



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TULEVAISUUDEN TEKNOLOGI- OIDEN VAIKUTUS YLÄ-SAVON AMMATTIOPISTON KONEIS- TUKSEN OPETUKSEEN

Ylä-Savon ammattiopisto, kone- ja tuotantotekniikka

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Jari Huttunen			
Työn nimi Tulevaisuuden teknologioiden vaikutus Ylä-Savon ammattiopiston koneistuksen opetukseen			
Päiväys	21.4.2020	Sivumäärä/Liitteet	62/17
Ohjaaja Yliopettaja Veli-Matti Tolppi, Yrityspalvelupäällikkö Pentti Halonen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ylä-Savon ammattiopisto/Koulutus­päällikkö Jarkko Ruotsalainen			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tulevaisuuden työtä muuttavien ilmiöiden ja teknologioiden vaikutusta kone- ja tuotantotekniikan opetukseen, ohjelmistoihin sekä laiteinvestointeihin ja luoda tutkimusten pohjalta investointisuunnitelma lähivuosille. Yhtenä tavoitteena oli selvittää voisiko pilvipalveluissa tuotettava virtuaalinen etätyöpöytä olla vaihtoehtoinen järjestelmä tietokone­luokille ja tutkintoon kuuluvien tietokoneohjelmistojen ajasta ja paikasta riippumattomaan opiskeluun.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutkittiin tulevaisuudentutkimuksissa paljon esillä olevia tulevaisuuden työtä muuttavia teknologisia innovaatioita ja megatrendejä. Näiden megatrendien ja innovaatioiden ominaisuuksia analysoitiin SWOT-analyseillä. Työssä selvitettiin Ylä-Savon ammattiopiston (YSAOn) kone- ja tuotantotekniikan opetuslaitteiston ja ohjelmistojen nykytilaa. Työssä tutkittiin lisäksi ammatillisen koulutuksen reformien periaatteisiin kuuluvan ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun mahdollistavaa pilvipalvelussa tuotettavan virtuaalisen etätyöpöydän käyttöä. YSAOn toiminta-alueen koneistusta suorittavien yritysten osaamistarpeista kerättiin tietoa strukturoidun kysymyslomakkeen avulla.</p> <p>Kerättyä tietoa peilattiin Ylä-Savon ammattiopiston nykytilaan ja tulevaisuuden tutkimuksista tehtyjen SWOT-analyysien tuloksiin. Näiden tutkimusten synte­sinä valmistettiin suunnitelma lähivuosien Ylä-Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen koulutusalan investointien pohjaksi, laite- ja ohjelmistohankintojen suunnittelun tueksi. Työssä selvitettiin myös YSAOlla meneillään olevien tai alkavien hankkeiden sisältöjä päällekkäisten investointien poissulkemiseksi.</p>			
Avainsanat megatrendit, koneistus, tulevaisuuden tutkimus.			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management			
Author(s) Jari Huttunen			
Title of Thesis The Impact of Future Technologies on the Teaching of Machining in Ylä-Savo Vocational College			
Date	22 April 2020	Pages/Appendices	62/17
Supervisor(s) Mr Veli-Matti Tolppi, Principal Lecturer, Mr Pentti Halonen, Manager of Business Services			
Client Organisation /Partners Ylä-Savo Vocational College (YSAO) Mr Jarkko Ruotsalainen, Education Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to find out the future phenomena and technologies that change working life and their impact on the teaching of machine and production technology as well as on software and equipment investments, and to prepare an investment plan based on research for the next few years. One goal was to determine whether a virtual remote desktop produced in cloud services could be an alternative system for computer rooms and an option for time- and place-independent studying of computer software included in the degree.</p> <p>The theoretical part of the thesis discusses technological innovations and megatrends that change the future of work and which are much presented in future research. The characteristics of these megatrends and innovations were examined by SWOT analyses. The thesis investigated the current state of teaching equipment and software of mechanical engineering and production technology in Ylä-Savo Vocational College (YSAO). In addition, the use of a virtual remote desktop in a cloud service that enables time- and place-independent learning, which is part of the principles of vocational education reforms, was studied. Information on the competence needs of companies performing machining in YSAO's area of operation was gathered with a structured questionnaire.</p> <p>The collected information was reflected to the current state of YSAO and to the results of SWOT analyses on futures studies. As a synthesis of these studies, a plan for the next few years was prepared as a basis for investments in the field of mechanical engineering and production technology machining at YSAO, to support the planning of hardware and software acquisitions. The contents of ongoing or starting projects at YSAO were also investigated in order to exclude overlapping investments.</p>			
Keywords megatrends, machining, future research			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TAUSTATIEDOT	7
3	AIKAISEMPI TIETOPERUSTA JA TYÖN PERUSTANA OLEVAT LÄHTEET	11
3.1	Lähdekirjallisuus sekä -aineistot	11
3.2	Työn muutos	12
3.3	Ylä-Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan koulutusalan nykyhetki	14
3.4	Ammatillisen koulutuksen reformin vaikutus opetuksen toteutukseen	17
3.5	Futures Platform tulevaisuuden ennakointikartta	17
4	TUTKIMUKSELLINEN LÄHESTYMISTAPA JA TUTKIMUSMENETELMÄT	20
4.1	Tutkimusmenetelmät	20
4.1.1	Kyselytutkimuksen luotettavuuden arviointi	21
4.2	Lyhenteet ja määritelmät	23
5	TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIOITA JA MEGATRENDEJÄ	24
5.1	Neljäs teollisuuden vallankumous	24
5.2	Lisäävä valmistus	27
5.3	Pilvipalvelut- ja laskenta	29
5.4	Tekoäly ja koneoppiminen	31
5.5	Virtuaalinen- ja lisätty todellisuus	34
5.6	Robotiikka	37
6	YSAON LAITTEIDEN JA OHJELMISTOJEN PÄIVITYSTARVE KONEISTUKSEN OPETUKSESSA....	40
6.1	Tietokoneohjelmistot ja sovellukset	40
6.1.1	Vaihtoehtoinen sovellusten käyttö- ja ylläpitomenetelmä	41
6.2	Työstökoneiden ohjausjärjestelmät	43
7	TUTKIMUSTEN TULOKSET	44
7.1	SWOT- analyysit tulevaisuuden megatrendeistä	44
7.2	Kyselytutkimuksen tulokset	46
7.2.1	Mitä ohjelmistoja vastaajat toivoivat käytettävän koneistuksen opetuksessa	47
7.2.2	Tärkeimmiksi koetut NC-koneiden ohjaus- tai ohjelmointijärjestelmät	48
7.2.3	Tärkeimmiksi arvioidut työstökoneetyypit ja laitteet	48
7.2.4	Koneistajan osaamisalueiden tärkeys yritykselle	49
7.2.5	Yrityksen toimintaan mahdollisesti vaikuttavia megatrendejä	50

7.2.6	Vastaajien mielestä tärkeät investointikohteet YSAOn koneistuksen oppimisympäristöön.	50
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	51
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	57
	LIITE 1. KONEISTUSALAN ASiantuntijoille lähetetyt pyynnöt	63
	LIITE 2: Kyselylomake kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetustarpeista	64
	LIITE 3: Kyselyjen vastaukset	67
	LIITE 4: Investointisuunnitelma	76

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkitaan tulevaisuuden työtä muuttavien ilmiöiden ja teknologioiden vaikutusta kone- ja tuotantotekniikan opetukseen, ohjelmistoihin sekä laiteinvestointeihin. Tavoitteena on alueen yrityksille suunnatun kyselytutkimuksen, opetussuunnitelmassa määrättyjen tutkinnon perusteiden sekä tulevaisuuden tutkimusten perusteella muodostaa käsitys toiminta-alueen yrityksiä mahdollisimman hyvin tukevista YSAOn koneistuksen opetuksen kannalta tärkeistä opetusvälineistä ja digitaalisten oppimisympäristöjen laitteista, järjestelmistä sekä ohjelmistoista. Tutkimusten tulosten analyysin avulla luodaan synteesi, jonka pohjalta valmistetaan alustava suunnitelma kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen oppimisympäristön investoinneista lähivuosien ajalle. Työssä tutkitaan myös vaihtoehtoa perinteisten kalliiden tietokoneluokkien tilalle.

Lukuisten tulevaisuuden tutkimusten mukaan teollisuuden megatrendit ja informaatioyhteiskunnan innovaatiot muuttavat aikaisempiin teknologian murroskausiin verrattuna nopeammin työtä ja työnteitä. Tämän hetkiset osaamiset vanhenevat nopeasti ja uusia osaamistarpeita tulee kiihtyvällä tahdilla vanhentuvien osaamisten tilalle. Valmistuin itse ensimmäiseen ammattiini asentaja-koneistajaksi silloisesta Ylä-Savon ammattikoulusta vuonna 1986. Nämä osaamiset ovat joiltakin osin voimassa vieläkin, mutta suurin osa sen aikaisista osaamisista ei ole enää hyödynnettävissä. Näkemykseni mukaan alueen yrityksissä viimeisen vuosikymmenen aikana osaamistarpeet ovat kasvaneet nopeasti, vanhenevaa laitteistoa on poistunut ja tilalle tullut paljon uusinta teknologiaa. Suurin nähtävissä oleva muutos mielestäni on ollut CAD/CAM- ohjelmistojen ja työstötekniikoiden kehitys, työstökoneiden ominaisuuksien monipuolistuminen ja robotiikan hyödyntämisen yleistyminen yrityksissä. Työn yhtenä tavoitteena onkin saada laaja ymmärrys tulevaisuuden kehittyvistä teknologioista ja osaamistarpeista myös oman ammatillisen osaamisen tueksi.

Tällä hetkellä Ylä-Savon ammattioppilaitoksen kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueen opetuksessa on käytössä jonkun verran vanhentunutta tekniikkaa joka ei enää palvele yritysten ja siten opiskelijoiden tarpeita. Työssä huomioidaan investointien lisäksi myös poistettavat laitteet. Koneistuksen opetuksessa käytettävät laitteet ovat taloudelliselta arvotaan suuria investointeja ja elinkaari opetuksen käytössä voivat olla jopa vuosikymmeniä. Tästä syystä niiden hankinnassa tulee käyttää suurta harkintaa ja tässä työssä kerätäänkin investointien suunnitteluun tarvittavaa taustatietoa.

Työn aiheen on esittänyt Ylä-Savon ammattiopiston teknologiaosaamisen koulutuspäällikkö Jarkko Ruotsalainen, joka on tämän opinnäytetyön ohjaajana YSAOlta. Savonia ammattikorkeakoululta opinnäyteohjaajana on konetekniikan yliopettaja Veli-Matti Tolppi

Opinnäytetyön julkisesta versiosta on poistettu Liite 4.

2 TAUSTATIEDOT

Opinnäytetyön tilaajana on Ylä-Savon ammattiopisto, joka on Ylä-Savon koulutuskuntayhtymän hallinnoima monialainen ammattiopisto. Ylä-Savon koulutuskuntayhtymä on kahdeksan ylä-savolaisen kunnan omistama kuntayhtymä (KUVA 1). Ylä-Savon ammattiopiston toiminta-alueen väestöpohja on n. 59 000 asukasta. Omistajakuntien yhteenlaskettu pinta-ala (noin 9310 km²) on lähes Uudenmaan läänien yhteenlasketun pinta-alan (noin 9500 km²) suuruinen. Toimipaikkoja YSAOlla on Iisalmessa, Kiuruvedellä, Vieremällä, Siilinjärvellä ja Liperissä. Vuonna 2019 opiskelijavuosia oli 1549 ja yksittäisiä opiskelijoita 4623 henkilöä 169:sta kunnasta ympäri Suomea. Henkilöstöä Ylä-Savon ammattiopistolla vuonna 2019 oli noin 200 henkilöä. Osaamisalueet YSAOlla ovat luonnonvaraosaaminen, Logistiikkaosaaminen, rakentamisaosaaminen, palveluosaaminen, työelämäosaaminen ja teknologiaosaaminen. (YSAO, 2020.)



KUVA 1. Ylä-Savon koulutuskuntayhtymän omistajakunnat (Ylä-Savon ammattiopiston esittely, 2020, 2).

“Ylä-Savon ammattikoulu aloitti toimintansa 31.8.1964 Iisalmen maalaiskunnan puolella ns. Huttusen puusepäntehtaassa. Hakijoille oli pääsykoe ja opiskelemaan pääsi vain 24 kaikkiaan 86 hakijasta. Ensimmäisenä vuonna koulussa oli kaksi linjaa, viilaaja-koneistajan ja maatalouskonekorjaajan linjat”. (Ylä-Savon koulutuskuntayhtymän historia, 2020, 36.)

Siis jo tällöin koneistajille oli työmarkkinoita vaikkakin todella pienimuotoisesti nykypäivään verrattuna. Pohjosen ja Kauppisen 2014, 33 kertomana ennen Iisalmen ammattikoulun perustamista, valtiollan kustantamaa kurssitoimintaa johtanut ekonomi Pentti Heinonen totesi: *“Asentajista oli puutetta. Iisalmen kaupungissa oli kolme ammattitaitoista hitsaajaa.”*

Tarpeet olivat tuolloin yllä esitetystä mittakaavassa ja määrät riittivät perusteluiksi ammattikoulun perustamiseksi. Viime vuosikymmenen aikana aloituspaikat kone- ja tuotantotekniikan tai entiseltä nimitykseltään kone- ja metallialan osaamisalueella, ovat olleet yhteishaussa perustutkintoon hakeutuneiden osalta 50 opiskelijan luokkaa vuosittain.

