

Tomi Tuononen & Matti Erkkilä

ROBOTIIKAN NÄKYMÄT OULUN ALUEEN KONEPAJOISSA

ROBOTIIKAN NÄKYMÄT OULUN ALUEEN KONEPAJOISSA

Tomi Tuononen & Matti Erkkilä
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Hitsaustekniikan YAMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Ylempi ammattikorkeakoulu tutkinto, hitsausala

Tekijät: Tomi Tuononen & Matti Erkkilä

Opinnäytetyön nimi: Robotiikan näkymät Oulun alueen konepajoissa

Työn ohjaaja: Vesa Rahkolin & Esa Törmälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023

Sivumäärä: 80 + 3 liitettä

Työssä tutkittiin Oulun alueen konepajojen käytössä olevan robotiikan sen hetkistä tilannetta koneistavassa ja hitsaavassa tuotannossa. Tavoitteena oli selvittää robottien käyttöastetta haastateltavissa yrityksissä sekä yrityksissä käytössä olevia robottityyppejä. Työssä selvitettiin, mitä esteitä robottien käytön lisäämiselle on ja mitä ammattikoulusta valmistuvan opiskelijan olisi hyvä osata robotiikasta ja robotissa tarvittavista lisälaitteista.

Työssä selvitettiin vastaukset tutkimuskysymyksiin henkilöhaastatteluilla kolmelletoista yritykselle. Haastattelukysymyksiä oli kaksikymmentäyhdeksän. Kysymykset jakautuivat neljän tutkimuskysymyksen alle. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli robotiikan nykyinen kapasiteetti. Toisena kysymyksenä oli suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen. Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli tulevaisuuden näkymät robotiikassa. Neljäntenä tutkimuskysymyksenä oli ammatillisen koulutuksen valmius opettaa robotiikkaa. Teoreettinen tietoperusta haettiin alan kirjallisuudesta ja digitaalisista aineistoista artikkeleineen internetistä.

Tulokseksi saatiin haastattelujen myötä hyvä ja selkeä kuva Oulun alueella koneistavan ja hitsaavan teollisuuden robotiikan nykytilasta. Robotiikkaa on käytössä yrityksissä pääosin teollisuusroboteina, mutta myös yhteistyöroboteja on käytössä osana alan teollisuuden tuotantoa vaihtelevalla käyntiasteella. Konepajatuotannossa työskentelee paljon ammattikoulusta valmistuneita työntekijöitä. Osalla näistä henkilöistä robotin kanssa työskentely voi kuulua normaaleihin työtehtäviin työelämässä. Haastattelujen perusteella konepajoilla olisi tarve robotin peruskäytön ja tämän ohjelmoinnin tuntemuksen omaaville työntekijöille.

Johtopäätöksenä tultiin siihen tulokseen, että työelämä tarvitsee robotiikan osaajia, koska useat lähialueen yritykset ovat hankkimassa robotteja lähivuosina lisää. Tämä tarkoittaa, että robotiikan opetusta olisi hyvä saada lisättyä ammattikoululla. Robotti osana tuotantoa on hyvä lähtökohta myös ammatillisessa opetuksessa.

Asiasanat:

hitsaaminen, koneistaminen, teollisuusrobotti, yhteistyörobotti, Oulun konepajat, ammattikoulu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Technic master, Option of welding

Author(s): Tomi Tuononen & Matti Erkkilä
Title of thesis: Future views of robotics in Oulu district workshops
Supervisor(s): Vesa Rahkolin & Esa Törmälä
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 80 + 3 appendices

This work examined the current situation of robotics in workshops in the Oulu district. Work studied companies that do machining and weld. The goal was find out the degree of use of robots in the interviewed companies and what type of robots the companies were using. Based on the interviews, work tried to find out the obstacles to increasing the use of robots. Also, what it would be good for a student graduating from a vocational school to know about robotics and the equipment around it. In the research, studying method was personal interviews for company representatives.

As a result, through the interviews, work got a good and clear picture of the current state of robotics in the machining and welding industry in the Oulu region. Robotics are used in companies mainly in the form of an industrial robot, but collaborative robots are also used as part of the metal industry. Based on the interviews, there is a need for experts in commissioning and programming robots in workshops. As well as those who use robots on production level.

Work concluded that working life needs robotics experts, because several companies in the are purchasing more robots in the next few years. This means that it would be good to increase the teaching of robotics at a vocational school. A robot as part of production is also a good starting point for vocational education.

Keywords: welding, machining, industrial robot, collaborative robot, Oulu workshops, Vocational School

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tutkimuskysymykset	7
1.2	Tutkimusmenetelmät	8
2	HITSAUS JA KONEISTUS	9
2.1	Koneistaminen.....	9
2.2	Hitsaaminen	11
2.3	Ammatillisen koulutuksen opetus robotiikassa	14
2.3.1	Pakolliset opinnot.....	14
2.3.2	Tuotantotekniikan koneistajan osaamisala.....	15
2.3.3	Tuotantotekniikan levyseppähitsaajan osaamisala	16
2.3.4	Valinnaisena tarjottavat opinnot Oulun seudun ammattiopistolla	16
2.3.5	Valmistuneiden oppilaiden jatko-opinto mahdollisuudet.....	17
3	ROBOTTI.....	21
3.1	Robotiikan opettaminen.....	24
3.2	Robotiikan nykyinen kapasiteetti suomessa	25
3.3	Robotiikan haasteet.....	28
3.4	Teollisuus robotit	29
3.5	Cobotit.....	33
3.6	Robotin integraatio	34
3.7	Robotiikan näkymät tulevaisuudessa	35
3.8	Kappaleen kiinnittimet hitsauksessa.....	37
3.9	Robotin työkalut.....	38
4	OULUN ALUEEN KONEPAJATEOLLISUUS.....	41
4.1	Haastattelututkimuksen yritykset	42
4.2	Tutkimuskysymykset yrityksille	42
5	KYSELYN TULOKSET HITSAAVASTA TEOLLISUUDESTA.....	43
5.1	Robotiikan nykyinen kapasiteetti	43
5.2	Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen	49
5.3	Robotti integraatio	52
5.4	Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa.....	53
5.5	Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen	55

5.6	Hitsaavan teollisuuden tulosten yhteenveto	57
6	KYSELYN TULOKSET KONEISTAVASTA TEOLLISUUDESTA.....	59
6.1	Robotiikan nykyinen kapasiteetti	59
6.2	Robotit tuotannossa	60
6.3	Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen	65
6.4	Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa.....	67
6.5	Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen	69
6.6	Koneistavan teollisuuden tulosten yhteenveto.....	70
7	KEHITYSEHDOTUKSIA ROBOTIIKAN OPETUKSEEN.....	72
8	POHDINTA	74
	LÄHTEET.....	77
	LIITTEET	81

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Oulun alueen robotiikan nykytilannetta. Tutkimuksen tuloksista hyötyvät alueen yritykset ja oppilaitokset. Työssä on haastateltu seitsemää hitsaavan teollisuuden yritystä ja viittä koneistavan teollisuuden yritystä. Tutkimukseen haastateltiin keski-ikäisiä pajoja, joilla oli aidosti tarvetta ja resursseja hankkia ja hyödyntää robotiikkaa toiminnassaan.

Konepajat tarvitsevat lisää osaavaa työvoimaa, jota Oulun alueella on saatavissa kohtuudella. Ammattitaitoiset motivoituneet opiskelijat työllistyvät hyvin oppilaitoksista. Konepajateollisuus ei ole nykyaikana vetovoimaisin ala ja suuria ikäluokkia eläköityy työtehtävistä jatkuvasti. Työvoiman tarve tuottavaan työhön on jatkuvaa, ja tarve vain lisääntyy tulevaisuudessa. Tuottavaan työn tekemiseen tarvitaan lisäksi mikä voisi olla robotiikkaa. Robotiikkaa on sovellettu jollakin tasolla Oulun alueen yrityksissä, mutta meillä tämän työn kautta on tarkoitus lähteä selvittämään, kuinka robotiikan käyttöä saataisiin lisättyä. Lisäksi paneudutaan mahdollisiin robotin käyttämättä jättämisen ongelmakohtiin.

Olemme molemmat tämän työn tekijät opettajina ammatillisella koulutusalailla. Tämän työn aihe avaa meille tulevaisuuden tekemisen näkymiä myös koulutustarpeita ajatellen. Samalla saamme hyvää tietoa robotiikasta, ympärille tarvittavasta laitteistoista ja henkilöstön osaamistarpeesta.

1.1 Tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on selvittää robotiikan nykytila Oulun alueen konepajoissa. Aihe ja valitut tutkimuskysymykset ovat ajankohtaisia tulevaisuutta ajatellen sekä selvittääksemme, kuinka Oulun ammattikorkeakoulun robotiikan opintojen ja oppimisympäristöjen kehittäminen on tuottanut tulosta. Viimeisellä tutkimuskysymyksellä saamme tietoa tulevien robotiikan hankkeiden hakemiseen.

Tutkimuskysymys 1: Mikä on robotiikan nykyinen kapasiteetti koneistavassa ja hitsaavassa tuotannossa? Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä on selvittää haastateltavien yritysten nykyinen robotien määrä tuotannossa. Pyrimme selvittämään robotikaluston valmistajan tai yrityksessä käytetyn laitemerkin. Lisäksi selvitämme, mitä robotit tuotannossa tekevät.

Tutkimuskysymys 2: Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen? Toisena tutkimuskysymyksenä on selvittää esteet robotiikan käyttöönoton lisäämiselle. Pyrimme selvittämään, miksei robotteja hankita enempää tai miksi niitä ei ole käytössä laisinkaan. Erityinen mielenkiinto meillä on epäonnistuneisiin kokeiluihin ja siihen, miksi kokeilut epäonnistuivat.

Tutkimuskysymys 3: Tulevaisuuden näkymät robotiikassa? Kolmantena tutkimuskysymyksenä on selvittää tulevaisuuden näkymät robotiikassa. Selvitämme yritysten ajatuksia tulevaisuuden visioista. Mitä hankintoja yritykset ovat mahdollisesti tekemässä, ja minkä tyyppisiä kalustoa hankkimassa. Selvitämme, mihin tehtäviin robotit hankitaan.

Tutkimuskysymys 4: Ammatillisen koulutuksen valmiudet opettaa robotiikkaa? Neljäntenä tutkimuskysymyksenä on selvittää ammatillisen oppilaitoksen kyky kouluttaa opiskelijoita robottien operaattoreiksi tuotannolliseen työhön. Selvitämme, onko osaamistaso riittävä työskennellä mahdollisen robotin operaattorina. Mitä aiheita yritykset toivovat ammattikoulun opettavan robotiikan perusteissa ja mitä osaamista työntekijä tarvitsee robotiikan lisäksi.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä on henkilöhaastattelut. Haastateltavaksi pyritään saamaan välijohdon toimihenkilöitä, jotka toisaalta valvovat lattiatason toimintaa, mutta toisaalta valmistelevat hankintoja. Myös työnjohtajien toivotaan osallistuvan haastatteluihin. Toimitusjohtajatasen henkilöillä ei välttämättä ole riittävän suurta käsitystä käytännön työskentelystä robotilla ja siinä kohdattavista ongelmista. Henkilöhaastattelu valittiin menetelmäksi, jotta saadaan syvempi ymmärrys aiheesta. Haastattelutilanteessa voidaan korjata väärinymmärryksiä kysymysten suhteen. Haastattelussa myös saavutetaan parempi luottamus osapuolten välille, jolloin haastateltava kertoo enemmän. Haastattelu myös sitoo henkilöt hetkeen, eivätkä he voi hylätä haastattelua kesken kaiken. Sähköinen kysely ei tuo ydinongelmia esille, jos vastausvaihtoehdot eivät sovi vastaajalle. Lisäksi tekstikenttiin ei monikaan vastaaja halua kirjoitella mitään. Sähköisen kyselyjen suuri ongelma on huono vastausprosentti. Toisena tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuustutkimusta konepajateollisuuden robotiikasta.

2 HITSAUS JA KONEISTUS

Kone- ja metalliala toimii metallin valmistuksen ja koneiden rakentamisen tehtävissä. Metallialan suuria kokonaisuuksia ovat lastuavatyöstö, hitsaaminen ja muovaava työstö. Lastuavaa työstöä sanotaan yleisemmin koneistukseksi. Koneistuksessa materiaalia poistetaan työkappaleesta, jotta saadaan haluttu kappale. Hitsaamisessa liitetään kappaleita toisiinsa pysyvästi. Muovaavassa työstössä materiaalista muotoillaan halutun muotoinen työkaluilla. Hyvin lähellä metallialaa on myös automaatiotekniikka, jota on samoissa koneissa kuin metalliteollisuus valmistaa. (Heinonen 2020, 8.)

Suomessa on ollut metalliteollisuutta jo 1600-luvulta alkaen. Ison sysäyksen metalliteollisuuden kehitykselle antoi toisen maailmansodan aiheuttamat sotakorvaukset Suomen valtiolle. Niiden maksamiseksi valtio perusti monia nykyäänkin toimivia yrityksiä. Nykyään metalliteollisuuden suuria toimijoita metallin valmistuksessa ovat SSAB Raahessa ja Outokumpu stainless Torniossa. Suuria konepajayhtiöitä Suomessa ovat Valmet, Valtra, Wärtsilä, Metso, Konecranes, Ponsse ja Aker yards. (Heinonen 2020, 7.)

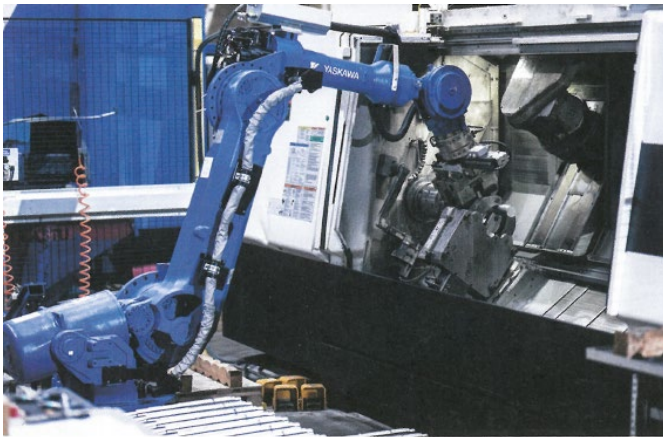
2.1 Koneistaminen

Ympäriämme useat koneet ja laitteet tarvitsevat koneistettuja osia toimiakseen. Esimerkiksi maito lypsetään lehmistä, mutta ennen ja jälkeen tämän lypsämisen tarvitaan useita koneita ja laitteita. Lehmä tarvitsee syödäkseen ruokaa, joka viljellään pellolla traktoria ja muita maanmuokkauskoneita apuna käyttäen. Itse lypsämisessä myös on nykyään robotiikkaa ja laitteita käytössä. Tämän jälkeen maito lähtee autolla kohti meijeriä, missä on monenlaisia laitteita käytössä maidon käsitteilyyn, kuten pumppuja (kuvio 1). Myös maidon pakkausmateriaaleihin tarvitaan kartonkia ja kartonkitehdas vaatii toimiakseen monenlaisia koneistettuja osia toimiakseen. Tässä kuvatussa tapahtumassa tarvitaan mm. hammaspyöriä, pumppuja ja monta muuta koneistettua osaa. Koneistaminen on lastuavaa työstöä, jossa kappaleesta poistetaan materiaalia sorvaamalla tai jyrsimällä. (Heinonen 2022, 10.)



KUVIO 1. Maitoauto (Heinonen 2022, 10)

Nykyaikaisessa konepajassa koneistaminen tapahtuu lähes kokonaan CNC-ohjattujen sorvien ja jyrsinkoneiden avulla. (kuvio 2). CNC-ohjaus tarkoittaa numeerista ohjausta, missä työstökone liikkuu ISO-koodi liikekäskyjen mukaan osan valmistuksen aikana.



KUVIO 2. CNC-sorvi robotilla (Heinonen 2022, 10)

Koneistettuja osia valmistavien yritysten tavoitteena on automatisoida tuotantoa mahdollisimman paljon. Useat konepajat ovatkin alkaneet lisäämään robotteja CNC-koneiden yhteyteen ihmisen tilalle tekemään yksinkertaiset kappaleenvaihtotyöt edellisen kappaleen valmistuessa. Tämän tavoitteena on mahdollisimman häiriötön tuotanto, eli kone saadaan lastuamaan suurin osa vuorokaudesta. (Heinonen 2022, 11.)

Esimerkiksi hammaspyörän valmistamisen automatisoinnissa työntekijä asettaa sahalle oikeankokoisen ja materiaalivaatimukset täyttävän terästangon. Saha sahaa tangosta oikean mittaisia aihioita lopputuotetta varten. Aihiot siirtyvät kuljetinta pitkin robotille, joka asettaa aihion sorviin. Sorvattu aihio siirtyy työstön jälkeen robotin avulla kuljettimelle tai hammastuskoneelle, joka tekee

hampaat vaatimusten mukaisesti. Hammastuksen jälkeen osa siirtyy robotilla puhdistukseen ja tarvittavan laadunvarmistuksen kautta pakkaukseen (kuvio 3). Tässä tapauksessa tuotanto on jo erittäin automatisoitua. Koneistajan työtehtävänä on valvoa prosessia, vaihtaa kuluneita teriä ja seurata laatuvaatimusten täyttymistä. Useat yritykset eivät vielä käytä robotteja ja tämä lisää käsityötä koneistajalle. Koneistaja tekee robotin tekemät työt ja näin ollen häiriöitä ja tuotantokatkoksia voi tulla useammin. (Heinonen 2022, 11.)



KUVIO 3. Koneistussolu (Heinonen 2022, 252)

2.2 Hitsaaminen

Hitsaus on kappaleiden liittämistä toisiinsa tuomalla sulaan liitospintaan lisäainetta. Kun sula ja lisäaine jäähtyvät, ne muodostavat kiinteän liitoksen. Pinnat ja lisäaine saadaan suliksi tuomalla hitsisaumaan lämpöä. Lämpö saadaan tavallisesti sähköstä valokaaren avulla (kuvio 4). Toinen yleinen tapa on käyttää kaasuleikkiä. Myös laservalo ja ultraääni voivat sulattaa materiaalia harvinaisemmissa sovelluksissa. (Lepola 2019)



KUVIO 4. Hitsausrobotti työssään MAG-menetelmällä (Heinonen 2022, 253)

Hitsaaminen on hyvin pitkälle standardoitu tekniikan ala. Hitsaukseen liittyviä standardeja on yli 300 (SFS hitsauksen standardit 2023). Silti hitsaukset tarkastetaan lähes aina jotenkin. Valvonnan suuri määrä aiheutuu hitsauksen käsityömäisestä luonteesta. Hitsaus on edelleen pitkälti käsityötä, jonka takia ihmisen toiminta täytyy tarkastaa. Valvonta kohdistuu konepaja yrityksiin ja hitsaushenkilökuntaan. Yrityksiin kohdistuva valvonta tulee yleensä asiakkaan vaatimuksena.

Konepajoilta edellytetään laatujärjestelmiä ja sisäistä valvontaa. Vaatimusten lisääntyessä konepajan täytyy hankkia yleinen laatujärjestelmä. Edelleen siirryttäessä kantaviin rakenteisiin konepajan täytyy hankkia siihen oma laadunhallinta sertifikaatti. Kantavien rakenteiden standardi on SFS-EN 1090, jossa on neljä sisäistä tasoa. Tason määrää rakennettavan kohteen käyttötarkoitus. Toiseksi tason määrittää onnettomuustilanteesta aiheutuvien seurauksien vakavuus. Vähimmillään tarkistus on hitsaajan silmämääräinen tarkistus valmiista saumasta. Vaatimusten lisääntyessä hitsaajat joutuvat tekemään luokkakokeen. Kokeessa hitsarit hitsaavat koekappaleen, joka tutkitaan. Yleisiä tutkimusmenetelmiä ovat koekappaleen rikkominen ja tutkiminen, ultraääni tutkimus ja röntgenkuvaus. Erikoiskohteissa kuten paineastioissa hitsauskoe on sama, mutta virheitä saa olla vähemmän. Myös tarkastus on tarkempaa. Paineastia luokkia kutsutaan PED-luokiksi.

Hitsaaminen jaetaan karkeasti kahteen luokkaan, sulahitsaus ja puristushitsaus. Edelleen sulahitsaus jaetaan metallikaarihitsaukseen, kaasukaarihitsaukseen ja kaasukaarihitsaukseen sulamattomalla elektrodilla. Yleisimpiä sovelluksia sulahitsaamiseen on metallikaarihitsaus ja kaasukaarihitsaus. Metallikaarihitsauksen yleisin sovellus on puikkohitsaus, jossa valokaarella sulatetaan puikkomainen lisäaine hitsaamaan. Puikkohitsauksen mekanisointi on vaativaa ja siksi sen käyttö robottien kanssa on olemattoman pientä. Kaasukaarihitsauksen yleisin sovellus on MAG-hitsaus. MAG-menetelmässä valokaari sulattaa metallia ja samalla laitteisto syöttää lisäainetta lankana hitsisulaan. MAG-menetelmä on helppo mekanisoida ja robotisoida (kuvio 5). Siksi se on yleinen hitsausmenetelmä robottihitsauksessa. Kaasukaarihitsaus sulamattomalla elektrodilla on myös yleinen menetelmä teollisuudessa. Yleisin sovellus sulamattomasta elektrodista on TIG-hitsaus. TIG-menetelmä on huomattavasti yleisempää käsihitsauksena mutta se voidaan myös mekanisoida. TIG-polttimella varustetaan joskus robotteja mutta yleisemmin TIG on omassa sovellutuksessaan eli orbitaalihitsauksessa. Orbitaalimenetelmällä hitsataan putkistoja. Menetelmässä ison pihdin sisälle on tehty TIG-poltin. Pihti laitetaan kahden vastakkain olevan putken pään ympärille. Laite kiertää putken ympäri ja hitsaa putket kiinni. Puristushitsaus eli vastushitsaus on robotin kanssa

yleisesti käytetty menetelmä. Yleisin sovellus on pistehitsaus. Autojen rungot piste hitsataan vielä nykyäänkin, vaikka moni muu menetelmä on kehittynyt.



KUVIO 5. Hitsausrobotti, jonka lisälaitteena on kääntöpöytä (Heinonen 2022, 254)

Hitsaukseen liittyy läheisesti lämmöntuonti. Lämmöntuonnilla tarkoitetaan energia määrää mikä tuodaan perusaineeseen tietynä aikana. Mitä lujempaa teräsmateriaali on, sen tarkempaa sen lämmöntuonti on. Jos lujia teräksiä hitsataan liian suurella teholla, teräs karkenee ja se muuttuu kovaksi mutta hauraaksi. Tarkoituksen mukaista olisi saada teräksen sitkeys säilymään. Silloin teräs olisi yhtä aikaa lujaa mutta myös sitkeää.

Hitsaus voidaan myös mekanisoida. Mekanisointi tehdään siihen suunnitelluilla laitteilla eli hitsaus-traktoreilla. Pienissä traktoreissa on irtonainen kisko, joka kiinnitetään alustaan väliaikaisesti. Traktori liikkuu kiskoa pitkin ja kuljettaa mukanaan hitsauspoltinta. Hieman suuremmissa traktoreissa on monesti rattaat alla eikä se tarvitse kiskoa (kuvio 6). Suuria traktoreita sanotaan torneiksi. Niitä varten pajan lattiaan on asennettu kiskot, jotka ovat hyvin samanlaisia kuin rautatiekiskot. Tornit liikkuvat kiskojen päällä. Yleensä tornit on varustettu jauhekaarihitsauslaitteilla, mutta pajan tuotteen mukaan, myös MAG varustus voi olla käytössä. Mekanisoitu hitsaus ei ole robotiikkaa koska traktoria tai tornia ei ohjelmoida. Sen sijaan, ne ovat automaatiota. Traktoreita ja torneja ajetaan yhtä aikaa hitsauksen kanssa.



KUVIO 6. Jauhekaari traktori. (Esab 2023)

2.3 Ammatillisen koulutuksen opetus robotiikassa

Ammatillisen tutkintojen sisältö perustuu opetushallituksen laatimiin tutkinnon perusteisiin. Tutkinnon perusteet ammatilliselle koululle löytyvät ePerusteet-palvelusta. Nämä suunnitelmat on valmisteltu yhteistyössä työ- ja elinkeinoelämän, koulutuksen järjestäjien ja muiden sidosryhmien kanssa. Tutkinnonperusteet jakautuvat ammatilliseen perustutkintoon, ammattitutkintoon ja erikoisammattitutkintoon. Tässä osiossa keskitymme diaarinumeron OPH-4774-2021 ammatillisen perustutkinnon suorittamiseen perusopinnoista valmistumiseen saakka. (Opetushallitus ePerusteet 2023)

2.3.1 Pakolliset opinnot

Kone- ja tuotantotekniikan tutkinnon suorittavat aloittavat opintojen alussa opintojaksot valmistustyötehtävissä toimiminen ja asennus- ja automaatiotyöt. Valmistustyötehtävissä toimiminen opintojakso sisältää perusteita lastuavasta työstöstä, kuten poraaminen, jyrsiminen ja sorvaaminen piirustusten mukaisesti. Lisäksi tämä sisältää levy- ja hitsausalan perusopinnoja metallin muokkaamisesta, liittämisestä eri menetelmin ja työturvallisuuden perusteet.

Asennus- ja automaatiotyöt sisältävät teknisten dokumenttien ymmärtämisen ja hyödyntämisen harjoituksissa sekä taidon suorittaa mekaanisia asennustöitä. Automaatio opinnoissa opitaan luke-
man kytkentäkaavioita pneumatiikan ja sähköpneumatiikan perusteisiin liittyen.

Molempien opintojaksojen perusteena on myös oppia noudattamaan työturvallisuusvaatimuksia ja työelämän toiminnan peruseriaatteita. Tällä tarkoitetaan opiskelijan taitoa pitää henkilökohtaisia suojaimia päällä työtehtävien aikana. Edelleen sillä tarkoitetaan työaikojen noudattamista ja yleisiä työelämän toiminta periaatteita.

2.3.2 Tuotantotekniikan koneistajan osaamisala

Koneistus on yksi opiskelijoiden suosituimmista osaamisaloista jatko-opinnoissa perusopintojen jälkeen. Koneistaja valmistaa työpiirustusten mukaisia osia työstämällä. Usein koneistaja hyödyntää automaattikoneita. Koneistaja suunnittelee valmistusjärjestyksen, kiinnitykset ja terävalinnat käytettävän materiaalin mukaan valmistettavaan tuotteeseen. Tehtäviin kuuluu usein CNC-koneessa käytettävän G-koodin kirjoittaminen tai koodin tuottaminen hyödyntäen CAD/CAM-ohjelmistoja. Laatu ja mittatarkkuudet ovat isossa osassa tuotantoa, joten tuotteiden todentaminen mitaamalla käsimittavälineillä ja tuotannon tarkkailu kuuluvat työhön. (Opetushallitus ePerusteet 2023, 4)

Koneistajan opintoihin kuuluu valmiiksi suunniteltujen sekä omasuunnittelemien 3D-mallien hyödyntäminen valmistuksessa piirustuksineen. Tämä CAD/CAM-ohjelmien käyttö tuo hyvää osaamis-
pohjaa esimerkiksi robotin tarttuja tai valmistettavan kappaleen kiinnittimen suunnitteluun perustalla. Robottien ja CNC-ohjattujen työstökoneiden ymmärtämä ohjauskieli on lähelle toisiaan jollakin tasolla, kuten akselikoordinaattien liikuttelun suhteen. On myös toisiaan tukevia liikekäskyjä ohjauksissa. Varsinkin tämä akselikoordinaatiston tuntemus on suuresti eduksi robotiikan käyttöä ajatellen.

