVELUN KEHITTÄMINEN

Yaskawa Akatemian koulutusten kysyntä on noussut yhdessä robottitoimitusten määrän kanssa. Koulutuspalvelun kehittäminen on sen vuoksi tullut entistä tärkeämmäksi ja parannustoimiin on ryhdytty niin yritys, kuin myös konsernitasolla. Aloite Yaskawa Akatemian konepaja-asiakkaiden robottioperaattori-, ja ohjelmoijakoulutusten kehitystyöhön saatiin tässä työssä Yaskawa Finland Oy:n asiakastuenpäälliköltä, Henri Karvoselta. Tavoitteena oli löytää vastauksia koulutuspalvelussa esiintyviin haasteisiin, sekä selvittää, mihin suuntaan koulutusta tulisi jatkossa kehittää.

7.1 Kehityskohteiden selvittäminen

Koulutuksen nykytilannetta selvitettiin haastattelemalla Yaskawa Akatemian kouluttajia, sekä asiakastuenpäällikköä Henri Karvosta. Lisäksi puhelinhaastatteluilla selvitettiin asiakkaiden kokemuksia koulutuspalvelun hyvistä, ja kehitettävistä puolista. Yrityksen sisäisissä haastatteluissa esiin nousi seuraavat ongelmakohdat.

- Koulutettavien osaamistasossa on isoja eroja.
- Koulutettavien motivointi on usein haasteellista.
- Yritykset eivät aina pidä koulutusta tärkeänä.
- Yritykset eivät ole innokkaita kouluttamaan henkilöstöään robottiohjelmointi koulutusta pidemmälle.

Kehitysideoita lähdettiin etsimään kartoittamalla konepajojen koulutustarve, sekä konepajojen yleinen näkemys robottikoulutuksesta. Koulutuspalvelun kilpailutilanteen selvittämiseksi työssä tutkittiin myös robottikoulutuksen tilannetta Suomessa. Teknologian nopean kehityksen takia oli myös tärkeää selvittää robotiikan alan kehityssuunnat, sekä tulevaisuuden näkymät.

7.1.1 Aikaisemmat selvitykset

Mikko Heikkinen on selvittänyt työssään ”Robottikoulutusohjelman kehittäminen” robottikoulutusohjelman käynnistämistä erityisesti konepajojen henkilöstön kouluttamiseksi. Työn osapuolina olivat Tampellan teollisuusoppilaitos Oy, sekä AGCO Sisu Power Oy.

AGCO Sisu Powerilla valmistetaan dieselmootoreita ja se on osa amerikkalaista Agco-konsernia. Yritys toimii Tampereen Linnavuorella ja sillä on tuotannossa käytössä noin 100 teollisuusrobotia. Heikkinen on työssään haastatellut noin 30-40 Sisu Powerin työntekijää selvittäessään konepajan henkilöstön näkemystä koulutustarpeista. Haastatelluista koostetut osaamistarpeet olivat robotin toimintojen ymmärtäminen, eri koordinaattisten hallinta, robotin ohjaaminen käsiajolla, ohjelman sisällä liikkuminen, paikoitusten tekeminen, ohjelmien teko, sekä lisätoimintojen ohjelmointi. (Heikkinen 2012, 6, 7, 19-23.)

Havaitut haasteet henkilöstön kouluttamisessa

Konepajasta riippuen työntekijöiden kouluttamiselle esiintyy erilaisia haasteita. Tuotannon luonteesta johtuen, opittu saattaa myös helposti unohtua. Kappaleita valmistetaan usein suurina sarjoina, joka tarkoittaa vähäisiä muutoksia käytössä oleviin ohjelmiin. Vähäisen ohjelmointitarpeen seurauksena opittu usein unohtuu, ja tuotantokäytössä olevalla robotilla harjoittelu, ja muistin virkistäminen, on hankalaa tai mahdotonta. Riski robotin vaurioitumiseen tai muihin vahinkoihin koetaan monesti liian suureksi harjoittelun sallimiseksi, koska robotti on tällöin poissa tuotannosta, kunnes vahingot saadaan korjattua. Koulutuksen ajalta henkilöstöllä on usein tallessa myös muistiinpanoja, joista periaatteessa voisi muistella unohdettuja asioita. Niiden tulkinta myöhemmin voi olla kuitenkin vaikeaa, vaikka kyseessä olisivat omat muistiinpanot.

Sarjatuotannon lisäksi konepajoissa saatetaan tehdä töitä useammassa vuorossa. Vuorotyössä haasteena on, että vuorossa täytyy aina olla töissä joku, joka osaa operoida robottia. Vaaratilanteen sattuessa, esimerkiksi jouduttaessa puristuksiin, avunantajan on osattava käyttää robottia oikein, ettei uhrille satu suurempaa vahinkoa.