Pohjosen ym. 2014, 36 kertovat kehittämispäällikkö Kyösti Kauppisen todenneen: *”Kyllähän se yläsavolaisen, esimerkiksi metalliteollisuuden elinehto oli tämä ammatillinen koulutus. Että kyllähän sen kautta ovat pitkälti muotoutuneet nämä meidän metallialan yritykset alueelle. Että entisiä oppilaita on perustanut yrityksiä, moniakin yrityksiä tälle alueelle, myös muita kuin metallialan yrityksiä.”*

Tämänkin jälkeen metallialan yritykset ovat investoineet alueelle ja laajentaneet toimintaansa alan ollessa kasvussa ja nyt lähivuosina yritysten kasvun esteenä onkin ollut ammattitaitoisten työntekijöiden saanti kuten alla olevat otsikot toteavat:

Pulaa lääkäreistä ja CNC-koneistajista – ylitarjontaa paperimiehistä ja puusepistä (Yle-uutiset 29.3.2017).

Metallialan työvoimapula ei ota laantuakseen - Huutava pula koneistajista ja hitsaajista (Hämeen sanomat 7.5.2019).

”Kaikki (koneistajat) jotka valmistuvat, myös työllistyvät” (TampereUutiset 25.11.2019).

”En usko, että Suomessa on työttömänä yhtään koneistajaa, jolla on asenne kohdallaan” – edes kilpailukykyinen palkka ei korjaa huutavaa osaajapulaa” (Kauppalehti 1.12.2019).

TechnoGrowth-hankkeen kotisivut kertovat Pohjois-Savon suurimman teollisuudenalan taloudelliselta merkitykseltään olevan kone- ja energiateollisuus ja siitä johtuen merkittävässä asemassa työllistäjänä sekä vientitulojen generoijana (TechnoGrowth, 2020). Pohjois-Savon liiton kotisivut esittelevät kansainvälistä teknologiateollisuuden huippuosaamista olevien yritysten osuuden olevan Pohjois-Savon maakunnan viennistä yli 40 prosenttia. Menestystuotteita kone- ja metalliteollisuudessa ovat Pohjois-Savon liiton mukaan metsäkoneita valmistava Ponsse Oyj, erikoisajoneuvoja valmistava Profile Vehicles Oy ja hydraulisia paalutuskoneita valmistava Junttan Oy, hydraulisynterien valmistaja Hydroline sekä kaivos- ja tunneliajoneuvoja valmistava Normet Oy. Pohjois-Savon maakunnasta teknologiayritysten määrässä Ylä-Savo erottuu muista selvästi.

Pohjois-Savon liiton listauksen lisäksi lopputuotteita valmistavia tunnettuja teknologia-alan yrityksiä Ylä-Savon alueella ovat:

- Traktorikäyttöisten tienhoitolaitteiden valmistaja Farm Machinery Group (FMG).
- Traktorisovitteiden työkoneiden toimittaja Farmi Forest Oy.
- Maailmankuuluja kaiuttimia valmistava Genelec Oy.
- Opetusvälineitä valmistava IS-Vet Oy.
- Erikoisajoneuvojen valmistaja J5L Production Oy.
- Kuorma-autojen päällysrakenteiden ja perävaunujen valmistaja Kome OY.
- Työkaluja pyöräkuormaajiin, kiinteistöhoitokoneisiin, traktoreihin ja kaivukoneisiin työkaluja toimittava Lametal Oy.
- Loggo Oy (Ylä-Savon säiliötuotanto) Kotimainen, korkealaatuisia kuljetussäiliöitä ruostumattomasta teräksestä valmistava yhtiö.
- Navettakalusteita valmistava Sirviön metalli Oy.

Alla olevasta taulukosta (TAULUKKO 1) selviää että yksistään Pohjois-Savossa teknologiateollisuuden parissa työskentelee tilastokeskuksen 2019 tutkimuksen perusteella 10600 henkilöä ja TAULUKKO 2 mukaan, niistä yli 70 prosenttia työskentelee Pohjois-Savossa kone- ja metalliteollisuuden parissa.

TAULUKKO 1. Teknologiateollisuuden henkilöstö ELY-alueittain 2018 (Teknologiateollisuus 2020, 5.)

Teknologiateollisuuden henkilöstö ELY-alueittain

ELY-alue	2008	2015	2016	2017	2018	2019e	Osuus, % 2019e
Etelä-Pohjanmaa	10 800	8 800	8 800	9 200	9 400	9 700	3,0
Etelä-Savo	5 000	4 400	4 500	4 400	4 500	4 600	1,4
Häme	18 500	16 300	16 200	16 200	16 800	17 300	5,4
Kaakkois-Suomi	12 600	10 500	10 500	10 700	11 500	11 900	3,7
Kainuu	2 800	2 500	2 700	2 800	2 800	2 900	0,9
Keski-Suomi	15 800	13 600	14 500	14 600	15 200	15 700	4,9
Lappi	7 000	7 800	7 700	7 700	7 800	8 100	2,5
Pirkanmaa	37 500	31 800	31 900	32 700	34 200	35 300	11,1
Pohjanmaa	20 300	18 600	18 100	18 200	19 000	19 600	6,1
Pohjois-Karjala	6 400	6 300	6 400	6 400	6 700	6 900	2,2
Pohjois-Pohjanmaa	27 300	22 700	22 700	23 300	23 700	24 400	7,7
Pohjois-Savo	10 500	9 400	9 500	10 000	10 200	10 600	3,3
Satakunta	15 600	12 700	12 400	12 600	12 900	13 300	4,2
Uusimaa	101 800	96 700	98 100	100 000	103 500	106 900	33,5
Varsinais-Suomi	33 600	26 100	26 200	28 300	30 000	31 000	9,7
KOKO MAA	326 300	288 900	290 900	297 800	309 100	319 100	100,0

Ylä-Savon ammattipiston kone- ja tuotantotekniikan toiminta-alueella on lopputuotetta valmistavien teknologiayritysten lisäksi paljon teollisuuden sopimusvalmistusta suorittavia yrityksiä, joista tunnetuimpia ovat koneistuksen sopimusvalmistusta suorittavia yrityksiä (aakkosjärjestyksessä):

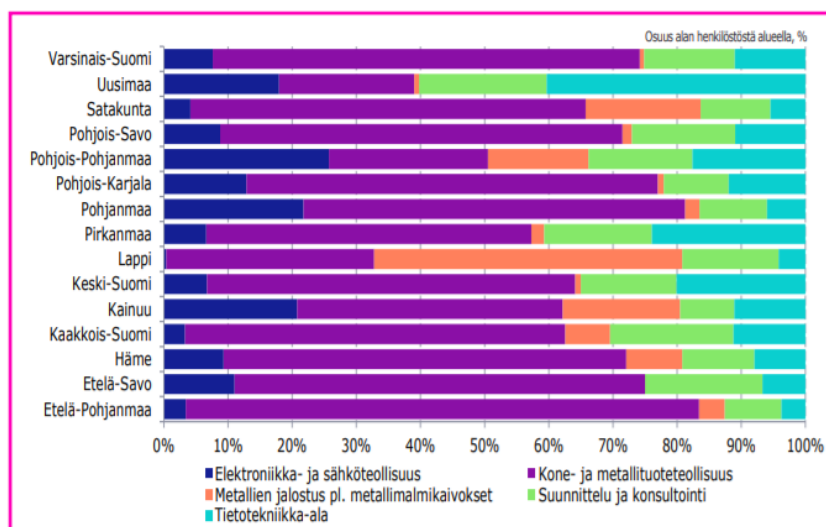
- Ahmotuote Oy
- Debomix Oy
- Hanza-Toolfac Oy
- HT-Laser OY
- Koneistus Vartiainen Oy
- Lapinlahden koneistus Oy
- Timaco Oy
- RP-teollisuuspalvelu Oy
- Ylä-Savon koneistus Oy.

Hitsaus- ja levytöiden sopimusvalmistusta tekeviä yrityksiä ovat:

- HT-Laser Oy
- RDTC Oy
- Metallityö Vainio OY
- Ratesteel Oy.
- RP-teollisuuspalvelu Oy.

TAULUKKO 2. Teknoliateollisuuden päätoimialojen henkilöstö-osuudet ELY-alueittain 2018 (Teknoliateollisuus 2020, 5.)

**Teknoliateollisuuden päätoimialojen henkilöstö-osuudet*
ELY-alueittain 2018**



Esitellyistä luvuista ja tunnettujen huippuyritysten määrästä alueella voidaan todeta teknoliateollisuuden olevan maakunnalle ja Ylä-Savon ammattiopistolle välttämättömyys. Tämän opinnäytetyön tutkimuksen kohteena ovat Ylä-Savon ammattiopiston teknologiaosaamisen alueen suurimman osaston, kone- ja tuotantotekniikan koulutusalan osaamisaloihin ja etenkin koneistukseen vaikuttavat tulevaisuuden megatrendit ja teknologiat. Opinnäytetyön tekijä toimii kone- ja tuotantotekniikan ammatillisten aineiden opettajana ja pääaineena on koneistuksen NC-tekniikka.

Ylä-Savon ammattiopistolla kone- ja tuotantotekniikan koulutusallalla koulutetaan koneistajia, levyseppä-hitsaajia sekä koneenasentajia Ylä-Savon ammattiopiston toiminta-alueen valmistavan teollisuuden sekä sopimusvalmistusta suorittavien yritysten tarpeisiin. Iisalmen asevelikadun toimipisteen lisäksi kone- ja tuotantotekniikan koulutusta annetaan Vieremän toimipisteellä, kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Koulutusta tehdään monin eri tavoin alueen yritysten kanssa yhteistyössä, työssäoppimisen ja yritysten tarpeisiin räätälöityjen täsmä-, täydennys- ja rekrytointikoulutusten muodossa.

Opinnäytetyön tutkimuksen pääpainona ovat koneistuksen oppimisympäristöjen tarpeet, mutta kone- ja tuotantotekniikan tutkinnoissa olevien päällekkäisten osaamisten sekä yhteisten kustannuspaikkojen vuoksi sivutaan myös koneenasennuksen ja levyseppähitsauksen oppimisympäristöjen tarpeita. Esimerkiksi robotiikan osaajia tarvitaan teknoliateollisuuden yrityksissä kaikilla kone- ja tuotantotekniikan osaamisaloilla.

3 AIKAISEMPI TIETOPERUSTA JA TYÖN PERUSTANA OLEVAT LÄHTEET

3.1 Lähdekirjallisuus sekä -aineistot

Tämä opinnäytetyö tukeutuu osin eri tulevaisuuden tutkijoiden julkaisuihin sekä kaupalliseen Futures Platform Oy:n Tulevaisuuden ennakoitukartta- SaaS-palveluun. Yhtenä laajoista tulevaisuudentutkimuksista opinnäytetyön taustaksi on eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu: Suomen sata uutta mahdollisuutta. Raportti on laaja tulevaisuuden tutkimus, jonka tekemiseen on osallistunut Radikaalit teknologiat -Facebook-ryhmässä sekä erilaisissa työpajoissa yli 2500 henkilöä, joista yli 300 hyvin aktiivisesti. (Eduskunta, 2018).

Suomen sata uutta mahdollisuutta-raportissa kuvatut teknologiat ovat selvitetty satojen ihmisten yhteistyönä usean vuoden ajan ja eri lähteistä. Raportissa on sadan teknologiakorin lista, johon on lueteltu sellaiset lupaavat innovaatiot ja tieteelliset läpimurrot, jotka voivat olla 2020-luvun aikana kypsiä markkinoille ja vaikuttavan laajasti 2037 vuoteen mennessä. (Linturi ja Kuusi 2018, 49.) Myöhemmin opinnäytetyössä esitetyt *”radikaalit teknologiat 2018-2037 ennakkoinnin tulosten yhteen-veto”*-taulukossa on asetettu tärkeysjärjestykseen erilaisia ennakoituja teknologioita niiden yhteiskunnallisen potentiaalisen vaikuttavuuden mukaan.

Kone- ja tuotantotekniikan opetuksen toteutusta ohjaa sekä valvoo opetushallitus. Tutkimuksessa on huomioitava tutkinnon perusteiden lisäksi alueen yritysten tarpeet sekä peilata tarpeita tutkinnon perusteissa annettuihin ammattitaitovaatimuksiin sekä arvioinnin kohteisiin. Ammatillisen koulutuksen järjestämistä sekä opiskelijoiden henkilökohtaistamista ohjaavat ammatillisten tutkintojen perusteet, jotka ovat valmisteltu työ- ja elinkeinoelämän, opetushallituksen, koulutuksen järjestäjien sekä muiden sidosryhmien kanssa yhteistyössä. Tutkintojen perusteistä päättää opetushallitus. (Opetushallitus, 2020). Tämän opinnäytetyön lopputuotteena olevaa suunnitelmaa investoinneista ohjaa tutkimusten synteessin lisäksi suurelta osin tutkinnon perusteet.