2.3.3 Tuotantotekniikan levyseppähitsaajan osaamisala

Levyseppähitsaaja valmistaa piirustusten mukaisesti valmistussuunnitelmaansa hyödyntäen hitsaus- sekä metallirakennetöitä. Työntekijä osaa eri materiaaleja käyttäen valmistaa toisiinsa liitettävät teräskappaleet. Hän käyttää joko perinteisiä tai nykyaikaisia CNC-ohjattuja koneita. Hitsaajalta vaaditaan usein pätevyudet ja kokeet suoritettuna työtehtävää varten. Levyseppähitsaaja vastaa tekemänsä tuotteen laadusta silmämääräisesti ja tarvittavia mittavälineitä käyttäen. (Opetushallitus ePerusteet 2023, 4)

Nykypäivänä suuremmat laitteet, joita ei voi käyttää käsivoimin, ovat CNC-ohjattuja. Näitä laitteita ovat särmärit, leikkurit ja mankelit. Riippuu paljolti pajan koosta ja toimialasta, kuinka pitkälle automaatio on viety. E-perusteissa levyseppäosaamista on neljä isoa kokonaisuutta. Ensimmäisinä pitäisi osata käsitellä hitsaus- ja levytöiden valmistamiseen käytettävien materiaaleja. Toiseksi vaaditaan taitoa käyttää levytyökoneita ja tehdä levytöitä. Kolmanneksi vaaditaan hitsaus- ja levytöiden esivalmistelu- ja viimeistelytöiden tekemistä. Neljänneksi vaaditaan hitsaustaitoa. Hitsauksesta on monta omaa kurssia tarjolla. Vaativimmissa hitsataan luokat pienellä, levyn päittäisliitokselle ja putkilevypiena. Putkiluokkia ePerusteissa ei vaadita perustutkinnon opiskelevilta. Putkiluokat sisältyvät erikoisammattitutkintoon.

Levyseppien työssä CAD-ohjelmien käyttötaito on iso apu. Leikkureilla tämä korostuu, kun tehdään nestaus eli leikkaussuunnitelma. Nestaus on vaihe, jossa leikattavat kappaleet sijoitellaan leikattavalle levyille tietokoneella ennen leikkausta. Myös yleinen tietotekniikan taito on avuksi, kun esimerkiksi käytetään sähköisiä piirustuksia tai käytössä on järjestelmä, joka tallentaa hitsausvirta-arvot reaaliajassa.

2.3.4 Valinnaisena tarjottavat opinnot Oulun seudun ammattiopistolla

Robotin käyttö on valinnainen opintojakso, joka on eniten tekemisissä robotiikan kanssa. Opintojakson kesto 20 osaamispistettä. Kurssin osaamisvaatimuksia on kolme. Ensimmäisenä opiskelijan pitää käyttää robottia ja sen apulaitteita ohjelmistoinen. Toiseksi opiskelijalta vaaditaan taitoa ohjelmoida ja käyttää nivelvarsirobottia tai robottisolua. Kolmanneksi opiskelijan pitää osata palauttaa nivelvarsirobotti tuotantokuntoon häiriötilanteesta. (Henkilöhaastattelu, Oulun ammattikoulun opettaja)

Tällä hetkellä oppilaitoksessa on käytössä kolme pientä Mitsubishin teollisuusrobotia sekä neljä ABB robotia. ABB roboteista yksi on varustettuna hitsauksen harjoitteluun simuloinnin tasolla luokkatilassa, eli itse hitsaamista ei robotilla tehdä. Kolme ABB:n robotia ovat yhteistyörobotteja eli cobotteja. Robotteihin on lisävarusteena koululla käytössä lisäakseli, erilaisia tarttuvia sekä konenäköjärjestelmä kappaleen poimintaan. (Henkilöhaastattelu, Oulun ammattikoulun opettaja)

Robottien ohjelmoinnissa harjoitellaan ohjelmointia itse robotilla, ohjelmointia käyttäen robotin ohjelmointi ohjelmistoja ja simulaattoreita. Käytettävissä olevat ohjelmistot ovat Robotstudio ABB-roboteille, Tr toolbox Mitsubishin roboteille ja Automapppis ohjelma vapaasti kaikkien robottien ohjelmointiin, joka on riippumaton robottimerkistä. (Henkilöhaastattelu, Oulun ammattikoulun opettaja)

Robotiikan valinnainen opintojakso Robotin käyttö, on vähemmän puoleensa vetävä opintojakso koneistuksen ja hitsauksen opiskelijoille. Vuosittain noin 5 % edellä mainituista opiskelijoista valitsee tämän opiskeltavaksi. Tämä tarkoittaa vain muutamia opiskelijoita vuositasona. (Henkilöhaastattelu, Oulun ammattikoulun opettaja)

2.3.5 Valmistuneiden oppilaiden jatko-opinto mahdollisuudet

Ammattikoulusta valmistuttuaan perustutkintoon opiskelijat voivat hakea jatko-opintoihin. Vaihtoehtoja ovat ammattitutkinto, erikoisammattitutkinto, ammattikorkeakoulu tai yliopisto. Myös sitä lyhyemmät kurssit ovat vaihtoehto ja niitä tarjoavat yksityiset oppilaitokset sekä työvoimatoimisto. Perustutkinto antaa yleisen jatko-opintokelpoisuuden, jolla voi hakea ylempiin opintoasteisiin. Perustutkinto, ammattitutkinto ja erikoisammattitutkinto ovat valtion säätelemiä tutkintoja. Niiden sisältö on tarkkaan kerrottu opetushallituksen ylläpitämällä ePerusteet-sivustolla. Valtio myöntää oppilaitoksille luvan järjestää koulutusta. Ammattikorkeakoulut ja Yliopistot saavat sen sijaan opettaa mitä ne haluavat. Ne kilpailevat keskenään opiskelijoista. Suurin ero ammattikorkean ja yliopiston välillä on perustehtävän luonne. Yliopistossa opetetaan tutkimusta ja korkeinta osaamista. Ammattikorkeakoulussa opetetaan työelämän tarvitsemia vaativia taitoja. Hieman yksinkertaistaen yliopistossa opetetaan tutkimaan miten asiat pitäisi tehdä, ammattikorkeakoulussa opetetaan, miten asiat tehdään työelämässä. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon pitäisi vastata diplomi-insinöörin opintoja, mutta käytännössä vain julkinen sektori arvostaa ne samanarvoisiksi.

Ammattitutkinto syventää perustutkinnon osaamista. Tutkinnon laajuus on 150 osaamispistettä. Osaaminen osoitetaan käytännön tehtävissä ja jokaiselle opiskelijalle tehdään oma henkilökohtainen suunnitelma. Ammattitutkinnossa opiskelijalla täytyy olla työpaikka, jossa näytöt tehdään. Ammattitutkinnot on tarkoitettu pääsääntöisesti aikuisille, joilla on jo osaamista ja kokemusta alalta. Ammattitutkintoon hakemiseen ei tarvita perustutkintoa alle. Ammattitutkinto vastaa tasoltaan toisen asteen tutkintoja kuten perustutkintokin. Ammattitutkinto antaa yleisen jatko-opintokelpoisuuden. Ammatillisen tutkinnon jälkeen voit hakea yliopistoon mutta ainoastaan samalle alalle. Myös ammattikorkeakouluopintoihin voi hakea. Niissä voi hakea mille tahansa alalle. (Rastor instituutti 2023.) Kone- ja metallialan opiskelijoille parhaiten soveltuvat seuraavat ammattitutkinnot (Opetushallitus ammattitutkinnot)

- ajoneuvoalan ammattitutkinto, jossa on tarjolla automyyjän, varaosamyyjän, korjaamopalvelutyöntekijän, automaalarin ja korikorjaajan osaamisalat
- koneasennuksen ja kunnossapidon ammattitutkinto, jossa on tarjolla koneasennuksen, kunnossapidon, hissirakennuksen ja raideliikennekaluston kunnossapidon osaamisalat
- tuotantotekniikan ammattitutkinto, jossa on tarjolla levy- ja hitsaustekniikan, lasi ja keraamisen alan, koneistuksen sekä muovi- ja kumitekniikan osaamisala
- energia-alan ammattitutkinto, josta voi valita lähinnä kaukolämpöasennuksen osaamisalan
- yrittäjän ammattitutkinto, jos on toiminut jo jonkin aikaa yrittäjänä.

Erikoisammattitutkinnoissa osoitetaan osaamista alan vaativampiin tehtäviin. Erikoisammattitutkinnon laajuus on 180 osaamispistettä. Ne edellyttävät pitkää kokemusta alalta. Erikoisammattitutkintoon hakemiseen ei tarvita perustutkintoa tai muutakaan tutkintoa alle. Myös erikoisammattitutkinto vastaa tasoltaan toisen asteen tutkintoja kuten perustutkintokin. Erikoisammattitutkinto antaa yleisen jatko-opintokelpoisuuden. Erikoisammattitutkinnon jälkeen voi hakea yliopistoon mutta ainoastaan samalle alalle. Myös ammattikorkeakouluopintoihin voi hakea. Niissä voi hakea mille tahansa alalle. (Rastor instituutti 2023.) Kone- ja metallialan opiskelijoille parhaiten soveltuvat seuraavat erikoisammattitutkinnot (Opetushallitus erikoisammattitutkinnot)

- ajoneuvoalan erikoisammattitutkinto, jossa on tarjolla korjaamon esimiehen, korjaamon työnjohtajan, autokorimestarin, automaalarimestarin, automyyjän, konemyyjän ja varaosamyyjä osaamisalat
- koneasennuksen ja kunnossapidon erikoisammattitutkinto

- tuotannon esimiestyön erikoisammattitutkinto
- tuotantotekniikan erikoisammattitutkinto
- tuotekehitystyön erikoisammattitutkinto.

Ammattikorkeakouluihin voi hakea perustutkinnon, ammattitutkinnon tai erikoisammattitutkinnon jälkeen. Ammattikorkeakoulun opintojen laajuus on 240 opintopistettä. Ammattikoulun käyneille paras linja on Insinööri (AMK). Koulutusta järjestetään monessa oppilaitoksessa ympäri suomea. Monessa opinnot voi suorittaa monimuoto opetuksessa, jolloin lähipäivien määrä on pienempi. Parhaiten ammattikoululaisille sopivia Insinööri ohjelmia ovat

- insinööri (AMK), konetekniikka
- insinööri (AMK), energiatekniikka
- insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikka
- insinööri (AMK), energiatekniikka ja kiertotalous
- insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka
- insinööri (AMK), robotiikka ja tekoäly.

Monella ammattiopistolla ja sitä maantieteellisesti lähimmällä ammattikorkealla on yhteistyö sopimus väyläopinnoista. Väyläopinnot ovat oikotie ammattikoululaiselle ammattikorkeaan. Opiskelija ei saa valita yleisten aineiden valinnaisia aineita, vaan hänen täytyy ottaa tietyt kurssit. Valmistuttuaan opiskelijalla on varma aloituspaikka ammattikorkeassa ilman pääsykokeissa käyntiä. Opiskelijan pitää hakea yhteishaun sijaan erillishaun kautta sen aukiolo aikana. Pakollisia kursseja on kolme, joista saadaan yhteensä 15 osaamispistettä. Kaikille pakollisia ovat tekniikan matematiikka ja tekniikan fysiikka. Kolmas kurssi on alakohtainen opintojakso. Oulun ammattikorkeassa kurssin voi valita seuraavista vaihtoehdoista (Oulun ammattikorkeakoulu Tekniikka 2023.)

- ajoneuvotekniikan rakennejärjestelmät
- energiatekniikka
- lean-johtaminen
- lean-johtaminen ja johtajuus
- louhintatekniikka ja maarakennusmateriaalit
- rakennusmateriaalit
- rakennusten LVIS-järjestelmät.

Ylempään ammattikorkeatutkintoon voi hakea ainoastaan alemman ammattikorkeatutkinnon suorittaneet. Ylempi ammattikorkeatutkinto on jatkoa aiemmalle alemmalle tutkinnolle. Ammattikorkeakoulut nimeävät tutkintojaan ajan hengen mukaisesti mutta yleensä konetekniikka löytyy jokaisesta ammattikorkeakoulusta muodossa tai toisessa. Esimerkkinä Oulun ammattikorkean tutkintoja (Oulun ammattikorkeakoulu ylemmät 2023)

- älykäs automaatio ja robotiikka, YAMK
- autoala, YAMK
- hitsausala, YAMK
- lean-johtaminen, YAMK.

Jatko-opinto oikeuden perusteella voi myös hakea yliopistoon. Yliopiston kesto on 300 osaamispistettä. Yliopistosta valmistutaan diplomi-insinööriksi. Ammatti- ja erikoisammatti tutkinnolla voit hakea vain oman alasi kandidaatti ohjelmaan. Kandidin jälkeen jatketaan maisteri koulutukseen. Oulun yliopistossa voi opiskella seuraavia osaamisaloja konetekniikan tutkinto ohjelmassa

- auto- ja työkonetekniikka
- koneensuunnittelu
- materiaalitekniikka
- mekatroniikka ja konediagnostiikka
- teknillinen mekaniikka
- tuotantotekniikka.

3 ROBOTTI

Kansainvälinen standardointijärjestö on määritellyt robotiikan seuraavasti “Robotiikalla tarkoitetaan robottien suunnittelua, valmistamiseen ja käyttämiseen ja liittyvää tiedettä tai toimintaa”. Monesti arkikielessä robotiikalla tarkoitetaan robottien tekemää työtä. Robotiikka on poikkitieteellinen tieteenala, joka hyödyntää tietotekniikkaa, matematiikkaa, fysiikkaa ja yksittäisen robotin tehtäviin kuuluvia tieteitä.

Venäläinen kirjailija Isaac Asimov kirjoitti novellissaan Runaround robotin kolme pääsääntöä:

1. Robotti ei saa vahingoittaa ihmistä eikä laiminlyönnin takia saattaa tätä vahingoittumaan.
2. Robotin on toteltava ihmisen sille antamia määräyksiä paitsi, jos ne ovat ristiriidassa ensimmäisen säännön kanssa.
3. Robotin on varjeltava omaa olemassaoloaan niin kauan, kuin se ei ole ristiriidassa ensimmäisen ja toisen pykälän kanssa.

Robotti-sanan alkuperä on Tšekin kielen sanassa robota. Tšekinkielinen sana tarkoittaa pakko-työtä. Ensimmäisen kerran robota sanaa käytti tšekkiläinen Karel Capek siinä merkityksessä kuin me sen ymmärrämme nykypäivän robottina. Sana esiintyi Capekin vuonna 1920 kirjoittamassa näytelmässä RUR jossa ihmisen kaltaiset robotit nousevat kapinaan. Useimmille nykyihmisille robotti tuo mieleen mekaanisen laitteen, jolla tehdään jokin tietty tehtävä. Kenties kuuluisimmat robotit ovat tähtien sodan R2-D2 ja C-3PO. Myös terminaattori on tuttu monella varttuneemmalla ihmiselle. (Hänninen 2022, 24.)

Robotti on määritelty monessa paikassa eri tavoin. Oxfordin sanakirja määrittelee robotin seuraavasti; “machine that can perform a complicated series of tasks by itself” (Oxford dictionaries 2023,). Suomennettuna kone, joka pystyy suorittamaan monimutkaisien tekojen sarjoja itsenäisesti. Sanakirjan määritelmästä puuttuu kuitenkin ohjelmoitavuus, jota pidetään tärkeänä robotille. Robot institute of America tarjoaa vähän paremman määritelmän. “Robotti on uudelleenohjelmoitava, monitoiminen laite, joka on suunniteltu siirtämään materiaalia, osia, työkaluja tai erikoislaitteita ohjelmoitujen liikkeiden avulla suorittaakseen erilaisia tehtäviä” (SCRIBD 2023,). Kansainvälinen standardisointi järjestö määrittelee robotin seuraavasti. “Actuated mechanism programmable in two or more axes with a degree of autonomy, moving within its environment, to perform intended tasks”.

Määritelmistä nousee esille robotin syvin olemus. Ensinnäkin sillä pitää olla vähintään kaksi akseli eli liikesuuntaa, johon se voi liikkua. Toiseksi robotin tulee olla uudelleenohjelmoitava. Eli sen ohjelmaa voidaan muuttaa, jos tehtävä muuttuu. Kolmanneksi robotin täytyy toimia autonomisesti ilman ihmisen jatkuvaa ohjausta tai valvontaa.

Robotit voidaan karkeasti luokitella kolmeen luokkaan. Ensimmäisenä teollisuusrobotit. Toisena palvelurobotit ja kolmantena ohjelmistorobotit. Teollisuusrobotit ovat pitkään käytössä olleita laitteita. Niitä on käytössä teollisuudessa hyvin laajasti. Yleisin mielikuva teollisuusrobotista on auto-tehtaanhihna, jossa pistehitsirobotit kokoavat auton koreja. Palvelurobotit ovat robotteja, jotka tekevät tehtäviä ihmisten hyväksi tai ihmisten parissa lukuun ottamatta teollisuutta. Palvelurobottien määrä on nousemassa etenkin terveydenhuolto sektorilla. Ohjelmistorobottien asema on kiistanalainen koska ISO-standardit eivät laske niiden kuuluvan robotteihin. Tyypillisin ohjelmistorobotti on chat-botti, joka vastailee netissä asiakkaiden kysymyksiin.

Robotit voidaan jakaa kahteen kategoriaan, teollisuusrobotit ja yhteistyörobotit eli cobotit. Erona teollisuusrobotilla ja cobotilla on suhtautuminen ihmisen läsnäoloon. Teollisuus robotit eivät huomioi ihmistä mitenkään ja siksi ne pitää eristää turvahäkkien sisäpuolelle. Cobotit huomioivat ihmisen ja pysähtyvät vaaratilanteen uhatessa. Niissä on sisäänrakennettua turvatekniikkaa, joka aistii ympäristöä. Cobotit työskentelevät ihmisen kanssa, kun taas robotit ihmisen sijasta. Toistaiseksi cobotit ovat robotteja pienempiä ja kevytrakenteisempia. Siksi niillä ei voi nostella suuria kuormia. Myös ulottuvuus on cobotilla pienempi kuin robotilla. Edelleen liikenopeudet ovat hitaammat. Cobotti voidaan helposti siirtää pienenä ja näppäränä toiseen paikkaan. Pientäkään teollisuusrobottia ei siirretä helposti koska turvatekniikka ei välttämättä seuraa perässä. Yleensä teollisuusrobotti tehdään osaksi tuotantosolua, jolloin sen tehtävien muuttaminen on haastavaa. Cobotti voidaan helpommin muuttaa täysin eri tarkoitukseen sopivaksi. Robottien ja cobottien työkaluvalikoima on periaatteessa sama. Eroja tulee kuitenkin voimaa vaativissa sovelluksissa tai suurta nopeutta vaativissa sovelluksissa. Myös erilaiset lisäominaisuudet kuten railonseurana hitsauksessa ovat harvinaisempia coboteissa. Roboteilla se alkaa olla vakiovaruste nykyään. (Moilanen 2023)

Robotin keho rakentuu komponenteista. Robottien tukirangat poikkeavat toisistaan paljonkin riippuen valmistajasta ja käyttötarkoituksesta. Robotin liikkeet aikaansaavia laitteita kutsutaan aktuaattoreiksi. Suurin osa aktuaattoreista tuottaa pyörivän tai lineaarisen liikkeen. Lähes poikkeuksetta robotti tarvitsee efektorin eli työkalun. Tässä tapauksessa työkalu tekee työn ja robotti liikuttaa työkalua.

Robotteja käytetään tehtävissä, jotka ovat liian raskaita tai liian puuduttavia ihmiselle. Ihminen ei jaksakaan jatkaa toistoa kovinkaan kauaa vaan kaipaa vaihtelua. Myös hyvin vaaralliset työt tehdään monesti roboteilla. Vaarallisista töistä voidaan mainita käytetyn ydinpolttoaineen käsittely Olkiluodon onkalossa (Yle 2023). (Hänninen 2022, 99.)

Yleensä Robotin käyttövoimana on sähkö. Käytännössä liikkeet on toteutettu servomootoreilla, jotka kääntävät vipuvarsia. Servomootorit voivat myös pyörittää hammasrattaita, josta voima välittyy hammastankoon lineaarisen liikkeen aikaansaamiseksi. Sähkön etuja ovat nopeus, erinomainen tarkkuus. Siisteys ja meluttomuus. Sähköä on aina saatavilla robotille koska ohjausjärjestelmä vaatii sen. Sähkön ongelmia on yleinen sähköturvallisuus. Sähkömootorit saattavat tarvita erillisiä jarruja taakkojen kannattelussa. Sähkömootorin täytyy pyöriä tehdessään työtä. Staattinen paikallaanolo virrat päällä polttaa moottorin käämityksen. Käyttövoima voi olla muukin kuin sähkö. 1960–70 luvulla hydraulikka oli käytössä robotin kehoissa. Hydraulikan suurin etu on sen kyky nostaa raskaita kuormia. Kuormien paikallaan pito onnistuu hydraulisella robotilla helposti. Haittapuolina monimutkaisempi laitteisto, joka vikaantuu herkemmin. Hydraulikka neste saattaa vuotaa sotkien ympäristöä. Pneumaattiset robotit ovat nopeita ja edullisia. Paineilman huonoja puolia ovat huono tarkkuus ja vaatimaton voima. Pneumaattiset robotit vaativat paljon ylläpitoa ja huoltoa. Monessa nykyrobotissa keho on sähkötoiminen, mutta efektori voi olla myös paineilmalla toimiva.

Roboteissa on Kehon lisäksi myös keskusyksikkö ja pendantti. Pendantti on kaukosäätimen tapainen kädessä pidettävä laite, jossa on näyttö ja nappuloita. Pendantti on johdolla kiinni keskusyksikössä. Näytössä on robotin ohjelma, jota käyttäjä voi muokata nappuloilla. Myös muut ohjauskäskyt annetaan pendantin kautta robotille. Pendantissa on myös hätä-seis kytkin. Langattomat pendantit ovat yleistyneet hitaasti, vaikka ensimmäinen tehtiin jo vuonna 2006 (Roboticsbook.com 2023). Langattomuuden suurimmat ongelmat ovat akun vaatima tila ja paino. Myös sähkömagneettiset kentät joissain töissä voivat tulla ongelmaksi kuuluvuudelle. Etenkin hitsaus aiheuttaa voimakkaita sähkömagneettisia kenttiä.

Robotti ei osaa automaattisesti tehdä mitään. Robotti täytyy ohjelmoida eli kertoa sille, mitä sen pitää tehdä. Robotin ohjelmointi voidaan tehdä joko simuloimalla tai opettamalla robotti. Simulointi tehdään tietokoneohjelmalla, jossa on yleensä mallinnettu koko robotti 3-D malliksi. Malliin voidaan lisätä jigi ja jigiin tulevat osat. Jigintuonnin jälkeen tehdään robotille liikkeet ja kerrotaan mitä sen pitää missäkin kohtaa tehdä. Esimerkiksi näytetään ohjelmassa mistä robotin pitää aloittaa hitsaus.

Seuraavaksi annetaan liikekäsky millä robotti liikkuu seuraavaan paikkaan. Lopetuskohdassa robottia käsketään lopettamaan hitsaus. Kun kaikki työn vaatimat liikkeet ja komennot on tehty, luodaan robotin ohjelma. Ohjelma siirretään robotille joka massamuistilla tai verkkoyhteyksien kautta. Toinen keino on opettaa robotti suoraan. Siinä robotin pöydälle kiinnitetään jigi työkappale osineen. Seuraavaksi ohjataan robotti pendantilla haluttuun kohtaan ja annetaan käsky. Esimerkiksi liikutetaan robotti sauman alkukohtaan, ja käsketään aloittaa hitsaus. Seuraavaksi liikutetaan robottia sauman lopetuskohtaan ja annetaan lopetuskäsky. Kun kaikki työn vaatimat käskyt on tehty, tallennetaan ohjelma muistiin. Simulointi on ohjelman testausta 3D-maailmassa ja tällä saavutetaan monia etuja. Simulointi on halpaa verrattuna jigi valmistukseen. Jos jigi onkin fyysisesti yhteensopimaton robotin kanssa, se voidaan muuttaa helposti ohjelmassa. Simuloinnin aikana robotti voi tehdä muita töitä eikä se ole sidottu opetustilanteeseen, koska simulointi tapahtuu tietokoneella. (Hänninen 2022, 53–55.)

3.1 Robotiikan opettaminen

Pedagogia tarkoittaa kasvattamisen oppia. Pedagogiikassa kasvattaja yrittää opettaa kasvatettavalle sitä, mikä on yhteiskunnassa oikeaa toimintaa eettisesti ja moraalisesti. Myös yleisesti yhteiskunnassa hyväksytyt taidot ja käytös kuuluvat opetettaviin asioihin. Didaktiikka tarkoittaa opettamisen oppia. Didaktiikka tutkii mitä opetetaan, miten opetetaan, kuka opettaa, kenelle opetetaan ja miksi opetetaan.