Isoilla konepajoilla voi olla myös käytössään eri robottivalmistajien robotteja, sekä mahdollisesti useita eri vuosimalleja valmistajien roboteista. Tämä tarkoittaa sitä, että henkilöstön täytyy hallita useiden erilaisten opetusyksiköiden käyttäminen. Roboteille kirjoitetut ohjelmat saattavat myös olla rakenteeltaan monimuotoisia ja vailla yhteneväistä rakennetta ja toimintojen nimeämiskäytäntöä, mikä vaikeuttaa ohjelmien lukemista. (Heikkinen 2012, 12-15.)

7.2 Työssä tehty selvitys

Koulutustarvekartoitusta varten tehdyt kyselyt asiakkaille toteutettiin puhelinhaastatteluina, sekä kasvotusten tehtyinä operaattoreiden haastatteluina. Puhelinhaastatteluihin tavoitettiin kaksi vastaajaa, ja kasvotusten haastateltiin viittä eri operaattoria ja yhtä esimiestä, yhden konepaja-asiakkaan kahdessa eri toimipisteessä Turussa, ja Raisiossa.

Sähköinen kyselytutkimus tehtiin valmiiksi, mutta jäi lähettämättä asiakkaille, koska käytävissä ei ollut kunnollista postituslistaa. Tarvittavat yhteystiedot puuttuivat, tai olivat puutteellisia kyselyn kohdentamiseksi henkilöstön koulutuksesta vastaaville esimiehille, tai koulutuksessa käyneille henkilöille. Koulutuksessa käyvien henkilöiden yhteystietoja ei kerätä ylös, vaan toimintatapana on ollut kyselyiden tekeminen paikan päällä koulutuksen jälkeen.

Myös tätä toimintatapaa testattiin, mutta koulutettavilla ei heti koulutuksen jälkeen ollut vielä selkeää näkemystä heidän saavuttamastaan osaamistasosta. Tämän vuoksi tällä tavoin toteutetulla kyselyllä oli vaikeaa saada vastauksia robottioperaattorin osaamistarpeita koskien. Kyselyä testattiin yhdelle koulutusryhmälle.

7.2.1 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Työn tutkimusongelma pyrittiin alkuun määrittämään selkeästi toimeksiantajan kesken käydyissä keskusteluissa, sekä selvittämällä ongelman taustatiedot tutkimalla olemassa olevaa kirjallisuutta. Kysymyksiä muodostaessa pyrittiin hakemaan vastauksia näin itse havaittuihin, sekä Heikkisen selvityksessä esiin nousseisiin ongelmiin.

Haastatteluilla kerättiin laadullista, eli kvalitatiivista tietoa tutkittavan aiheen ymmärtämiseksi. Käytössä oli teemahaastattelu, missä haastatteluiden pohjana käytettiin ennalta laadittuja kysymyksiä, mutta niiden järjestystä ja muotoa voitiin muuttaa tarvittaessa, tarkoituksena ohjata keskustelua työn kannalta kiinnostaviin aiheisiin.

Näiden puolistrukturoitujen haastatteluiden pohjalta kerätylle aineistolle tehtiin sisälönanalyysi, jossa aineisto kirjoitettiin puhtaaksi ja pyrittiin löytämään tutkittujen asioiden välisiä yhteyksiä, merkityksiä, seurauksia sekä yhtäläisyyksiä ja eroja. Analyysi tehtiin teorialähtöisesti, eli aikaisempi tieto ohjasi aineiston tutkimusta, sekä määritteli kiinnostavat käsitteet. (Verne 2018.)

7.2.2 Puhelinhaastattelut

Puhelinhaastatteluiden tekemistä varten toimeksiantaja keräsi pyynnöstä listauksen mahdollisista haastateltavista yrityksistä, joista osalle löytyi myös yhteyshenkilöiden puhelinnumerot. Puhelinhaastatteluita varten soitettiin kymmeneen eri yritykseen, ja noin 18 minuutin mittaisia haastatteluita saatiin kahdesta eri yrityksestä. Haastatteluihin vastanneet yritysten edustajat alla.

R-Sarkon Oy, tekninen johtaja Mikko Raittila.

- Yrityksen toimiala hienomekaaninen alihankintakonepaja.
- Sijainti Rauma.
- Robotteja 2 kappaletta työstökoneen konepalvelussa.

Stamac Oy, työnjohtaja Vesa Latvala.

- Yrityksen toimiala alihankintakonepaja.
- Sijainti Seinäjoki.
- Robotteja 7 kappaletta työstökoneen konepalvelussa.

Puhelinhaastattelut tehtiin työn teorian ollessa pitkälti kerättynä. Kyselyn pohjana käytettiin tehtyä verkkokyselyä, mutta lisäkysymyksiä muodostettiin Mikko Heikkisen tekemän koulutustarve-kartoituksen, sekä omien työn aikana tehtyjen havaintojen pohjalta. Puhelinhaastatteluun tulleet kysymykset vastasivatkin paremmin kehitystyön tarpeita. Puhelinhaastattelun kysymykset liitteessä 2.