Tutkimusaineistoa kerätään Ylä-Savon ammattiopiston toiminta-alueella toimivien teknologia-alan yritysten koneistuksen avainhenkilöille ja asiantuntijoille suunnatulla kyselyllä (LIITE 1.). Avainhenkilöt kyselyyn on valittu YSAOn koneistusopetushenkilöstön; Jari Huttusen, Petri Lehikoisen, Kimmo Turusen ja koulutuspäällikkö Jarkko Ruotsalaisen kanssa yhdessä heidän verkostojen ja työelämäyhteyksien mukaan. Kyselyyn valittiin 62 henkilöä alueen koneistusta suorittavista yrityksistä. Yrityksiä oli mukana yhteensä 16. Vastaajiksi pyrittiin valitsemaan opetushenkilöstön verkostoista henkilöt, joilla on asiantuntemusta ja näkemystä koneistuksen osaamistarpeista.

3.2 Työn muutos

Nopeasti muuttuva maailma, maailman verkottuminen, laskentatehojen sekä datan lisääntyminen ja sitä myötä teknologian voimakas kehitys muuttavat työelämää ja sen osaamistarpeita kiihtyvällä tahdilla. Vallalla olevan käsityksen perusteella useat tämän hetkiset ammatit häviävät ja tilalle tulee täysin uusia ammatinkuvia. World Economy forumin The Future of Jobs-raportin arvion mukaan nykyisistä ala-asteikäisistä yli 65 % työllistyy ammatteihin joita tällä hetkellä ei ole edes olemassa. Raportissa tehdyn laajan kyselyn vastaajat arvioivat, että jo 2020 mennessä yli kolmasosa useimpien ammattien ydinosaamisista koostuu työkannalta vähemmän tärkeitä taidoista.

(Varamäki 2018, 15) toteaa digitaalisen ja fyysisen maailman linkittävän ihmiset nykyajassa niihin entistä voimakkaammin muuttaen työtä, yhteiskuntaa ja ihmisen käsitystä itsestään. Linturi ja Kuusi 2018, 14 kuvaavat teknologian ja yhteiskunnan kehityksen tapahtuvan toisistaan riippuvaisena eikä kysymys siis ole vain teknologian muutoksesta, vaan sen rinnalla muuttuvat lisäksi yhteiskunnalliset ja sosiaaliset rakenteet ja sääntely, liiketoimintalogiikat, osaaminen ja ammatit sekä elämäntavat ja käyttökulttuurit.

Himanan, Kortelainen, Michelsen, Utti, Parviainen, Tahvanainen ja Tonder 2020, 4 siteeraavat Schwendimannia, Weveria, Hämäläistä ja Cattaneo, 2018 että tulevaisuudessa työyhteisöjen jäsenet tarvitsevat työelämässä yhteistyötaitoja, joita käyttäen voidaan ratkaista monimutkaisia ongelmia erilaisten teknologisten ratkaisujen avulla ja ammatillisen koulutuksen on kyettävä samalla valmentamaan opiskelijat päteväksi työvoimaksi. Himanen ym. 2020, 19 väittävät osaamisen puoliintumisan olevan nykymaailmassa kolme vuotta eli tämän hetkisestä osaamisesta kolmen vuoden kuluessa on käyttökelpoista vain puolet ja uudistuva osaaminen on digitaalisuus.

Robottiikka yleistyy koko ajan ja vaikka usein uskotaan sen vähentävän työpaikkoja se kuitenkin luo samalla uusia ammatteja. Linturin ja Kuusen 2018, 27 mukaan robottien kehittäminen, hallinnointi, markkinointi, kouluttaminen ja kunnossapito työllistävät. Uusia syntyviä ammatteja Linturin ja Kuusen 2018 tutkimukseen viitaten voivat olla robottikouluttaja, robottiturvallisuuden tarkastaja, robottityön suunnittelija, robottityönjohtaja ja robottisiirtäjä. Digitalisaatio ja esimerkiksi 3D-tulostaminen mahdollistavat lähivalmistuksen ja sitä kautta syntyviä ammatteja saattavat olla digimuotoilija yksillisten tavaroiden suunnitteluun, 3D-tulostaja tai lähivalmistaja, 3D-mallintaja, tulosteiden jälkikäsittelijä, tavaraohjelmoija ja robottivalmistuksen jälkitarkastaja. (Linturi ja Kuusi 2018, 29.)

Teknologiaiden muutoksiin tulevat edellä mainittujen lisäksi vaikuttamaan esimerkiksi muutokset maailman poliittisessa ilmapiirissä, ilmaston muutoksen tuomat paineet, veden puute kuivilla maanosilla ja maailman kansoittuminen. Teknologioista lisäävä valmistus ja virtuaalimaailman tuomat mahdollisuudet, jo mainitut datamäärien sekä -nopeuksien kasvu, pilvipalvelujen kehittyminen ja yleisesti 3D-tekniikat pienen osan muutoksista mainitakseni. Myös Varamäki (2018, 16) luettelee seuraavan viiden vuoden aikana työtä muuttavia asioita olevan muun muassa pilvitekniikan, datamäärän lisääntymisen, esineiden internetin, uusien energiamuotojen, robotiikan, tekoälyn ja 3D-tulostuksen.

Pauku (2013, 6) toteaa tietokoneinsinööri Gerald Mooren esittäneen jo vuonna 1965 tietokoneiden prosessorien koon puolittuvan puolessatoista vuodessa ja samalla laskentatehon kasvavan kaksinkertaiseksi. Ilmiö tunnetaan Mooren lakina ja on kutakuinkin paikkaansa pitävä edelleen. Prosessoritehojen kasvu, pilvipalvelujen pilvilaskenta, Big data ja nopeutuvat verkkoyhteydet, kuten tuleva 5g, tehostavat kehityksen oravanpyörää entisestään ja nopeuttavat kaikkien aikaisemmin tässä luvussa mainittujen ilmiöiden ja megatrendien kehitysvauhtia.

Teknologioiden muutokset vaikuttavat muuttuvien työkuviin lisäksi työturvallisuusriskien uudelleen arviointiin. Tapaturmavakuutuskeskus arvioi tekniikan ja materiaalien kehittymisen altistavan biologisille ja kemikaalisille tekijöille ja nanomateriaaleille, jotka erikseen tai yhdessä voivat vaikuttaa hormonitoimintaan, psykososiaalisen kuormituksen lisääntymiseen sekä aiheuttavan tuki- ja liikuntaelinten vaivoja. Tapaturmakeskuksen mukaan robotiikan ja automatisoinnin oletetaan lisäävän muutoksia työtapoihin, työprosesseihin sekä työn organisointiin ja vähentävän siten fyysistä aktiivisuutta sekä haasteita ihmisten ja koneiden väliseen vuorovaikutukseen.

Organisatoriset muutokset voivat vaikuttaa työn tehostumisen ja intensiivisyyden kasvuun. Roolit työssä vaihtuvat ja uutta on opittava tiheällä aikavälillä. Tapaturmakeskus väittää robotiikan ja automaation kehittymisen lisäävän kognitiivista ja psykososiaalista kuormitusta ja odottamattomat vaarat ja työtapaturmat voivat lisääntyä koneiden vaikutuspiirissä työskentelevillä. Näiden lisäksi fyysisen kunnon heikentymisen vuoksi tuki- ja liikuntaelinten vaivat, sydänongelmat, liikalihavuus ja mielen-terveysongelmat voivat lisääntyä.

Automaatio ja koneiden käyttö joka tapauksessa yleistyvät globaalin kilpailun myötävaikutuksella varmuudella ja myös erilaiset tuotantoa tukevat ilmiöt digitalisuuden lisääntyessä. Automaation määrä kasvaa teknisten alojen prosesseissa, mutta samalla voidaan vähentää logistiikkaa etäohjauksen avulla niissä prosesseissa, joita ei voida automatisoida suoraan (Himanen ym. 2020, 16). Himanen ym. 2020,20 kertovat robottien ohjelmoinnin saapuvan kaikkialle, jossa on robotteja ja kokenäköratkaisut tulevat laajentamaan robottien toimintakenttää. Esineiden internet mahdollistavat tiedon siirron ja tekoäly sekä koneoppiminen oppimisen joustavuuden. Lisäksi AR/VR-teknologiat avaavat todellisuuden. Näiden teollisuuden ja työn muutoksiin vaikuttavien trendien ja innovaatioiden synnyttämää ajankuvaa kutsutaan neljänneksi teollisuuden vallankumoukseksi tai vielä useammin Industry 4.0 :ksi.

Teollisuus 4.0 vie viime vuosikymmenten digitaalisen teknologian painopisteen aivan uudelle tasolle hyödyntämällä yhdistettävyyttä esineiden Internetin (IoT) kautta, pääsyä reaaliaikaiseen dataan sekä kyberfyysisten järjestelmien käyttöönottoa (Epicor Software Corporation 2020).

3.3 Ylä-Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan koulutusalan nykyhetki

YSAOlla koneistuksen tiloissa tehtiin suuri layout-muutos keväällä 2019. Edellisen hallituksen ajamat leikkaukset koulutuksesta ovat pakottaneet oppilaitokset tehostamaan toimintaa ja osittain tästä syystä ylläpitokustannusten vähentämiseksi kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristöä YSAOlla jouduttiin tiivistämään lähes puoleen pinta-alaltaan, laitekannan kuitenkin pysyessä lähes samana. Hyvin onnistuneen suunnittelun myötävaikutuksella layout on todettu kuitenkin vajaan vuoden käytökokemuksen myötä entistä paremmin toimivaksi ja opetuksen sujuvuutta helpottavaksi.

Laitekanta on kuitenkin osittain vanhahtavaa tekniikkaa ja tämä vanhentuva teknologia ei palvele yritysten ja opiskelijoiden tarpeita riittävän hyvin. Kalleimpia investointeja kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristöissä ovat koneistuksen opetuksessa käytettävät numeerisesti ohjatut, NC-työstökoneet. NC-työstökoneiden elinkaari voivat olla opetuksessa vuosikymmeniä. Alla olevassa kuvassa (KUVA 2) oleva Bridgeport-työstökeskus poistettiin käytöstä vuonna 2019. Konetyyppiä on valmistettu 1980-luvulla. Laite poistettiin käytöstä sen huonossa kunnossa olevan mekaniikan vuoksi. Joillakin ohjauksen valmistajilla on kuitenkin ollut strategiana pitää ohjauksensa muutokset maltillisena peruskäyttöliittymän suhteen, jotta aikaisempiin järjestelmiin tottuneet koneistajat pääsevät seuraavan sukupolven laitteisiin nopeasti sinuiksi. KUVA 2 olevan Bridgeport-työstökoneen 1980-luvulla kehitetyn Heidenhain TNC-155 ohjausjärjestelmän osaa voi omaksua uudempien TNC-530 ja -620 ohjausten peruseräaatteet nopeasti perusteiden ollessa jo sisäistettynä. Samoin on esimerkiksi Mazatrol-työstökeskusohjausten suhteen, joiden työstöohjelman ja valikoiden perusrakenne poikkeaa ulkoasultaan verrattain vähän nykyisten Nexus ja uusimpien Smooth-ohjausten käyttöliittymien näköisestä.

Alueen yrityksissä viime vuosikymmenen aikajänteellä hankittujen työstökoneiden muut ominaisuudet ovat monipuolistuneet ja monipuolistumisen myötävaikutuksella muuttuneet osaamistarpeiltaan vaativammiksi. Koneistuksessa eri työstötekniikoita hyödyntävät hybridityöstökoneet ovat yleistyneet ja laitevalmistajilta on jo saatavilla ainetta lisäävää valmistusta hyödyntäviä hybridityöstökoneita, joita ei kuitenkaan vielä alueen yrityksissä ole käytössä. NC-työstökoneiden ominaisuuksien monipuolistuessa CAM-ohjelmistojen merkitys tulee kasvamaan.



KUVA 2. 1980-luvun Bridgeport työstökeskus (Pohjonen ja Kauppinen 2014, 50.)

Koulumaailmassa digitalisaatio on kirjattu opetussuunnitelmiin vaikkakin soveltamisessa on vielä puutteita monella alalla. Kone- ja tuotantotekniikka sekä siihen liittyvät valmistustekniikat sekä niitä tukevat toiminnot sekä menetelmät ovat kehittyneet ja kehittyvät edelleen nopeaa tahtia. Kone- ja tuotantotekniikan opetuksessa erilaiset ohjelmistot ja sähköiset oppimisympäristöt ovat olleet käytössä jossain määrin jo vuosikymmeniä ja ovatkin siten tärkeä osa opetusta sekä investointeja. Käytössä on vanhentuneen tekniikan lisäksi paljon myös modernia tekniikkaa. Esimerkiksi esineitten internet (IOT) periaatteita käytetään koneistuksen oppimisympäristössä, jossa työstöohjelmat voidaan tehdä valmiiksi ajasta ja paikasta riippumatta ja siirtää langattomasti suurimpaan osaan työstökooneita. Mazakin työstökeskus ja jyräntyökalujen esiasetuslaite keskustelevat keskenään työkalujen saattomuistijärjestelmän avulla. Järjestelmä toimii siten, että jyräntyökalujen kiinnityskartioihin upotetun mikrosirun kautta esiasetuslaitteessa mitatun työkalun halkaisija ja pituustiedot siirtyvät Mazakin työkalutiedostoihin automaattisesti silloin kun työkalu viedään esiasetuslaitteelta Mazakin makasiiniin saattomuistijärjestelmän kautta. Koneistussalissa on myös kevyesti tekoälyä hyödyntävä ”Älykäs tuotantosolu” josta tarkempi kuvaus kappaleessa 5.4 tekoäly ja koneoppiminen.