Hans Aebli jakaa opetuksen kahteentoista perusmuotoon. Ensimmäinen niistä on kertominen ja selostaminen. Tässä muodossa opettaja saada oman merkitykselliseksi kokemansa näkökulman siirrettyä oppilaalle puhumalla. Toisena muotona demonstraatio. Siinä opettaja näyttää asian siten, että oppilas voi yrittää tehdä itse saman. Kolmas muoto on havainnointi ja tarkkailu. Siinä opettaja tuo asian siihen tilaan, että oppilas voi tarkkailemalla oppia asian. Neljäs muoto on yhdessä lukeminen. Siinä opetallaan enimmäkseen tekstin ymmärrystä. Samalla opitaan myös tekstissä olevaa asiaa. Viidentenä muotona on kirjoittaminen. Siinä opetallaan asiaa kirjoittamalla asiasta esimerkiksi opinnäytetyö. Kuudentena muotona on toimintaskeman konstruointi. Siinä opetetaan toiminnan yleiset vaiheet ja eteneminen. Esimerkkinä tästä muodosta voisi ottaa pullan leipomisen. Seitsemäntenä muotona on operaatioiden konstruointi. Siinä opetetaan abstrakteja toimintoja kuten laskusääntöjä. Kahdeksantena muotona on käsitteiden muodostaminen. Siinä opetetaan oppilasta käyttämään abstrakteja käsitteitä ympärillä olevasta maailmasta. Oppilaalle pitäisi myös opettaa

käsitteet, joita käytetään. Yhdeksäs muoto on ongelmia ratkaiseva konstruointi. Siinä oppilasta autetaan aktiivisesti ratkomaan tietty ongelma. Kymmenes muoto on syventäminen. Siinä koetellaan jo opittuja asioita uusissa tilanteissa ja ympäristöissä. Yhdestoista muoto on harjoittelu ja kertaus. Siinä on tarkoituksena saada tiedot ja taidot sille tasolle, että oppilas tietää ja osaa ne ponnistelematta. Kahdestoista muoto on soveltaminen. Siinä oppilasta yritetään opettaa soveltamaan tietoja aidoissa elämäntilanteissa. (Ulvinen 2017)

Oppimisen itsesäätelyllä tarkoitetaan tavoitteellista opiskelua. Opiskelijan pitäisi tietoisesti ja tavoitteellisesti tarkkailla omaa ajattelua, käyttäytymistä, motivaatiota ja oppimisympäristöä. Prosessiin vaiheisiin vaikuttavat yksilöiden biologiset ja kontekstuaaliset erot. Itsesäätelyprosessissa on neljä vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa opiskelija tutkailee saatua tehtävää ja asettaa itselleen tavoitteita. Opiskelija myös valitsee opiskelustrategian ja opiskelukeinot. Toisessa vaiheessa opiskelija on jo aloittanut työskentelyn. Silloin hän palaa arvioimaan aiemmin tekemään päätöksiä tavoitteistaan ja keinoista saada annettu tehtävä loppuun. Kolmannessa vaiheessa opiskelija omaksuu valitsemansa keinot käyttöön. Hän myös säätelee tunteitaan, motivaatiotaan ja sitoutumistaan hankkeeseen. Neljännessä vaiheessa opiskelija reflektoi tekemäänsä työtä ja onnistumistaan siinä. Strategiat ja keinot valikoituvat opiskelijalle aiempien ja nykyisen oppimisympäristön perusteella. Myös aiemmillä oppimiskokemuksilla on vaikutusta asiaan. (Haapakoski, Moilanen 2018)

Yksilön elinikäisen oppimisen taidot kehittyvät, jos opiskelija tiedostaa omat taitonsa ja ottaa niiden kehittymisestä vastuuta. Parhaassa tapauksessa oppilas ymmärtää oppimistapahtuman vaiheet. Tällöin hän osaa ennakoida ja suunnitella tulevaa. Oppimisprosessiin ymmärtäminen lisää opiskelijan itseohjautuvuutta. Itseohjautuvat oppilaat näkevät opettajan yhteistyökumppanina, joka auttaa saavuttamaan hyviä tuloksia. Heikosti itseohjautuvat kokevat opettajan virheiden etsijänä ja korjaajana. Itsesäätelyn tavoitteellisuuden vuoksi opettajan pitäisi tukea opiskelijaa vahvasti, jotta prosessi toimisi. (Haapakoski, Moilanen 2018)

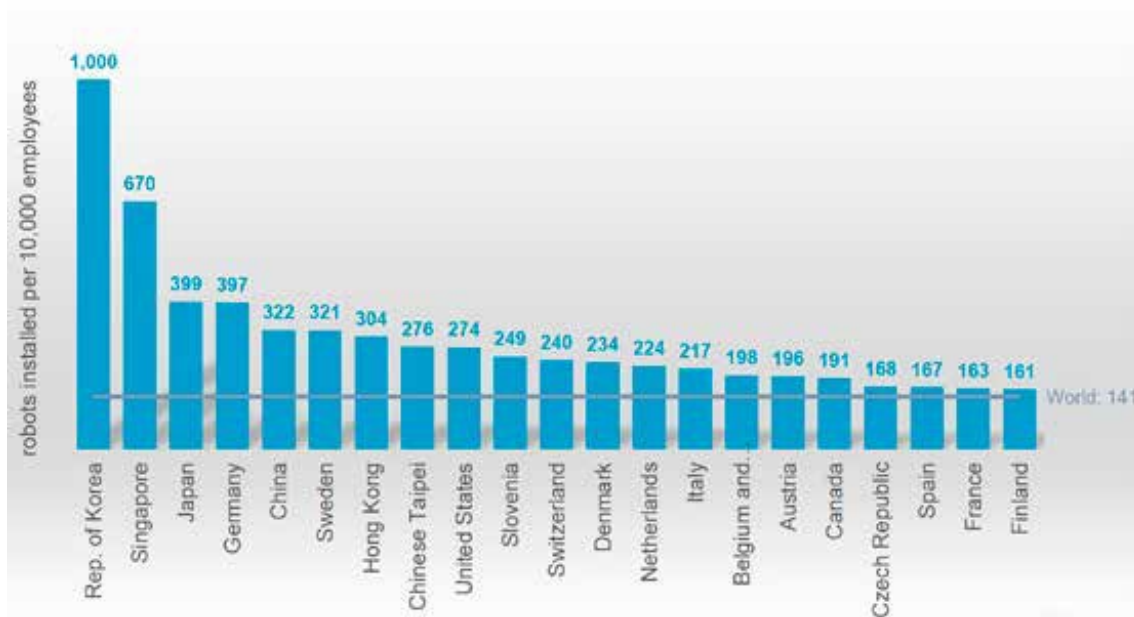
3.2 Robotiikan nykyinen kapasiteetti suomessa

Suomen automaatio ja robotiikka taso eroaa hieman muista verrokkimaista. Suomessa on vahva metsäsektori, metalliteollisuus ja energiateollisuus. Suomeen on siksi keskittynyt vahvaa osaamista arvoketjun päästä päähän. Esimerkiksi metsäteollisuudessa puut kasvavat Suomessa, ne hakataan, keitetään selluksi ja lopuksi tehdään paperiksi. Suomaisilla on myös taitoa suunnitella ja

rakentaa tehtaita. Yleensä ottaen Suomalaisten tehtaiden automaation taso on korkea. Suomessa toimii metallialalla yhtiöitä, jotka globaalisti vahvoja omalla nize-markkinallaan. Esimerkiksi Kone valmistaa hissejä, Ponsse tekee metsäkoneita ja Valtra valmistaa traktoreita. (Ventä, Honkatukia 2018)

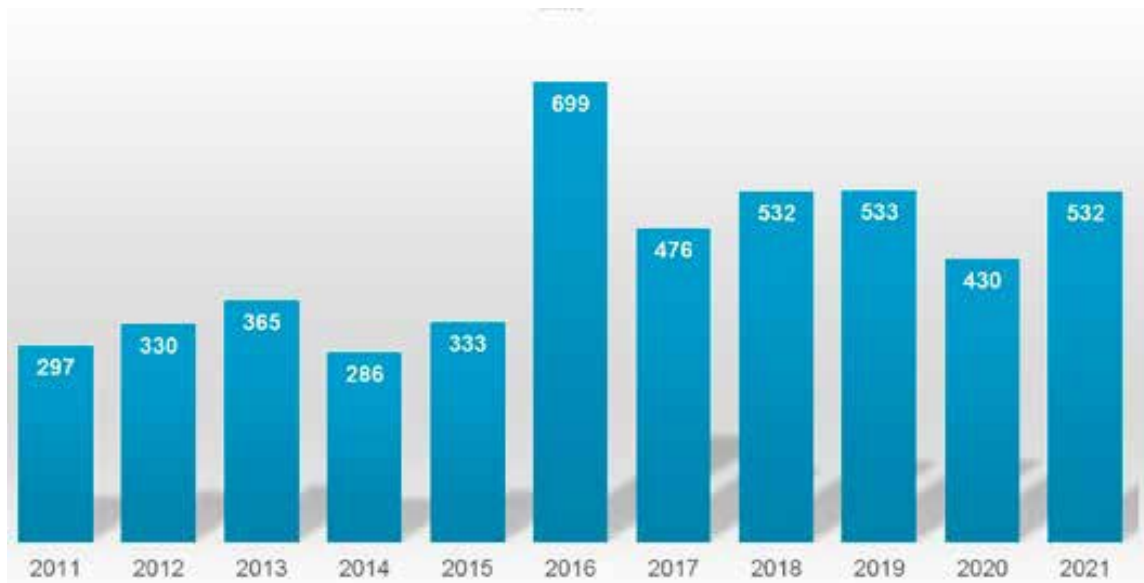
Robottiikka tuo hyötyä kahta kautta, kustannusten säästönä ja kilpailukyknä. Robottiikan sanotaan monesti vievän työpaikkoja. Robotisaatio kuitenkin tekee kuitenkin kustannustehokkaan toiminnan mahdolliseksi. Roboteille soveltuvat parhaiten kaikenlaiset rutiinitehtävät. Tällöin saadaan laatu pysymään halutunlaisena ja tasaisena. Vuonna 2017 tehdessä selvityksessä, suurin syy siirtää tuotanto ulkomaille oli työvoimakustannus. Moni yritys on kuitenkin tullut takaisin. Suurin syy paluuseen on tuotteiden laatu. Robottiikalla saadaan laadukasta tuotantoa Suomessakin kohtuu kustannuksin. Laskennallisesti olisi mahdollista saada jopa viisinkertainen tuotto robotisoimattomaan verrattuna. Asiaa vaikeuttaa yritysten rajattu. Kehittäminen vaatii resursseja ja aikaa. Yleensä pullonkauloja ovat ihmisten osaamispuutteet, liian suuret taloudelliset riskit, liian pitkä aika ja liiketoiminnallinen riski. (Ventä, Honkatukia 2018)

Vuonna 2021 maailmassa investoitiin ennätysmäärä teollisuusrobotiikkaan. Tilastollisesti maailmassa on 3,7 miljoonaa teollisuusrobotia. Teollisuusmaissa robotteja on 1,41 sataa työntekijää kohti (kuvio 7). Elektroniikkateollisuus kiilasi suurimmaksi robottien käyttäjäksi ensimmäistä kertaa historiansa aikana ottamalla 26 % osuuden. Toiseksi tipahti autoteollisuus 23 % osuudella. Kolmantena tulee konepaja sektori 12 % osuudella. Suurin osaa kasvusta globaalisti tulee Kauko-idästä. Euroopassa kasvu oli vaatimattomampaa. Kiinassa kasvu on niin rajua, että puolet kaikista uusista roboteista investoidaan Kiinaan. Seuraavina ovat Korean tasavalta, Japani, Singapore ja Taiwan. Kaikki elektroniikka teollisuuden vetäminä. Euroopassa kasvu ei ole kovaa koska Euroopassa on konepaja- ja autoteollisuutta, joka ei investoi yhtä rajusti. Cobottien määrä nousi 2010-luvulla nolasta kuuteen prosenttiin. Tällä hetkellä niiden osuus on 8 % ja se jatkaa kasvuaan. (Lempiäinen 2022, 25.)



KUVIO 7. Robottitiheydet teollisuusmaissa (Lempiäinen 2022, 25)

Suomessa koko 2010-luku oli lähinnä korvausinvestointeja vanhojen robottien tilalle. Tällä hetkellä Suomessa ahkeroi noin 6000 robottia. Ne eläköityvät tyypillisesti viidentoista vuoden iässä. Vuonna 2021 saatiin kuitenkin jo neljänneksen nousu edellisvuoteen nähden. Suomessa investoitiin 532 teollisuusrobottia vuonna 2021 (kuvio 8). Suomessa konepajasektori on suurin robottien käyttäjä. Meillä robottitiheys ei ole erityisen suuri verrokkimaihin nähden. Suomessa on käytössä 1,61 robottia sataa työntekijää kohden. Ruotsissa on 3,20 robottia sataa työntekijää kohti. Robottien investointeja Suomessa lisää konepajoja pitkään riivannut pula osaavista työntekijöistä. (Lempiäinen 2022, 25.)



KUVIO 8. Suomen robotti-investoinnit 10 viime vuoden aikana (Lempiäinen 2022, 25.)

Suomessa robotiikan osaajille on tarvetta. Laite ja järjestelmätoimittajia on noin 60. Näissä yrityksissä työskentelee yhteensä 1500 työntekijää. Liikevaihtoa syntyy 400 miljoonaa euroa. Meillä uutta kasvua robotiikkaan on saatu ruuan nettikaupasta. Uusia innovaatioita odotetaan lähivuosina varastoinnin, keräilyn ja logistiikan puolelle. (Lempiäinen 2022, 25.)

3.3 Robotiikan haasteet

Tekniikan alueella puhutaan joskus ekosysteemistä. Sillä tarkoitetaan laajempaa kokonaisuutta, jossa ovat mukana valmistajat, kehittäjät, kauppiat ja käyttäjät. Ekosysteemi tarkoittaa kaikkien toimijoiden suhteita ja yhteistyötä. Klassinen esimerkki ekosysteemistä on Android käyttöjärjestelmä tableteissa ja puhelimissa. Vaikka Google omistaa alustan, se antaa muidenkin tehdä sovelluksia järjestelmään. Robotiikassa ei ole toistaiseksi ekosysteemejä. Jokaisella valmistajalla on oma robotin ohjelmointikieli. Toisen valmistajan ohjelmaa ei saa kilpailevaan robottiin. Vuodesta 2007 on kehitetty avoimen lähdekoodin ekosysteemi roboteille. Järjestelmän nimi on ROS eli robot operating system. ROS ei ole käyttöjärjestelmä vaan ohjelmointikieltä ja työkaluja tarjoava alusta. (Hänninen 2022, 266.)

Robottien teknologinen kehitys on vasta alussa. Ihmisillä on kuitenkin jo nyt kovat vaatimukset roboteille. Robotti on tällä hetkellä ahkera mutta äärimmäisen tyhmä työmies. Tulevaisuudessa robotit kehittyvät anturitekniikan mukana. Tällä hetkellä voidaan mitata kaikkea sähköistä toimintaa robotissa. Sen sijaan ympäristössä tapahtuvat muutokset ja tapahtumat ovat huonosti havaittavia.

Esimerkkinä voisi käyttää hitsausrobotia, joka hitsaa jigiin. Näin käy, kun robotin käyttäjä unohtaa laittaa työkappaleen osan paikalleen jigiin. Robotin anturointi haistelee hitsausvirtaa ja liikeratoja, jotka näyttävät suhteellisen normaaleilta. Kuitenkin työkappaleen puuttuessa robotti hitsaa jigiin sauman. Tuskin yksikään ihminen voi olla niin tyhmä, että hitsaa jigiin, vaikka työkappale ei ole paikoillaan. (Hänninen 2022, 266.)

Robottiikan tulevaisuudessa niihin tulee mukaan myös tekoälyä. Tällöin voidaan ruveta pohtimaan robotin moraalialia. Moraali on ihmisten välisen kanssakäymisen sääntöjä ja käsityksiä siitä, mikä on hyvää ja mikä paha. Ongelmaksi nousevat robotin tekemät valinnat. Jos robottiauto ajaa ihmisen yli, kuka kantaa vastuun? Onko se auton valmistaja vai koodari, joka teki ohjelman. Entä jos kuskinä on tekoäly? Kantaako vastuun silloin tekoälyn kehittäjä vai tekoäly itse. On mieletöntä rangaista konetta. Siitäkin huolimatta ihmiset suhtautuvat kriittisemmin koneiden tekemiin virheisiin kuin ihmisten virheisiin. Tilanne muuttuu hieman, jos mukana on tekoälyä eli robotti toimii autonomisesti. Autonomialla tarkoitetaan robotin kykyä toimia itse ja tehdä päätöksiä sen sijaan, että toimisi koko ajan ennalta koodatun ohjelman mukaan. (Hänninen 2022, 267.)

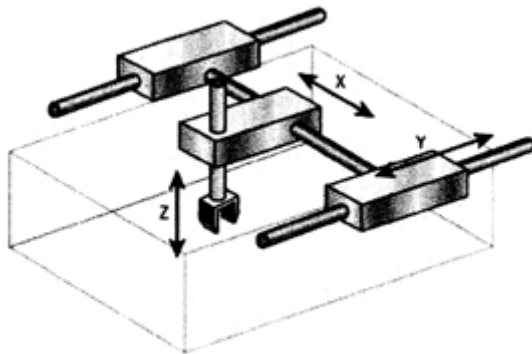
Suomessa ei vielä ole robottilakia, mutta sitä on haluttu yliopisto maailmasta (Etelä-Suomen Sanomat 2023). Tutkijatohtori Michael Laakasuo on ehdottanut robottilakia tulevaisuusstrategiasta vastaavalle työryhmälle Valtioneuvoston kansliaan. Hallituksen kanslia suhtautuu ehdotukseen vakavasti. Tarkoituksena olisi saada robottien valmistajille raamit, joissa robotteja voi valmistaa. Muuten uhkana on, että valmistajat tekevät itse moraaliset koodistonsa roboteilleen. Ainakin kolmeen kysymykseen haluttaisiin vastaus, jos tekoäly alkaa ohjaamaan robotteja. Ensiksi miten suhtautua robottiin, jonka pyrkimykset eivät käy yksiin ihmisten pyrkimysten tai vapaan tahdon kanssa. Toiseksi miten tulisi suhtautua robottien tekemiin ratkaisuihin, jotka vaikuttavat ihmisten hyvinvointiin. Kolmanneksi kuka kantaa vastuun, jos robotti aiheuttaa onnettomuuden. (Hänninen 2022, 268; Etelä-Suomen Sanomat 2023.)

3.4 Teollisuus robotit

Teollisuus robotit jaetaan tyypeihin rakenteensa perusteella Perustyyppinä ovat suorakulmaiset-, sylinteri-, napakoordinaatisto-, scara-, kiertyvänivelinen- ja rinnakkaisrakenteinen robotti. Kierty-

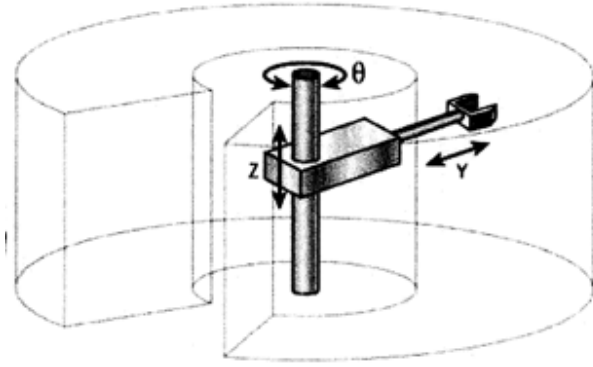
vänivelisen robotin tavanomaisempi nimi on käsivarsirobotti. Rinnakkaisrakenteista robottia kutsutaan arkikielessä monesti deltarobotiksi. Toinen yleinen tapa luokitella robotteja on nimittää niitä käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi maalausrobotti tai pakkausrobotti. (Hänninen 2022 s 113.)

Suorakulmainen robotti (kuvio 9) on kolme vapausastetta. Robotti liikkuu X- Y- ja -suunnassa. Pitkittäin on kaksi johdetta, joiden päällä liikkuu poikittain puomi. Poikki puomissa on ylös ja alas liikkuva työkalu. Toinen nimitys suorakulmaiselle robotille on lineaarinen robotti tai portaalirobotti. Ne ovat yleisiä automatisoiduissa linjastoissa. Monesti ne latovat tai pakkaava tavaraa luikuhihnan päällä osana isompaa järjestelmää. Myös erilaiset ladonta ja poiminta tehtävät soveltuvat hyvin tällä robottityypille. (Hänninen 2022, s. 115)



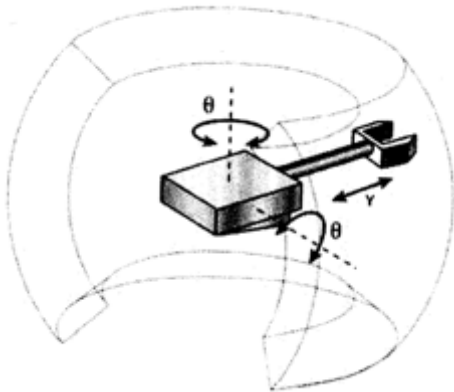
KUVIO 9. Suorakulmainen robotti (Hänninen 2022, 115)

Sylinterirobottilla (kuvio 10) on nimensä mukaan sylinterimäinen työalue. Robotti pyörii pystyssä olevan runkoputken ympäri. Yksi nivel liikkuu vaakasuunnassa ulospäin rungosta. Nivelen päässä on monesti vielä yksi nivel, johon työkalu on kiinnitetty. Näiden robottien yleisimmät tehtävät ovat pakkaus ja lajittelu. Myös helpot pistehitsaus tehtävät soveltuvat robotille. (Hänninen 2022, s117.)



KUVIO 10. Sylinteri robotti (Hänninen 2022, 117)

Napakoordinaatistorobotti on pylvään nokkaan sijoitettu laite (kuvio 11). Robotti pyörii pylvään ympäri ja kallistelee ylös-alas. Robotissa on nivel, joka liikkuu ulospäin rungosta. Nivelen päässä on työkalu. Napakoordinaatistorobotti on yleisesti käytössä hitsaavassa teollisuudessa. Pistehitsauksen lisäksi sillä voidaan myös kaarihitsata. Maailman ensimmäinen teollisuusrobotti Unimate oli tämän tyyppinen robotti. (Hänninen 2022, 119.)



KUVIO 11. Napakoordinaatisto robotti (Hänninen 2022, 119)

Scara robotti on robottityyppi, jossa on kaksi niveltä (kuvio 12). Nivelillä saadaan aikaan X- ja Y-suuntaiset liikkeet. Z-suunta saadaan aikaan pystysuoralla aktuaattorilla. Scara robotteja käytetään etenkin pakkaustehtävissä ja erilaisissa ladonta tehtävissä. (Hänninen 2022, 120.)



KUVIO 12. SCARA robotti (Wisematic 2023)

Kiertyvänivelisellä robotilla (kuvio 13) on yleensä kuusi vapausastetta. Yleensä kiertyvänivelistä robottia sanotaan käsivarsirobotiksi, koska se muistuttaa ihmisen kättä hartioista eteenpäin. Käsivarsirobotit ovat teollisuuden yleisrobotteja, jotka soveltuvat melkein mihin tahansa tehtävään. Hyvin suurten kappaleiden käsittelyssä muut tyypit saattavat olla parempia. (Hänninen 2022, 121.)



KUVIO 13. Kiertyvänivelinen robotti IRB 440 (ABB Robotics 2023)

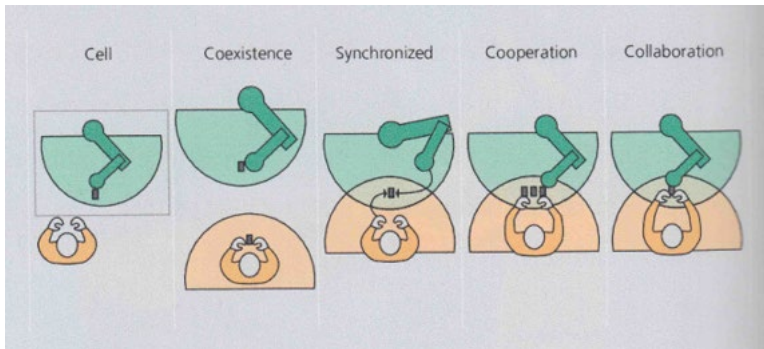
Rinnakkaisrakenteinenrobotti roikkuu yleensä katosta (kuvio 14). Yleisempi nimi rinnakkaisrakenteiselle robotille on delta-robotti. Robotissa on kolme akseli, jotka ovat kiinni ylhäällä kiinnityspisteessä ja alhaalla työkalussa. Delta-robotti pystyy nopeisiin liikkeisiin. Sen ulottuvuus on kuitenkin rajallinen. Yleensä delta-robottia käytetään pakkaus ja työstötehtäviin. (Hänninen 2022, 125.)



KUVIO 14. Delta robotti IRB 390 (ABB Robotics 2023)

3.5 Cobotit

Viime vuosina on erityisesti robotiikassa noussut esille yhteistyörobotit eli cobotit (collaborative robots). Tämä vuorovaikutteinen robotiikka on tuonut uuden ajattelumallin valmistukseen ja käyttöympäristöön (kuvio 15). Cobotit ovat myös heränneet paljon keskustelua ja huolta turvallisuudesta tämän yhteistyörobotin suhteen. Tyypillisesti teollisuusrobotti on tehty voimakkaaksi ja nopeaksi kun taas cobotit ovat enemmänkin vielä pienempiä ja kevyt rakenteisia. Ne ovat pyöristetyt muodot omaavia yhteistyötoimijoita esimerkiksi voimantunnistuksella varustettuna.



KUVIO 15. Yhteistoiminnallinen robotiikka (Hänninen 2022, 126)

Kun teollisuusrobotti suljetaan häkkiin tai valvotaan sen toimintaympäristöä herkeämättä turvajärjestelmin, voi yhteistyörobotin tuoda työpisteelle tekemään toistuvaa yksinkertaista työtehtävää. Esimerkiksi ruuvaamaan ruuveja. Näin ainakin yksinkertaisesti ajatellaan.

Ihmisen ja robotin yhteistyö tuli mahdolliseksi vuonna 2006 ilmestyneen standardin SFS- EN ISO 10218-1_2006 perusteella. Tämän mukaan robotin turvallisuus perustuu voimaan, jossa 80W dynaaminen teho tai 150 N:n voima ei saa ylittyä työkalupisteen kohdalla. Vuonna 2016 ilmestynyt cobotteja koskevassa ISO/TS 15066 spesifikaatiossa esitetään reunaehdot yhteistyörobotin ja ihmisen läheiselle työskentelylle. Spesifikaatiossa esitellään törmäyksessä sallitut maksimivoima- ja painerajat eri kehonosiin. (Automaatioväylä 2019.)

Törmäyksen aiheuttamien voimien ja pintapaineen laskemiseen liittyy haasteita. Muuttuvina tekijöinä nopeus, liike-energia ja massa sekä eri kehonosat (Automaatioväylä 2019.) Jos otettaisiin tarkasteluun mag-hitsauspään omaava cobotti ja tämän toimiminen yhteistyössä ihmisen kanssa voisi olla tarve laittaa cobotti häkkiin tai asentaa valvontaskanneri.

Asennettaessa cobottia tekemään yhteistyötä ihmisen kanssa suunnittelulla on iso merkitys. Riskit pitää minimoida ja asennuksen yhteydessä olisi hyvä tehdä riskien hallintaan liittyvä tarkastuslista. Cobottien muotoilu on törmäyksessä vähemmän vaaraa aiheuttava, mutta siihen liittyvä tarttuja voi olla terävänurkkainen vaaran aiheuttaja (kuvio 16).



KUVIO 16. Cobotin tarttuja (Automaatioväylä 2019)

3.6 Robotin integraatio

Robotti yksinään on melko hyödytön kapistus. Robotti osaa lähinnä liikkua haluttuun paikkaan. Se tarvitsee lisävarusteita ja ympäristön, jotta se tehdä haluttua työtä. Pakollinen lisävaruste on jonkinlainen työkalu, jolla robotti tekee varsinaisen työn. Monesti työpöytä on pyörivä taso, joka on

kiinni moottoroidussa jalassa. Yleensä vapausasteita on yksi tai kaksi. Toinen pakollinen varuste varsinkin teollisuus roboteille on turvahäkki, jonka sisällä robotti toimii. Häkki estää ihmisen joutumisen robotin vaikutusalueelle sen tehdessä työtä. Cobotit eivät tarvitse häkkiä. Lisäksi robotti voidaan varustaa sisään tulevilla antureilla, joilla se havainnoi ulkomaailmaa. Edelleen robotti voidaan varustaa ulospäin menevillä sähköisillä kytkimillä. Näillä output-kytkimillä robotti voi kertoa seuraavalle työlaitteelle, että se voi jatkaa siitä mihin robotti lopetti. Edelleen robotti voidaan liittää tietoverkkoon, jolloin se voi kertoa tuotannonohjaus järjestelmälle valmistuvista kappaleista.

3.7 Robotiikan näkymät tulevaisuudessa

Arvioitaessa digitaalisaation ja automatisoinnin vaikutuksia työelämään tulee huomioida useita näkökulmia aiheesta. Esimerkiksi voidaan pohtia näkökulmaa laadullisesti ja määrällisesti. Digitaalisaatio murroksen mukana sekä katoaa, että muodostuu työtehtäviä ja näiden välinen tasapaino vastaa määrällisiä työllisyysvaikutuksia. Osaamistarpeissa tulee suuria muutoksia, kun työtehtävät ja toimintamallit uudistuvat. Näitä muutoksia voidaan pitää laadullisina muutoksina. (Husso & Koski 2018, 16–17.)

Vuonna 2016 tehtiin tutkimus automatisoinnin määrästä ja tässä tutkimuksessa oli mukana 21 maata. USA:ssa, jossa tuotetaan paljon tuotteita teollisuuden alalla voisi työllisyyden automatisointi olla 9 % vuoteen 2033 mennessä. Suomessa vastaava luku on arvioitu olevan 7 %. (Husso & Koski 2018, 16–17.)

Tekoälyajan työ raportissa nousee esille digitaalisuuden ja automaation lisäämisen näkökulma. Automaatiota lisättäessä on tärkeä ottaa työntekijät mukaan esimerkiksi robotin hankintaa ja saada perusteltua, kuinka robotti tekee tulevaisuudessa yksitoikkoisen työn mielekkäämmäksi ja esimerkiksi parantaa työergonomiaa, kun robotti tekee kappaleen käsittelyä. Suurella osalla työpaikoista teknologien hyödyntäminen ei mene suunnitelmien mukaan, koska juuri tämä edellä mainittu työnantajan ja työntekijöiden yhteistoiminta jää vajavaiseksi. Yhteistoiminnan sujuminen vaatii hyvän yhteishengen ja tässä johtamisella on ratkaiseva rooli. (Husso & Koski 2018, 30–31.)

Kyseisen raportin mukaan kaiken tekoälyn ja automaation lisääminen muuttaa niin työelämän kuin koulutuksen tarpeita. Olisi kehitettävä työntekijöiden jatkuvan oppimisen polkuja työelämässä ja

myös yritysten valmiutta uudistua sekä tukea työntekijöiden osaamisen kehittämisessä. Yhteiskunnallisesti tämä vaatii myös koulutusjärjestelmien jatkuvaa kehittämistä, jotta voidaan vastata työmarkkinoiden haasteisiin. (Husso & Koski 2018, 36.)

Teollisuuden robotiikan näkymiä voidaan myös tarkastella tuottavuuden näkökulmasta. Valtioneuvoston raportissa todetaan, että työn tuottavuuden kasvu on ollut lähes 35-kertainen vuoden 1926 tasoon verrattuna. Lyhyellä tähtäimellä voisi ajatella, että automaatio vähentää työvoiman tarvetta, mutta vaikutukset ovatkin olleet päinvastaiset. Maat, jotka soveltavat automaatiota ovat korkeamman elintason omaavia ja työllisyys on myös säilynyt ennallaan. Työpaikat siis siirtyvät aloilta toisille. (Valtioneuvosto, 18.)