Kyselyn ohessa nousi ajoittain esiin myös muita aiheita, ja lisäkysymyksiä esitettiin tarvittaessa. Haastattelut nauhoitettiin käyttämällä Android-puhelimien sovelluskaupasta löytyvää Automatic Call Recorder-sovellusta (Appliqato software). Sovellus toimi tarkoitukseen hyvin, sillä sen asetuksista on mahdollista säätää kaikkien lähtevien ja saapuvien puheluiden nauhoitus automaattisesti, jolloin puhelun aikana ei tarvitse käynnistää tallennusta puhelimesta manuaalisesti. Kaikilta haastateltavilta kysyttiin alkuun suostumus puhelun tallentamiseen.

Puhelinhaastatteluiden tulokset analysoitiin yhdessä muiden haastatteluiden kanssa, ja käsitellään kappaleessa haastatteluiden tulokset.

7.2.3 Konepajavierailu, Kaukora Oy

Robottioperaattoreita-, ja ohjelmoijia käytiin työssä haastattelemassa Kaukora Oy:n toimipisteissä Turussa ja Raisiossa. Kaukora Oy valmistaa Jäspi-lämmityslaitteita ja se on perustettu vuonna 1949. Konepajan tuotannossa on käytössä useita hitsaus-, ja kappaleenkäsittelyrobotteja mm. paineastioiden valmistuksessa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 25 miljoonaa euroa. (Kaukora 2018.)

Haastattelut

Yhteyshenkilönä yrityksessä toimi Kaukora Oy:n valmistuspäällikkö Pentti Turunen, jonka kanssa vierailupäivät-, ja ajat sovittiin puhelimitse. Haastattelut ajoittuivat aamu 7 ja 10 välille, ja haastattelukierros alkoi toimipisteen yhteyshenkilön esitellessä ensimmäisen haastateltavan työntekijän. Operaattoreita päästiin vapaasti haastattelemaan kahden kesken ja yksi haastattelu kesti keskimäärin noin 20 minuuttia. Kysymyspohjana käytettiin puhelinhaastattelua varten laadittuja kysymyksiä. Kaikki haastateltavat suositivat myös haastattelun nauhoittamiseen.

Yrityksestä vastasi haastatteluun 6 tuotannon työntekijää ja 1 tuotannon esimies. Tulokset käsitellään tämän työn kappaleessa haastatteluiden tulokset.

7.2.4 Sähköinen kyselytutkimus

Konepaja-asiakkaille suunnattua kyselyä lähdettiin kehittämään ensin sähköisenä kyselynä Microsoftin forms-verkkopalvelun kautta. Forms-sivustoa käytetään Office 365-palvelun tunnuksia käyttämällä, jotka Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoilla on käytössään. Sivuston kautta on mahdollista luoda helposti kyselytutkimuksia, ja kysymykset voivat olla muodoltaan avoimia kysymyksiä, monivalintaa, luokituskysymyksiä esimerkiksi tähtiä antamalla, tai vetämällä vaihtoehdot järjestykseen, sekä päivämäärän antamiseen liittyviä kysymyksiä. Palvelun kautta kyselytutkimuksen pystyy jakamaan helposti jaettavan linkin välityksellä, ja annetuista vastauksista pääsee tarkastelemaan tilastotietoja reaaliajassa.

Vaikka kyselytutkimus ei lopulta lähtenyt asiakkaille, tehty kyselypohja luovutettiin toimiksiantajan käyttöön. Kyselypohja työn liitteenä 1. Jatkossa tehtävien kyselyiden kannalta esiin nousi myös korjattavia ongelmia, kuten sähköpostilistan puuttuminen, jonka keräämiseksi kehitettiin työssä ratkaisua.

7.2.5 Haastatteluiden tulokset

Haastatteluissa saatiin vastauksia eri asemassa olevilta henkilöiltä seuraavasti.

- Tuotantotyöntekijöitä 6 henkilöä.
- Tuotannon esimiehiä 2 henkilöä.
- Yrityksen osaomistaja 1 henkilö.

Vastauksissaan tuotantotyöntekijät katsoivat asioita usein oman työnsä näkökulmasta. Haastatteluiden aikana käsiteltiin paljon muun muassa työntekijöiden omaa työpistettä, sekä työhön liittyviä rutiineja ja ongelmia. Myös esimiehet katsoivat asioita päivittäisen työnsä kannalta, kuten kuinka tuotanto pyörii sujuvasti, mitkä asiat aiheuttavat ongelmia tuotannossa, ja mikä on työvoiman osaaminen ja saatavuus. Johtajan ja osaomistajan asemasta näkökulma oli hieman erilainen, ja keskittyi esimiesnäkökulman lisäksi yrityksen kilpailukykyyn, sekä asemaan markkinoilla. Haastatteluissa nousi esille seuraavia havaintoja.