YSAOlla on alkuvaiheessa Älykkästä tuotantosolusta minitehtaaksi (SMF)-hanke jossa tavoitteena on rakentaa monialainen digitaalisuutta hyödyntävä etäkäyttöjärjestelmä. Minitehtaan ympäristö keskittyy teollisuus 4.0 periaatteisiin ja yhtenä tavoitteista on tarjota perusosaamista teollisuus 4.0 haasteisiin. (SMF-HANKE 2020.) Hankkeessa hankittavia laitteita ovat esimerkiksi 3D-tulostimia, yhteistyörobotteja ja 3D-mittausta.

Ohjelmistojen lisäksi tarvitaan niiden vaatimusten mukaiset tehokkaat pc-tietokoneet sekä opetuksen vaatimat luokkatilat, joiden ylläpito on kallista. Varamäki (2018, 23) toteaa työn irtautuvan paikasta ja etätöiden yleistyvän sellaisillakin aloilla, jotka ovat paikkaan sidottuja. Perinteinen koneistaminen säilynee konepajoissa vielä pitkään, mutta konepajalaitteiden teorioiden opiskelu ja esimerkiksi NC- koneiden ohjelmointi on helppo toteuttaa ajasta ja paikasta riippumatta. Ammatillisen koulutuksen reformin periaatteidenkin mukaan opiskelijalla on oltava yksilöllinen opintopolku ja tästäkin syystä opiskelu on mahdollistettava perinteisten luokkaopetuksen ohella ajasta ja paikasta riippumattomilla opiskelumenetelmillä.

Kempainen, Kuusi ja Söderlund (2003, 748) määrittelevät oppijoiden ja ympäristön ymmärtämisen yhdeksi keskinäisriippuvaiseksi systeemiksi joka on oppimisen monimuotoisuuden huomioimisen edellytys. Oppimisympäristön käsitettä on levittänyt ajatus löytää perinteiselle luokkaopetukselle haastaja. Kempainen ym. (2003, 721) toteavat verkossa tapahtuvan oppimisen voivan häivyttää sidokset suoritusnopeuteen ja mahdollistavat hitaampien oppijoiden edetä tehtävien teossa hätäilemättä perusteellisemmin ja taas nopeat voivat edetä omaa tahtia. Covic 19-virusepidemia on pakottanut YSAOlla ottamaan laajalti käyttöön etäopetusjärjestelmät ja nyt viikkojen kokemuksen myötä on löydetty useita etäopetuksen hyötyjä perinteiseen luokka- tai työsaliopetukseen verrattuna.

Tällä hetkellä YSAOn kone- ja tuotantotekniikan koulutusalan käytössä on kaksi tietokonealuokkaa, joissa on yhteensä 36 kappaletta opetuskäytössä olevien ohjelmistojen vaatimukset täyttämiä tehok-

kaita tietokoneita. Lisäksi koneistuksen työsalissa on 8-10 vastaavaa tietokonetta oppilaiden käytössä. Tässä työssä pohditaan vaihtoehtoisia järjestelmiä perinteisten kalliiden tietokoneluokkien tilalle. Ongelmaksi opiskelussa usein koituu tehoja vaativien ohjelmistojen opiskelu opiskelijan omilla päätelaitteilla. Nykytekniikka, kuten esimerkiksi pilvipalveluissa olevat resurssit ja pilvilaskennan mahdollistamat supertietokoneita vastaavat laskentatehot voivat mahdollistaa laskentatehoja vaativien ohjelmistojen käytön, ohjelmistojen vaatimuksia huomattavasti kevyimmillä päätelaitteilla. Ylä-Savon ammattiopiston toiminta-alueen valmistavissa yrityksissä robotiikan hyödyntäminen on tällä hetkellä arkipäivää ja yleistyy nopeasti. Ylä-Savon ammattiopistossa robotiikan opetuksessa kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueella on selkeää osaamisvajetta ja tämän osaamisvajeen vähentämiseksi tutkitaan keinoja tässä opinnäytetyössä ja selvitetään robotiikan uusinta tekniikkaa investointisuunnitelman pohjaksi. Lisäksi pohditaan jo YSAOlla olemassa olevien robottien laajennettuja käyttömahdollisuuksia.

Virtuaalimaailman sovelluksia on jo ollut jonkin aikaa kone- ja tuotantotekniikassa opetuksessa käytössä, joskin ne eivät ole olleet vielä kovin käyttäjäystävällisiä. Hitsaussimulaattori on näistä käytössä olevista lähimpänä todellisuutta hyvänä lisänä harjoittelua levy-seppähitsaajien oppimisympäristössä. Koneistuksessa on kokeiltu YSAOn koneistusopetuksessa käytössä olevan Doosan DMG työstökeskuksen mukaan valmistettua virtuaaliympäristöä, jossa voidaan käyttää ohjauspaneelin näppäimistöä rajoitetusti ja liikuttaa työstökoneen liikeakseleita virtuaalisesti Htc Vive virtuaalilasien kautta. Virtuaalimaailman ja lisätyn todellisuuden laitteet sekä ohjelmistot ovat yksi tutkituimpia megatrendejä ja yleistyvät teollisuuden käyttöön ja opetukseenkin laitteiden kehittyessä.

3D-tulostaminen koneenosien valmistuksessa on vielä sarjatuotannossa harvinaista, mutta lisäävän valmistuksen eri sovelluksia on jo käytössä alueen yrityksissä. YSAO on osatoteuttajana Savonia-amk:n 3D-tulostuksen investointi- ja kehityshankkeessa, jossa on jo hankittu useita 3D-tulostimia, myös metallia tulostavia laitteita. YSAOllakin on jo käytetty muovin 3D-tulostimia muutamia vuosia. Tämä on varmasti yksi tutkituimpia aihealueita tuotantotekniikan osa-alueella.

Toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa investointien vaikutukset voivat siis olla vuosikymmeniä. Ilman riittävää pohjatietoa investoidut laite- ja ohjelmistohankinnat voivat olla jo hankittaessa vanhentuvaa tekniikkaa. Ajantasainen tieto tulevaisuuden osaamistarpeista hyödyttää myös opetussuunnitelmien suunnittelussa, opetushenkilöstön osaamisen kehittämisessä ja oikeanlaisten oppimateriaalien valmistuksessa. Opinnäytetyö tukee myös omaa osaamisen ajantasaistamista ja kehittämistä kone- ja tuotantotekniikan ammatillisena opettajana.

Opinnäytetyön tekijä työskentelee opetustyön ohella pedagogisena asiantuntijana ajasta ja paikasta riippumattomasti opiskelua ammatillisessa koulutuksessa kehittävässä Digiamis-hankkeessa. Hanke tukee opinnäytetyössä tutkittavia ohjelmistojen ja atk-laitteistojen vaihtoehtoisia käyttömahdollisuuksia, jotka olennaisesti tulevat vaikuttamaan YSAOn kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueen hankintoihin.

3.4 Ammatillisen koulutuksen reformin vaikutus opetuksen toteutukseen

Tietyt poliittiset päätökset ovat vaikuttaneet merkittävästi oppilaitosten toimintaan. Ammatillisen koulutuksen reformi oli edellisen hallituksen kärkihankkeista. Reformissa uudistettiin ammatillisen koulutuksen rahoituksen perusteet, toimintaprosessit, tutkintojärjestelmä ja järjestäjien rakenteet. Reformin pääkohtia olivat esimerkiksi työssäoppimisen sekä yksilöllisten opintopolkujen lisääminen. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2019.) Samalla toisen asteen koulutuksesta leikattiin satoja miljoonia. Aamulehden (2019) artikkelissa kerrotaan leikkausten olleen laskentatavoista riippuen edellisen Sipilän hallituksen aikana 690 miljoonaa.

Yksilöllisten opintopolkujen mahdollistaminen vaatii koulutusjärjestelmältä joustoa ja itseohjautuvaan opiskeluun mahdollistavien järjestelmien kehittymistä. Tällä hetkellä järjestelmät perustuvat vielä osittain siihen ajankuvaan, kun opiskelijat opiskelivat rintamana kaikki opintoihin liittyvät sisällöt sekä suorittivat tutkinnon samanaikaisesti. Reformin periaatteiden ja yksilöllisten opintopolkujen myötä opiskelijat ovat ehkä aloittaneet opiskelut eri ajankohtana ja opiskelevat samaan aikaan eri osaamisalueita yhden opettajan ohjauksessa. Opiskelujärjestelmien on oltava mahdollisimman automatisoituja sisältäen oppimisanalytiikkaa, jotta opiskelija voi edetä opintopolkuaan seuraten itseohjautuvasti opiskellen. Samalla oppimisen eteneminen sekä osaamisen kertyminen dokumentoituvat järjestelmiin.

3.5 Futures Platform tulevaisuuden ennakointikartta

Futures platform tulevaisuuden ennakointikartta on Futures Platform Oy:n strategisen ennakkoinnin asiantuntijoiden kehittämä SaaS-palvelu. Web-pohjainen alusta sisältää käyttäjien valmistamia ennakointikarttoja, jotka ovat rakennettu Futures Platform Oy:n asiantuntijoiden ja tulevaisuudentutkijoiden tuottamien, yhteiskuntaa muokkaavien useita kertoja vuodessa päivitettävien muutosilmiöiden pohjalta (Futures Platform, 2020). Ilmiöiden vaikuttavuus muotoutuu käyttäjien äänestysten perusteella. Futures Platform tulevaisuuden ennakointikartta vaatii käyttäjältään lisenssin, mutta mahdollistaa karttojen jakamisen esimerkiksi yhteistyöyritysten avainhenkilöille jotka voivat tutkia ilmiöitä sekä äänestää ilmiöiden vaikuttavuutta ilman lisenssiä. Järjestelmään voi myös tutustua 15 päivän pituisella kokeilujaksolla.



KUVA 3. Futures Platform-tuotteen sisältöjä (Futures Platform 2020.)

Alla olevassa luettelossa on joitakin Koneenosien valmistus- ennakointikartan perusteella vahvistuvia ilmiöitä 2020 luvulle:

- 3D-tulostus: Trendikortin kuvauksen mukaan 3D-tulostaminen mahdollistaa prototyyppien ja kustomoitujen osien mitään aiempaa teknologiaa halvemmän ja nopeamman tuotannon.
- 3D-Printing Metal: Viime aikoina tapahtuneiden materiaali- ja tulostinteknologian kehityskäytäntöjen ansiosta metallin 3D-tulostaminen on alana lähtemässä nousukiitoon trendikortin perusteella. Globaalien markkinoiden arvioidaan kasvavan 19 miljardin dollarin arvoiseksi vuoteen 2029 mennessä.
- Cleantech-ilmio: Trendikortin mukaisesti jätteiden, saasteiden ja energiakulutuksen vähentämiseen halutaan pyrkiä samalla kuitenkin suorituskykyä ja tuottavuutta lisäten tehokkaiden ja ympäristöystävällisten tuotteiden, palveluiden sekä prosessien luomisen mahdollistavilla vihreillä Cleantech-teknologioilla.
- Robotics and Automation: Trendikortin mielestä globaalit otsikot kertovat robotiikan muuttavat radikaalisti työn tulevaisuutta odotettua nopeammin yhdessä keinoälyn edistymisen kanssa joka on avannut tapoja joilla automaatio voi korvata useita vaiheita tietotyössä sekä teollisuusprosessien seurannassa ja hallinnassa.
- Automatisaation, AI: n ja Robotisaation muutos 2027: Koneälykkyydellä varustetut robotit ja ohjelmistot alkavat toimia yhä voimakkaammin ihmisten ja koneiden muodostamien tiimien osana trendikortin perusteella.
- Lähivalmistus 3D-tulostaen: Trendikorttia mukaillen 3D-tulostus mahdollistaa fyysisten objektien luonnin ja testauksen suhteellisen nopeasti ja tämä kehityskulku tulee vaikuttamaan ainakin suunnittelukulttuureihin, teolliseen valmistamiseen ja logistiikkaan keskeisesti.
- AI- koneoppiminen: Tekoälytutkimuksen tärkeimpiä haaroja on koneoppiminen, jossa sovelletaan algoritmeja suurten tietomäärien analyysiin. Esimerkiksi puheentunnistuksen kehityksessä ratkaisevaa on ollut koneoppiminen.
- Esineiden internet (IoT): Esineiden internet tarkoittaa laitteiden ja asioiden kommunikoivan toistensa ja ihmisten kanssa tietoverkkoja käyttäen. Kehityskäytäntöä alalla pidetään valtavana ja esineiden internetin kehitystä on pidetty itsessään yhtenä keskeisempänä neljättä teollista vallankumousta edistävänä ajurina muiden teknologiaan liittyvien asioiden rinnalla.
- Etädiagnosointi, -korjaus ja -ylläpito: Laitteiden toiminnasta kerättävä tieto toimii etädiagnosoinnin perustana ja tiedon analyysi on suoritettu tekoälyä käyttävien ohjelmistojen avulla. Tulevaisuuden kiinnostavia sovelluksia etäkorjauksen alueella ovat esimerkiksi AR: n ja robotiikan yhdistäminen.
- Koulutuksen, oppimisen ja tietosuhteen muutos 2022: Tätä muutosta vauhdittavat tiedon lisääntyvä määrä, sen nopea saatavuus lukuisissa somekanavissa kansalaisjournalismin lisääntymisen rinnalla samalla kun tiede ja teknologia kehittyvät nopeasti. (Futures Platform, 2020.)