Vuonna 2015 julkaistun raportin mukaan noin kolmannes suomen työpaikoista olisi uhattuna seuraavien 20 vuoden aikana. Yhtenä seikkana tässä raportissa nousee esille robotit, jotka pystyvät työskentelemään yhteistyössä ihmisten kanssa. Digitalisaatio vaikuttaa ihmisten tekemään työhön tulevaisuudessa entistä enemmän sekä ruumiillisen, että aivotyön osalta. Useat asiantuntiatehtävät voidaan pitkälti automatisoida ja ihmiselle jää vain se työ mitä ei voida automatisoida. Ruumiillisen työn automatisointia on tehty jo vuosia ja tämä kehitys jatkuu teollisuudessa jatkuvasti. (Valtioneuvosto, 19.)

Vuonna 2018 julkaistussa raportissa ilmenee myös teollisuuden kehitysnäkymiä lukujen valossa. Teollisuusyritysten edustajien ja tutkimustiedon perusteella voidaan päätellä, että robotiikasta ja automaatiosta johtuen teollisuuden tuottavuuden kasvuksi arvioidaan noin 40% vuoteen 2030 mennessä. Todetaan, että Suomen metalliteollisuus on pääosin piensarja- ja yksittäistuotantoa ja yritysten koko on melko pieni. Robotiikan ja automaation soveltavan tutkimuksen tarve yritysten välittömässä läheisyydessä nähdään tärkeänä. Tällä saadaan kiihdytettyä oppimista ja soveltamisvauhtia teollisuuden tarpeisiin. (Valtioneuvosto, 28.)

Yritysten kyky hyödyntää markkinoiden uusinta teknologiaa on rajallinen ja uusien asioiden kehittäminen vaatii paljon aikaa varsinaisen tuotannon toiminnan ohella. Robotiikka ja automaatio edellyttää yleensä laajoja muutoksia liiketoimintamallissa tilojen ja toiminnan suhteen ja näin ollen muutoksille on varattava riittävästi aikaa. Kehittämisen ja soveltamisen pullonkauloina nähdään ihmisten osaamispuutteet, taloudellinen riski, pitkäjänteinen aikajana ja koko liiketoiminnan riskit. (Valtioneuvosto, 28.)

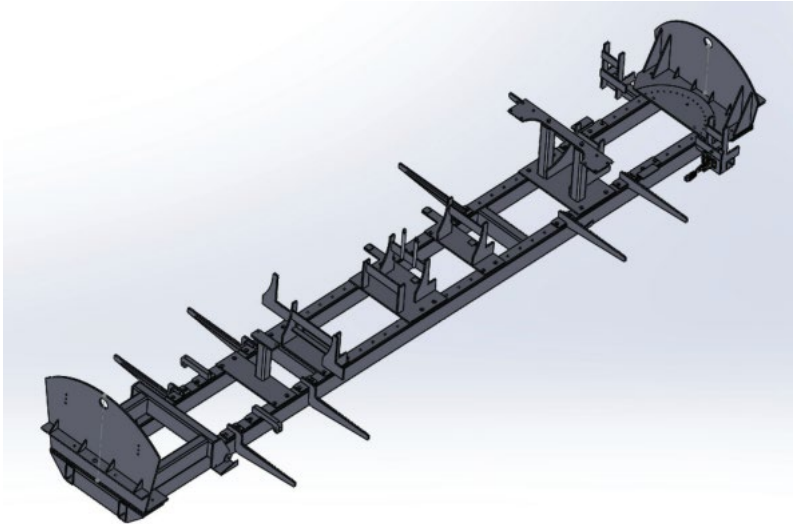
3.8 Kappaleen kiinnittimet hitsauksessa

Pienissä hitsaavissa konepajoissa ei kiinnittämiä kappaleiden kiinnitykseen aina suunnitella erikseen, vaan hitsaaja tekee tuotteen loppukokoonpanoa helpottavan kiinnitin ratkaisun oman kokemuksensa perusteella. Yksittäisten osien valmistukseen liittyvät kiinnitinkorjaukset eivät välttämättä ole aina loppuun saakka mietittyjä toimivuuden ja työergonomian kannalta. Tehdystä kiinnitysratkaisusta ei välttämättä tule dokumentaatiota seuraavalle käyttäjälle, joten mahdollisesti vain kiinnittimen tehnyt hitsari osaa käyttää kiinnitintä. (Solehmainen 2016, 7.)

Hitsauskiinnittimien rooli korostuu robotisoidussa hitsauksessa tuotannonlaadun ja kustannustehokkuuden mielessä. Kiinnittimien käytön kannattavuutta arvioidaan vertaamalla kiinnitinkustannusten suhdetta työkustannuksissa saavutettavaan säästöön. Kokonaisuudessa tulee myös arvioida työergonomia ja -turvallisuusseikat. (Solehmainen 2016, 7.)

Kiinnittimien suunnitteluun ja valmistamiseen sitoutuu pääomaa. Tämän lisäksi tarvitaan varastointitilaa, huoltoa ja dokumentaatioiden ylläpitoa. Hyvällä suunnittelulla voidaan parantaa huomattavasti valmistuvan osan laatua hitsausprosessissa. Kiinnittimien suunnittelijalla tulee olla kokemusta hitsattujen tuotteiden valmistusprosessista. Kiinnittimien suunnittelun ja valmistuksen osuus voi olla jopa 7 % hitsaavan konepajan kustannuksista. (Solehmainen 2016, 7.)

Hitsauksessa käytettävät kiinnittimet voidaan jakaa karkeasti silloituskiinnittimiin ja hitsauskiinnittimiin. Silloituskiinnitin on apuväline esimerkiksi tuotteen kokoonpanoa varten. (kuvio 17) Tällä voidaan varmistaa oikeanlainen tuotteiden asettelu, mittatarkkuus ja nopeutetaan kokoonpanoa. Silloituskiinnitin on rakenteelta yleisesti kevyempi kuin hitsauskiinnitin pienempien muodonmuutosvoimien vuoksi. (Solehmainen 2016, 7.)



KUVIO 17. Yhdistelmäkiinnitin silloitukseen ja hitsaukseen (Solehmainen 2016, 11)

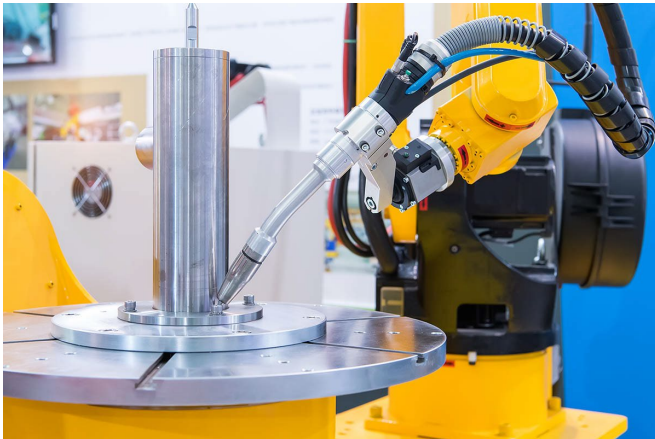
Hitsauskiinnittimen tärkein tehtävä on pitää hitsauksen aikana osat toisiinsa nähden oikeassa asemassa. Hitsatessa kappaleeseen siirtyy lämpöä ja tämä yrittää aiheuttaa muodonmuutoksia kiinnittimessä oleviin osiin. Luotettava ja vakioitu kiinnitys vaikuttaa hitsaustapahtuman ergonomiaan ja työturvallisuuteen sekä mahdollistaa hitsauksen mekanisoinnin ja automatisoinnin. (Solehmainen 2016, 8.)

3.9 Robotin työkalut

Työkalulla tarkoitetaan sitä laitetta, joka on robotin uloimman nivelen päässä. Yleensä nivelen päässä on laippa johon työkalun voi kiinnittää helposti. Työkalulla tehdään varsinainen työ, muu robotti liikuttaa työkalua ohjelmoidusti. Yleisin työkaluryhmä on tarttuja, jolla otetaan kappaleesta kiinni, jotta se voidaan siirtää toiseen paikkaan (kuvio 18). Toinen ryhmä on prosessiin liittyvä työkalu kuten hitsauspistooli (kuvio 19), maaliruisku tai liimapuristin. (Kuivanen 1999, 60.)



KUVIO 18. Robotin tarttuja (Kuivanen 1999, 61)



KUVIO 19. Hitsauspistooli robotissa (Kuivanen 1999, 61)

Yleisin tapa luokitella tarttuvia on niiden toimintaperiaatteen mukaan. Toimintaperiaatteita ovat sormi-, magneettiset- ja alipainetarraimet. Tarttuvia voidaan luokitella myös käyttövoiman mukaan. Näitä ovat pneumaattiset-, hydrauliset- ja sähköiset tarttumat. Edelleen tarttuvia voidaan jakaa jäykkiin ja joustaviin tarttumiin. (Kuivanen 1999, 60.)

Sormitarttumat ovat yleisiä työkaluja. Tarttuma ei muistuta ihmisen kättä, eikä sen ole tarkoituksenmukaistakaan niin tehdä. Yleensä tarttumassa on kaksi tai kolme sormea, joilla se puristaa kappaleesta kiinni. Kaksisorminen on yleisempi koska se on rakenteeltaan yksinkertaisempi ja siten halvempi. Kolmisormisessa on parempi keskitys ja kappale on tukevammin otteessa. Sormitarttumilla voidaan myös tarttua kappaleessa olevaan reikään levittämällä sormia. Tällöin kappaleen pinnat saadaan näkyviin, eikä työkalu ole esimerkiksi maalauksen tiellä. Yleisin voimanlähde sormitarttumille on paineilma. Paineilma ei tarvitse moottori eikä vaihteita työkaluun, sen takia paineilman teho on helppo muuttaa tartuntavoimaksi mekanismin avulla. Pneumaattisen tarttuman hallinta on hankalaa varsinkin nopeuden ja voiman osalta. Jos työssä tarvitaan paljon voimaa, valitaan hydraulinen tarttuma. Hydrauliset tarttumat ovat pneumaattisia kalliimpia ja epätarkempia kuin sähköiset tai pneumaattiset. Hydrauliikkaan liittyy myös hydraulinesteen vuoto riski ja vuodon tapahtuessa hydraulineste likaa työkalun. Sen takia hydrauliset tarttumat eivät sovellu puhdistilaa vaativiin sovelluksiin eikä elintarvikkeiden kanssa toimimiseen. Sähköiset tarttumat ovat nopeita mutta niiden pitovoima on heikko. Sähkötoimiset ovat siistejä, jolloin ne soveltuvat puhdistilaa sovelluksiin. Sähkötoimiset ovat kalliita verrattuna pneumaattisiin sovelluksiin. Ne ovat myös fyysiseltä kooltaan suurempia. Sähköisen tarttuman voimaa ja nopeutta on helppo hallita. Niihin voidaan lisätä myös antureita, jolloin tarttuma voi esimerkiksi mitata kappaleen koon. (Bennett 2001)

Alipaine tarttuvia käytetään, kun muilla tarraimilla ei tahdo onnistua. Imukuppien voima on vaatimaton, mutta sitä saadaan lisää lukumäärää kasvattamalla. Alipaine tarraimet tarvitsevat riittävän siileän ja tasaisen pinnan. Ennen kaikkea pinnan tulee olla ilmatiivis ja pölytön. Alipaine voidaan tehdä paineilman avulla venturi-ejektori systeemillä tai omalla alipainepumpulla. Alipaine tarttujan rakenne on yksinkertainen ja luotettava. Imukupit myös joustavat kuorman osuessa esteeseen. Alipaine tarttujan huono puoli on kuorman tipahtaminen, jos paine häviää. Toinen huono puoli on, että pöly voi tukkia putkistoja. Pneumaattisen tarttujan voima voi olla kymmenkertainen tyhjiöpumpuun verrattuna (Soft gripping 2023). Toisaalta paineilma on kallista tuottaa sen huonon hyötysuhteen vuoksi. (Kuivanen 1999, 64)

Magneettiset tarttijat voivat nostaa vain magneettisia metalleja. Yleensä tarttijat on toteutettu kestomagneettisilla ratkaisuilla. Työkappaleessa pitää olla riittävästi pinta-alaa ja pinnan pitää olla suhteellisen tasainen. Ilmaraon kasvaessa magneetti menettää nopeasti tehoaan. Magneettitarttija ottaa nopeasti otteen mutta tarvitsee irrotuslaitteen jäännösmagnetismin takia. Sähkömagneeteilla voidaan virran kulkusuunta vaihtaa, jolloin jäännösmagnetismi häviää nopeammin. (Kuivanen 1999, 64)

4 OULUN ALUEEN KONEPAJATEOLLISUUS

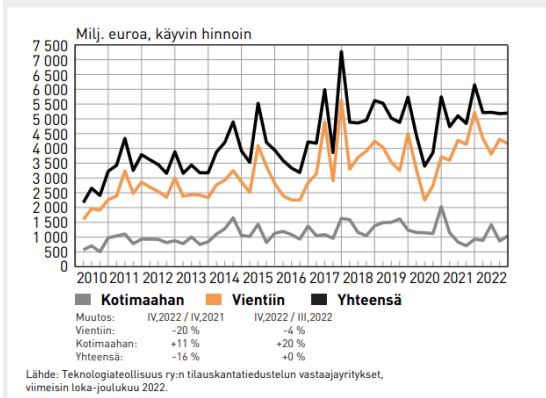
Kone- ja metalliteollisuuden (koneet, metallituotteet ja kulkuneuvot) vakaa toiminta jatkaa toimintaansa myös tulevaisuuden ennusteiden mukaan. Suomen tasolla ennakkotietojen perusteella yritysten liikevaihto kasvoi vuonna 2022 16 prosenttia verraten vuoteen 2021. Suomessa kyseisen teollisuuden liikevaihtoa kertyi 41 miljardin euron edestä. Alan menestystuotteita ovat mm. risteilijät ja laivoihin liittyvät moottorit ja komponentit, massa- ja paperikoneet, kivien ja mineraalien käsittelykoneet, hissit, nosturit ja nostovälineet ja metsä- ja maatalouskoneet. (Rautaporras 2023.)

Kone- ja metalliteollisuuden työntekijämäärä on yksi suurimpia alakohtaisesti tarkasteltuna. Konepajateollisuus työllisti vuonna 2022 keskimäärin noin 137800 henkilöä. Henkilömäärässä oli kasvua vuonna 2022 3,1 prosenttia verraten vuoteen 2021. Joulukuun 2022 lopussa henkilöstömäärä oli 138200. (Rautaporras 2023.)

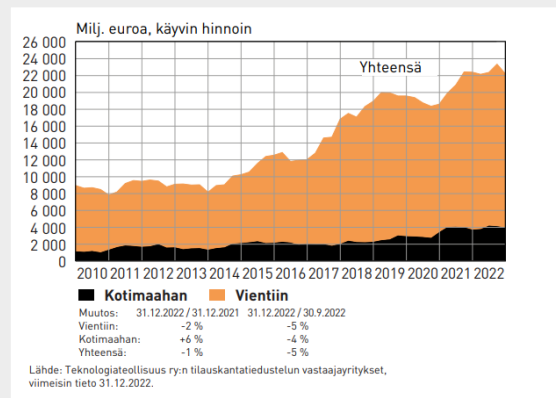
Metalliteollisuusyritysten määrä Nivala-Haapajärven-, Oulun-, Raahen ja Ylivieskan seutukuntien alueella on noin 380 pk-yritystä. Nämä yritykset tuottava lähes miljardin euron vuosittaisen liikevaihdon. Alueen metalliteollisuuden yritykset toimivat myös kansainvälisellä tasolla. Teräs- ja metalliteollisuus työllistää tällä alueella lähes 9000 työntekijää ja välillisesti arvioidaan työllistävän noin 20000 henkilöä. (Pohjois-pohjanmaanliitto 2014.)

Näistä tunnusluvuista tarkasteltuna kone- ja metalliteollisuuden tärkeys alueen elinkeinoelämälle ovat mittavat. Konepajat valmistavat paljon tuotteita vientiin (kuvio 20) niin osa- kuin kokonaistomituksina. Suhdanneherkkyys on pienempi kuin verraten esimerkiksi alueen rakennusteollisuudella ja tämä antaa paremmat mahdollisuudet investointeihin. (Rautaporras 2023.)

Kone- ja metallituoteteollisuuden uudet tilaukset Suomessa



Kone- ja metallituoteteollisuuden tilauskanta Suomessa



KUVIO 20. Konepaja teollisuuden tärkeys taloudelle (Rautaporras 2023, 4)

Oulun alueelta löytyy metalliteollisuudessa pääosin sopimusvalmistajia ja alihankkijoita, jotka toimittavat tuotteita jatkojalostukseen tai kokoonpantavaksi. On myös useita yrityksiä, missä osakoonpanoja yhdistetään elektroniikan kanssa yhteen saaden toimivia kokonaisuuksia. Oulussa moni metalliteollisuuden valmistaja on saanut alkunsa maailmalla tunnetun Nokian elektroniikka osaamisen ja valmistamisen pohjalta.

4.1 Haastattelututkimuksen yritykset

Haastateltavat yritykset valittiin Oulun alueelta oman vahvan Kone- ja tuotantotekniikan tuntemisen perusteella. Lisäksi valinnassa hyödynnettiin ohjaavien opettajien asiantuntijuutta. Yritysten nimiä ei tässä työssä julkaista, mutta nämä ovat kokoluokaltaan Oulun alueella isoimpia yrityksiä. Muutama pienempikin yritys valittiin mukaan valmistettävien tuotteiden perusteella, koska näillä voisi olla mielestämme aihetta robotisoinnille tuotantoon. Yritysten henkilöstömäärät vaihtelevat 15–55 henkilön välillä.

4.2 Tutkimuskysymykset yrityksille

Työmme tutkimuskysymykset jakautuvat neljään osa-alueeseen. Tämän osion aiheena on haastattelukysymysten jaottelu tutkimuskysymysten alle. Ensimmäinen aihealue oli robotiikan nykyinen kapasiteetti. Toinen aihealue oli suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen. Kolmas aihealue oli tulevaisuuden näkymät robotiikassa. Neljäs aihealue oli ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen. Haastattelupohja on liitteenä yksi.

5 KYSELYN TULOKSET HITSAAVASTA TEOLLISUUDESTA

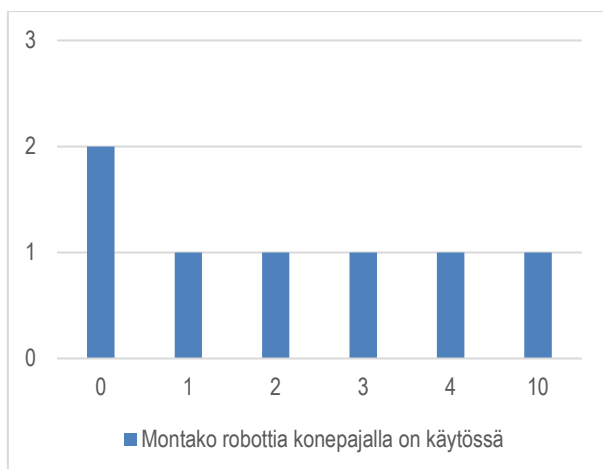
Matti haastatteli hitsaavasta teollisuudesta seitsemän yritystä. Haastattelut tehtiin huhtikuun aikana. Kolme haastattelua tehtiin paikan päällä kasvotusten ja loput Teams-kokouksina. Tuloksien vapaa sanaiset vastaukset eivät ole kronologisessa järjestyksessä. Esimerkiksi kun viitataan kolmanteen vastaajaan, häntä ei ole aina haastateltu kolmantena. Kolmas vastaaja ei myöskään ole sama eri kysymyksissä. Haastattelujen kooste liitteessä kaksi. Liitteessä olevat vastaukset eivät myöskään ole kronologisessa järjestyksessä.

5.1 Robotiikan nykyinen kapasiteetti

Robotiikan kapasiteettia koskevia kysymyksiä oli viisi. Selvitimme robottien nykyistä lukumäärää, niiden töitä tuotannossa, robotin ohjelmointia tuotannossa, laadun haasteita ja käyntiasteita. Kysymyksissä oli alakohtia.

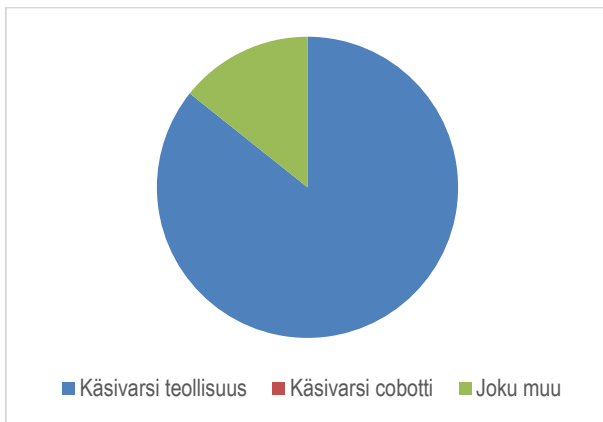
Ensimmäisellä kysymyksellä haluttiin selvittää robotiikan nykyistä kapasiteettia haastatelluissa yrityksissä.

Kysymyksessä 1a kysyttiin, montako robottia yrityksellä on tällä hetkellä käytössä (kuvio 21). Vastaajia oli seitsemän, joista kahdella ei ollut ollenkaan robotteja. Jos vastaajalla ei ollut robotteja ollenkaan, haastattelussa hypättiin kysymyksen 8.



KUVIO 21. Montako robottia käytössä tällä hetkellä.

Kysymyksessä 1b kysyttiin, minkä tyyppisiä käytössä olevat robotit ovat (kuvio 22).



KUVIO 22. Minkä tyyppisiä robotteja konepajoilla on käytössä.

Vaihtoehdossa joku muu mikä oli yksi vastaus. Se on itse rakennettu mekanisoitu hitsaus. Laitteella saadaan yhdellä napinpainalluksella pyöriytyssauma.

Kysymyksessä 1c kysyttiin, mikä on käytössä olevien robottien pääasiallinen valmistaja.

Kolmella vastaajalla oli käytössään ABB:n valmistama robotti. Yhdellä vastaajalla oli omavalmisteen robotti. Yhdellä vastaajalla oli käytössä Yaskawan ja ABB:n robotteja. Yhdelläkään pajalla ollut käytössä Cobotteja.

Toisessa kysymyksessä kysyttiin robottien asemaa ja tehtäviä tuotannossa.

Kysymyksessä 2a kysyttiin (kuvio 23), mitä roboteilla tehdään tuotannossa tällä hetkellä.



KUVIO 23. Minkä tyyppisiä robotteja konepajoilla on käytössä.

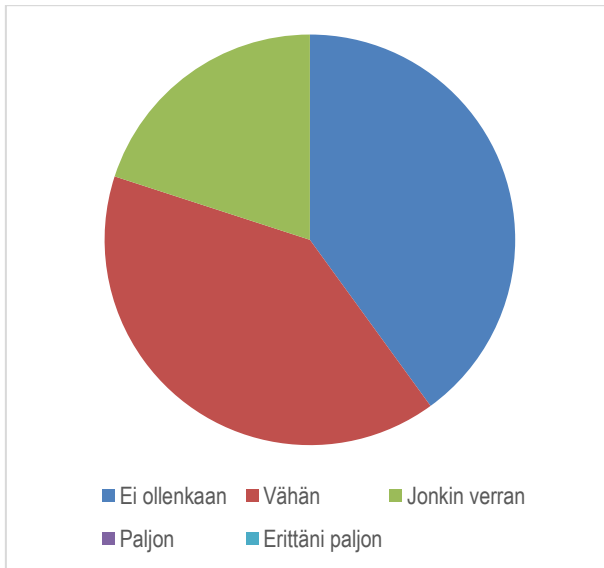
Vastaajista viisi hitsaa roboteilla. Vaihtoehdossa joku muu mikä oli kaksi vastausta. Ensimmäinen niistä on asetusrobotti, joka poimii hitsattavan kappaleen tärymaljan kuljettimelta, asettaa sen paikalleen ja pitää paikallaan, kunnes toinen robotti on silloittanut osan kiinni. Toinen vastaus oli kappaleen käsittely-, lavaus- ja ruuvaussovelluksia.

Kysymyksessä 2b kysyttiin, mitä häiriökohteita kohtaatte robotin kappaleen käsittelyssä tai muissa robotin tehtävissä.

Jokainen vastaaja kertoi häiriöitä olevan hyvin vähän. Vähäiset häiriöt tulevat koneen huollon puutteesta tai inhimillisistä virheistä. Jokainen vastaaja painotti häiriöiden häviävän, jos robotti on kunnossa.

Ensimmäinen vastaaja kertoi käyttäjästä johtuvista häiriöistä kuten auki jääneestä jigien lukosta johon robotti törmää työkierron aikana. Myös sytytys- langansyöttövirheitä esiintyi pienessä määrässä. Toinen vastaaja kertoi häiriöistä langansuuntauksen asettamisessa hitsauksen alussa. Kolmas vastaaja kertoi anturivirheistä ja käyttäjävirheistä sen tarkemmin yksilöimättä mitä ne ovat. Neljäs vastaaja kertoi myös anturivirheistä. Samalla vastaajalla oli myös poimintavirheitä tärymaljasta tulevalta kuljettimelta. Viidennellä vastaajalla oli ongelmia tarttujien ja niiden anturointien kanssa. Myös käsiteltävien kappaleiden toleranssit saattavat aiheuttaa ongelmia.

Kysymyksessä 2c kysyttiin (kuviokuva 24), onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



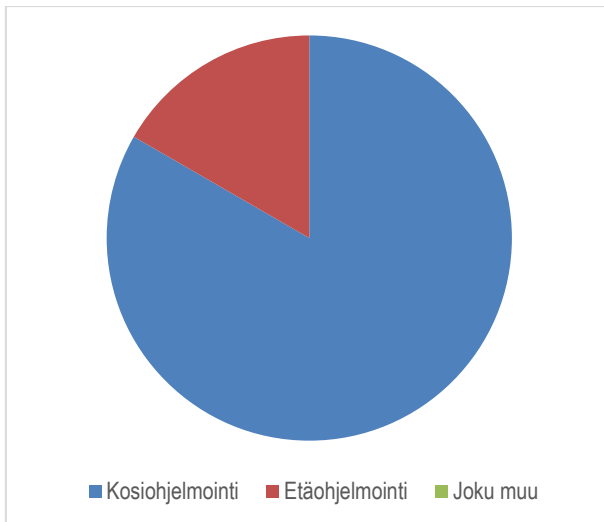
KUVIO 24. Onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita.

Vastaajista kaksi ei kokenut kappaleiden paikoittamisessa ollenkaan ongelmia. Kaksi vastasi ongelmia olevan vähän ja yksi jonkin verran. Ensimmäinen vastaaja kommentoi hitsauksen vaativan yleensä pari koekappaletta. Toinen vastaaja mainitsi jigien kunnon yläpitämisen poistavan tämän ongelman. Kolmas kommentoi haasteiden olevan materiaalista riippuvia sekä railonseuranta ongelmista.

Kysymyksessä 2d kysyttiin, vaihtaako robotti paikkaa. Samassa kysymyksessä kysyttiin, vaihtuuko valmistettava tuote.

Ensimmäinen vastaaja kertoi jigien vaihtuvan, kun tuote vaihtuu. Vastaaja painotti pyrkivänsä tekemään isompia sarjoja kerralla. Toinen vastaaja kertoi jigien vaihtuvan tiheään tahtiin lyhyiden sarjojen vuoksi. Kolmas vaihtoi jigien vaihtuvan mutta harvakseltaan. Neljäs vastaaja kertoi robotin vaihtavan paikkaa tarpeen mukaan. Kyseessä ei siitä huolimatta ole cobotti vaan teollisuusmallin käsivarsi robotti. Vastaaja kertoi hankinta vaiheessa harkitun myös cobottia mutta robotti oli tehokkaampi kyseessä olevassa sovelluksessa. Sama vastaaja kertoi tuotteen vaihtuvan muissa robo-teissa ja jigien vaihtuvan tarpeen mukaan. Tarkemmin sama jigi voi olla eri kokoisilla tuotteilla.