- Esimiesten robotiikkaosaaminen oli keskimäärin vähäistä, mutta tuotannon työntekijät eivät pitäneet tätä ongelmallisena.
- Tuotantotyöntekijät osasivat hyvin oman työnsä robottioperaattorina, sekä tehdä pieniä ohjelmamuutoksia. Yleensä ohjelmointitaitoisia oli yrityksissä muutama henkilö.
- Haastatellut konepajat kouluttivat uudet työntekijät itse robottien käyttöön sisäisenä koulutuksena tai oppisopimuksella.
- Yrityksissä oli usein vain muutamia Yaskawan koulutuksen suorittaneita ja koulutuksessa käymisestä oli kulunut pitkä aika.
- Henkilöstön robotiikkaosaaminen nähtiin yrityksen menestymisen kannalta tärkeänä asiana.
- Henkilöstön kouluttamista ei koettu uhkana niin, että työntekijät hakisivat herkemmin muita töitä saatuaan uutta osaamista.

- Yrityksissä valmistettavat sarjat olivat yleensä sen kokoisia, että ohjelmamuutoksia piti tehdä säännöllisesti. Markkinoiden nähtiin olevan menossa kohti vaatimusta mukautuvampaan tuotantoon.
- Yaskawan robottien toimintavarmuuteen ja palveluun oltiin erittäin tyytyväisiä.

Vastauksien perusteella saatiin osittaista tukea tutkimustyön olettamuksille ja esiin nousi myös muutamia uusia asioita. Tuotantotyöntekijät lähestyivät yleensä esimiesten robotiikkaosaamista käyttäjän näkökulmasta, kuten osaavatko he käynnistää ohjelmakierron, eivätkä he tässä mielessä nähneet esimiesten mahdollisesti vähäistä osaamista ongelmallisena. Tosin moni lisäsi, että esimiehille on tärkeintä tuotannon pyöriminen sujuvasti, eikä mahdollisia kehityskohteita juurikaan nosteta esille. Esimiesten puolelta puolestaan koettiin, että esimiesten olisi hyvä hallita ainakin koneen ohjelman käynnistäminen.

Haastateltavien mielestä robottikäyttäjälle tärkeitä ominaisuuksia tai taitoja olivat muun muassa seuraavat kohdat.

- Ennakointitaito.
- Tarkkaavaisuus.
- Liiketyypit, sekä pisteiden lisäämisen ja poistamisen hallitseminen.
- Akseleiden ja koordinaatistojen ymmärtäminen.
- Ongelma-, ja vikatilanteiden purkaminen, sekä ohjelman uudelleen käynnistäminen turvallisesti.

Yaskawan pitämistä koulutuksista puolestaan nousi esiin, ettei niitä oltu aina ehditty kunnolla pitämään, vaikka koulutus olisi kuulunut uuden robotin hankintaan. Koulutuksen jakamista osiin pidettiin hyvä ajatuksena. Yksi ehdotus oli myös, että uusien robottien tulossa yritykseen, jossa on jo tottuneita robottioperaattoreita, voitaisiin uuden robottisolun käyttöönottoa varten pidettävässä koulutuksessa keskittyä operoinnin ja ohjelmoinnin opetteluun ja vähentää yleisten asioiden käsittelyä.

7.3 Aikaisemmat koulutuksen kehittämistoimet

Yaskawa Finland Oy:n koulutuspalvelua on viime vuosina kehitetty monelta osin. Yaskawan eri koulutusyksiköiden välillä on meneillään yhtenäistämistoimia, joiden tarkoituksena on pyrkiä jakamaan ajatuksia ja hyväksi todettuja menetelmiä yksiköiden välillä

aiempaa paremmin. Tällä hetkellä suunnitteilla olevia tai jo toteutuneita toimenpiteitä lueteltuna alla.

- Yhdysvalloissa eri akatemit ovat tehneet opetusvideoita operaattori- ja ohjelmoijakoulutusta varten, ja vastaavan kaltaisia videoita on suunnitteilla myös Yaskawa Finlandin käyttöön.
- Saksan Akatemia on käyttänyt koulutuksessa siirreltävää mobiilirobotia, jollainen hankittiin koulutusrobotiksi myös Suomen Akatemialle.
- Kurssitarjontaa ja materiaaleja on yhdenmukaistettu.

Kurssitarjonnan selkeyttäminen tehtiin, sillä aikaisemmin koulutukset räätälöitiin aina pitkälle asiakkaan tarpeiden mukaan. Räätälöinti hankaloitti muun muassa koulutuksen markkinointia, sillä heille ei ollut esittää kysyttäessä selkeää vastausta koulutuksen sisällöstä. Uudistusten jälkeen koulutuksien myynti onkin kouluttajien mukaan selvästi kasvanut.