4 TUTKIMUKSELLINEN LÄHESTYMISTAPA JA TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmäksi valittiin strukturoitu kyselylomake joka sisältää myös avoimia kysymyksiä. Kyselylomakkeen kysymysten sisällöt olivat konkreettisia ja melko yksiselitteisiä. Hirsjärvi ym. (2011, 37) toteavat kyselylomakkeen olevan perusteltu silloin kun se on hyvin suunniteltu ja kun pyrkimyksenä on selittää yksiselitteisiä konkreettisia ilmiöitä.

Kyselylomake mielestäni muistuttaa tiedonkeruumenetelmänä lomakehaastattelua, mutta etuna on sen helppous ja yksikäsitteisyys. Lomakehaastatteluhan sopii parhaiten esimerkiksi silloin kun aineisto halutaan mielekkääsi kvantifioida, halutaan kerätä faktatietoa ja silloin kun tutkijalla on etukäteen tiedossa minkälaista tietoa haastateltavat voivat antaa. (Hirsjärvi ym. 2011.) Samat asiat pätevät mielestäni kyselylomakkeen käyttöön koska tässä tapauksessa haastateltavien osaaminen on valitsijoiden tiedossa ja tutkijalla on ymmärrys mitkä heidän vastauksistaan on määrällisiä ja mitkä laadullisia.

Hirsjärven ym. mukaan kyselylomakkeen suurimpia etuja on aineiston käsittely. Kysely valmistettiin Webropol Oy:n kysely- ja raportointityökalulla, josta saadaan vastauksista kattavat raportit. Webropol-kyselyn etuja on myös vastaamisen helppous, joten sen vaikeus ei ainakaan karsi vastaajien määrää. Tästä kertoo myös hyvä vastausprosentti, joka oli lähes 50 % (48.33 %).

Opinnäytetyössä valmistettu kysely ja sen sisältö ovat kvalitatiivisen sekä kvantitatiivisen tutkimuksen sisäkkäinen integraatio. Hirsjärvi ym. 2011, 31 määrittelevät kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän sisäkkäisen käyttämisen tarkoittavan sitä, että samanaikaisesti samalla menetelmällä saadaan kerättyä tietoa, jota käsitellään kummallakin edellä mainitulla tutkimusmenetelmällä. Mielestäni ei ole tarkoituksenmukaista rajata kyselyn käsittelyä ainoastaan jompaankumpaan kategoriaan, koska vastauksissa on numeraalisten arvojen lisäksi myös vastaajien asenteisiin, tunteisiin sekä kulttuuriin kuuluvia näkökulmia.

Kyselytutkimuksen lisäksi luvussa 5. tutkittuja tulevaisuuden megatrendejä analysoitiin SWOT-analyseilla. Analyysistä saatua tietoa hyödynnetään tulevaisuuden oppimisympäristöjä ja niiden infrastruktuuria suunniteltaessa.

4.1.1 Kyselytutkimuksen luotettavuuden arviointi

Hirsjärvi ja Hurme (2011, 18) kuvaavat tutkijan olevan yksi tutkimusvälineistä hänen vaikutuksellaan käsitteiden valintaan, niiden tulkitsemiseen, aineiston keräämiseen, aineiston analysointiin ja raportointiin. Opinnäytetyön tekijällä on yli 30 vuoden työkokemus NC-koneistuksesta ja yhteistyöstä Ylä-Savon koneistusta harjoittavien yritysten kanssa. Viimeisten 11 vuoden aikana ammatillisten aineiden lehtorina ja opettajana yhteistyö työelämän toimijoiden kanssa, sekä vuosittain työhön kuuluvan työssäoppimisen ohjauksen aikana, alueen yritykset ja niiden koneistuksen parissa työskentelevät esimiehet ja vastaavat avainhenkilöt ovat tulleet tutuiksi.

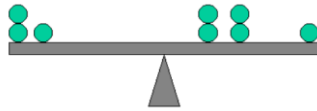
Opinnäytetyön tekijän ja YSAOn kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueen työyhteisön pitkäaikainen alan työkokemus ja vahva asiantuntemus tukevat tutkimukseen valittujen kohteiden sekä aineistojen, siihen liittyvien käsitteiden ja niiden tulkinnan sekä analysoinnin todenperäisyyttä. Kyselyn kohdehenkilöiksi valittiin YSAOn koneistuksen opetushenkilöstön kanssa yhdessä henkilöt, joilla oli opettajien mielestä riittävästi laaja-alaista osaamista koneistuksen alalta. Sähköpostikysely laitettiin 62 henkilölle ja yhteensä muistutusviestien kanssa laitettuja sähköposteja oli 108 kappaletta.

Vastauksia tuli määräaikaan mennessä 30:lta henkilöltä 16:sta koneistusta suorittavista yrityksistä ja vastausprosentti oli 48.3 %. Vaikka vastausprosentti jäikin hieman odotettua alhaisemmaksi, oli vastaaja kuitenkin kaikista kohderyhmän yrityksistä, tässä määrin yrityksistä oli vastauksissa edustettuna siis 100%. Mukana vastaajien joukossa oli myös neljän koneistuksen sopimusvalmistusta harjoittavien pk-yritysten toimitusjohtajat, joilla kaikilla on pitkäaikainen kokemus tiiviistä yhteistyöstä YSAOn kanssa. Tutkimuksen tavoitteena oli saada mukaan kaikki yritykset, joiden tarpeisiin koulutamme koneistajia. Näistä kaikista yrityksistä tuli myös vastauksia. Tällä perusteella otos oli riittävän edustava ja suuri tutkimuksen luotettavuuden osalta.

Heikkilän 2014 mukaan hyvässä tutkimusraportissa tutkija arvioi koko tutkimuksen luotettavuutta käytettävissä olevien tietojen perusteella. Heikkilä pitää tärkeänä, että otos on edustava ja riittävän suuri tutkimuksen luotettavuuden kannalta (Heikkilä, 2014).

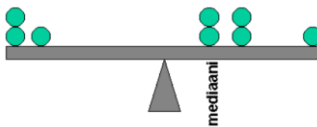
Kyselytutkimus testattiin ja tarvittaessa täydennettiin kysymysten sisältöjä Ylä-Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan opettajien, koulutuspäällikkö Jarkko Ruotsalaisen ja markkinointisihteeri Minttu Harjun kanssa. Alkuperäinen kysely laitettiin 20.1.2020. Kyselystä laitettiin 10.2.2020 muistutus sähköpostin kautta niille jotka eivät määräpäivään mennessä vastanneet.

Tutkimuskyselyn vastauksia arvioitiin asteikolla 1-5 (*1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä*). Vastaukset järjestettiin tärkeysjärjestykseen mediaanin perusteella.



KUVA 6. Aritmeettinen keskiarvo (vaak' an keskikohta) (Digma,2020.)

Tilastokeskuksen mukaan aritmeettinen keskiarvo antaa harhaanjohtavia tuloksia silloin kun havainnot keskittyvät jakauman toiseen päähän ja jotkut havainnot poikkeavat keskimääräisestä huomattavasti. (Tilastokeskus 2020.) Haastattelukysymyksissä vastaukset painottuivat enimmäkseen korkeampaan päähän ja tästä syystä mediaani antaa informatiivisemman tiedon vastauksia tulkittaessa. Mediaanin ollessa sama kahden tai useamman tutkittavan asian kohdalla, niistä korkeampi keskiarvo on otettu sijoitusta parantavana huomioon.



KUVA 7. Mediaani (Digma,2020.)

Kyselytutkimuksen vastausten, tutkijan sekä muun YSAOn koneistuksen henkilöstön asiantuntemuksen, mukana olevien yritysten kattavuuden ja kohtuullisen hyvän vastausprosentin perusteella tutkimusta voidaan pitää riittävänä investointisuunnitelman pohjaksi. Investointisuunnitelmassa huomioidaan kyselytutkimuksen lisäksi tässä työssä tehtyjen tulevaisuuden tutkimusten näkökulmat ja tutkimuksen perusteissa määrätyt ammattitaitovaatimukset sekä YSAOlla olevien investointihankkeiden vaikutukset. Lisäksi investointisuunnitelmassa otetaan huomioon tämän hetkinen YSAOn ohjelmisto- sekä laitekanta.

4.2 Lyhenteet ja määritelmät

CAM (Computer aided manufacturing) = Tietokoneavustettu valmistus.

CAM-ohjelmistot=NC-työstökoneilla valmistettavien työkappaleiden ohjelmointiin tarkoitetut etäohjelmointiohjelmistot.

NC (numerical control) = Numeerinen ohjaus.

Digitaalinen kaksonen = Fyysisen koneen, laitteen tai jopa kokonaisen teollisen tuotannon virtuaalinen malli, digitaalisessa maailmassa sijaitseva näköiskopio (Gröhn ja Toivanen 2020, 47).

Fanuc= NC-ohjauksen kauppanimi.

Edgecam= CAM- eli etäohjelmointiohjelma NC-ohjauksille, kauppanimi.

Gibscam= CAM- eli etäohjelmointiohjelma NC-ohjauksille, kauppanimi.

Mazatrol= Mazak- työstökoneiden NC-ohjaus, kauppanimi.

Mastercam= CAM- eli etäohjelmointiohjelma NC-ohjauksille, kauppanimi.

Wincam= CAM- eli etäohjelmointiohjelma NC-ohjauksille, kauppanimi.

Heidenhain= NC-ohjaus, kauppanimi.

Okuma=NC-ohjaus, kauppanimi.

IoT (Internet of Things) = Esineiden Internet.

IIoT (Industrial Internet of Things) = Teollinen esineiden internet.

M2M= Kahden eri koneen välillä langattomassa tai langallisessa verkossa syntyvä kommunikaatio.

Arvonluontiverkostot= Arvonluontiverkosto kuvaa ainakin osittain organisoitua, selkeän globaalien tarpeiden tyydyttämistä palvelevaa toimintaa (Linturi ja Kuusi 2018, 55).

Haastajaregiimi=Kuvaa tilannetta, jossa tarpeentyydytys rakentuu radikaalisti uusien teknologisten ratkaisuiden ympärille (Linturi ja Kuusi 2018, 14).

Valtaregiimi = Kuvaa nykytilannetta (Linturi ja Kuusi 2018, 14).

DaaS (Desktop as a Service) = Virtuaalinen työpöytä (pilvi)palveluna.

IaaS (Infrastructure as a Service) = Infrastruktuuri palveluna. Teknologia-arkkitehtuurin infrastruktuuripalvelut ovat tarjolla palveluntarjoajalla ja loput teknologiapalvelut ovat edelleen organisaation omassa fyysisessä hallinnassa.

PaaS (Platform as a Service) = Ohjelmistoalusta palveluna. SaaS ja IaaS-mallien välimuoto eli siihen kuuluvat palveluntarjoajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaiset teknologiapalvelut.

SaaS (Software as a Service) = Ohjelmisto palveluna. Lähes koko teknologia ja tietojärjestelmäratkaisu on ulkoistettu palveluntarjoajalle. (Juhta, 2017).

5 TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIOITA JA MEGATRENDEJÄ

Megatrendeillä tarkoitetaan Kamppisen, Kuusen ja Söderlundin (2003, 33) kuvaamana useita vähäisempiä, pienimuotoisempia lainalaisuuksia yhdistäviä lainominaisuuksia, joiden voi olettaa kertovan tulevista mahdollisista maailmoista enemmän kuin sitä määrävien merkitykseltään vähäisempien trendien. Kamppisen ym. (2003) kuvailevat trendien olevat sellaisia nykyhetken piirteitä joiden uskotaan jatkuvan jollakin tunnetuin tavoin. 2010 jälkeen 80 % tuottajamaista ovat aloittaneet kansallisen ohjelman tavoitteena uudistaa tuotantoa uusimpien teknologioiden avulla.

Megatrendit ovat nimensä mukaisesti ison mittakaavan kehityskulkuja, usein jopa keskenään ristiriitaisten kehityskulkujen yhteisvaikutusten seurauksia (Linturi ja Kuusi 2018, 48).