Kysymyksessä 3a kysyttiin (kuvio 25), miten robotit ohjelmoidaan tuotannossa



KUVIO 25. Miten robotit ohjelmoidaan tuotannossa.

Ainoastaan yhdellä vastaajalla oli käytössään simulointi robotin ohjelmoinnissa. Toinen vastaaja ei tiennyt mitä termi tarkoittaa. Kolmas kertoi ottavansa ohjelmat robotti toimittajalta. Tuotannon työntekijät tekevät pieniä korjauksia tarpeen mukaan ohjelmiin.

Kysymyksessä 3b kysyttiin (kuvio 26), kuka robottien ohjelmointia tekee tuotannossa



KUVIO 26. Kuka ohjelmoi robotin tuotannossa.

Vastaajista kahdella oli asiantuntija käytössä robotin ohjelmoinnissa tuotannon työntekijöiden lisäksi. Muilla viidellä vastaajalla ohjelmoinnin teki pelkästään tuotannon työntekijät.

Kysymyksessä 3c kysyttiin, mitä tuotannon työntekijä tekee robotin ohjauksessa.

Kaksi haastateltavaa totesi lyhyesti ja ytimekkäästi heidän tekevän ”kaiken”. Kolmas vastaaja kertoi operaattorien vaihtavan kappaleen ja tekevän silmämääräisen tarkastuksen. Työntekijä myös vaihtoi jigien tarvittaessa. Toinen vastaaja kertoi operaattorin asettelevan polttimeen ja säätävän viiveitä

tarvittaessa. Neljäs nimesi tehtäviksi ohjelman teon, asetusten säätämisen, kappaleiden vaihtamisen ja visuaalisen tarkastuksen valmiille saumoille.

Kysymyksessä 4 kysyttiin laadullisista heikkouksista robottien käsittelemissä tuotteissa.

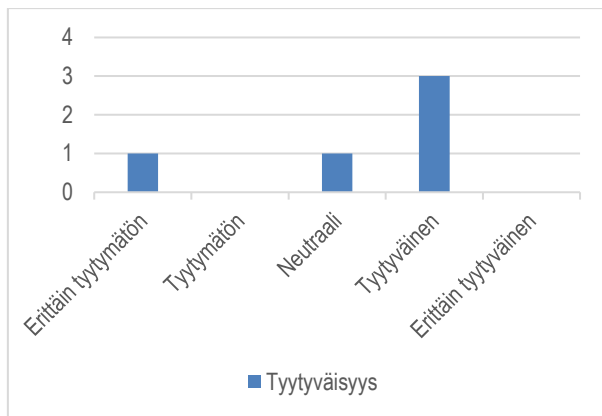
Kaikki vastaajat ilmoittivat laadullisia poikkeamia olevan hyvin vähän, jos kone toimii kuten kysymyksessä 2b. Laadulliset ongelmat liittyivät koneen häiriöihin.

Ensimmäinen vastaaja ilmoitti kaasusuojauksen ja langansyötön aiheuttavan laatuongelmia. Toinen vastaaja ilmoitti sauman muodon olevan toisinaan ongelma, jonka voi saada säätämällä kuntoon. Edelleen samalla vastaajalla oli lopetuskraatterintäytön kanssa laatuongelmia. Kolmas vastaaja painotti jigien kunnossa pidon tärkeyttä laatuongelmien vähentämiseksi. Sama vastaaja myös mainitsi hitsattavien osien mittatarkkuus vaatimuksen ja yleisen laadun tarpeen. Heillä laatua valvottiin järjestelmällisesti. Neljäs kertoi suojakaasu ongelmista ja hitsausriskeistä. Viides painotti robotin tasaisempaa jälkeä käsihitsariin verrattuna.

Kysymyksessä 5a kysyttiin, mikä on robottien keskimääräinen käyntiaste käynnissä olevilla roboteilla tuotannon käynnissä ollessa.

Kaksi vastaajaa mittasi käyntiasteita. Ensimmäisellä se oli 60% luokkaa. Toisella käyntiaste oli 40% tasolla. Muut vastaajat eivät mitanneet. Yksi vastaaja kertoi robotteja ajettavan normaalisti päivävuorossa koko ajan. Siitä huolimatta robotit tulevat ensimmäisinä pullonkauloiksi tuotannossa. Yksi vastaajista kertoi, ettei roboteilla ole tarkoituskaan ajaa 24/7.

Kysymyksessä 5b Kysyttiin (kuvio 27), ovatko yritykset tyytyväisiä nykyisiin käyntiasteisiin. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



KUVIO 27. Tyytyväisyys robottien käyntiasteeseen.

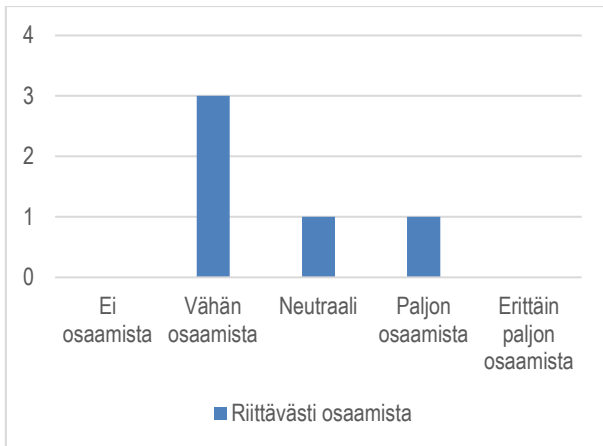
Kysymyksessä 5c kysyttiin, miten käyntiastetta voisi nostaa vastaajien mielestä.

Ensimmäinen vastaaja tehostaa tuotannon ohjausta siten, että koneen odottelu-aika lyhenee minimiin. Tämä saavutetaan kahta pöytää hitsaavilla roboteilla valitsemalla molemmille pöydille sopivat parit. Tällöin saadaan molempien pöytien työkierto ja ladonta aika samaksi. Samalla vastaajalla oli kokemusta paletti-panostettavasta robotista, jonka käyntiaste oli ollut parhaillaan 90%. Toinen vastaaja ei kokenut tarvetta nostaa käyntiastetta. Kolmannella vastaajalla oli kolme robottia mutta viisi operaattoritaitoista työntekijää. Tällöin voidaan perustaa iltavuoro tai tehdä viikonlopputöitä. Neljäs vastaaja toivoi robotin olevan helpommin ohjelmoitavissa. Kaksi vastaajista toivoi enemmän robotille soveltuvia töitä, jottei kone seisoisi käyttämättömänä.

5.2 Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen

Selvitimme robotiikan tulevaisuuden näkymiä kolmella kysymyksellä, joissa oli alakohtia. Selvitimme vastaajien näkemyksiä robotiikan nykyiseen osaamistasoon yrityksissä. Kyselimme myös kustannuksien ja tuottavuuden välistä kannattavuussuhdetta. Kysyimme myös, onko robotiikka yri- tetty ottaa laajemmin käyttöön yrityksissä.

Kysymyksessä 6 kysyttiin (kuviokuva 28), onko yrityksessä riittävästi robotiikan osaamista. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.

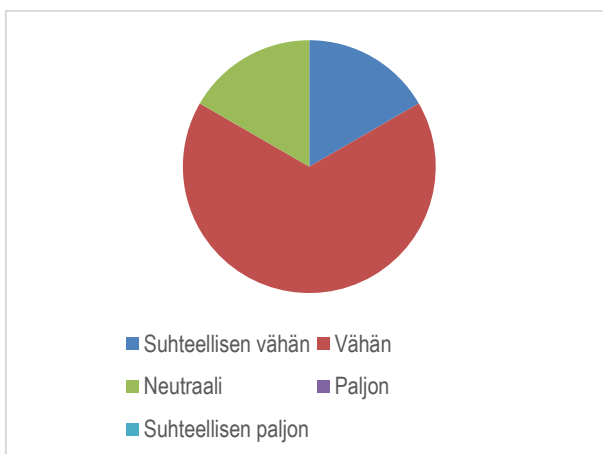


KUVIO 28. Onko yrityksessänne riittävästi robotiikan osaamista.

Kysymyksessä 6a kysyimme, millaista osaamista vastaajien mielestä pitäisi olla enemmän.

Ensimmäinen haastateltava halusi näkemystä ennakoiviin huoltoihin ja särkymävaraa jigi valmistukseen. Toinen vastaaja toivoi näkemystä yksittäistuotannon toteutukseen ja taloudellisuuteen. Sama vastaaja toivoi yritykseen lisää käsitystä, milloin robotiikka kannattaa ottaa käyttöön työkohteessa. Kolmas vastaaja toivoi operaattorien tasoerojen tasaantumista ja simuloinnin laajempaa käyttöä. Tarkemmin vastaaja halusi robostudion käyttökoulutusta. Neljäs vastaaja halusi yleensä enemmän osaavia henkilöitä. Viides haastateltava toivoi lisää osaavia operaattoreita roboteille.

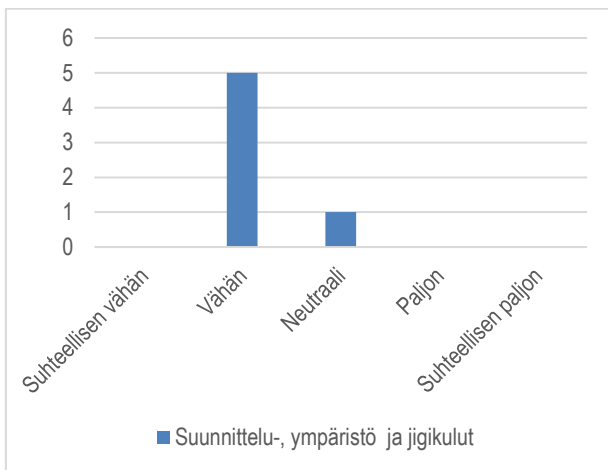
Kysymyksessä 7a kysyimme (kuvio 29), hankinta ja ylläpitokustannuksia suuruutta tuottavuuteen suhteutettuna. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



KUVIO 29. Hankinta- ja ylläpitokulut suhteessa tuottavuuteen.

Yksi vastaaja piti hankintakulua suhteellisen pienenä. Toinen vastaaja piti kuluja keskinkertaisina. Neljä vastaajaa vastasi kulujen olevan vähäisiä. Yksi vastaaja ei osannut sanoa.

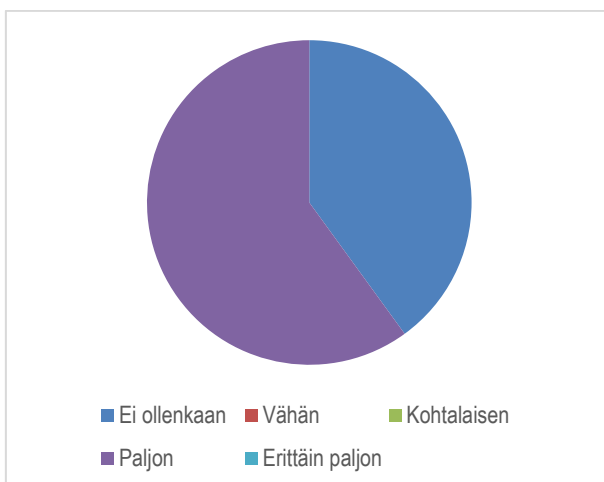
Kysymyksessä 7b kysyimme (kuvio 30), suunnittelukustannusten suuruutta sisältäen kiinnittimet ja ympäristön tuottavuuteen suhteutettuna. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



KUVIO 30. Suunnittelu, ympäristö- ja jigikulut.

Yksi vastaaja huomautti jigikulujen riippuvan suuresti sovelluksesta. Kappaleenkäsittelyssä suunnittelukulut ovat helposti kalliimpia kuin hitsauksessa. Sovelluksesta riippuen myös robotti voidaan laittaa tekemään keskityksiä kamerasovellusten avulla, jolloin jigikustannus pienenee.

Kysymyksessä 7c kysyimme (kuvio 31), onko lyhytnäköinen tilauskanta haaste.

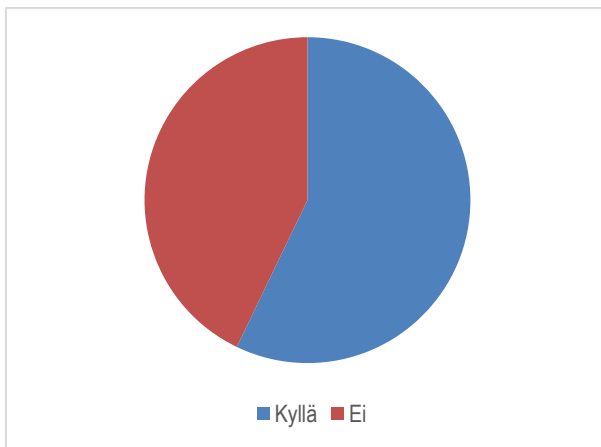


KUVIO 31. Onko lyhytnäköinen tilauskanta haaste.

Kolmen vastaajan mielestä lyhytnäköinen tilauskanta on haaste. kahden vastaajan mielestä ei ol-
lenkaan.

5.3 Robotti integraatio

Kysymyksessä 8 kysyimme (kuvio 32), onko yrityksessä yritetty ottaa robotti integraatiota käyttöön. Ne, joilla ei ollut robotteja vastasivat suoraan kysymykseen. Ne, joilla oli robotteja, kysyttiin myös, onko robotiikkaa yritetty ottaa käyttöön huonolla menestyksellä. Yritimme tarkentaa mihin yritykset olivat kaatuneet.



KUVIO 32. Onko robotteja yritetty ottaa käyttöön yrityksissä.

Vastaajista neljä on yrittänyt ottaa robotiikkaa käyttöön ja kolme ei.

Vastaajat ovat kiinnostuneita ottamaan robotteja käyttöön. Heille on myös esitelty niitä mutta monesti asiat jääneet siihen, koska robottia ei ole saatu heti toimimaan halutulla tavalla. Sovellukset ovat varsin haastavia.

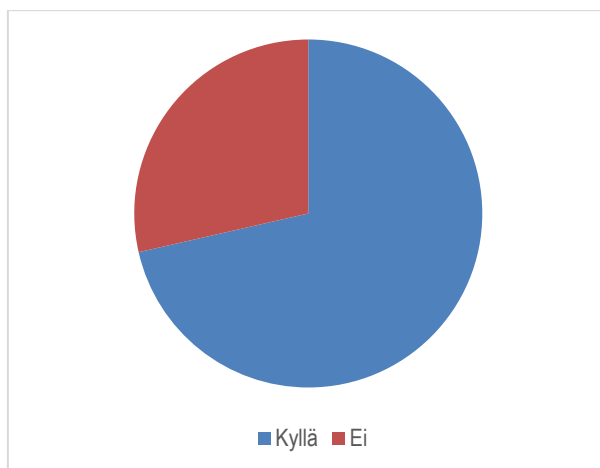
Yhdellä vastaajista olisi tarvetta robotille joka putkistoissa korvaisi orbitaalihitsauksen. Sovelluksessa robotti laitetaan teollisuusputkistoon ja se hitsaisi putkistoon kiinnitettynä hitsejä. Suurin etu orbitaaliin verrattuna olisi, että robotti voisi hitsata myös neliön mallisia putkia ja putki-piensa saumoja. Toinen vastaaja oli suunnitellut lajittelu robottia, joka lajittelee osia varastoon kameranavelluksen avulla. Hanke oli kaatunut määrien pienuuteen ja lajiteltavien osien suureen variaatioon. Kolmannelle vastaajalle oli esitelty robottia mutta konenäköpohjaista railon seuranta ei ollut saatu toimimaan. Ongelmaksi olit tullut polttimen kulma. Polttimen kulma ei ollut seurannut aaltoprofiilin

peltiä oikein. Neljäs vastaaja ei ollut yrittänyt robotiikkaa muuhun kuin hitsaukseen. Viides vastaaja oli kauan sitten kokeillut ottaa robotiikkaa käyttöön särmäyksessä. Kiinnitykset eivät olleet toimineet riittävän hyvin. Pienet sarjat olivat olleet haaste myös silloin. Kuudes vastaaja oli yrittänyt ottaa koneistukseen panostusrobotia CNC-sorville. Hanke oli kaatunut liian pieniin sarjoihin. Samalla vastaajalla oli ongelmana kappaleiden suuri paino, joka vaatii ison robotin.

5.4 Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa

Selvitimme robotiikan tulevaisuuden näkymiä kahdella kysymyksellä. Kysymyksissä oli alakohtia. Selvitimme ovatko konepajat hankkimassa lisää robotteja kenen avustuksella he niitä aikovat ottaa käyttöön.

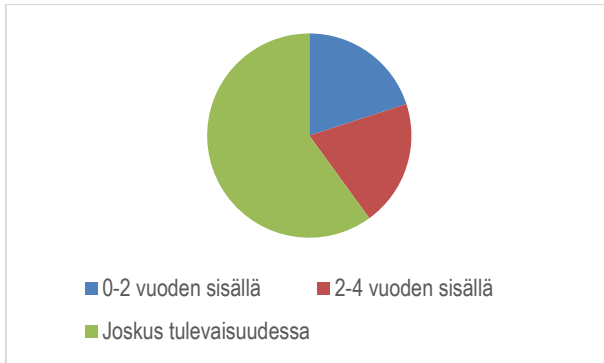
Kysymyksessä 9a kysyimme (kuvio 33), ovatko yritykset hankkimassa lisää robotteja



KUVIO 33. Ovatko yritykset hankkimassa lisää robotteja.

Vastaajista viisi oli hankkimassa lisää robotteja ja kaksi ei. Vastaajista yksi ei ollut hankkimassa lisää robotteja mutta oli modernisoimassa vanhaa. Tarkoituksen saada tuplapulssi virtalähde roiskeiden vähentämiseksi. Toinen vastaaja ilmoitti päivittävänsä vanhoja robotteja mutta hankkivansa myös uusia.

Kysymyksessä 9b kysyttiin (kuvio 34), millä aikataululla yritykset ovat hankkimassa robotteja



KUVIO 34. Millä aikataululla yritykset ovat hankkimassa robotteja.

Vastaajista yksi ilmoitti hankkivansa robotiikka kahdenvuoden sisällä. Toinen kertoi hankkivansa 2-4 vuoden kuluessa ja kolme vastaajaa joskus tulevaisuudessa.

Kysymyksessä 9c kysyttiin, minkä tyyppisiä robotteja yritykset ovat hankkimassa. Kysyimme myös mihin työtehtäviin robotit ollaan sijoittamassa.

Kaikki haastatellut yritykset olivat hankkimassa teollisuusmallin käsivarsirobotteja.

Ensimmäinen vastaaja haluaisi robotin pitkien saumojen hitsaukseen. Toinen vastaaja haluaisi myös hitsata pitkien palkkien saumoja nimenomaan monipalkkona. Neljä vastaajaa ilmoitti tarvitsevänsä hitsausrobotin nykyisen kaltaiseen toimintaan vahvistamaan kapasiteettia.

Kysymyksessä 9d kysyttiin, minkä valmistajan robotin yritykset ovat hankkimassa. Edelleen kysyimme minkä mallin yritys hankkii.

Yksikään haastatelluista ei ollut hankinnoissa niin pitkällä, että olisivat osanneet sanoa koneen mallin. Vastaajat olivat poikkeuksetta jatkamassa samalla valmistajalla, jos yrityksessä oli ennestään robotteja.

Ensimmäinen vastaaja, jolla ei ollut robotteja, vastasi kaikkien valmistajien käyvän, kunhan robotti toimii. Toinen vastaaja oli päivittämässä Froniuksen virtalähteeseen, jotta saadaan tuplapulssi käyttöön hitsauksessa roiskeiden vähentämiseksi. Kolmas tiesi hankkivansa jossain vaiheessa lisää ABB:n valmistamia robotteja.

Kysymyksessä 10 kysyimme, miten ja kenen avustuksella yritykset aikovat ottaa robotteja käyttöön.

Ensimmäinen vastaaja vastasi kaikkien yhteistyökumppaneiden käyvän, kunhan he saavat robotin toimimaan. Yhteistyöhön kelpasi koulu tai kaupallinen toimija. Toinen vastaaja vastasi tekevänsä omana työnä mahdollisimman paljon. Asennus tehdään itse ja ympäristö rakennetaan itse. Ainoastaan kylmäkäynnistys otetaan toimittajan avulla. Kolmas vastaaja ilmoitti toimivansa mieluiten koulujen kanssa koska hankintakynnys ja hankintariski ovat pieniä koulujen kanssa. Myös robotin valmistaja ja oma henkilökunta kelpasivat yhteistyökumppaneiksi. Neljäs vastaaja kertoi ottavansa robotti toimittajalta avaimet käteen paketin.

5.5 Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen

Viimeisessä kokonaisuudessa kysyimme mitä vastavalmistuvien opiskelijoiden hyvä osata työnantajien mielestä ammattikoulusta valmistuessaan.

Kysymyksessä 11a kysyimme, mitä perustaitoja robotin käyttöön liittyen työnantajat toivoisivat vastavalmistuneilla ammattikoululaisilla olevan.

Kaksi vastaajista toivoi robotin peruskäytön osaamista. Kolme vastaajaa toivoi myös käsihitsaus taitoa, jotta voi paikata robotin tekemiä virheitä. Samat vastaajat toivoivat halutun laadun ymmärtämistä. Eli miltä sauman pitäisi näyttää päällepäin. Yksi vastaajista toivoi yleisiä tietoteknisiä taitoja. Toinen vastaaja teknistenpiirustusten lukutaitoa. Kolmas toivoi operaattori pätevyyksien tuntemusta. Neljäs vastaaja toivoi ohjelmointitaitoa. Viides toivoi osattavan ajaa robotin akseleita ja korjata paikoitusvirheitä. Sama vastaaja toivoi valmistuneen osaavan selvittää, mistä häiriötilanteet johtuvat. Esimerkiksi millaista input tietoa robotti haluaa saada.

Kysymyksessä 11b kysyttiin, millä tasolla työnantajat toivovat vastavalmistuvien ohjelmointitaitojen olevan.

Ensimmäisen vastaajan mielestä simulointi olisi plussaa, jos se tuo lisäarvoa toimintaan. Lisäarvolla haastatettava tarkoitti, että simuloinnin myös pitäisi toimia oikeasti. Toinen vastaaja piti molempia tärkeinä ja hyvänä osata ammattikoulusta valmistuttaessa. Kolmas vastasi pelkän käsiohjaus taidon riittävän. Neljäs vastasi asian riippuvan kappaleesta, jota hitsataan, Sama vastaaja piti

hyvänä osata simulointia mutta myös käsiopetus pitäisi osata. Viides ja kuudes vastasivat toivonsa käsiopetuksen taitoa mutta olisi hyvä, jos simulointikin osattaisiin. Seitsemäs toivoi ohjelmien käskyrakenteiden tuntemista, jotta osaisi lukea ohjelmaa.

Kysymyksessä 11c kysyimme, millä tasolla kiinnittimien ja jigien valmistuksen osaamisen pitäisi olla vastavalmistuneilla.

Kolmen vastaajan mielestä ammattikoulutasolla ei vielä tarvitse osata jigien ja kiinnittimien valmistusta. Sitä ei pidetty kohtuullisena vaatimuksena ottaen huomioon opintoaste ja tekijöiden nuoruus. Lopputuloksen pitäisi olla laadukas, johon ei uskottu ammattikoululaisen yltävän heti valmistuttuaan. Kolmannen vastaajan mielestä olisi hyvä, jos osaisi suunnitella helpon jigien. Myös jigien rakennustaitoa pidettiin tärkeänä. Kolmas vastaaja toivoi perusteiden hallintaa. Näitä perusasioita olisivat polttimen tilan tarve ja päästöt sekä työntekijän ergonomia. Neljäs vastaaja piti jigien rakennustaitoa hyvänä osata. Sama vastaaja toivoi valmistuneen osaavan huomata, milloin jigi kannattaa tehdä. Viides toivoi vastavalmistuneen hallitsevan suunnitteluperiaatteet.

Kysymyksessä 11d vastaajat saivat vastata vapaasti, minkälaisia taitoja he toivoisivat vastavalmistuvilla oleva robotiikkaan liittyen.

Vastauksissa toistui hieman edellisten kysymysten aiheita. Haastateltavat olivat ymmärtäneet aiemmat kysymykset väärin tai hokkasivat vasta hetken päästä asian hetken mietittyään aihepiiriä.

Viisi vastaajaa ei osanneet sanoa mitään kysymykseen. Kuudennen vastaajan mielestä hitsaus-tieto pitäisi olla riittävällä tasolla, jotta osaa säätää koneen toimimaan. Myös muut robotiikkaan liittyvät yleiset taidot. Viides vastaaja toivoi käsihitsaustaitoa, koneen huolto osaamista, virhetilanteiden korjaus taitoa ja piirustusten lukutaitoa. Seitsemäs vastaaja toivoi käsihitsaus taitoa, jotta osaa asettaa virta-arvot ja kuljetusnopeuden kohdilleen sekä tarkistaa sauman silmämääräisesti.

5.6 Hitsaavan teollisuuden tulosten yhteenveto

Haastattelussa ei kysytty robottien hinnasta mitään mutta haastattelu antaa mahdollisuuden sivuta sitäkin. Niistä, joilla on jo robotiikkaa kolme, koki robotit halvoiksi. Takaisinmaksuajat olivat lyhyitä, noin vuoden mittaisia. Näillä yrityksillä oli sarjavalmistettavia tuotteita. Niistä vastaajista, joilla ei ole robotiikkaa kahden mielestä robotti on hinnaltaan hankittavissa. Tosin näillä asiat selvittelyn asteella, jolloin kuluista ei välttämättä ole selvillä kuin itse robotin hinta. Muu integraatio tulee vielä päälle varsinkin vaikeissa räätälöintiä vaativissa sovelluksissa.

Monella pajalla pienet sarjat ovat ongelma. Robotiikkaan ei haluta investoida eikä ottaa käyttöön koska sarjat ovat pieniä. Haasteena on jigien rakentaminen kertaluontoisille sarjoille. Yksi vaihtoehto olisi reikäpöytä ja pikakiinnittimien hankkiminen siihen. Reikäpöytään voisi nopeasti rakentaa kevyen jigien pieniä sarjoja varten. Haastateltavat toivoivat helpompaa käyttöliittymää robotteihin (kysymys 6a). Nykyisissä roboteissa ei tarvitse osata lukea robotin koodia suoraan, vaan ohjelmointi tapahtuu kuvakkeiden kautta. Pelkän pendantin uusiminen voisi siis helpottaa joidenkin yritysten ongelmia.

Pienenä yllätyksenä tuli cobottien puuttuminen kaikista hitsaavan teollisuuden yrityksistä. Coboteille voisi olla työpaikkoja kokoonpanotehtävissä. Oulun alueella on vielä jäljellä muutamia ohutlevypajoja, vaikka ne ovat huomattavasti vähentyneet Nokian hiljentymisen jälkeen. Ohutlevypajoissa voisi olla cobotin tarvetta, mutta raskaammassa teollisuudessa cobottien voima ja ulottuvuudet eivät riitä.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli haastateltavien yritysten nykyinen robottien määrä tuotannossa. Pyrimme selvittämään robottikaluston valmistajan tai yrityksessä käytetyimmän laitemerkin ja robotin tyypin. Lisäksi selvitämme mitä robotit tuotannossa tekevät. Robotit hitsaavat valtaosin hitsaavissa konepajoissa. Vain kahdessa pajassa robotteja oli laitettu muihinkin tehtäviin. Valtamerkki haastatelluissa yrityksissä on ABB.