Työn kannalta jo meneillään olevat kehitystoimet rajoittivat hieman kehitysehdotusten kokeilemistä käytännössä, sillä osa esiin nousseista ajatuksista oli jo jollain tasolla suunnitteilla. Myös muun muassa koulutusmateriaalin parantaminen on ainakin jo ajatuksen tasolla, ja nykyisin käytössä olevan materiaalin sijasta kouluttajat pitäisivät parempana vaihtoehtona Yhdysvalloissa käytössä olevaa operaattoreiden-, ja ohjelmoijien koulutusmateriaalia.

7.4 Kehitysehdotukset

Selvitystyön pohjalta esiin nousi kehitysehdotuksia Yaskawa Finland Oy:n koulutuspalvelun koulutustarjonnan, liiketoimintamallin, sekä käytössä olevan opetusympäristön osalta. Ajatuksia nousi esiin myös yrityksen asiakkuudenhallintaa koskien.

7.4.1 Koulutustarjonta

Liikenne-, ja viestintäministeriön tekemän koulutustarveselvityksen mukaan suurin osaamisvaje PK-yritysten robotiikkaosaamisessa on esimiesten robotiikkaosaamisessa.

Kyselytutkimuksessa tälle koulutustarveselvitykselle saatiin osittaista tukea. Esimiesten osaamisen puutetta ei nostettu esille selkeänä ongelmana, mutta sen parantaminen vaikuttaisi todennäköisesti robotiikan mahdollisuuksien ja rajoitteiden parempaan tunnistamiseen omalla työpaikalla. Robotiikkaa tuntevat esimiehet ymmärtäisivät myös paremmin robotti-investoinnin vaikutukset yrityksen toimintaan. Lisänä operoinnin ymmärtäminen ja oma käytännön kokemus auttaisivat todennäköisesti esimiehiä havaitsemaan paremmin operointi-, ja ohjelmointiosaamisen tärkeyden yrityksen toiminnalle. Haastatelluissa yrityksissä robotiikkaosaamista pidettiin erittäin tärkeänä asiana.

Esimiehille suunnattu robotiikkakoulutus löytyy jo Yaskawa Europan koulutustarjonnasta, joten koulutuksen tuominen Yaskawa Finlandin koulutuspalvelun tarjontaan ei vaatisi koulutuksen suunnittelun osalta suuria toimenpiteitä. Suuremmaksi haasteeksi muodostuisi todennäköisesti uuden koulutuksen markkinointi esimiehille. Myyntihenkilöstön ja asiakastuen olisi hyvä suunnitella markkinointia yhteistyössä parhaan lähestymistavan löytämiseksi. Yaskawan toimipisteellä järjestetään myös ajoittain avoimien ovien päiviä, jotka olisivat hyvä mahdollisuus markkinoida koulutusta. Voisi olla perusteltua tarjota päivän esimieskoulutus myös ilmaiseksi. Robotiikan mahdollisuudet paremmin tuntevat esimiehet saattaisivat havaita tuotannossa uusia robotisointikohteita, joka näkyisi lisääntyneenä myyntinä.

Työn pohjalta esille nousi myös seuraavia ajatuksia.

- Koulutuspäivien hajauttaminen eri viikoille, jolloin koulutettavat ennättävät kokeilemaan oppimaansa työssään ja havaitsemaan mitä tarvitsee vielä opetella. Esille nousseet kysymykset voitaisiin käsitellä seuraavana koulutuspäivänä.
- Yhden tai useamman yrityksen työntekijän kouluttaminen robottikouluttajiksi yrityksiin, jotka kouluttavat uudet työntekijänsä sisäisesti. Näin päästäisiin osittain kiinni sisäisiin koulutuksiin ja yritysten sisäisiä koulutuksia pitävien robottikouluttajien taitoja voitaisiin myös ylläpitää laitteiston ja ohjelmiston uudistuessa.

7.4.2 Liiketoimintamallin tarkastelu

Useiden eri julkisten toimijoiden, sekä McKinsey-konsultointitoimiston tekemien selvitysten mukaan robotiikkateollisuuden toimintaympäristössä on havaittavissa tulevaisuudessa suuria muutoksia. Koulutuksen kannalta huomioon otettavia seikkoja ovat muun muassa operoinnin mahdollinen siirtyminen etävalvontakeskuksiin.

Koulutuksen tulevaisuutta olisikin hyvä suunnitella toimintaympäristön muutokset mielessä pitäen, sekä tutkia mahdollisuutta kehittää etävalvonta-palvelua, jota voitaisiin alkuun myös tarjota uutena vaihtoehtona asiakkaille, jotka eivät ole koulutuspalvelun asiakkaita.

Myös koulutuspalvelun järjestäminen huoltosopimusten tapaan voisi olla houkutteleva joillekin asiakkaille. Koulutussopimukseen kuuluisi uusien työntekijöiden kouluttaminen, joka lieventäisi joidenkin asiakkaiden pelkoja siitä, että arvokas koulutus valuu hukkaan, jos työntekijä vaihtaa työpaikkaa. Korkeamman tason robottikoulutuksia voitaisiin myös tarjota sopimusasiakkaille edullisempaan hintaan, joka saataisi nostaa palvelun kysyntää.