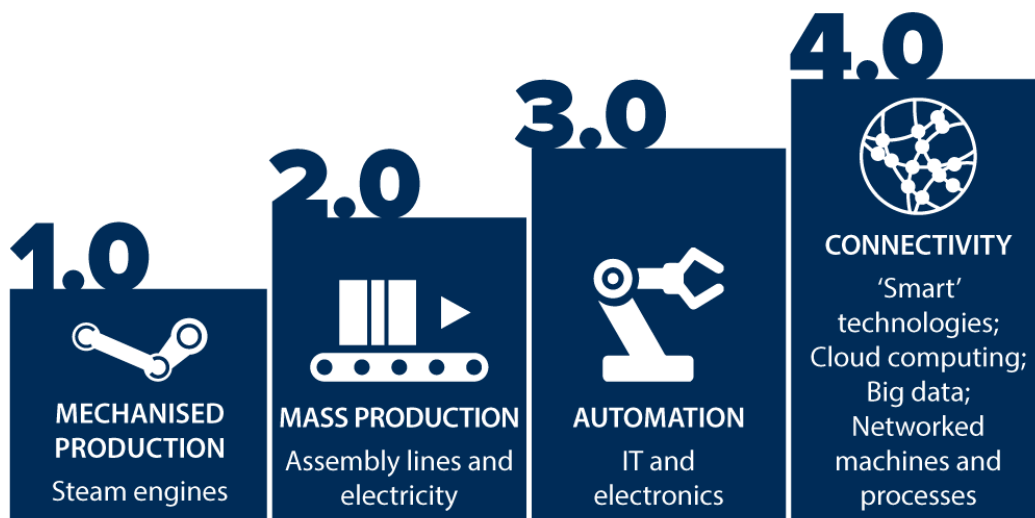
Yhteiskunnassa on koettu useita teollisuuden vallankumouksia ja niihin on aina liittynyt tietyt trendit. Ensimmäinen teollinen vallankumous oli Aaltosen ym. (2019, 44) mukaan 1700 luvun loppupuolella, kun fyysisistä järjestelmistä veden ja höyryvoiman valjastaminen mekaanisen tuotannon avuksi yleistyi. Tähän ajankuvaan sijoittuivat nykyaikaisilla periaatteilla toimivien höyrykoneiden yleistyminen. Toinen vallankumous sijoittui 1900 luvun alkuun, kun massatuotanto yleistyi ja siinä tuotannon apuna oli jo sähkövoima. Aaltonen ym. (2019, 44) kuvaa kolmannen vallankumouksen alkaneen 1950 -luvulla kun elektroniikka- ja informaatiojärjestelmät alkoivat yleistyä.

5.1 Neljäs teollisuuden vallankumous

Tulevaa ajankuvaa luonnehditaan neljänneksi teollisuudeksi (Industry 4.0) tai neljänneksi teollisuuden vallankumoukseksi. Neljänneksen teollisuuden tunnuspiirteitä ovat kaikkialla läsnä oleva teknologia ja tieto sekä niiden yhdistäminen ja hyödyntäminen. Ihmiset ja esineet ympäri maailman ovat verkottuneita keskenään tai yhteydessä verkkoon (Varamäki 2018, 15). Empower Oyj (2020) määrittelee Teollisuus 4.0: stä puhuttaessa kyseessä olevan älykkäästä tehtaasta, jossa kyberfysikaaliset järjestelmät ohjaavat ja valvovat prosesseja sekä tekevät päätöksiä. Työnkulku on digitalisoitu ja ohjaus tapahtuu automatisoidusti datan avulla. Hyödyt ovat selkeitä. Tuotantotehokkuutta voidaan selkeästi parantaa ja hyvin riskialttiissa työympäristöissä myös turvallisuutta parantaa dramaattisesti.

YSAOlla alkuvaiheessa olevassa *Älykkäästä tuotantosolusta minitehtaaksi (SMF)*-hankkeessa keskitytään teollisuus 4.0 periaatteiden, teknologioiden ja ideoiden integrointiin. Hankkeessa hankitaan monialaista tuotantoprosessia simuloiva älykäs ympäristö (Smart Mini Factory), jossa voidaan yhdistää ja soveltaa eri koulutusalojen opetusta (koneen- ja sähkösuunnittelu, 3D-mittaus ja -tulostus, robotiikka ja automaatio sekä sähkö- ja koneenasennus). (SMF-HANKE 2020.)

Alla olevassa kuviossa (KUVIO 1) on esitetty teollisuutta muokanneet vallankumoukset megatrendeineen.



KUVIO 1. Teollistumisen aallot (Gröhn ja Toivonen 2020, 7.)

Himanen ym. 2020, 21 kertovat teollisuuden neljännen vallankumouksen olevan käynnissä ja heidän selvityksen perusteella kukaan vei vielä tiedä mihin se etenee ja tulee johtamaan. Tietokoneet- ja verkot tulevat tarjoamaan lähes rajattomat mahdollisuudet ja jokainen kännykän omistaja on osa neljättä vallankumousta. Osa neljättä vallankumousta on esineiden internet (IoT) ja älykäs valmistus, joka keskittyy yhdistettävyyteen, automaatioon, koneoppimiseen ja reaaliaikaiseen dataan ja avaa yrityksille mahdollisuuksia parantaa tuottavuutta ja prosesseja hyödyntämällä kerättyä dataa.

Futures platform tulevaisuuden ennakkointikartta ja sen työnmuutosta kuvaava; Futures of Work-ennakkointikartta kuvaa industry 4.0 :n olevan seuraava teollisuutemme vallankumous. Futures of Work ennakkointikartan mukaan teollisuuden tulevaa vallankumousta ohjaavat muun muassa digitalisointi, robotiikka, automaatio, tekoäly, kaiken Internet, bioteknologia ja big data. Futures Platformin ilmiökartan väittämänä kyseessä on merkittävä, laaja systeeminen muutos, jossa fyysiset ja biologiset järjestelmät liittyvät toisiinsa ja lisäävät olennaisesti tehokkuutta ja tuottavuutta.

Aaltonen ja Merilehto (2019, 48) kertovat Klaus Schwabtin sanovan teoksessaan *The 4th industrial revolution: What it means, how to respond* 2016, neljännen vallankumouksen rakentuvan kolmannen vallankumouksen varaan olematta sille jatkumo, vaan siinä olevan omat piirteensä. Tämän hetkiset kehityskulut seuraavat toisiaan aikaisempaa nopeammin ja ne koskettavat laajasti yhteiskuntaa, yrityksiä ja ihmisiä. Schwab sanoo miljardien ihmisten ja laitteiden olevan yhteydessä toisiinsa ennennäkemättömällä tiedonkäsittely- ja varastointivoimalla. Schwabtin väittämän perusteella uusia mahdollisuuksia lisääviä teknologiota ovat tekoäly, robotiikka, 3D-tulostus, nanoteknologia, bioteknologia, materiaalitekniikka ja kvanttilaskenta. Aaltonen ym. (2019,49-50) kuvaavat neljättä teknologista vallankumousta vauhdittavan kolme trendiä, jotka ovat yhteen liittyminen (asioiden internet), äly (tekoäly) ja automaatio ja näiden trendien muuttavan tuotannon logiikkaa lyhyellä aikavälillä.

Mitä ”Teollisuus 4.0” tarkoittaa konepajateollisuudelle?

Big data –arkkitehtuuri

Suurten tietomäärien varastoiminen

IoT-sensorit

Seuraa, jäljitä ja mittaa laitteita ja ihmisiä

Kybersysteemit, digitaaliset kaksoset

Suunnittelu ja koulutus

Mobiililaitteet ja wearables

Ylläpito, turvallisuus ja tehtävälokit

Droonit ja robotiikka

Eryyisesti vaarallisissa tilanteissa

Analytiikka

Tuotannon, laadun, prosessien ja logistiikan optimointi

Älykkäät henkilökohtaiset suojaimet

Ympäristön ja terveydentilan mittaaminen, varoitukset

Virtuaalitodellisuus

Koulutus, tuotekonseptien testaus

Älykamerat

Korvaa fyysiset mittaukset etäältä tarkkuuden kärsimättä



DAIN
STUDIOS

© DAIN Studios 2020

KUVA 8. Mitä teollisuus 4.0 tarkoittaa teollisuudelle (Gröhn ja Toivonen 2020, 8.)

Epicor Software Corporation mukaan neljättä teollisuuden vallankumousta kutsutaan toisinaan teolliseksi esineiden internetiksi (IIoT) tai älykkääksi valmistukseksi. Se yhdistää fyysisen tuotannon digitaalitekniikkaan, massadataan ja koneoppimiseen. Epicorin mukaan satojen IIoT:hen liittyvien termien joukosta on hyvä tuntee esimerkiksi termit toiminnanohjaus (ERP), IoT (internet of things), big data, AI (keinoäly), digitalisoituminen, M2M, älytehdas, koneoppiminen ja pilvilaskenta. Käyttöpauksia teollisuudessa ovat muun muassa toimitusketjun hallinta ja optimointi, ennakoiva kunnossapito sekä analytiikka ja toimitusketjun vaiheiden voimavarojen seuranta ja optimointi.

Neljänteen vallankumoukseen sisältyy oikeastaan kaikki tässä työssä tutkitut ja mainitut kehittyvät teknologiat ja uudet innovaatiot. Industry 4.0 on siis näiden kaikkien mainittujen ja monen muun tulevaisuutta muokkaavan ja teollisuuden tuotantoa parantavien innovaatioiden ekosysteemi.

5.2 Lisävä valmistus

Maailman suurimmaksi markkinointitutkimuksia myyväksi yritykseksi itseään mainostava Research And Markets yrityksen valmistama markkinatutkimus väittää markkinoiden teollisessa 3D-tulostuksessa kasvavan odotusten perusteella vuoden 2018 1,73 miljardin Yhdysvaltain dollarin tasosta yli kolmenkertaiseksi vuoteen 2023 mennessä. (Research And Markets, 2018.) Futures Platformin (2020) koneenosien valmistus-ennakointikartan mukaan metallin 3D-tulostaminen on lähtemässä nousukiitoon viimeaikaisten tulostin- sekä materiaalitekniologioiden kehitysasteiden vuoksi ja globaalien markkinoiden arvioidaan kasvavan jopa 19 miljardin arvoiseksi vuoteen 2029 mennessä.

Alla olevan Suomen sata mahdollisuutta raportin yhteenvetotaulukon (TAULUKKO 3) mukaan tavaroiden 3D-tulostus teknologiakori on saanut kokonaispisteitä 469, ollen näin sadan teknologiakorin listalla sijalla 12. Yhteiskunnallinen vaikutus on siis suuri.

TAULUKKO 3. Radikaalit teknologiat 2018-2037 ennakkoinnin tulosten yhteenveto (Linturi ja kuusi 2018, 403.)

TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyky avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet		
73	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	7	20	10	0	0	5	0	5	0	3	5	0	0	5	5	0	10	3	0	0	0	497	****
38	Tavaroiden 3D-tulostus	7	1	5	20	0	0	3	3	3	3	5	5	0	1	0	5	3	3	3	3	1	469	****
20	VR-lasit ja lisätty todellisuus	6	3	3	5	0	0	0	5	3	5	3	10	1	3	3	5	10	1	3	10	5	468	****
26	Laskentatehon radikaali kasvu	4	10	10	5	5	0	5	5	10	5	10	5	5	0	5	0	10	5	5	0	10	440	****
30	Nelikopterit ja muut lentävät dronet	7	1	20	3	3	0	1	5	1	3	5	3	0	0	5	0	1	10	0	0	0	427	****
3	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	5	5	3	0	10	0	0	5	1	3	3	0	20	10	5	3	3	5	3	5	0	420	****
15	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	5	5	5	0	3	0	0	3	5	10	10	5	3	0	5	5	10	5	3	3	3	415	****
93	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	5	5	5	3	5	5	1	5	20	5	5	3	0	3	1	0	0	5	5	0	5	405	****
95	Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	7	3	5	5	5	1	0	0	10	3	3	3	0	0	3	0	3	3	5	0	5	399	****

Linturin ja Kuusen 2018, 76 mukaan 3D-skannaus, robotisaatio ja 3D-tulostus muodostavat digitaalisen ja fyysisen maailman yhdistävän valmistusketjun jonka sisällä toimitusajat lyhenevät ja useat työvaiheet poistuvat tai yhdistyvät toisiinsa.

Koneistuksen tilalle ja sen rinnalle on tällä hetkellä kehitteillä sekä jo kehitetty useita eri tyyppisiä laitteita sekä menetelmiä. Muovin 3D-tulostus on tullut jo kotikäyttäjienkin ulottuville sekä hinnan että käytettävyyden osalta. Ainetta lisäävällä valmistuksella on useita, jopa mullistavia hyötyjä perinteisiin valmistustekniikoihin verrattuna etenkin yksittäiskappaleiden tuotannossa. Etuna perinteiseen lastuavaan työstöön on materiaalien kustannukset, koska 3D-tulostus teknologiassa ei poistu ainetta samoissa määrin, kuten esim. koneistuksessa lastujen muodossa. Tämä vaikuttaa myös logistiikkaan, tiloihin jne. Esimerkiksi teollisuudessa tuotannon apuvälineiden valmistuksessa 3D-tulostus on usein perinteisiä valmistusmenetelmiä huomattavasti nopeampaa ja kustannustehokkaampaa.