Toisena tutkimuskysymyksenä oli selvittää esteet robotiikan käyttöönoton lisäämiselle. Miksi robotteja ei hankita enempää tai miksi niitä ei ole käytössä laisinkaan. Erityinen mielenkiinto meillä oli epäonnistuneisiin kokeiluihin ja siihen, miksi kokeilut epäonnistuivat. Monet yritykset halusivat

ottaa käyttöön robotiikkaa. Ongelma on siinä, että kohteet ovat haastavia pelkälle robotille (kysymys 8). Lisäksi tarvitaan räätälöityjä ratkaisuja robotin lisäksi. Pääsääntöisesti Oulun alueen hit-saavat konepajat ovat tilauskonepajoja, joilla ei ole omia tuotteita. Tämä aiheuttaa hankaluuksia robotisoinnille koska sarjat ovat pieniä ja kertaluontoisia. Varsinkin raskaammassa metallissa toimivat pajat ovat ilmapiiriltään perinteitä kannattavia ja konservatiivisia. Näissä pajoissa robotteja ei koeta tarpeellisiksi. Kiistämättä käsihitsari on tehokkaampi yksittäiskappaleissa. Pitkien saumojen hitsauksessa (kysymys 9c) robotti voisi olla kustannustehokas. Varsinkin jos kyseessä on monipalkojen hitsaus. Varsinkin raskaammissa konepajoissa robotiikka sopii huonosti muuhun kuin hitsaukseen. Ongelmaksi tulee kappaleiden paino ja suuri variaatio.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli tulevaisuuden näkymät robotiikassa. Kiinnostus robotiikkaa kohtaan oli yrityksillä hyvä. Haastatelluista viisi oli hankkimassa lisää robotteja tuotantoon. Hankittavat robotit tulevat täydentämään kapasiteettia. Mitään uusia aluevaltauksia kukaan ei suunnitellut. Pääsääntöisesti robotteja omistavat yritykset aikovat jatkaa samoilla merkeillä. Yksi vastaaja ilmoitti hankkivansa välillä eri merkkisenkin, jotta saadaan valtamarkin hintoja alas. Loput vastaajat olivat kiinnostuneita roboteista. Ne, joilla ei ole, kaipaavat apua integraation ja työkalujen hankintaan. Haastatelluille yrittäjille helpointa olisi ostaa avaimet käteen koko paketti. Yrittäjillä ei tunnu olevan aikaa itse perehtyä asioihin ja tekniikkaan.

Neljäntenä ja viimeisenä tutkimuskysymyksenä selvitimme ammatillisen koulutuksen valmiuksia tulevaisuuden osaajien kouluttamiseen. Haastatteluissa selvisi, että työnantajat kaipaavat robotin peruskäytön osaavia tekijöitä. Yllättäen alle puolet haastatelluista halusi vastavalmistuneiden osaan jigien rakennusta. Operaattorien toivotaan ymmärtävän robotin ohjelman toiminnan ja rakenteen. Myös pieniä korjauksia ja häiriötilanteiden korjaaminen pitäisi osata. Käsihitsaustaito tuli monessa vastauksessa esille. Tämä siksi, että osataan laittaa virta-arvot kohdilleen ja saadaan haluttu kaltainen lopputulos. Käsihitsauksen myös uskottiin opettavan sauman silmämääräiseen tarkastamiseen. Robotin tekemiä pieniä virheitä myös parsitaan käsihitsaamalla.

6 KYSELYN TULOKSET KONEISTAVASTA TEOLLISUUDESTA

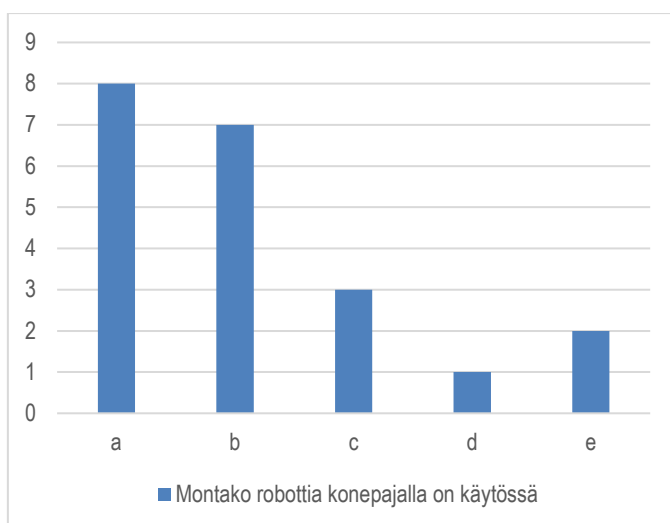
Tomi haastattelin koneistavasta teollisuudesta viisi yritystä. Haastattelut tehtiin huhtikuun aikana. Kolme haastattelua tapahtui etäyhteydellä ja kaksi paikan päällä yrityksissä. Yritykset olivat hyvin innokkaana suostumassa haastatteluihin ja heillä oli myös mielenkiintoa kuulla enemmän opinnäytetyön aiheestamme. Haastattelujen kooste liitteessä kolme. Liitteessä olevat vastaukset eivät ole kronologisessa järjestyksessä.

6.1 Robottiikan nykyinen kapasiteetti

Robottiikan kapasiteettia koskevia kysymyksiä oli viisi. Selvitimme robottien nykyistä lukumäärää, niiden töitä tuotannossa, robotin ohjelmointia tuotannossa, laadun haasteita ja käyntiasteita. Kysymyksissä oli alakohtia.

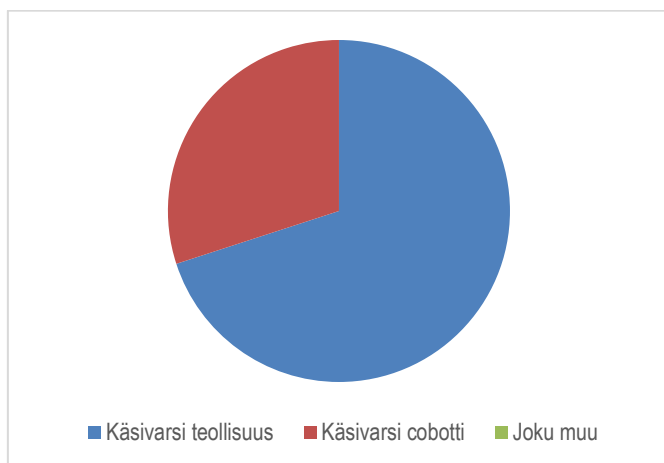
Ensimmäisellä kysymyksellä haluttiin selvittää robottiikan nykyistä kapasiteettia haastatelluissa yrityksissä.

Kysymyksessä 1a kysyttiin, montako robottia yrityksellä on tällä hetkellä käytössä (kuvio 35). Vastaa-
taajia oli 5 ja kaikilla oli robotteja hankittuna yritykseen. Kaikki laskennassa olleet robotit eivät ole koneistuksen apuna, vaan osa näistä tekee muuta työtehtävää. Tästä lisää haastattelukysymysten 2. kohdassa.



KUVIO 35. Montako robottia käytössä tällä hetkellä.

Kysymyksessä 1b kysyttiin, minkä tyyppisiä käytössä olevat robotit ovat (kuvio 36). Yrityksillä oli käytössä pääosin teollisuusrobotteja, mutta myös Universal merkkisiä cobotteja oli käytössä useissa yrityksissä. Muita robotti tyyppiä ei ollut käytössä koneistavissa yrityksissä.



KUVIO 36. Minkä tyyppisiä robotteja konepajoilla on käytössä.

Kysymyksessä 1c kysyttiin, mikä on käytössä olevien robottien pääasiallinen valmistaja.

Robottimerkit kokonaisuudessaan jakaantuu useaan merkkiin. Coboteissa Universal on ainut merkki, mutta teollisuusroboteissa on käytössä useita merkkejä, kuten Yaskawa 8kpl, ABB 1kpl, Kuka 2kpl, Motoman 1kpl, Fanuc 1kpl.

6.2 Robotit tuotannossa

Haastattelukysymysten toisessa osiossa kysyttiin robottien tuotannon tehtäviin liittyvästä aiheesta.

Kysymyksessä 2a kysyttiin (kuvio 37), mitä roboteilla tehdään tuotannossa tällä hetkellä.



KUVIO 37. Robottien tehtävät tuotannossa.

Haastatelluissa koneistavissa yrityksissä robottien tehtävät painottuivat pääosin olla avustamassa lastuavan työstön koneita. Yhteensä 11 robottia 20:stä on täysin panostamassa työstökoneita. Yhtään robottia ei ole hitsaamassa, mutta haastatelluissa konepajoissa robotteja hyödynnetään kappaleiden jälkikäsittelyssä kuten viimeistelyssä, mittakoneen panostamisessa, maalaus- tai kokoonpanotyötehtävissä.

Kysymyksessä 2b kysyttiin, mitä häiriökohteita kohtaatte robotin kappaleen käsittelyssä tai muissa robotin tehtävissä.

Jokainen vastaaja kertoi häiriöitä olevan hyvin vähän tuotannon aikana, kun vain robotti saadaan nostettua tuotantoon eli toimimaan osana jonkin tuotantokappaleen valmistusta. Kappaleen käsittely itsessään on yrityksillä saatu toimimaan hyvin, mutta lastut ja muu epäpuhtaus aiheuttaa välillä ongelmia varsinkin magneettitarttuvia käytettäessä. Myös käyttäjän inhimillinen törmäys coboteissa aiheuttaa katkoksia ja uudelleen käynnistyksiä. Jotkut yritykset käyttävät robotin lisävarusteena kameraa kappaleen poiminnassa ja tässä on välillä haasteita huonon alustan tai ympäristössä vallitsevan valonmäärän vaihtuessa.

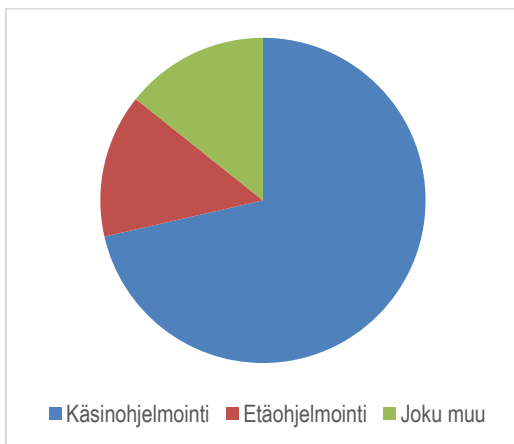
Kysymyksessä 2c kysyttiin, onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita. Haastattelussa käsitimme asteikkoa yhdestä viiteen.

Tämä kysymys oli vaikea useille haastatelluille. Pääosin kappaleen paikoittamisessa ei ollut haasteita, mutta yhdellä nousi esille sorvin panostuksessa pyörähdysrotaation heikko asettuvuus panostuksen aikana sorvin leukoihin.

Kysymyksessä 2d kysyttiin, vaihtaako robotti paikkaa. Samassa kysymyksessä kysyttiin, vaihtuuko valmistettava tuote.

Tämän kysymysten vastaukset vaihtelivat paljon yrityksen toimintatapojen ja tuotantokappaleiden mukaan. Käytössä olevat suojaverkoin varustetut teollisuusrobotit pysyvät paikallaan, mutta näillä vaihtuu panostettava tuote yrityksen mukaan. Tuotantosarjan pituus teollisuusroboteilla voi olla yhdestä työvuorosta noin viikon työvuoroihin. Kahdessa yrityksessä teollisuusrobotti panostaa kahta vastakkain asetettua työstökoneita, eli yksi robotti palvelee kahden koneen tarpeita. Cobotteja koneistuksessa apuna käyttävät yritykset kertoivat käyttävänsä vaihtelevasti cobotteja apuna panostukseen kappaleen soveltuvuuden mukaan. Kaksi yritystä kertoi, että cobotteja käytetään niin työstökoneen panostuksessa kuin myös muissa työtehtävissä tarpeen mukaan.

Kysymyksessä 3a kysyttiin (kuvio 38), miten robotit ohjelmoidaan tuotannossa



KUVIO 38. Miten robotit ohjelmoidaan tuotannossa.

Haastatelluissa yrityksissä nousee esille selvästi käsin ohjelmoinnin korkea aste robottien ohjelmoinnissa. Muutama yritys käyttää käsiohjelmoinnin lisäksi Automappps tai muuta käyttöliittymää esimerkiksi kappaleen poimimisessa kuormalavalta. Yhdellä yrityksellä nousi esille etäohjelmoinnin hyödyntäminen robotin ohjauksessa, mutta tämän yrityksen tavoitteena onkin tehdä itse käsivarsi-robotista koneistuksen työväline.

Kysymyksessä 3b kysyttiin (kuvio 39), kuka robottien ohjelmointia tekee tuotannossa



KUVIO 39. Kuka ohjelmoi robotin tuotannossa.

Vastaajista neljällä yrityksellä on itsellään nimetty robotiikan asiantuntia, joka on yleensä insinööritason tekijä. Näiden tehtävänä on tehdä uusien tuotteiden sisäänajossa ohjelmat roboteille. Yksi yritys vastasi, että hyödyntää laitetoimittajaa uuden solun ensimmäisten ohjelmien ohjelmoinnissa ja käyttöönotossa.

Kysymyksessä 3c kysyttiin, mitä tuotannon työntekijä tekee robotin ohjauksessa.

Tuotannon työntekijät ovat useissa yrityksissä toimeliaita ja osaavia tekijöitä. Heidän tehtävänä on valmistettavan tuotteen vaihtuessa robotin ohjelman vaihto sekä ensimmäisen ajon simulointi ja tarvittavat pienet korjaukset. Tuotannon työntekijät selvittävät usein häiriötilanteet ja vaihtavat ase- tuksen vaihtuessa oikean tarttujan tarvittavan kohteen mukaan. Yksi yritys kertoi, että tuotannon työntekijät ottavat robotin käyttöön, kun tietyt nimikkeet tulee valmistukseen koneelle.

Kysymyksessä 4 kysyttiin laadullisista heikkouksista robottien käsittelemissä tuotteissa.

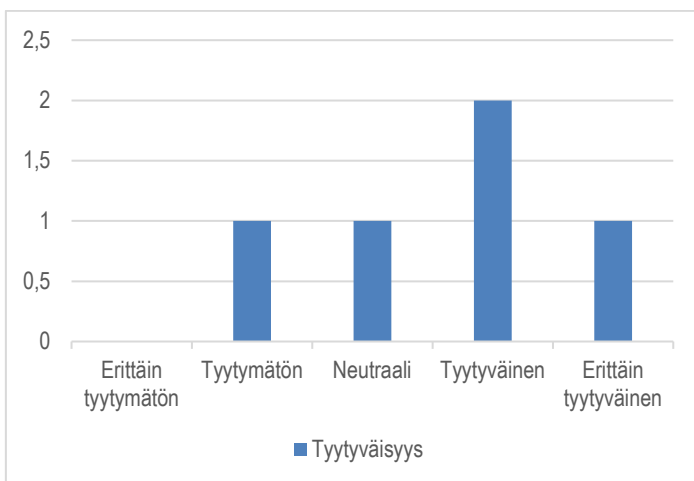
Robotisoidun kohteen laadullisista heikkouksista tulee varsin vähän haasteita. Pääosin yrityksillä robotin tuottamat kappaleet ovat hyvälaatuisia, mutta yhdellä yrityksellä nousi ongelmakohtaksi valukappaleiden asettuvuus tai vajavuus. Myös polttoleikattujen aihoiden käsittelyssä toisinaan tulee ongelmia laadun suhteen.

Kysymyksessä 5a kysyttiin, mikä on robottien keskimääräinen käyntiaste käynnissä olevilla roboteilla tuotannon käynnissä ollessa.

Haastatellut yritykset eivät tarkalleen osanneet sanoa käyntiastetta. Muutama yritys haluaisi robotin tekemään toista tehtävää, kun esimerkiksi asetettu tuote on koneistuksessa koneen sisällä. Kaksi

yrittäjä oli tyytyväisiä robottien käyttöasteeseen tuotannossa. Yhdellä yrityksistä robotin käyttöaste on lähes 0 % haastatteluhetkellä. Yksi haastatelluista taas sanoi, että vaihtelee paljon tilauskannan mukaan robotin käyttöaste ja haastatteluhetkellä noin joka toinen päivä robotti oli työssä jossakin kohteessa.

Kysymyksessä 5b Kysyttiin (kuvio 40), ovatko yritykset tyytyväisiä nykyisiin käyntiasteisiin. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



KUVIO 40. Tyytyväisyys robottien käyntiasteeseen.

Neljä viidestä oli tyytyväisiä kuitenkin robotin käyttöasteeseen. Yksi yritys oli tyytymätön tämänhetkiseen robotin toimintaan osana tuotantoa.

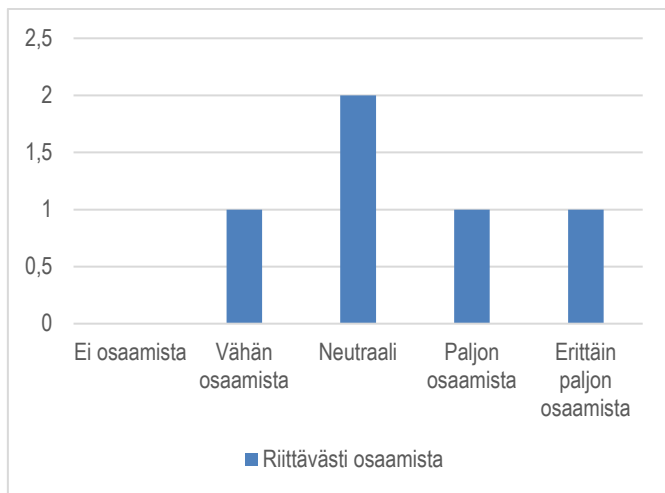
Kysymyksessä 5c kysyttiin, miten käyntiastetta voisi nostaa vastaajien mielestä.

Robottien käyntiasteen nostamiseksi nousi robottipanostukseen sopivien tuotteiden lisääminen tuotantoon sekä isompien sarjojen saaminen tuotantoon. Yhdellä yrityksellä tulevaisuuden tavoitteena on aikatauluttaa uusien asetusten ylösajo aamuvuoroon, jolloin on osaavaa työvoimaa enemmän paikalla. Yhden yrityksen tavoitteena olisi ottaa uusi ponnistus saadakseen robotti osaksi tuotantoa.

6.3 Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen

Selvitimme robotiikan tulevaisuuden näkymiä kolmella kysymyksellä, joissa oli alakohtia. Selvitimme vastaajien näkemyksiä robotiikan nykyiseen osaamistasoon yrityksissä. Kyselimme myös kustannuksien ja tuottavuuden välistä kannattavuussuhdetta. Kysyimme myös, onko robotiikka yri-
tety ottaa laajemmin käyttöön yrityksissä.

Kysymyksessä 6 kysyttiin (kuvio 41), onko yrityksessä riittävästi robotiikan osaamista. Haastatte-
lussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.



KUVIO 41. Onko yrityksessänne riittävästi robotiikan osaamista.

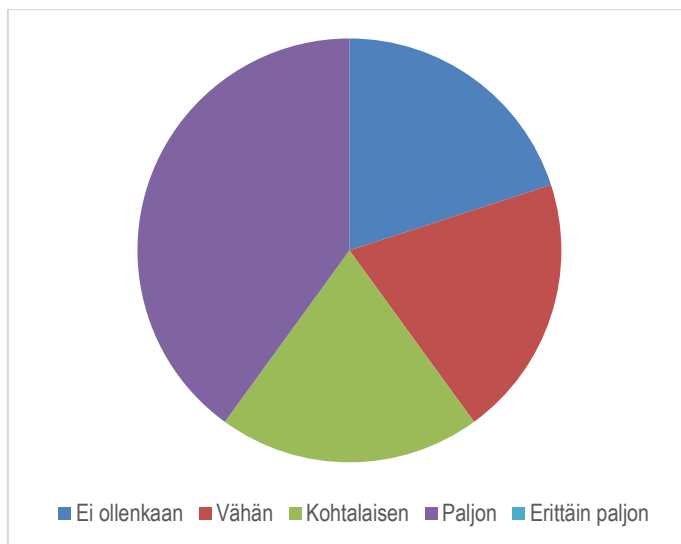
Kysymyksessä 6a kysyimme, millaista osaamista vastaajien mielestä pitäisi olla enemmän.

Yksi yritys nosti esille laajemman osaamisen erimerkkien roboteille ja uusimpien teknologioiden hyödyntäminen tuotannossa kuten skannerit, robottien siirrettävyys ja vihivaunujen testaaminen osana tuotantoa. Useat yritykset toivoivat osaamista olevan robotiikasta enemmän ja useammilla henkilöillä. Haastattelussa nousi esille, että muutamat yritykset voisivat palkata innovatiivisen robotiikka henkilön työsuhteeseen.

Kysymyksessä 7a kysyimme hankinta ja ylläpitokustannuksia suuruutta tuottavuuteen suhteutet-
tuna sekä 7b suunnittelukustannusten suuruutta sisältäen kiinnittimet ja ympäristön tuottavuuteen
suhteutettuna. Haastattelussa käytimme asteikkoa yhdestä viiteen.

Tämä kysymys oli lähes kaikille haastatetuille yrityksille haastava vastata asteikon avulla. Kysymykseen 7a vastaukset olivat vaihtelevia sanallisesti, mutta esille nousi yhden yrityksen näkemys työergonomian parantumisena. Työstökoneella työtä tekevän henkilön ei tarvitse kurotella painavia kappaleita koneen kiinnittimiin vaan robotti hoitaa tämän työn. Tämä vähentää huomattavasti yrityksellä huonon työergonomian tuomia haasteita. Kysymykseen 7b nousi esille automaattikiinnittimien eli servokäyttöisten tarttujien korkea hinta, mutta taas niiden käytettävyys on hyvä laajan käyttöalueen mukaan. Yksi yrityksistä vastasi, että kiinnittimien kustannukset vaihtelevat paljon kohteen mukaan ja toiselle taas nämä koettiin pienenä kulueränä.

Kysymyksessä 7c. kysyimme (kuvio 42), onko lyhytnäköinen tilauskanta haaste.



KUVIO 42. Onko lyhytnäköinen tilauskanta haaste.

Kolmen vastaajan mielestä heillä on robotisoituun valmistukseen sopivat tuotteet valmistuksessa. Toki yksi näistä vastaajista tavoittelee selvästi parempia sopimuksia tulevaisuuden tilauksiin, jotta voisi investoida lisää robotteihin. Kaksi haastatelluista yrityksistä koki haasteelliseksi heidän tämänhetkisen tilauskantansa robotisoituun valmistukseen.

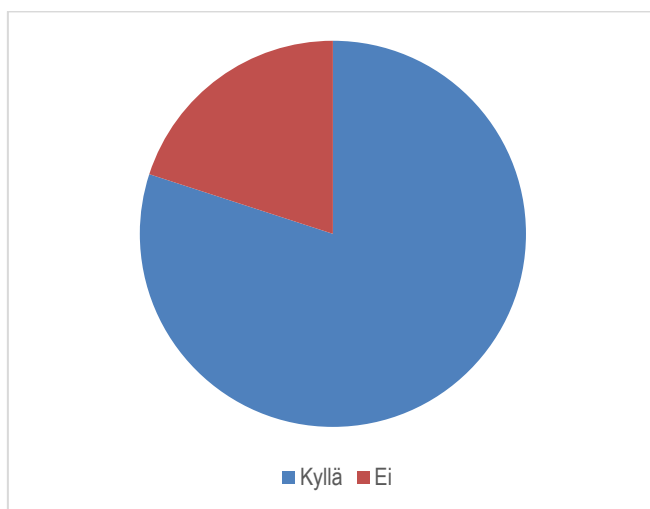
Kysymyksessä 8 kysyimme, onko yrityksessä yritetty ottaa käyttöön robottia johonkin kohteeseen. Haastatelluilla yrityksillä on siis jo robotteja käytössä, mutta tässä kohdassa kysyin tarkennuksena, onko näiden käytössä olevien kohteiden lisäksi yritetty ottaa robottia käyttöön johonkin kohteeseen.

Kaksi vastanneista yrityksistä kokeilee aktiivisesti cobotteja hyödyntäen uusia käyttökohteita roboteille. Tehtävät ovat maalaukseen tai kokoonpanoon liittyviä tehtäviä. Yksi vastaajista oli tyytyväinen tämänhetkiseen tasoon ja kaksi vastaajaa kokeilee satunnaisesti ottaa robottia johonkin kohteeseen käyttöön. Nämä kokeilut kohdistuvat pääosin muuhun kuin lastuavan työstön kohteisiin. Yksi yrityksistä mainitsi, että viimeistelytehtäviin kokeiltua sovellutusta vaivaavat häiriöt toiminnassa ja näin ollen se vähentää motivaatiota käyttää robottia kyseisessä kohteessa.

6.4 Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa

Selvitimme robotiikan tulevaisuuden näkymiä kahdella kysymyksellä. Kysymyksissä oli alakohtia. Selvitimme ovatko konepajat hankkimassa lisää robotteja kenen avustuksella he niitä aikovat ottaa käyttöön.

Kysymyksessä 9a kysyimme (kuvio 43), ovatko yritykset hankkimassa lisää robotteja. Samalla haastatellut vastasivat 9b kysymyksen (kuvio 44) hankintojen aikataulusta.



KUVIO 43. Ovatko yritykset hankkimassa lisää robotteja.



KUVIO 44. Millä aikataululla yritykset ovat hankkimassa robotteja.

Yksi vastaajista vastasi, että ehkä joskus tulevaisuudessa olisi ajatus hankkia lisää robotteja tuotantoon, eli ei kokenut yrityksen olevan valmis tällä hetkellä robotisoinnin lisäämiseen. Yrityksistä neljä vastaajaa on hankkimassa lisää robotteja tulevaisuudessa. Yhdellä oli selvästi tavoitteena lisätä jatkuvasti robotteja osaksi tuotantoa, joten aikataulun määrittäminen vuositason tasolla oli epäselkeä.

Kysymyksessä 9c kysyttiin, minkä tyyppisiä robotteja yritykset ovat hankkimassa. Kysyimme myös mihin työtehtäviin robotit ollaan sijoittamassa.

Kaikki haastatellut yritykset olivat hankkimassa teollisuusmallin käsivarsirobotteja. Tuleva pääasiallinen käyttötarkoitus on koneistus, mutta myös muu tehtävä on monella suunniteltuna robotille kuten viimeistely ja kokoonpano tehtävät. Yksi vastaajista oli kiinnostunut hyödyntämään mobiilirobotiikan uusimpia mahdollisuuksia.

Kysymyksessä 9d kysyttiin, minkä valmistajan robotin yritykset ovat hankkimassa. Edelleen kysyimme minkä mallin yritys hankkii.

Haastatelluilla yrityksillä vain yhdellä oli tiedossa robotin merkki, mutta muut yritykset olivat avoimia merkin suhteen. Esille nousi asia, että jo nyt usean merkin omistavalla yrityksellä, ei ole haluja lisätä uusia robotimerkkejä.

Kysymyksessä 10 kysyimme, miten ja kenen avustuksella yritykset aikovat ottaa robotteja käyttöön.

Ensimmäinen vastaaja vastasi kaikkien yhteistyökumppaneiden käyvän, kunhan he saavat robotin toimimaan. Yhteistyöhön kelpasi koulu tai kaupallinen toimija. Toinen yrityksistä oli ehdottomasti sitä mieltä, että robotti otetaan täysin käyttöön omalla yrityksen osaamisella. Yksi vastasi, että oma osaaminen ei riitä, joten ulkopuolista tietotaitoa on hyödynnettävä. Kaksi vastaajista oli avoimia tämän kysymyksen suhteen.

6.5 Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen

Viimeisessä kokonaisuudessa kysyimme mitä vastavalmistuvien opiskelijoiden hyvä osata työnantajien mielestä ammattikoulusta valmistuessaan.

Kysymyksessä 11a kysyimme, mitä perustaitoja robotin käyttöön liittyen työnantajat toivoisivat vastavalmistuneilla ammattikoululaisilla olevan

Kaikkien vastauksissa nousi esille, että ammattikoulusta valmistuvan olisi hyvä tietää mikä on robotti ja miten sitä voisi esimerkiksi liikutella, eli käyttöpaneelista ymmärtämistä. Robotti pitäisi ymmärtää osana tuotantoa yhtä lailla kuin työstökone. Myös robotin turvallinen käyttäminen ja siihen liittyvät turvallisuusseikat nousivat esille vastauksissa.

Yritykset eivät odota mitään asiantuntijaa vaan, että valmistuva opiskelija olisi oikealla asenteella tulevaisuuden työtehtäviin myös robottien rinnalla.

Kysymyksessä 11b kysyttiin, millä tasolla työnantajat toivovat vastavalmistuvien ohjelmointitaitojen olevan.