Työssä nousi esille myös muun muassa seuraavaa koskien asiakassuhteiden hallintaa.

- Asiakasyritysten yhteystietojen ylläpidon parantaminen kohdennettujen kyselyiden helpottamiseksi.
- Avoimien kysymysten lisääminen asiakastytyväisyyskyselyihin, jolloin voitaisiin kerätä asiakkaiden ajatuksia ja kehitysehdotuksia.

7.4.3 Opetusympäristön-, ja tapojen kehittäminen

Koulutukseen osallistumisen yhteydessä koulutustilojen yleisessä ulkoasussa havaittiin muutamia kehityskohteita. Tämän lisäksi työssä nousi esille uusia opetustapoja, joita voisi mahdollisesti tulevaisuudessa kokeilla koulutettavien oppimistulosten ja motivaation parantamiseksi.

Koulutustiloista ja opetustavoista nousi esille seuraavia kehityskohteita.

- Ohjelmointiharjoituksiin käytettävät kappaleet ovat hieman sekalaista tavaraa ja ohjausyksiköiden kaappien päällä on välillä monenlaista. Harjoituksiin käytettävien kappaleiden uusiminen esimerkiksi tarkoitukseen sorvatuilla metallikappaleilla, tai 3D-tulostetuilla esineillä, parantaisi toiminnan vaikutelmaa ammattimaisemmaksi. Kaappien päällisten siistiminen, ja esimerkiksi asiaankuuluvien julisteiden ripustaminen seinälle parantaisi myös yleisilmettä. Julisteesta esimerkkinä voisi olla robotin eri akselit näyttävä kuva.
- Materiaalien osalta käytössä oleva materiaali tuntui hieman sekavalta, ja se voisi olla rakenteeltaan johdonmukaisempi, sekä helpommin luettava. Kirjallisen materiaalin parantaminen parantaisi todennäköisesti koulutuskokemusta ja selkeämpi rakenne helpottaisi tiedonhakemista jälkeensä työnohessa.
- Sähköisen materiaalin kehittäminen mobiililaitteille varauksella. Toimiva materiaali voisi olla edistyksellinen tapa auttaa asiakkaita muistamaan koulutuksessa opitut asiat, sekä tuoda käyttäjän ulottuville helppo tapa tarkistaa työnohessa, miten asia tehtiin, mutta tutkimustyössä haastatellut henkilöt kertoivat tiedon löytyvän usein riittävän nopeasti myös paperisista ohjeista, tai soittamalla Yaskawalle. Sähköisen materiaalin käyttöön voitaisiin myös myydä esimerkiksi lisenssiä, jolla sovelluksen sisällön saisi käyttöönsä.

Pelillistämisen tuoma lisähyöty koulutuspalveluun voisi olla lähinnä koulutettavien viihdyttämässä ja hyvän ilmapiirin asettamisessa. Esimerkiksi Industrial Robotics pelissä voitaisiin kokeilla konepalvelu-tehtävän suorittamista ennen, ja jälkeen koulutuksen, jossa päästäisiin näkemään tapahtuiko koulutuksen aikana mitään kehitystä.

Virtuaalitodellisuuden tuominen opetusympäristöön ei välttämättä toisi isoja parannuksia koulutuksen oppimistuloksiin ainakaan toistaiseksi käytössä olevalla tekniikalla, joissa mahdollisuudet vaikuttaa virtuaaliseen robottisoluuun ovat rajalliset, eikä esimerkiksi ohjelmointi ole mahdollista. Kokeiluna se saattaisi tuoda Yaskawalle hyödyllistä kokemusta mahdollisesta etävalvonnasta. Koulutettavilla olisi virtuaalitodellisuudessa myös mahdollista harjoitella oman työpaikan mallinnetulla robottisolulla, joka toisi koulutuksen lähemmäksi asiakkaan todellista työympäristöä.

8 YHTEENVETO

Työssä selvitettiin robotiikkateollisuuden nykytilannetta ja tulevaisuuden näkymiä, sekä robotiikkakoulutuksen tilannetta, ja opetustapoja. Tutkimuksiin ja tehtyihin selvityksiin tutustumisen pohjalta robotiikkateollisuuden, sekä koulutuksen tilanteesta, muodostui hyvä kokonaiskuva, jota Yaskawan henkilöstön kanssa käydyt keskustelut ja asiakkaiden haastattelut täydensivät. Työssä tehty kyselytutkimus ei kaikilta osin toteutunut toivotulla tavalla, mutta koulutuspalvelun kehittämiseksi pystyttiin kuitenkin muodostamaan perusteltuja ehdotuksia. Robotiikkateollisuus kehittyy nopeaa tahtia laskentatehon kasvaessa eksponentiaalisesti vuosittain, sekä tekoäly-, ja tuotekehityksen mennessä jatkuvasti eteenpäin. Vaikutukset heijastuvat jossain vaiheessa myös robottikäyttäjien koulutustarpeeseen, jolloin on hyvä, että koulutuspalvelu on valmiina kouluttamaan robotiosaajat myös tulevaisuuden uudessa ympäristössä.