Perinteisiin metallintyöstömenetelmiin verrattuna 3D-tulostamisen eli materiaalia lisäävän tulostamisen etuihin kuuluu, että sen avulla voidaan luoda hyvin monimutkaisia muotoja. Sillä voidaan luoda jopa esineitä, joita ei olisi muilla menetelmillä edes mahdollista valmistaa, kuten osien sisällä olevia osia (Futures Platform, 2020).

Futures Platform (2020) toteaa 3D-tekniikan vähentävän ja korvaavan paikallisten konepajojen toimintaa, mutta ei kuitenkaan todennäköisesti tule korvaamaan kaikkia perinteisiä metallin työstömenetelmiä, koska usein osat ovat järkevintä valmistaa valamalla, takomalla, särmäämällä ja muilla vastaavilla työstömenetelmillä.

Massatuotantoon 3D-tulostus on vielä hidasta ja kallista, mutta erilaisia sovelluksia sarjatuotantoon kehitetään jatkuvasti. Teollisessa käytössä tuloaan tekevät metallin 3D-tulostimet sekä ns. hybridikoneet, joita ovat esimerkiksi 3D-tulostimen sekä työstökoneen yhdistelmät. Mielenkiintoinen jo joissakin yrityksissä käytössä oleva variaatio on hiilikuidun käyttö muovitulosteiden lujuuden parantamiseksi. Hiilikuidulla lujitettuja muovitulosteita voidaan käyttää normaalin tuotantokappaleiden lisäksi tuotannon apuvälineiden, kuten kiinnittimien, sorvinleukojen ja robottitarttujen valmistukseen.

Savonian amk:n 3D-tulostuksen investointi- ja kehityshankkeessa on hankittu tai hankinnassa useita eri laitteita, esimerkiksi metallin- sekä muovin jauhepetitulostin, pursotustekniikkaan perustuva 3D-tulostin ja metallin ja muovin tulostuspäät robottiin. Ylä-Savon koulutuskuntayhtymä on hankkeessa yhtenä osatoteuttajana. Ensimmäisenä metallitulostimista Savonialla on käyttöön otettu pursotustekniikkaan perustuva Markforged Metal X. Laitteella voidaan tulostaa tiettyjä laatuja ruostumatonta terästä, työkaluterästä, Inconelia sekä kuparia. Viimeisintä metallin 3D-tulostustekniikkaa edustava SLM 280 2.0 twin (KUVA 9) metallin jauhepetitulostimen käyttöönotto on tämän vuoden huhtikuussa. Laitteella voidaan tulostaa useita eri metallilaatuja, kuten tiettyjä laatuja alumiinia, työkaluterästä, ruostumatonta terästä, titaania, Inconelia ja kuparia. (Alonen 2020-2-27.)



KUVA 9. Metallin jauhepetitulostin (Alonen 2020-2-27.)

3D-tulostuksen edut ovat monimuotoisissa kappaleissa joihin tarvitaan keveyttä ja lujuutta. Joissakin tapauksissa tulostamalla saadaan jopa nopeammin valmistettua metallinen työkalu kuin jos se tehtäisiin perinteisillä valmistusmenetelmillä, valamalla, koneistamalla tai vaikkapa hitsaustyönä.

Ponsse Oy, joka on maailman johtavia metsäkonevalmistajia ja alueen teknologia-alan yrityksistä suurin työllistäjä, tutkii Savonia-amk:n kanssa yhteistyönä 3D-tulostuksen avulla valmistettavien tuotannon apuvälineiden ja työkalujen valmistusta. Heikki Selkälä Ponsse Oy:stä kertoo tuotannon apulaitteisiin sekä linjoilla tarvittaviin suojalaitteiden valmistuksen olleen kallista ja hankalaa toteuttaa mutta uusien valmistusmenetelmien avulla vastaavien osien määrät ovat lisääntyneet ja niiden avulla on voitu varmistaa laadukas tuotanto. (Savonia vaikuttavin amk, 2020.) Tuotantoinsinööri Ville Reponen Hämeenlinnalaiselta Reponen Works- yhtiöstä kertoo yhtiössä tulostetun parin käyttökuukauden aikana robotin leukoja, mittakoneen kiinnittimiä ja muita tuotannon apuvälineitä Markforged Mark Two-tulostimella, jossa sidosmateriaalina on ollut Onyxia ja pitkänä lujitekuituna hiilikuitua. (Harju, 2020.)

3D-tulostus tulee todennäköisesti yleistymään tuotantokappaleiden ja tuotannon apuvälineiden valmistukseen voimakkaasti jo lähitulevaisuudessa. Metallin 3D-tulostusta ei kuitenkaan käsitellä kovin syvällisesti tässä opinnäytetyössä, koska ala kehittyy vielä erittäin nopeasti ja YSAOn, Sakky:n ja Savonia-amk:n yhteinen 3D-tulostushanke on vasta alkuvaiheen ohittanut.

5.3 Pilvipalvelut- ja laskenta

Pilvilaskenta tarkoittaa verkon kautta eli pilvessä (cloud computing) tapahtuvaa teknologian, sovelusten ja tietojärjestelmien käyttöä hajautetuissa ympäristöissä ja jonka teknisiä yksityiskohtia palvelun käyttäjät eivät näe tai hallitse suoraan (Juhta 2017). Pilvilaskennalla viitataan yleisesti virtuaaliin IT-resursseihin jotka ovat saatavana SaaS, PaaS tai IaaS palveluna internet käytössä. Koska omiin palvelimiin ja niiden ylläpitoon ei sidota pääomaa niin pilvipalvelut voivat olla joustava ja vika-sietoinen tapa käyttää sovelluksia. (Futures Platform, 2020). IaaS-, PaaS ja SaaS-palvelujen lisäksi on olemassa perinteisin palvelumuoto, paikallinen On-Premises-palvelu ja pilvitekniikkaa käyttävä DaaS-palvelu, jonka avulla palvelun käyttäjä voi käyttää pilvipalvelussa sijaitsevia tarvitsemiaan sovelluksia sisältäviä virtuaalisia työpöytiä kaikissa laitteissaan ajasta ja paikasta riippumatta. (Huuskonen, 2020.)

TAULUKKO 4. Pilvipalvelujen ylläpidon määrä palvelusta riippuen (Huuskonen, 2020.)

Ylläpidon määrä käytettävästä mallista riippuen

On-Premises	IaaS	PaaS	SaaS
Sovellukset	Sovellukset	Sovellukset	Sovellukset
Tiedonhallinta	Tiedonhallinta	Tiedonhallinta	Tiedonhallinta
Sovelluskehitys	Sovelluskehitys	Sovelluskehitys	Sovelluskehitys
Tietokannat	Tietokannat	Tietokannat	Tietokannat
Käyttöjärjestelmät	Käyttöjärjestelmät	Käyttöjärjestelmät	Käyttöjärjestelmät
Virtualisointi	Virtualisointi	Virtualisointi	Virtualisointi
Levytila	Levytila	Levytila	Levytila
Palvelimet & Verkot	Palvelimet & Verkot	Palvelimet & Verkot	Palvelimet & Verkot
Konesali	Konesali	Konesali	Konesali

Omassa ylläpidossa
Palveluna

DaaS-palveluksi luokitellaan tämän työn luvussa 6.1.1 esiteltävä, pilvipalvelussa tuotettava etätyöpöytä joka voisi vaihtoehtoinen tapa käyttää sovelluksia opetuksessa.

Vuoden 2011 tiedetoimittajaksi palkittu Timo Paukku (2013, 114) toteaa pilvipalvelujen alkaneen yleistyä 2008 ja 2011 alkaneen internetin kolmannen vaiheen, kun ohjelmistot pyörivät pilvessä sen sijaan, kuin että ne asennettaisiin kotikoneille.

TAULUKKO 5. On-Premises palvelun vahvuudet ja heikkoudet (Gröhn ja Toivanen, 2020, 29.)

Vahvuudet	Heikkoudet
Turvallisuus ja yksityisyys selkeästi omassa hallussa	Merkittävä alkuinvestointi
Täysin valta resurssien käytön suhteen	Hallinnointi ja ylläpito on työlästä ja haastavaa
Voidaan räätälöidä täysin omiin tarpeisiin	Osaamisen puute
Olemassa olevaa ja kypsää teknologiaa markkinoilla	Soveltuu huonosti PK-yrityksille
	Ajoittaisia ja/tai jatkuvia IT- ja hardware investointeja
	Toteutusaikataulu usein pitkä
	Skaalaaminen ylöspäin saattaa olla työlästä

Paukku (2013, 114) määrittelee pilvipalvelun käsitteen liittyvän siihen, että datan tallennukset, tietokoneiden laskentatehot ja ohjelmistojen sijaitsevan suoraan verkossa johon kuluttaja pääsee päätteellään. Hän kuvaa palvelujen olevan skaalautuvia ja laitteista riippumattomia tietokonekielellä määriteltynä. Paukku (2013,115) myös arvioi tulevaisuudessa pilvipalvelujen syrjäyttävän yritysten palvelimet. Paukun arvioi (2013, 116) pilvipalvelujen voivan mullistaa koko ohjelmistoteollisuuden koska yritysten ei tarvitse hankkia ”kovaa rautaa” eikä ohjelmistoja niin suuria määriä kuin tällä hetkellä.

Paukku (2013,117) kertoo Googlen silloisen toimitusjohtaja Eric Smithin sanoneen vuonna 2009 pilvilaskennan vallankumouksen olevan pc-tietokoneiden esiin marssia suurempi. Paukun (2013,117) arvion mukaan ohjelmistopakettien tulleen tiensä päähän koska yritykset ja yksityiset ihmiset eivät enää keskity laskentatehoja omiin tietokoneisiin vaan ne hajaantuvat pilveen. Pilvilaskenta antaa ennen pitkää pääsyn supertietokoneisiin ja mahdollistaa kuluttajille sellaisia asioita joita on pidetty mahdottomina.

Futures Platformin (2020) mukaan pilvipalvelujen pilvilaskenta tuo valtavan laskentatehon ja tallennuskapasiteetin kaikkien ulottuville, reaaliaikaisena, tarpeeseen tilattuna ja kustannustehokkaana ratkaisuna. Futures Platform sivustolla (2020) todetaan sen mahdollistavat monet tulevaisuuden muutokset kuten työn tulevaisuus, massadatan ja esineiden internetin hyödyntäminen vaikkapa valmistusteollisuudessa.

TAULUKKO 6. Pilvipalvelujen vahvuudet ja heikkoudet (Gröhn ja Toivanen, 2020, 28.)

Vahvuudet	Heikkoudet
Alkuun pääsee nopeasti	Migraatioprosessi pilveen voi olla tuskallinen
Maksa vain niistä resursseista, joita käytät (voi olla hyvin kustannustehokas)	Osaamisen puute (vaatii erilaista osaamista kuin on-premise)
Skaalautuu pienestä suureen mittakaavaan vaivatta	Kulut voivat kasvaa korkeiksi, jos kokonaisuus ei ole hyvin harkittu ja kuluja ei valvota hyvin
Säännöllisiä päivityksiä ja parannuksia työkaluihin	Rajatummat käyttötapauskohtaiset räätälöintimahdollisuudet
Laaja kirjo työkaluja ja teknologioita	Myyjä "lock-in"
Lähtökohtaisesti parhaat toimintatavat ja prosessit käytössä	
Luotettavuus	
Asiakastuki	
Toimii kaikkialla	

Pilvipalveluiden edistysaskelia ja kasvava It-trendi on reunalaskenta, joka vähentää palvelun käytön viiveitä parantaen sovellusten käyttökokemuksia. Staven, 2019 kertoo blogissaan termin edge computing vakiintuneen suomennoksen olevan reunalaskenta, joka tarkoittaa IoT-laitteiden keräämän datan käsittelyä mahdollisimman lähellä keräyspaikkaa josta data on kerätty. Reunalaskenta pitää sisällään toisen tärkeän näkökulman; edge location, joka antaa yrityksille mahdollisuuden viiveettömään datansiirtoon. Edge locationin periaate on se, että yritykselle tärkeät verkkosisällöt ja palvelut hallinnoidaan pääpalvelimilta, mutta datan käsittely hajautetaan muillekin palvelemille mahdollistaen viiveettömän tiedonsiirron kaikkialla maailmassa. Staven luettelee neljä eri tapausta joissa reunalaskenta tuo hyötyä jotka ovat peliteollisuus, videomaininta, globaalisti toimivat b2b-yritykset ja valmistava teollisuus.

Rieki, Sillanpää ja Ylianttila, 2017 kertovat reunalaskennan nousevan jatkuvasti tavaksi jalostaa verkkoon kytkettyjen laitteiden ja sensoriverkkojen dataa sovellusten hyödynnettäväksi tiedoksi. Aikaisempina vuosina dataa on jalostettu pilvessä mutta reunalaskenta tuo laskentapalvelimet lähemmäksi verkon reunaa, vaikkapa 5g-tukiasemien lähistölle. Tällä tavoin data saadaan nopeammin niille palvelemille jotka dataa jalostavat. Rieki ym. kertovat lyhyiden viiveiden olevan erityisen tärkeitä teollisten prosessien ja koneiden ohjaamisessa. Rieki ym. testaavat tekoälyllä tehostetun reunalaskennan uusia mahdollisuuksia Oulun yliopistossa.