Vastauksissa nousi esille, että kevyt ymmärrys ohjelmasta on hyvä osata. Eli vaikka jonkin pysähdyskohdan löytäminen ohjelmasta. Yksi yrityksistä nosti esille opettamalla ohjelmoinnin, mutta muilla tämä ohjelmointi ei noussut esille haastatteluissa. Lisäksi toivottiin ongelman ratkaisukykyä esimerkiksi robotin pysähtyessä ja tämän saattaminen takaisin toimintaan.

Kysymyksessä 11c kysyimme, millä tasolla kiinnittimien ja jigien valmistuksen osaamisen pitäisi olla vastavalmistuneilla.

Haastatelluissa yrityksissä ei ollut tarvetta kiinnittimien valmistukseen vaan riittää ymmärrys mikä ja millaisia kiinnittimet voi olla. Tarttujien vaihtaminen robottiin olisi hyvä osata.

Kysymyksessä 11d vastaajat saivat vastata vapaasti, minkälaisia taitoja he toivoisivat vastavalmistuvilla oleva robotiikkaan liittyen.

Yhden vastauksessa nousi esille, että olisi hyvä tietää robotin ympärillä olevista lisälaitteista kuten kameroista ja muista vastaavista toimilaitteista. Muut vastaajat eivät osanneet nimetä mitään tähän kysymykseen.

6.6 Koneistavan teollisuuden tulosten yhteenveto

Tutkimuksemme aiheena oli robotiikan näkymät Oulun alueen konepajoissa. Tomin aiheena oli syventyä enemmän koneistavassa teollisuudessa liittyviin tuloksiin.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli robotiikan nykyinen kapasiteetti koneistavassa ja hitsaavassa tuotannossa. Selvitysten perusteella Oulun alueelta löytyi viisi koneistavaa yritystä, joilla on käytössä robotteja osana koneistavaa tuotantoa. Koneistavia tai koneistukseen liittyviä yrityksiä on kuitenkin Oulussa huomattavasti enemmän. Selvitysten perusteella alueella on joitakin yrityksiä, joille on tehty ammattikorkeakoulun toimesta robotiikan demonstraatio johonkin tuotantokohteeseen. Nämä yritykset eivät vielä kuitenkaan ole hankkineet robotteja ja eivät olleet haastateltujen joukossa.

Robotteja oli käytössä suojahäkkiin suljettuna teollisuusrobotteina kuin myös cobotteja osana tuotantoa. Haastattelujen perusteella oli selkeä ero teollisuusrobottien ja cobottien käyttöasteessa varsinkin koneistavassa tuotannossa. Haastatelluissa yrityksissä siirrettävän cobotin käyttöasteet olivat jääneet pieneksi koneistavassa tuotannossa. Yrityksiin hankitut cobotit ovat kaikki merkiltään UR eli Universal robotin laitteita. Teollisuusroboteissa yrityksissä on käytössä laajasti eri merkkejä. Tyypiltään kaikki käytössä olevat robotit ovat käsivarsirobotteja.

Toisena tutkimuskysymyksenä selvitimme suurimpia esteitä robotiikan käytön lisäämiseen koneistavassa teollisuudessa Oulun alueella. Selvästi kolmella haastatelluista yrityksistä oli robotisoituun tuotantoon sopivaa tuotetta valmistuksessa, ja valmistusmäärät olivat kannattavia robottien käsittelyyn. Kahdella haastatellulla tuotteet eivät olleet sopivia aihion muotojen tai sarjakoon perusteella. Suurimmaksi esteeksi nousi pienet valmistusmäärät yhtä tuotetta, joten robotin asetus aika toimintakuntoon voi olla pidempi kuin sarjan valmistusaika.

Robottien lisäämisestä tuotantoon yrityksillä oli erilaisia näkemyksiä. Yrityksillä oli koneistukseen tulossa robottihankintoja itse mahdollisen koneistuskoneen hankinnan yhteydessä. Tällä hetkellä robottihankinnat suuntautuisivat enemmän tuotteiden loppukäsittelyyn. Pääosin käytössä olevat robotit palvelivat sorvi tyyppisiä työstökoneita. Jyrsintyyppiset eli työstökeskukset ovat paletti koneita, joissa uuden aihiot asetetaan koneen jyrssiessä tuotetta vaihtopaletilla.

Epäonnistuneita kokeiluja oli kyllä yrityksissä tapahtunut ja yksi vastaajista kertoi lähtökohtaisesti robotisoinnin menneen pieleen vääränlaisen lähestymistavan perusteella osaksi tuotantoa. Tässä tapauksessa tulee esille luvun 2.9 kirjoitelma, missä mainitaan yhteistoiminnan tärkeyttä robotiikan ja automaation käyttöönotossa osana tuotantoa.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli tulevaisuuden näkymät robotiikassa. Kiinnostus robotiikkaa kohtaan on yrityksillä hyvä ja yksi vastaajista oli investoimassa robottia itse lastuavaan työstön tekemiseen. Käsivarsirobotit kiinnostivat kaikkia haastateltuja, mutta myös mobiilirobotiikka ja siirrettävät teollisuusrobotit nousi haastatteluissa esille. Robottien sulkemista häkkiin haluttaisiin vähentää eli käyttöön haluttaisiin tutkasensoreita, jotka seuraavat lähettyvillä tapahtuvaa liikettä ja hidastavat tämän mukaan liikenopeuksia. Robotteja hankitaan lastuavan työstön avustaviin tehtäviin sekä ennen kaikkea yksitoikkoinen viimeistelytyö olisi tavoitteena saada automatisoitua.

Neljäntenä ja viimeisenä tutkimuskysymyksenä selvitimme ammatillisen koulutuksen valmiuksia tulevaisuuden osaajien kouluttamiseen. Haastatteluissa selvisi, että robotiikan osaamista pitäisi olla enemmän ja varsinkin robotit pitäisi ymmärtää osana tuotantoa päivittäisessä työskentelyssä. Osaamisen ei tarvitse olla syvää ohjelmointi tai laitteen käyttöönoton koulutusta vaan perustason robotin liikuttelua, ymmärrystä ohjelmasta ja robotin saattaminen takaisin tuotantoon häiriötilanteen sattuessa. Robotin tarttujen vaihtaminen työkohteen mukaan ja ohjelman valitseminen oikeaksi robotille.

7 KEHITYSEHDOTUKSIA ROBOTIIKAN OPETUKSEEN

Robottiikan opetuksessa ammattikoululla olisi varmastikin parannettavaa haastattelujen perusteella. Niin koneistavan kuin myös hitsaavan yritysten haastatellut toivoivat robotin perustuntemuksen olevan hallussa ammatillisesta opinnoista valmistuessaan. Tällä hetkellä tutkimuksen perusteella robotiikan valinnaisen opintojakson valitsee vuositasolla vain murto-osa opiskelijoista. Tämän vähäisen opiskelijamäärän valinnaiskurssin valitsemisen juurisyitä emme tässä tutkimuksessa alkaneet selvittämään. Pohdintana voisi tutkimuksen pohjalta pohtia, että olisiko robottien syytä olla osana työsaleja, toisin kuin nykyään erillisenä puhdistilana rautakouria itsestään pois päin työntävänä.

Tutkimustyömme aikana Oulun ammattikoululla saatiin myöntävä päätös hankkeeseen, jossa hankitaan teollisuusrobotti osaksi tuotantoa koneistuskeskuksen yhteyteen. Tämä hankinta varmasti edesauttaa koneistusalan opiskelijoiden robotiikan tuntemusta osana tuotantoa. Suunnitelmissa robotin on palvella koneistuskeskusta. Lisäksi olla osana tuotantoa, esimerkiksi viimeistellä koneistuksen aikana edellisen ajon aikana valmistunutta tuotetta. Tässä on hyvät lähtökohdat lisätä robotiikan osaamista ja lisätä valinnaisena valittavan robotinkäyttö opintojakson hyödyntämistä. Nykyisessä robotiikan opetustilassa voisi opettaa robotiikan alkeet, jonka jälkeen opiskelija tulisi työsaliiin jatkamaan robotiikan harjoitteita. Tässä kohdassa on hyvä muistuttaa perehtymään haastattelujen perusteella saatuihin tuloksiin robotiikan osaamistarpeista ammattikoulusta valmistuneelle.

Itse robotin käytön lisäksi haastattelujen perusteella olisi hyvä käydä läpi alkeet robotin ympärillä olevista laitteista. Tähän sisältyisi riittävä työturvallisuuden osaamistaso robotin operaattorina toimimisessa. Myös robotin peruskäyttö ja toipuminen häiriötilanteista pitäisi osata. Myös ohjelman rakenne ja yleisimmät käskyt olisi hallittava perustasolla. Tällöin operaattori voisi tehdä pieniä korjauksia robotin ohjelmaan tuotannossa. Hitsaavassa teollisuudessa toivottiin myös käsihitsaustaitoa. Operaattori osaisi tällöin korjata robotin tekemiä pieniä hitsausvirheitä käsin.

Robottiikan opetuksessa harva oppilas on ennen käyttänyt robotteja. Sen takia käsitteiden muodostaminen on aluksi tärkeää. Opiskelijat turhautuvat nopeasti, jos eivät ymmärrä yhtään mistä puhutaan. Seuraavaksi kannattaa käyttää toimintaskeman konstruointia. Tässä vaiheessa opiskelijalle voi jo antaa pieniä tehtäviä. Samalla oppilaalle olisi hyvä antaa tukimateriaali, jonka avulla operaa-

tioiden konstruktiot alkaisivat hahmottua. Robottien ohjelmointikieli on omanlaisensa koodi, jona-
laiseen ei törmää normaali elämässä. Sen vuoksi koodi on aluksi täysin outoa oppilailla. Demonst-
raatiota on hyvä olla harjoitusten tueksi. Ohjeiden olemassaolo vapauttaa opettajan resursseja, kun
edistyneemmät oppilaat etenevät itsenäisesti. Oppilaiden tehdessä tehtäviä ongelmia ratkaiseva
konstruointi on syytä ottaa käyttöön. Varsinkin simulointi ohjelmien kanssa oppilas törmää toisinaan
ylitsepääsemättömään ongelmaan. Silloin opettajan täytyy käydä auttamassa koska muuten oppi-
las turhautuu nopeasti ja äänestää jaloillaan koko hommaa. Arvioinnissa voidaan käyttää sovelta-
mistaitoa hyväksi. Jos oppilas osaa soveltaa oppimaansa, voidaan arvosanaa korottaa ylöspäin.

8 POHDINTA

Tutkimusmenetelmänä henkilöhaastattelu (liitteet 2 ja 3) osoittautui oikeaksi valinnaksi, koska haastattelussa päästiin tarkentamaan kysymyksiä ja etsimään juurisyytä ongelmiin. Haastattelussa voi myös ohjata vastaajia, jos he ymmärtävät kysymyksen väärin. Haastattelua voi edesauttaa sanomalla ”tästä jo puhuttiinkin”. Sähköposti kyselyyn saadut vastaukset olisivat olleet kömpelömpiä ja yleensä ottaen vastauksia olisi saatu pieni määrä varsinkin näin pienen alueen tutkimuksen tekemisessä.

Suurin ongelma oli löytää Oulun alueelta konepaja yrityksiä, joissa on robotiikkaa käytössä. Haastatteluja ei ollut vaikea saada sovittua, kun yritys löydettiin. Yritykset suostuivat yllättävän helposti haastatteluihin ja olivat myös kiinnostuneita kuulemaan tutkimustyön lopputuloksista. Hitsaavassa teollisuudessa yksi yritys kieltäytyi, koska heillä ei ollut robotteja käytössä. Koneistavassa teollisuudessa yhden yrityksen kanssa sovittiin, että jätetään haastattelu tekemättä vähäisen robottikokeuksen syystä. Heillä siis ei ollut vielä robottia, mutta suunnitelmia tämän hankinnasta.

Haastattelu kysymyksissä hankalaksi osoittautui yhdenkertoista kysymyksen ensimmäinen kohta. Se tavallaan tyhjensi pankin kysymällä hyvin laveasti haluttuja taitoja. Jo ensimmäisessä kysymyksessä saatiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin. Kysymyksen 11a olisi pitänyt olla viimeisenä tai toisin muotoiltu.

Toisen tutkimuskysymyksemme, eli suurimmat esteet teollisuuden robotiikan lisäämiseen oli saatavilla vähänlaisesti tutkimustietoa etsintöjen perusteella. Useita tutkimuksia löytyi sosiaali- ja terveydenhoito alan tutkimuksina. Nämä selvitykset olivat sen verran kaukana aiheestamme, että tietolähteeksi ei soveltunut. Haastatteluissa selvisi, että innovatiivisille robotiikan osaajille olisi tarve yrityksissä. Tämä varmastikin on yksi este useille yrityksille robotiikan lisäämiseen teollisuudessa.

Neljännessä tutkimuskysymyksessä kerrottiin ammattikoulun kouluttavan opiskelijoita juuri tänne tuottavaan työhön ja mahdollisesti robottien kanssa työskentelemään. Olisimme voineet tässä kohdalla ottaa yhdeksi haastattelukysymykseksi, että mitä mieltä yritykset ovat robotiikkaan liittyvän opetuksen tasosta tällä hetkellä. Tämä olisi ollut mielenkiintoinen tieto meille tutkimustyön tekijöille. Haastattelujen ja selvitystyömme perusteella saimme hyvin vastaukset Oulun konepajateollisuuden robotiikan nykytilaan.

Tällä hetkellä robotiikan opetus levyseppäpuolella on olemattoman pientä. Ainut kosketus robotiikkaan on Robotin käyttö -valinnainen opintojakso. Tulevaisuudessa tarkoituksena olisi hankkia hitsausrobotti hitsaustyösalin puolelle. Työsalissa oleva robotti täydentäisi nykyistä valinnaiskursssia. Ensin opiskelijat suunnittelisivat jigin yksinkertaiselle tuotteelle. Tarkoituksena olisi opettaa jigin valmistuksen peruseräotteet kuten päästöt ja polttimeen tilantarve. Seuraavaksi oppilaat mallintaisivat jigin ja toisivat sen robottisimulaatioon. Simuloinnilla tehtäisiin ohjelma, joka käytäisiin myös hitsaamassa oikealla robotilla. Tällöin oppilas joutuisi opettelemaan myös virta-arvojen säädön ja kuljetusnopeuden välisen yhteispelin. Suurin este robotin hankinnalle on sopivan hankkeen puuttuminen. Yksikön omalla rahalla robottia ei saada hankittua. Toinen este on cobottien kehityksen aikainen vaihe. Työsaliin soveltuisi paremmin cobotti, koska se on siirrettävissä ja se ei tarvitse turvahäkkiä ympärilleen. Cobottien ohjelmisto ei tällä hetkellä tue ulkoista akselia. Esimerkiksi pyörityspöytä olisi ulkoinen akseli. Jos pyörityspöytä liitetään cobottiin, se vaatii saman turvatekniikan kuin teollisuusrobottikin.

Tutkimuksen myötä löytyi yksi aihe, josta voisi tehdä uuden tutkimuksen. Monella pienellä hitsauspajalla on mielenkiintoa robotiikkaan. Monelle pajalle on myös käyty kauppaamassa robottia. Myyntimies on käynyt robotin kanssa demoamassa ohjelmointia ja käyttöä. Monesti asiat ovat kuitenkin jääneet sille tasolle. Kun kauppialla ei ole tarjota räätälöityä ratkaisua tiettyyn tarpeeseen, vaan pelkkä robotti, ei konepaja uskalla investoida. Konepajat haluaisivat saada varmuuden laitteen toiminnasta. Kuitenkin Suomessa on monia robotiikkaan erikoistuneita yrityksiä. Konepajoilla raha ei tunnu olevan ongelma, jos robotti vain toimisi tavoitteiden mukaisesti. Uuden tutkimuksen aihe olisi, mikseivät kysyntä ja tarjonta kohta? Mikseivät pienet konepajat löydä kauppiaita? Eivätkö robotiikka yritykset osaa etsiä asiakkaita konepajoista?

Tutkimustyömme ajankohtana on Oulun ammatillisen koulutuksen koneistuksen opetuksen tueksi päätetty hankkia teollisuusrobotti koneistuskeskuksen yhteyteen. Työmme perusteella tälle on suuri tarve yritysten puolelta. Tavoitteena olisi useiden koneistaja opiskelijoiden valita robotin käyttö – opintojakso tulevaisuudessa.

Jos yritykset näkevät robotin osana tuotantolaitteita, miksi emme voisi jo ensimmäisen vuoden pakollisissa opinnoissa opettaa robotiikan alkeita teoriassa ja joku pieni pakollinen käytännön harjoite. Näin opiskelijat saataisiin lähemmäksi robottia ja ymmärtämään nykyisten robottien käyttämisen

kohtuu yksikertainen toiminta. Tämä voisi edesauttaa robotin käyttö opintojakson valitsemista valinnaisena opintona.

Tutkimuksen perusteella haastatelluissa yrityksissä teollisuusmallin robotit ovat konepajoissa vahvassa asemassa verraten cobotteihin, eli yhteistyöroboteihin. Silti yrityksillä on cobotteihin mielenkiintoa ja näkevät nämä hyvänä esimerkiksi testauksiin, missä selvitetään tietyn kohteen robotisointia. Tämä cobottien asema olisi helpompi jalkauttaa oppilaitoksen työsalin turvallisemman käytön perusteella. Lisäksi opiskelijoiden harjoituksissa laitteen rikkoontumisen vaara on pienempi törmäystunnistusten ansiosta.

Opinnäytetyömme oli mielenkiintoinen aiheena tehdä. Tässä saimme hyvän kartoituksen robotiikan nykytasoon Oulun alueella, ja mitkä ovat tulevaisuuden visiot yrityksillä. Tästä on varmasti hyötyä ammatillisen koulutuksen kehittämiseen hyvänä suuntaa antavana tutkimuksena. Aihe liittyy myös paljon tekniikan korkeakoulujen opetusalaan, joten työmme voisi mahdollisesti olla tukemassa tulevaisuuden suunnitelmia korkeakoulumaailmaan.

LÄHTEET

ABB 2023. Robots. Our portfolio. Hakupäivä 12.5.2023. <https://new.abb.com/products/robotics/robots>.

Bennett, Brumson 2001. Verkkolehti. Get a Grip: Choosing a Gripper for your Robotic Application Association for advancing automation. Hakupäivä 18.2.2023. Saatavilla <https://www.automate.org/industry-insights/get-a-grip-choosing-a-gripper-for-your-robotic-application>

Esab. Hitsauskuljetin. Hakupäivä 16.2.2023. https://esab.com/fi/eur_fi/products-solutions/product/welding-automation/submerged-arc-welding-saw/carriers-and-manipulators/welding-tractors/versotrac-cadet/

Etelä-Suomen Sanomat. Sunnuntaisuomalainen: Suomeen tarvitaan robottilaki. Hakupäivä 9.2.2023. <https://www.ess.fi/paikalliset/256312>

Haapakoski Ella, Moilanen Heta 2018. Luokanopettajien kokemuksia avoimissa oppimisympäristöissä työskentelemisestä. Pro gradu –tutkielma. Oulun yliopisto. Hakupäivä 17.5.2023 <http://julkaitika oulu.fi/files/nbnfioulu-201805101757.pdf>

Heinonen Mika, Keinänen Toimi ja Kärkkäinen Pentti 2020. Konetekniikan perusteet. 12–14 painos. Helsinki; Sanoma Pro.

Heinonen Mika, Kalliolahti Jyrki 2020. Koneistustekniikka. 1. painos. Helsinki; Sanoma Pro.

Henkilöhaastattelu, Oulun ammattikoulun opettaja. Haastattelupäivä 12.4.2023.

Husso & Koski 2018. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Tekoälyajan työ. Hakupäivä 12.2.2023. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160931/19_18_TEM_Tekoalyajan_tyo_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hänninen, Pasi 2022. Robotiikka ja tekoäly – johdatus aiheeseen. Tampere; Tammer tekniikka.

Kuivanen, Risto ja Aalto, Heikki 1999. Robotiikka. Vantaa; Talentum.

Lempiäinen, Juhani 2022. Investoinnit teollisuusrobotiikkaan ennätystasolla 2021. Automaatioväylä 2022. Robotiikkatilastot. Liite, 24–27. Hakupäivä 19.5.2023. <https://www.automatiio-vayla.fi/robotiikkatilastot/> Vaatii latauksen.

Lepola Pertti, Ylikangas Risto 2019. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. 1–2 painos. Helsinki; Saronoma Pro.

Malm Timo, Salmi Tomi, 2019. Automaatioväylä. Hakupäivä 12.2.2023. http://www.automatiio-vayla.fi/wp-content/uploads/2019/12/Automaatiovayla_6_2019.pdf

Moilanen, Niko 2023. Yhteistyörobotin eli cobotin ja perinteisen teollisuusrobotin väliset eroavaisuudet. Hitsaustekniikka lehti 1/2023. Suomen hitsausteknillinen yhdistys r.y. Orivesi; Oridea oy.

Opetushallitus 2023. Ammattikoulun opetussuunnitelmat. Hakupäivä 16.2.2023. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinen/7823349/tiedot>

Opetushallitus 2023. ammattitutkinnot. Hakupäivä 29.4.2023. https://opintopolku.fi/konfo/fi/haku/?koulutustyyppi=koulutustyyppi_11&order=desc&size=20&sort=score

Opetushallitus 2023. erikoisammattitutkinnot. Hakupäivä 29.4.2023. <https://opintopolku.fi/konfo/fi/sivu/amatillinen-koulutus#erikoisammattitutkinto>

Oulun ammattikorkeakoulu 2023. Tekniikka. Hakupäivä 29.4.2023. <https://www.oamk.fi/fi/koulutus/oamk-highway/tekniikka>

Oulun ammattikorkeakoulu 2023. Ylemmät ammattikorkeakoulututkinnot. Hakupäivä 29.4.2023. <https://www.oamk.fi/fi/koulutus/ylemmat-ammattikorkeakoulututkinnot>

Oxford Learner's Dictionaries. Hakupäivä 3.2.2023. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/robot?q=robot>

Pohjois-pohjanmaanliitto 2014. Pohjois-pohjanmaan-älykäs-erikoistuminen. Hakupäivä 12.2.2023. <https://pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2020/08/Pohjois-Pohjanmaan-%C3%A4lyk%C3%A4s-erikoistuminen.pdf>

Rastor instituutti 2023. Usein kysyttyä: perus- ammatti- ja erikoisammattitutkinnot. Hakupäivä 29.4.2023. <https://www.rastorinst.fi/koulutukset/usein-kysyttya/nayttotutkinnot-ammatti-ja-erikois-ammattitutkinnot/>

Rautaporras Petteri, Palokangas Jukka. Teknologiateollisuus. Talousnäkömät. Hakupäivä 12.2.2023. https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/T_Talousna%CC%88kyma%CC%88t_1-2023-FI_digi2.pdf

Roboticsbook. Teach pendants. Hakupäivä 3.2.2023. <https://roboticsbook.com/wireless-teach-pendants-for-robots/>.

SCRIBD. E-kirja palvelu. Hakupäivä 3.2.2023. <https://www.scribd.com/doc/133605062/Definition-of-a-Robot-According-to-the-Robot-Institute-of-America>

SFS. Hitsauksen oleelliset standardit. Hakupäivä 12.2.2023. https://sales.sfs.fi/fi/index/tuoteuutiset/hitsauksentarkeimmatstandardit_0.html.stx.

Soft gripping. Tarttuja kauppias. Hakupäivä 18.2.2023. <https://soft-gripping.com/discover/a-comprehensive-guide-to-grippers/>

Solehmainen Kari, Tuunainen Aku 2016. Hitsauksen laadunhallinta ja kiinnitintekniikka (HIKI) projektin loppuraportti. Hitsauskiinnitin vai joustava hitsauskiinnitin. Hakupäivä 11.3.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/338460/Hitsauskiinnitin.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Ulvinen Veli-Matti 2017. Oulun avoin yliopisto. Didaktisen ajattelun ydinsisältöjä. Luentomateriaali. Hakupäivä 17.5.2023 <http://docplayer.fi/39535003-Didaktisen-ajattelun-ydinsisaltoja.html>

Valtioneuvosto. Ventä & Honkatukia. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset suomen kansantalouteen 2030. Hakupäivä 15.5.2023. [47-2018-ROBOFINN raportti .pdf \(valtioneuvosto.fi\)](#)

Ventä Olli, Honkatukia Juha, Häkkinen Kai 2018. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset Suomen kansantalouteen 2030. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2018. Valtioneuvoston kanslia. Hakupäivä 17.5.2023 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBOFINN_ra-portti_.pdf#page=28&zoom=100,121,105.

Wisematic. Scara robotit. Hakupäivä 16.2.2023. <https://www.wisematic.com/fi/project/ls-sarja-scara-robotti/>.

Yleisradio. Suomi on kohta maailman ensimmäinen maa, joka hautaa tappavaa radioaktiivista jäätettä kallioon – tervetuloa Onkaloon, jossa selitämme miksi. Uutispalvelu. Hakupäivä 9.2.2023. <https://yle.fi/a/3-12686218>.

Haastattelupohja

Liite 1

Hitsaavan teollisuuden haastattelujen tulosten kooste

Liite 2

Koneistavan teollisuuden haastattelujen tulosten kooste

Liite 3

ROBOTIIKAN NÄKYMÄT OULUN ALUEEN KONEPAJOISSA

Tomi Tuononen & Matti Erkkilä
Opinnäytetyö
Lukukausi vuosi Kevät 2023
Hitsaustekniikan YAMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tutkinto-ohjelman nimi, Suuntautumisvaihtoehdon nimi

Tekijät: Tomi Tuononen & Matti Erkkilä
Opinnäytetyön nimi: Robotiikan näkymät Oulun alueen konepajoissa
Työn ohjaaja: Vesa Rahkolin
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023 Sivumäärä: esim. 50 + 10 liitettä

Työssä tutkitaan Oulun alueen konepajojen robotiikan nykytilannetta koneistavassa ja hitsaavassa tuotannossa. Tavoitteena selvittää robottien käyttöastetta haastateltavissa yrityksissä sekä minkä tyyppisiä robotteja yrityksillä on käytössä. Selvitämme vastaukset tutkimuskysymyksiin haastattelu kysymyksillä ja näiden perusteella saamme vastauksia työhömmme.

Haastattelujen pohjalta voimme selvittää robottien käytön lisäämisen esteitä sekä mitä ammattikoulusta valmistuvan opiskelijan olisi hyvä osata robotiikasta ja tämän ympärillä olevasta laitteistosta.

Tutkimuksessa käytämme henkilöhaastattelua yrityksen edustajille, tietoperustana kirjallisuutta ja digitaalista aineistoa artikkeleineen internetistä.

Tähän sitten tuloksia ja yms....

Asiasanat: Listaa 3–7 asiasanaa, jotka kuvaavat opinnäytetyötäsi. Käytä hyväksesi esimerkiksi sanasto- ja ontologiapalvelu Fintoa (<http://finto.fi/fi/>), yleistä suomalaista asiasanastoa (YSA) ja ammattialan sanastoja ja lähteitä

Johdanto

Työn tavoitteena on tehdä tutkimus Oulun alueen konepajoille robotiikan nykytilanteesta. Tutkimukseen kutsutaan viisi hitsaavan teollisuuden yritystä ja viisi koneistavan teollisuuden yritystä. Tutkimukseen haastatellaan isompia pajoja, joilla on aidosti tarvetta ja resursseja hankkia ja hyödyntää robotiikkaa toiminnassaan.

Konepajat tarvitsevat lisää osaavaa työvoimaa, jota Oulun alueella on saatavissa kohtuudella. Ammattitaitoiset motivoituneet opiskelijat työllistyvät hyvin oppilaitoksista. Konepaja teollisuus ei ole mikään nykyajan vetovoimaisin ala ja suuria ikäluokkia eläköityy työtehtävistä jatkuvasti. Työvoiman tarve tuottavaan työhön on jatkuvaa ja tarve vain lisääntyy tulevaisuudessa. Tuottavaan työn tekemiseen tarvitaan lisäksi mikä voisi olla robotiikka. Robotiikkaa on sovellettu jollakin tasolla Oulun alueen yrityksissä, mutta meillä tämän työn kautta on tarkoitus lähteä selvittämään tätä käytöstä lisää. Lisäksi paneudutaan mahdollisiin robotin käyttämättä jättämisen ongelmakohtiin.