LÄHTEET

ABB Robotics 2018. Koulutusesite. Training course guide 2018. Viitattu 16.6.2018 <https://new.abb.com/products/robotics/service/training>

ABB Robotics 2010. Video. Viitattu 16.6.2018 <https://www.youtube.com/watch?v=fH4VwTgfyRQ>

Chicago Automation 2018. Custom automation systems. Viitattu 16.6.2018 <http://www.chicago-automation.com/product-line/custom-automation-systems/manufacturing-automation/press-brake-tending-2/>

Heikkinen, M. 2012. Päätötyö. Robottikoulutusohjelman kehittäminen. Viitattu 10.10.2018

Indusoft 2018. Kotisivut. Viitattu 16.6.2018 <http://www.indusoft.com/Company>

International Federation of Robotics 2017. Historia. Viitattu 17.3.2018 <https://ifr.org/robot-history>

International Federation of Robotics 2017. Standardit. Viitattu 17.3.2018 <https://ifr.org/standardisation>

International Federation of Robotics 2017. Tiedostot. Viitattu 17.3.2018 https://ifr.org/downloads/press/Presentation_PC_27_Sept_2017.pdf

Kaskinen, H. 2015. Opinnäytetyö. Robottisolun automatisointi. Viitattu 18.9.2018

Karvonen, H. 2018. Tietopyyntö, sähköposti. Yaskawa Finland academy. Viitattu 14.10.2018

Kaukora Oy 2018. Kotisivut. Viitattu 1.10.2018 <https://jaspi.fi/kaukora-oy/>

Kay, M. 2012. Material Handling Equipment

Liikenne ja viestintäministeriö, Lvm 2016. Julkaisu. Viitattu 24.3.2018 <https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=196562>

Liikenteen tutkimuskeskus, Verne 2018. Kotisivut. Viitattu 14.10.2018 <http://www.tut.fi/verne/tutkimusmenetelmat/>

MIT Technology Review 2014. Artikkel. How Human-Robot Teamwork Will Upend Manufacturing. Viitattu 18.9.2018 <https://www.technologyreview.com/s/530696/how-human-robot-teamwork-will-upend-manufacturing/>

Moisio, T. 2018. Opinnäytetyö. Robotiikan opetuksen kehittäminen konetekniikassa. Viitattu 12.6.2018

Prometalli 1/2016. Artikkel. Viitattu 20.3.2018 <http://www.publico.com/magazine/pdf/811.pdf>

Robotic Industries Association, RIA. 2017. Webinaari. Robotic Machine Loading and Tending. Viitattu 16.6.2018 <https://www.robotics.org/webinar-detail.cfm/webinars/robotic-machine-loading-and-tending/id/36>

RobotWorx 2018. Machine Tending Robots. Viitattu 20.3.2018 <https://www.robots.com/applications/machine-tending>

Satakunnan Amk, Samk 2018. Opiskelu. Viitattu 22.3.2018 <https://www.samk.fi>

Sorjonen, K. 2014. Opinnäytetyö. Tuotantosolun vaihetyön automatisointi. Viitattu 16.6.2018

Tampereen seudun ammattiopisto, Tredu 2018. Kone-ja-tuotantotekniikan-perustutkinto. Viitattu 22.3.2018 <https://www.tredu.fi/etsi-koulutusta/kone-ja-tuotantotekniikan-perustutkinto.html>

Tampereen teknillinen yliopisto, TTy 2018. Opinto-opas. Viitattu 22.3.2018 <http://www.tut.fi/>

Teuvan aikuiskoulutus keskus, Teak 2018. Robotiikka verkkokurssina. Viitattu 22.3.2018 <https://teakoy.fi/alkavat-koulutukset/robotiikka-verkkokurssina/>

Toyota Motor Corporation 2012. Historiikki. Viitattu 16.6.2018 http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/leaping_forward_as_a_global_corporation/chapter2/section1/item3.html

Turku Amk, Tuamk 2018. Tutkinnot ja opiskelu. Viitattu 22.3.2018 <https://www.turkuamk.fi>

Wihuri Oy 2018. Teollisuusrobotit. Viitattu 16.6.2018 <https://www.tekninenkauppa.fi/tuoteryhmat/tyostokoneet/tyostokoneautomaatio-ja-ohjelmistot/teollisuusrobotit>

Yaskawa America Inc. 2018. Collaborative. Viitattu 13.10.2018 <https://www.motoman.com/fi/collaborative>

Yaskawa America Inc. 2017. Esite. Material Handling and Assembly. Viitattu 16.6.2018

Yaskawa Europe GmbH 2018. Markkinointimateriaali. Viitattu 18.6.2018 https://www.yaskawa.eu.com/fileadmin/Schulung/Flyer/Yaskawa_Academy_2016_E.pdf

Yaskawa Global 2018. Corporate information. Viitattu 13.10.2018 <https://www.yaskawa-global.com/company/profile>

Yrittäjät 2017. Artikkelit. Viitattu 22.3.2018 <https://www.yrittajat.fi/uutiset/563036-suomen-pk-yrietykset-ovat-robotiikan-kehitysmaita>

Asiakaskysely robotin käyttäjäkoulutuksesta

1. Mikä on yrityksenne toimiala?

2. Minkä robotin käyttäjäkoulutuksen henkilöstönne ovat käyneet?

- Operaattori koulutus (1,5 päivää)
- Operaattori ja ohjelmointi koulutus (4 päivää)
- Joku muu, mikä

3. Tapahtuiko osa kouluttamisesta, tai koko koulutus yrityksenne tiloissa?

- Kyllä
- Ei

4. Milloin henkilöstönne ovat käyneet koulutuksessa?

5. Koetteko, että henkilöstön osaamistaso on ollut koulutuksen jälkeen riittävä?

- Erinomaisesti
- Hyvin
- Neutraali
- Välttävästi

Ei ollenkaan

6. Oletteko harkinneet robottikäyttäjien jatkokoulutusta?

Koulutimme

Ehdottomasti

Ehkä

Ei ollenkaan

7. Mitä jatkokoulutusta olette harkinneet, tai minkä jatkokoulutuksen henkilöstönne ovat suorittaneet?

8. Kuinka tyytyväinen olette olleet Yaskawa Finland Oy:n koulutuspalveluun?

Erittäin tyytyväinen

Tyytyväinen

Neutraali

Tyytymätön

Erittäin tyytymätön

9. Mikä on mielestänne robottikäyttäjän tärkeintä osaamista?

Ei lainkaan
keää

tär-Ei
keää

kovin
keää

tär-Tär-
keää

Melko
keää

tär-Erittäin
keää

tär-

Etäohjelmointitaito

Ei lainkaan tärkeää Ei kovin tärkeää Melko tärkeää Erittäin tärkeää

Turvallinen operointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekniikan tuntemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Vapaa sana. Otamme mieluusti vastaan näkemyksiänne robottikäyttäjäkoulutuksesta ja tulevaisuuden osaamistarpeista.

Puhelinhaastattelukysymykset

1. Mikä on yrityksenne toimiala?
2. Mikä on teidän asema yrityksessä?
3. Mikä robottisovellus teillä on käytössä?
 - 3.1. Montako robottia teillä on tuotannossa?
4. Kävittekö Yaskawalla koulutuksessa?
 - 4.1. Tapahtuiko koulutus uuden projektin yhteydessä?
 - 4.2. Minkä koulutuksen kävitte/henkilöstönne kävi?
 - 4.3. Pidettiinkö osa koulutuksesta yrityksenne tiloissa?
 - 4.4. Olitteko tyytyväisiä koulutukseen?
 - 4.4.1. Mitä olisi voinut parantaa?
 - 4.5. Onko henkilöstönne osaaminen ollut koulutuksen jälkeen riittävä?
 - 4.6. Miten koette robotiikkaosaamisen tärkeyden yrityksellenne?
 - 4.7. Oletteko harkinneet jatkokoulutusta?
5. Koetteko esimiestason robotiikkaosaamisen riittäväksi
6. Onko tuotantonne luonteeltaan suursarja, vai piensarja tuotantoa?
 - 6.1. Koetteko, että suuntaus on kohti pienempiä sarjoja?
7. Tehdäänkö yrityksessänne töitä useammassa vuorossa?
 - 7.1. Onko robotin käyttöön koulutettua henkilöstöä vaikeuksia löytää joka vuoroon töihin?
 - 7.2. Oletteko miettineet useampien työntekijöiden kouluttamista?
8. Missä yrityksenne sijaitsee?
 - 8.1. Koetteko, että etäisyys rajoittaa Yaskawan koulutus-, ja huoltopalveluiden käyttöä?
 - 8.2. Käyttäisittekö useammin koulutuspalveluita, jos ne sijaitsisivat lähempänä?
 - 8.3. Käytättekö muiden toimijoiden koulutuspalveluita?
9. Käytättekö Yaskawan huoltopalveluita?
 - 9.1. Oletteko harkinneet huoltokoulutusta?
10. Onko teillä käytössä muiden valmistajien robotteja?
 - 10.1. Koetteko useiden robottien käytön hallitsemisen hankalaksi?
11. Mikä on teille tärkeää robottikäyttäjän osaamista?
 - 11.1. Onko asioiden unohtuminen ongelma?
 - 11.2. Onnistuuko harjoittelu omilla koneilla?
12. Koetteko henkilöstön koulutuksen uhkana, vai mahdollisuutena?