Olemme molemmat tämän työn tekijät opettajina ammatillisella koulutusalailla ja tämä aihe avaa meille tulevaisuuden tekemisen näkymiä myös koulutustarpeita ajatellen. Samalla saamme hyvää tietoa robotiikasta, ympärille tarvittavasta laitteistoista ja henkilöstön osaamistarpeesta.

Robotiikan nykyinen kapasiteetti

1. Robotiikan nykyinen kapasiteetti
 - a. Robottien määrä (numeroarvo kpl) (Jos 0 kpl siirry kysymykseen 8.)
 - b. Minkä tyyppisiä robotit ovat
 1. Käsivarsi teollisuusrobotti (kpl)
 2. Käsivarsi Cobotti (kpl)
 3. Jokin muu tyyppi (kpl)
 - c. Mikä robottien päämerkki (1-3 käytetyintä merkkiä)
2. Robotit tuotannossa
 - a. Mitä roboteilla tehdään tuotannossa
 1. Panostetaan lastuavan työstön koneita
 2. Hitsataan
 3. Samaa robottia käytetään useissa eri kohteissa
 4. Jokin muu, mikä?
 - b. mitä häiriökohteita kohtaatte robotin esim. kappaleen käsittelyssä tms.
 - c. onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita, mitä? **1 ei – 5 on**
 - d. Vaihtaako robotti paikkaa? Entä vaihtuuko valmistettava tuote???
3. Robotin ohjelmointi

- a. Miten robotit ohjelmoidaan tuotantoon
 1. Käsiohjelmointi robotilla
 2. Ohjelmointi käyttäen etäohjelmointia
 3. Jokin muu, mikä?
- b. kuka robottien ohjelmointia tekee
 1. Robottiikan asiantuntija yrityksessä
 2. Tuotannon työntekijät
 3. Joku muu, kuka?
- c. mitä tuotannon työntekijä tekee robotin ohjauksessa (vapaa sana)
4. Laadulliset heikkoudet robottien käsittelemissä tuotteissa (vapaa sana)
5. Robottien keskimääräinen käyntiaste
 - a. Mikä on robottien keskimääräinen käyntiaste käynnissä olevilla roboteilla tuotannon käynnissä ollessa? %?
 - b. oletteko tähän tyytyväisiä? [Tyytyväisyys 1 tyytymätön – 5 tyytyväinen](#)
 - c. Miten käyntiastetta voisi nostaa mielestänne? (Vapaa sana)

Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen

6. Onko yrityksessänne mielestänne riittävästi robotiikan osaamista [Osaaminen 1 ei – 5 kyllä](#)
 - a. Millaista osaamista mielestänne pitäisi olla enemmän
7. Miten näette seuraavat aiheet
 - a. Hankinta ja ylläpitokustannukset tuottavuuteen suhteutettuna [Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon](#)
 - b. Suunnittelukustannukset sisältäen kiinnittimet ja ympäristön [Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon](#)
 - a. Lyhytnäköinen tilauskanta onko haaste [1 ei – 5 on](#)
8. Onko robotti-integraatioita ollut tai yritetty ottaa käyttöön johonkin kohteeseen yrityksessänne [Kyllä – Ei \(lisäksi vapaa sana miksi ei käytössä enää\)](#)

Tulevaisuuden näkymät robotiikassa

9. Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa yrityksessänne
 - a. oletteko hankkimassa mahdollisesti lisää robotiikkaa tuotantoon [kyllä/ei](#)
 - b. millä aikataululla hankinnat mahdollisesti tulevat

1. 0–2 vuoden sisällä
 2. 2–4 vuoden sisällä
 3. Joskus tulevaisuudessa
- c. minkä tyyppisiä ja mihin käyttötarkoitukseen (hitsaus, koneistus, jokin muu) robotit tulevat
 - d. mahdollisen uuden koneen tyyppi ja merkki
10. Miten ja kenen avustuksella aikomus ottaa robotteja käyttöön

Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen

11. Mitä ammattikoulusta valmistuvien olisi hyvä osata robotiikasta
- a. mitä perustaitoja robotin käyttöön liittyen
 - b. ohjelmointitaidot millä tasolla
 - c. kiinnittimien valmistuksesta
 - d. jokin muu, mikä?

Robottiikan nykyinen kapasiteetti haastattelukysymysten vastaukset koostettuna.

12. Robottiikan nykyinen kapasiteetti

a. Robottien määrä (numeroarvo kpl) (Jos 0 kpl siirry kysymykseen 8.)

- 0
- 3
- 0 orbitaali
- 4
- 2
- 10
- 0

b. Minkä tyyppisiä robotit ovat

1. Käsivarsi teollisuusrobotti (kpl)

- -
- 3
- -
- 4
- 2
- 10
- -

2. Käsivarsi Cobotti (kpl)

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -

3. Jokin muu tyyppi (kpl)

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -

c. Mikä robottien päämerkki (1–3 käytetyintä merkkiä)

- -
- ABB
- -
- ABB

- ABB
- Yaskawa, ABB
- -

13. Robotit tuotannossa

a. Mitä roboteilla tehdään tuotannossa

1. Panostetaan lastuavan työstön koneita

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -

2. Hitsataan

- 1 vastaus
- -
- -
- 1 vastaus
- 1 vastaus
- 1 vastaus
- -

3. Samaa robottia käytetään useissa eri kohteissa

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- 1 vastaus

4. Jokin muu, mikä?

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- 1 vastaus
- -
- 1 vastaus

b. mitä häiriökohteita kohtaatte robotin esim. kappaleen käsittelyssä tms.

- -
- Hyvin vähän, käyttäjästä johtuvat – lukko auki törmää, sytytys virhe, langansyöttö
- -
- Ei suuria. Anturiviat, käyttäjävirheitä
- Anturihäiriöitä, Tärymaljan poimintavirheitä,

- Tarttujien ongelmia, anturit, kaapeloinnit, materiaalitoleranssit
 - -
- c. onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita, mitä? 1 ei – 5 on
- -
 - 1
 - -
 - 2
 - -
 - 1
 - 3
- d. Vaihtaako robotti paikkaa? Entä vaihtuuko valmistettava tuote?
- -
 - Robotti pysyy, tuotteen jigi vaihtuu, isompia sarjoja
 - -
 - Robotti ei, Jigi vaihtuu paljonkin
 - Ei, jigi vaihtuu
 - -
 - Yksi robotti voi vaihtaa paikkaa, tuote ja jigi voi vaihtua.

14. Robotin ohjelmointi

- a. Miten robotit ohjelmoidaan tuotantoon

1. Käsiohjelmointi robotilla

- -
- 1 vastaus
- -
- 1 vastaus
- -
- 1 vastaus
- 1 vastaus

2. Ohjelmointi käyttäen etäohjelmointia

- -
- Robostudio suunnitteilla
- -
- -
- 1 vastaus Robostudio
- -
- -

3. Jokin muu, mikä?

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -

b. kuka robottien ohjelmointia tekee

1. Robottiikan asiantuntija yrityksessä

- -
- -
- -
- 1 vastaus
- -
- 1 vastaus
- -

2. Tuotannon työntekijät

- -
- -
- 1 vastaus
- -
- 1 vastaus
- 1 vastaus
- 1 vastaus

3. Joku muu, kuka?

- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -

c. mitä tuotannon työntekijä tekee robotin ohjauksessa (vapaa sana)

- -
- Kaiken
- -
- -
- Kappaleiden vaihto, silmämääräinen tarkastus, jiggi vaihto
- Ohjelma, asetukset, palikan vaihto, visuaalinen tarkastus
- Kaiken

15. Laadulliset heikkoudet robottien käsittelemissä tuotteissa (vapaa sana)

- -
- Ei jos kone pelaa, kaasu ja lanka voi olla ongelmia
- -
- Ei, jigien laatu, laadun valvonta, osien laatu hyvä
- -
- Kaasu ongelmia tai roiskeita, pelaa hyvin jos kone kunnossa
- Parempi kuin käsin tehden, pitää seurata, hyvin pieni prosentti

16. Robottien keskimääräinen käyntiaste

a. Mikä on robottien keskimääräinen käyntiaste käynnissä olevilla roboteilla tuotannon käynnissä ollessa?

- -
- Ei mitata, pullonkaloja, päivävuoro joka voidaan laittaa kahteen vuoroon. viisi kuskia
- -
- -
- 60%
- Ei mitata
- Jossain määrin, on koneseuranta 40% keskeytyvä 3 vuoro

b. oletteko tähän tyytyväisiä? [Tyytyväisyys 1 tyytymätön – 5 tyytyväinen](#)

- -
- Tilauskantaan nähden kyllä
- -
- 3
- -
- 1
- 4

c. Miten käyntiastetta voisi nostaa mielestänne? (Vapaa sana)

- -
- Kakkosvuoro ja ylityöt viikonloppuna
- -
- Hitsattavat pöydät käyntiaika sama, palettijärjestelmä
- -
- Enemmän töitä jottei kone seisoi, helpommin ohjelmoitavissa,
- Tekemistä pitäisi saada

Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen

17. Onko yrityksessänne mielestänne riittävästi robotiikan osaamista [Osaaminen 1 ei – 5 kyllä](#)

- -
- 4
- -
- 3
- 2
- -
- 2

b. Millaista osaamista mielestänne pitäisi olla enemmän

- -
- Näkemystä ennakoiivien huoltoihin, särkymävaraa jigi valmistukseen
- -

- -
- Operaattorien tasoerojen tasaus, robostudion käyttökoulutus
- Enemmän osaavia henkilöitä, peruskäyttö, virhetilanteiden hallinta, ohjelmointi
- Osaavia operaattoreita pitäisi olla enemmän

18. Miten näette seuraavat aiheet

a. Hankinta ja ylläpitokustannukset tuottavuuteen suhteutettuna **Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon**

- -
- 2
- -
- -
- 2
- 3
- 1

b. Suunnittelukustannukset sisältäen kiinnittimet ja ympäristön **Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon**

- -
- 1
- -
- 2
- -
- 2
- 3

c. Lyhytnäköinen tilauskanta onko haaste **1 ei – 5 on**

- -
- 4
- -
- 1
- -
- 4
- 1

19. Onko robotti-integraatioita ollut tai yritetty ottaa käyttöön johonkin kohteeseen yrityksessä **Kyllä – Ei (lisäksi vapaa sana miksi ei käytössä enää)**

- Kyllä – testattu. Konenäkö ei seurannut kourusaumoja. Pillin kulma ei kääntynyt oikeaan asentoon. Hinta ei äkkiseltään paha.
- Ei ole yritetty muuhun kuin hitsaukseen
- Suunniteltu – putkistojen hitsaus ei onnistu. PED hommia. Robottia ei saa linjastoon kiinni. Jouhevasti eri kappaleisiin kiinni. Putki-laippa neliöputki-laippa. Lajittelu robotti käyrille ja muille osille. Liian pienet määrät. Liikaa variaatioita.
- Ei

- Kyllä – särmäys, kiinnitykset ei pelanneet, kauan sitten. pienet sarjat haaste silloin.
- Kyllä – koneistuksen CNC-sorvi. liian pienet sarjat, liian painavia kappaleita
- Ei

Tulevaisuuden näkymät robotiikassa

20. Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa yrityksessänne

a. oletteko hankkimassa mahdollisesti lisää robotiikkaa tuotantoon **kyllä/ei (on**

- Kyllä hitsaamo
- Ei roboja, päivitys CMT tekniikkaan
- Kyllä toivottavasti hitsataan
- Kyllä
- hitsaaminen, pitkät railot
- Ei
- kyllä, päivitystä vanhoihin

b. millä aikataululla hankinnat mahdollisesti tulevat

1. 0–2 vuoden sisällä on – 1 vastaus
2. 2–4 vuoden sisällä on – 1 vastaus
3. Joskus tulevaisuudessa on – 4 vastausta

c. minkä tyyppisiä ja mihin käyttötarkoitukseen (hitsaus, koneistus, jokin muu) robotit tulevat

- Konttien pitkät saumat. Pikkuosat ei koska alihankitaan
- Hitsaus
- Hitsaus, laserhitsaus
- Hitsaus
- Hitsaus
- -
- Kappaleenkäsittely ja hitsaus

d. mahdollisen uuden koneen tyyppi ja merkki

- UR
- Kaikki käy
- Fronius virtalähde
- -
- ABB
- -
- Yaskawa tai ABB

21. Miten ja kenen avustuksella aikomus ottaa robotteja käyttöön

- OAMK. Kaikki muodot käy. Oppari + muut.
- Omana työnä mahdollisimman paljon, asennus ja ympäristö. Käyttöönotto toimittajalta.
- Sopivan joka saa toimimaan.

- Koulut ja kaupalliset toimijat. Hankintakynnys riski pieni koulujen kautta
- Toimittaja, oma porukka
- -
- Toimittajalta avaimet käteen

Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen

22. Mitä ammattikoulusta valmistuvien olisi hyvä osata robotiikasta

a. mitä perustaitoja robotin käyttöön liittyen

- Mihin voi soveltaa. Mihin voi ohjelmoida
- Käsihitsaus ja laadun taju. pienet korjaukset käsin, tietotekniset taidot
- Perusjutut
- Joustava käyttö, valmistuksen vaatimukset, operaattori pätevyyksien tietäminen
- Hitsaustaito ja visuaalinen tarkistus, kuvanluku taito,
- Ohjelmointitaito, hitsaustaito, visuaalinen tarkistus,
- Perustaidot, ohjelmien tunteminen ja käsyrakenteet, odottaako inputtia jne. Osaa ajaa akseleita, liikeradat

b. ohjelmointitaidot millä tasolla

- Simulointi ja käsiopetus
- Riippuu kappaleesta, olisi hyvä osata simulointi. Myös käsiopetus
- Pelkkä käsiohjaus riittää
- Simulointi jos toimii, käsin opetus
- Käsiopetus, hyvä jos olisi simulointi
- Käsiopetus ja simulointi
- Ohjelman lukutaito

c. kiinnittimien valmistuksesta

- Olisi hyvä osata suunnittelu perusteet ja rakentelu
- Ei täydellisesti mutta näkemys perusasioista kuten polttimen tilan tarve ja päästöt sekä ergonomia
- Ei välttämättä, pitää olla riittävän laadukas
- Olisi hyvä osata. osaa huomata milloin kannattaa tehdä.
- Ei tarvetta, hankala vastavalmistuneelle
- Suunnitteluperiaatteet
- Ei, mekaniikka suunnittelija tekee

d. jokin muu, mikä?

- Hitsaustietämys perustasolla jotta osaa käyttää. Myös muut substanssit.
- -
- -
- Hyödyntämis mahdollisuudet
- -

- Perushitsaus, koneen huolto, virhetilanteiden korjaus, piirustusten lukutaito,
- Hitsaustaito, visuaalinen tarkistus

Robotiikan nykyinen kapasiteetti koneistavassa teollisuudessa haastattelukysymysten vastaukset koostettuna.

23. Robotiikan nykyinen kapasiteetti

- a. Robottien määrä (numeroarvo kpl) (Jos 0 kpl siirry kysymykseen 8.)
 - koneistuksessa 4kpl, maalaus 2kpl, kokoonpano 2, cobotti robottien soveltuvuustestauksiin
 - Koneistuksessa 5kpl, pinnoituksessa 2kpl
 - 2 kpl koneistus, 1kpl viimeistely
 - 1kpl
 - 2kpl
- b. Minkä tyyppisiä robotit ovat
 1. Käsivarsi teollisuusrobotti (kpl)
 - 8kpl
 - 3kpl
 - 3kpl
 - 0kpl
 - 0kpl
 2. Käsivarsi Cobotti (kpl)
 - 1kpl
 - 2kpl
 - 0kpl
 - 1kpl
 - 2kpl
 3. Jokin muu tyyppi (kpl)
- c. Mikä robottien päämerkki (1–3 käytetyintä merkkiä)
 - Yaskawa 6kpl, 2kpl Kuka, UR, fanuc hankinnassa kokoonpanoon
 - UR, Motoman, ABB
 - Yaskawa 2kpl, Fanuc
 - UR

- UR

24. Robotit tuotannossa

a. Mitä roboteilla tehdään tuotannossa

1. Panostetaan lastuavan työstön koneita

- 4kpl
- 3kpl
- 2kpl
- 1kpl
- 1kpl vaihtelevasti panostaa sorvia

2. Hitsataan

3. Samaa robottia käytetään useissa eri kohteissa

- ei
- ei
- ei
- ei
- kyllä

4. Jokin muu, mikä?

- Muu työ viimeistely
- Muu työ viimeistely
- Muu työ viimeistely
- Ei
- Muu työ, kokoonpano, viimeistely, mittakoneen panostus

b. mitä häiriökohteita kohtaatte robotin esim. kappaleen käsittelyssä tms.

- asetusvaiheessa omat haasteensa
- Toimii kuin ajatus
- Epäpuhtaudet eli lastut, UR- henkilö törmää robottiin
- kappaleen vienti sorvin karalle haaste, asetukset vievät koneelta liikaa tuotantoaikaa
- magneettitarttijat tekevät magneettiseksi, kameralla alusta erilainen -> kamera ei tunnista, työtilan valonmäärän vaihtelu vaikeuttaa toisinaan tunnistusta

c. onko kappaleiden paikoittamisessa haasteita, mitä? 1 ei – 5 on

- Ei osaa arvioida

- Ei
- on, rotaation mukainen paikotus sorvilla
- 3-4
- on asetusten alkuvaiheessa

d. Vaihtaako robotti paikkaa? Entä vaihtuuko valmistettava tuote?

- pyrkimys vähintään työvuoro ajaa yhtä tuotetta. Robotteja käytetään lineaarijohteen päällä, joten paikka vaihtuu
- Sorvilla noin viisi eri tuotenimikettä mihin käytetään robottia
- noin kerran viikossa vaihtuu sorvattava tuote, kaksi robottia palvelee neljää konetta eli noin 40% kokonaistuotantokapasiteetista
- Valmistettava tuote voi vaihtua, noin 10-15 tuotetta ajettu läpi robotilla
- Tuote vaihtuu päivittäin, robotti ei vaihda paikkaa.

25. Robotin ohjelmointi

a. Miten robotit ohjelmoidaan tuotantoon

1. Käsiohjelmointi robotilla

- Käsien
- Pääosin käsien hyödyntäen Automappps ohjelmaa
- Online
- Liikeradat robotilla, koneistuksessa käyttöliittymän hyödyntäminen kappaleen poiminnasta lavalta tms.
- Käsien

2. Ohjelmointi käyttäen etäohjelmointia

- Ei
- Ei
- kyllä
- Ei
- Ei

3. Jokin muu, mikä?

b. kuka robottien ohjelmointia tekee

1. Robottiikan asiantuntija yrityksessä

- Yksi asiantuntija tekee päätyön
- Robottiikan asiantuntia yrityksessä yksi henkilö
- Tuotannon työntekijä
- Nimetty menetelmähenkilö, ohjelmoijat tekevät ohjelmat
- Robottiikan asiantuntia (insinööri)

2. Tuotannon työntekijät

- menetelmämiehet muokkaavat tarvittaessa
- Pieniä korjauksia
- osaa tehdä tarvittavat viimeistelyt ajoa varten
- Robotin käyttöönotto tarvittaessa
- osaa laittaa robotin käyntiin oikeasta kohtaa

3. Joku muu, kuka?

- uuden solun ensimmäiset ohjelmat solun toimittajalta

c. mitä tuotannon työntekijä tekee robotin ohjauksessa (vapaa sana)

- Ohjelman vaihto liittymää hyödyntäen, tarttujen vaihto (leukojen), robotin alkupaikkaan ajo / testaus
- Asetusten teko, virhetilanteessa osaa pelastaa robotin taikaisen tuotantoon (neljä henkilöä)
- Ohjelman viimeistely, häiriötilasta selvittäminen takaisin tuotantoon
- Robotin käyttöönotto tarvittaessa
- Virhetilanteiden selvitys, pelastaa robotin takaisin tuotantoon

26. Laadulliset heikkoudet robottien käsittelemisissä tuotteissa (vapaa sana)

- magneettisuus, valukappaleiden vajavuus->asettuvuus leukoihin, polttoleikkeiden mittapoikkeamat
- Ei osannut nimetä heikkouksia laadussa
- Ei ongelmia
- ei ongelmia, jos asetukset saatu kohdalleen
- ei haasteita, kun asetukset saatu kohdalleen

27. Robottien keskimääräinen käyntiaika

- a. Mikä on robottien keskimääräinen käyntiaste käynnissä olevilla roboteilla tuotannon käynnissä ollessa?
- Robotilla joutoaikaa liikaa koneistusajojen aikana, prosessiin enemmän työtä robotille
 - Hyvällä tasolla
 - Motoman 80%, muut 5-10%
 - Vaihtelee tilauskannan mukaan. Noin joka toinen päivä robotit jossakin työssä
 - lähes 0% tällähetkellä
- b. oletteko tähän tyytyväisiä? [Tyytyväisyys 1 tyytymätön – 5 tyytyväinen](#)
- Hankala sanoa
 - Tuotteiden soveltuvuus robottiajoon voisi olla parempi
 - 4-5
 - tyytymätön
 - tyytyväinen
- c. Miten käyntiastetta voisi nostaa mielestänne? (Vapaa sana)
- Myynnin pitäisi myydä enemmän robottituotantoon soveltuvia kappaleita
 - robotti esimerkiksi viimeisteli kappaleita
 - Tavoitteena uusien asetusten aikataulutus aamuvuoroon
 - Uudelleen tuotantoon ajo koneelle, tuotannon tekijöitä näkemään hyödyt. Käyttöön otossa ensimmäisellä kerralla ollut ehkä vääränlaista asennetta
 - Isompia sarjoja robotille sopivia tuotteita

Suurimmat esteet robotiikan käytön lisäämiseen

28. Onko yrityksessänne mielestänne riittävästi robotiikan osaamista [Osaaminen 1 ei – 5 kyllä](#)
- On riittävä taso
 - 3 arvio
 - kyllä ja ei, yhdelle osaajalle olisi tarve
 - 2 arvio

- Ehkä laajempi osaaminen erimerkeille, uusimman teknologian hyödyntäminen->skannerit, robotit alustalla pumpukärryllä->siirrettävyys, leukojen vaihto sorviin robotilla

a. Millaista osaamista mielestänne pitäisi olla enemmän

- Ei osaa sanoa
- Henkilöstössä laajemmin robotiikan osaamista
- ohjelmien luonti, epävarmuuksien poisto ohjelmista
- Koneistustaitoinen, joka kiinnostunut robotiikan aiheesta.
- Robotiikan taso riittävä

29. Miten näette seuraavat aiheet

a. Hankinta ja ylläpitokustannukset tuottavuuteen suhteutettuna **Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon**

- Robotin käsitellessä painavia kappaleita operaattorin työergonomia ei joudu niin rasitukselle
- Coboteilla alhainen käyttöaste
- Koneistuksessa hyvä
- minimaalinen
- kohtaa hyvin

b. Suunnittelukustannukset sisältäen kiinnittimet ja ympäristön **Suhteellisen vähän 1 – 5 suhteellisen paljon**

- tarttujan kynnet yms. pieniä summia jatkossa, servojen hyödyntäminen tarttujissa, joten käyttömahdollisuudet paremmat
- Vaihtelee paikan mukaan paljon
- Koneistuksessa hyvä taso
- Ei osaa sanoa
- automaattikiinnittimet kalliita, muuten hyvä

c. Lyhytnäköinen tilauskanta onko haaste **1 ei – 5 on**

- Tuotevalikoima sopiva robotisoituun työhön
- Tulevaisuuden tavoitteena hyvät sopimukset mitkä edesauttavat robotisoimista
- On haaste, mutta coboteilla pärjää
- Vain tietyt tuotteet sopisi robottipanostukseen

- Pystyy toimimaan hyvin sarjatuotantoprosessin puitteissa sorvilla
30. Onko robotti-integraatioita ollut tai yritetty ottaa käyttöön johonkin kohteeseen yrityksessänne **Kyllä – Ei** (lisäksi vapaa sana miksi ei käytössä enää)
- Ei koneistukseen
 - Kyllä – Henkilöstö mukaan käyttöönottoon vahvasti, ei hyvä ottaa valmista pakettia integraattorilta
 - Mittakoneen takaisikytkentä sorville haasteellinen (iso kokonaisuus), Cobotin hyödyntäminen testeissä->maailuksessa varsinkin, kokoonpanotestauksissa mukana
 - kyllä – luotettava toimiminen haasteena. Häiriöalttiudet vähentävät motivaatiota käyttöönottaa jatkossa
 - Kokeiluja ja testauksia kohteisiin satunnaisesti vuoden aikana

Tulevaisuuden näkymät robotiikassa

31. Mitä roboteilla tehdään tulevaisuudessa yrityksessänne
- a. oletteko hankkimassa mahdollisesti lisää robotiikkaa tuotantoon **kyllä/ei (on)**
 - kyllä -tavoitteena lisätä jatkuvasti vuosien saatossa
 - kyllä 0-2 vuoden sisällä
 - ehkä joskus tulevaisuudessa
 - kyllä 2-4v
 - kyllä 0-2 tavoite
 - b. millä aikataululla hankinnat mahdollisesti tulevat
 - 0–2 vuoden sisällä on
 - 2–4 vuoden sisällä on
 - Joskus tulevaisuudessa on
 - c. minkä tyyppisiä ja mihin käyttötarkoitukseen (hitsaus, koneistus, jokin muu) robotit tulevat
 - koneistus ja jokinmuu -> mobiilirobotit
 - Käsivarsirobotit koneistukseen -koneistaminen
 - jokin muu

- Koneistus
- Koneistus / kokoonpano

d. mahdollisen uuden koneen tyyppi ja merkki

- avoin, saman merkkisiä kuin jo yrityksessä valmiina
- Staubli, avoin
- avoin
- Avoin
- UR / Avoin

32. Miten ja kenen avustuksella aikomus ottaa robotteja käyttöön

- Ei tietoa
- Täysin omalla työporukalla
- Avoin. Itse viimeisimmät integraatiot, myös sija integraatiolle, oppilaitoksen hyödyntäminen Cobotit,
- Ulkopuolinen asiantuntia, yrityksessä ei riittävästi osaamista robotiikasta
- Oma osaaminen yrityksessä

Ammatillisen koulutuksen valmiudet aiheeseen

33. Mitä ammattikoulusta valmistuvien olisi hyvä osata robotiikasta

a. mitä perustaitoja robotin käyttöön liittyen

- Ei pelkää robotteja, eli sinut robon kanssa, ohjainpalikan käyttö ajelemalla, jumi-tilan poistaminen koneen sisältä
- mielenkiinto ja innostus, laite tutuksi ja ymmärtää se osana tuotantoa koneen vierellä, asenne robotteja kohtaan oikeaksi
- robotin hallinta, ohjelmoinnin ymmärtämistä, käytännön läheistä tekemistä robotin kanssa, tyyppinä innostunut roboteista tuotannossa ja kommunikointitaitoinen
- yhteistyötä robotin kanssa jo opinnoissa, perusohjelmointi, robotiikan ajattelumalli opiskelijoille
- ymmärrys perusteet tasolla robotin toiminnasta, turvallisen käyttäminen

b. ohjelmointitaidot millä tasolla

- ei tarvitse alkuvaiheessa, ohjelman ymmärtäminen->py-sähdyskohdan löytäminen ohjelmasta
- opettamalla ohjelmointi, ohjelman muokkaaminen eli ymmärrys ohjelmasta
- ymmärrys ohjelmasta
- perustaso, ongelmanratkaisukykyä
- ongelmanratkaisua tuotannossa

c. kiinnittimien valmistuksesta

- pystyy havaita tarttujien soveltuvuuden ja osaa asentaa
- kappaleen keskittämisen ymmärrys poiminnassa ja asettaessa koneeseen
- Osaaminen kehittyä
- ei tarvetta
- materiaalin tuntemus, ymmärrys tarttujista

d. jokin muu, mikä?

- Tieto ja ymmärrys robotin ympärillä olevista lisälaitteista (kamerat yms)
- ei tietoa
- ei tietoa
- ei tietoa
- ei tietoa