5.4 Tekoäly ja koneoppiminen

Suomen sata uutta mahdollisuutta raportin alla olevan taulukon (TAULUKKO 7) mukaan AI:n tekemä globaali työ on arvioitu kolmanneksi tärkeimmäksi kokonaispisteiden perusteella 100 teknologiakorin listalla. Boston Consulting Group toteaa (2018) 2016 analyysissään että AI:n käyttö voi vähentää tuottajien muutoskustannuksia jopa 20 prosentilla, jopa 70 prosenttia kustannusten alenemisesta johtuen korkeammasta työvoiman tuottavuudesta ja AI:n olevan siten olennainen osa tulevaisuuden tehdasta, jossa tekniikka parantaa tehdasrakenteiden ja prosessien joustavuutta. AI-käyttöönotto muuttaa merkittävästi työvoiman kokoonpanoa alentamalla muutoskustannuksia, koska se vähentää manuaalisten toimintojen tarvetta tuotantoprosesseissa. BCG toteaa tekoälyn olevan teollisuuden 4.0 tärkeimpiä teknisiä rakennuspalikoita.

TAULUKKO 7. Radikaalit teknologiat 2018-2037 ennakkoinnin tulosten yhteenvedo (Linturi ja Kuusi 2018, 402.)

TKID	Teknologiakori (uus)	Matur.	Henkilökone		Tavarakone		Tavaroiden valmistus		Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vahvistaminen	Työn korvaus koneella	Terveys	Terveystekniikan sovellukset	Havainnot ja tutkiminen	Osaaminen ja sen nautinto	Elämäkset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Välikäsitteet	Kokonaistulokset	Tasoryhmä	
			1	2	3	4	5	6																	7
12	Neuroverkot ja syväoppiminen	5	10	10	5	10	3	3	5	10	5	10	5	20	20	10	5	20	10	10	5	5	20	955	****
28	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	5	20	20	0	3	5	0	10	10	10	5	10	5	0	10	5	0	5	20	3	3	0	670	****
6	Kuvantaminen ja paikannus	7	20	20	3	3	0	0	3	0	5	10	3	0	3	10	3	5	5	0	0	0	0	651	****
96	Ain tekemä globaali työ	4	10	10	5	5	0	3	3	10	20	5	5	10	3	5	20	5	5	10	5	20	636	****	
2	DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	7	1	3	0	20	0	10	0	3	3	0	0	10	5	20	0	0	10	0	5	0	630	****	
70	Aurinkosähkö nopea kehitys	7	5	5	10	5	20	5	10	1	3	3	3	0	0	3	0	0	5	3	3	0	588	****	
91	Kaupallisen alustatyön välittäminen	6	10	5	0	5	0	0	5	10	20	3	10	0	3	3	5	3	0	5	5	5	582	****	
11	Puheentunnistus, puheystyminen ja tulkkaukset	6	3	3	0	3	0	0	3	10	5	5	10	3	10	5	5	5	5	10	5	3	558	****	
16	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	6	20	20	10	5	0	0	5	0	1	5	0	0	3	5	0	5	5	0	3	3	540	****	
5	Materiaalittua hyperpekkrikamera	5	5	10	5	10	0	5	5	5	5	5	3	10	3	10	1	0	10	5	1	5	515	****	

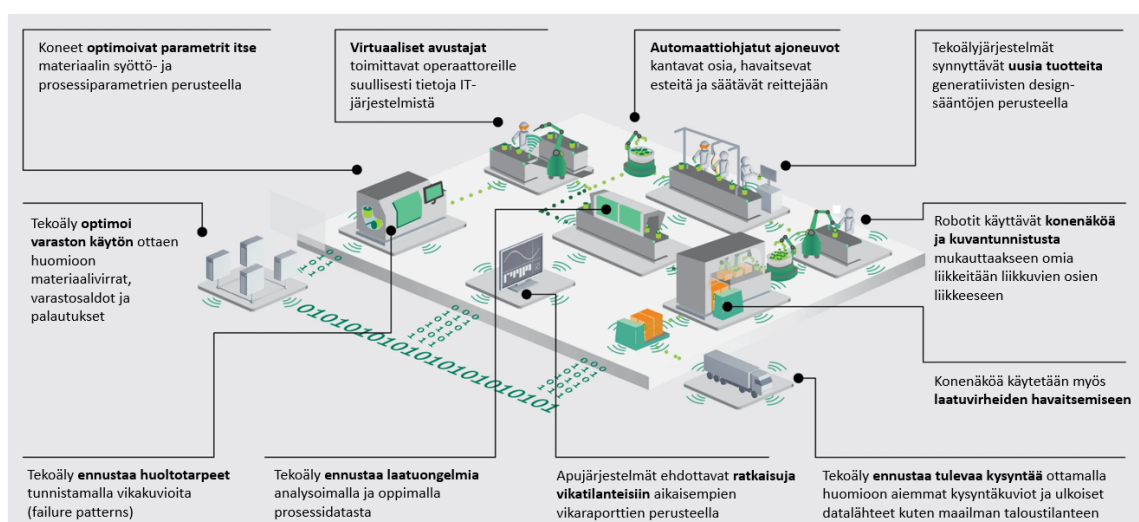
Jääskeläinen (2019,11) määrittelee tekoälyn siten että tietokoneet kykenevät toimintaan, jonka on perinteisesti ajateltu vaativan ihmisälyä ja tietokoneiden kykenevän mukauttamaan itsenäisesti niille annetun datan avulla toimintaansa. Koneoppimisen Jääskeläinen jakaa neljään kategoriaan; ohjattuun oppimiseen, ohjaamattomaan oppimiseen, vahvistusoppimiseen ja syväoppimiseen. Ohjatussa oppimisessa kone opetetaan ennalta tunnetulla opetusaineistolla, ohjaamattomassa oppimisessa kone etsii itsenäisesti säännönmukaisuuksia datasta, vahvistusoppimisessa kone oppii saamastaan palautteesta ja syväoppimisessa koneen oppimisalgoritmit perustuvat ihmisen aivojen rakennetta jäljittelevään neuroverkkoon. Jääskeläisen (2019, 14) mukaan tekoäly erotellaan kahdeksi eri termiksi, kapeaan tekoälyyn ja yleiseen tekoälyyn. Kaikki tällä hetkellä oleva tekoäly voidaan määritellä kapeaksi tekoälyksi, joka on valmistettu ratkomaan vain yhtä tiettyä ongelmaa, mutta yleinen tekoäly kykenisi tekemään päätöksiä täysin itsenäisesti. Gröhn ym. 2020 kuvaavat tekoälyn olevan älykäden koneiden ja ohjelmien luontiin painottuva tietojen käsittelytieteen osa-alue ja sen tarkoituksena on matkia ihmisen tajuntaa ja suorittaa tehtäviä ihmisen lailla. Futures Platformissa, 2020 kuvatus AI-syväoppiminen muutosilmion mukaan tekoälytutkimuksen tärkeimpiä haaroja on koneoppiminen, jossa algoritmeja sovelletaan suurien tietomäärien analyysiin synnyttäen samankaltaisuuksia ja todennäköisyyksiä. Esimerkiksi puheentunnistuksen kehittämisessä on koneoppimisella ollut suuri merkitys.

Tunnettuja tekoälysovelluksia ovat muun muassa itseohjautuvat autot, käännskoneet, puheentunnistus, robotiikka, sään ennustaminen, dynaaminen hinnoittelu, sairauksien diagnosointi ja roskapostisuodatus. (Jääskeläinen, 2019, 12). Gröhn ja Toivanen 2020,19 mukaan tunnetuimpia tekoälysovelluksia ovat:

- kuvan tunnistus
- puheentunnistus, esim. Amazon Alexa
- itseajavat autot
- käännsiohjelmat kuvasta
- lääketieteen diagnosointi
- yksilölliset suositukset ja sisältö, Esimerkiksi Netflix
- tekstin kääntö esimerkiksi hitsauskuvista ja ohjeista.

Alla olevassa kuvassa (KUVA 10) on esitelty konsulttiyhtiö BCG: n näkemyksen tekoölyn käytöstä tulevaisuuden tehtaassa. Kuva avaa hyvin tekoölyn sovellusmahdollisuuksia tehdasympäristössä. YSAOlla koneistustyösalissa on ollut jo vuosia käytössä niin sanottu älykäs tuotantosolu. Älykkäässä tuotantosolussa on Zeiss- koordinaattimittakone, Fanuc-robotti ja Mori Seiki NTX-1000 5-akselinen NC-sorvi digitaalisesti yhteydessä toisiinsa. Älykäs tuotantosolu voidaan ainakin periaatteessa saattaa toimimaan lähes automaattiseksi soluksi. Toimintaperiaate solussa on se, että robotti asettaa NC-sorville aihion ja käyttää mitattavana valmiin NC-sorvin työstämän työstökappaleen koordinaattimittakoneella. Mittakone vertaa työkappaleen mittoja koordinaattimittakoneen tiedostojärjestelmään tallennettuun toleroituun 3D-referenssimalliin. Jos työstökappaleen mitat toleransseineen poikkeavat referenssimallista, niin koordinaattimittakone lähettää numeerisen arvon työstökoneen korjaintaulukoon ja seuraavaksi valmistettu työstökappale täyttäisi sille annetut vaatimukset. Älykäs tuotantosolu perustuu siis periaatteeltaan kapeaan tekoölyyn ja koneet optimoivat KUVA 10 mukaisesti itse parametrit syöttö ja prosessiparametrien perusteella. Solu on siten virheistään itseoppiva järjestelmä ja sisältää yksikertaista tekoölyä ohjausprosessissaan.

Työstökoneiden valmistajatkin ovat alkaneet markkinoida ohjauksiaan tekoölyominaisuuksilla. Esimerkiksi Mazak on lanseerannut uuden sukupolven MAZATROL Smooth AI-ohjauksensa. Mazakin Euroopan kotisivut kertovat ohjauksen käyttävän 3D-mallien CAD-tietoja ja AI-parannettua koneistusprosessin valintaa osien automaattiseen ohjelmointiin. Lisäksi Smooth Ai-ohjausta käyttävä työstökone hyödyntää tekoölyä mukauttamaan työstöarvoja karan värinää seuraamalla ja tallentamalla tekoölyn muokkaamat työstöarvot työstöohjelmiin. Myös koneistusprosessin lämpötilojen vaikutusta kompensoidaan koneoppimisen ja tekoölyn avulla automaattisesti. (Yamazaki Mazak Uk Ltd 2020.)



KUVA 10. AI tulee olemaan kaikkialla tulevaisuuden tehtaassa (Gröhn ja Toivosen 2020, 37 suomenos alkuperäisestä lähteestä Boston Consulting Group, 2018.)

5.5 Virtuaalinen- ja lisätty todellisuus

Tässä työssä käsitellään ainoastaan puettavien lasien käyttöä virtuaalisessa ja lisätystä todellisuudesta kerrottaessa. Useilla globaaleilla suuryrityksillä kuten Microsoft Co, Apple Inc, Facebook Inc ja Google LLC on suuria AR- laseihin liittyviä projekteja meneillään. Linturin ja Kuusen 2018, 237 tutkimus ennakoii AR-markkinoiden kasvavan jo muutaman vuoden aikana yli sataan miljardiin dollariin ja esimerkkinä he kertovat Macig Leap-yrityksen, joka on saanut sijoittajilta lähes kahden miljardin dollarin suuruisen rahoituksen tuotantoon ja tuotekehitykseen.

Google on julkaissut 2019 keväällä jo toisen sukupolven yrityskäyttöön suunnatut AR-lasinsa nimeltään Glass Enterprise Edition 2. Facebook on kehittämässä koodinimellä Orion-koodinimellä kulkevia älylaseja yhdessä lasivalmistaja Luxottican kanssa. Iltalehden lähteet kertovat, että lasit on suunniteltu korvaamaan älypuhelimet ja niillä voi soittaa puheluita, selata somea tai katsella vaikka streetmejä. (Kemppi 2019.) Microsoft Co on myös julkaissut toisen sukupolven HoloLens 2 AR-lasinsa (KUVA 12. HoloLens 2 with Dynamics 365 Remote Assist (Microsoft 2020.)) Microsoftin mukaan HoloLens 2 langattomat AR- lasit tuottavat langattoman laitteen yritysten henkilöstön viestimisen, oppimisen ja yhteistyön parantamiseksi sekä sovellukset ja ratkaisut tehostamaan yhteistyötä. Microsoft kehuu laitteen olevan laitteistosuunnittelun, tekoälyn ja yhdistetyn todellisuuden huipentuma. (Microsoft 2020.)



KUVA 11. Glass Enterprise Edition 2. AR-lasit (Kothari, 2019.)

Googlen sivuilla kerrotaan, että eri alojen työntekijät logistiikasta tuotantoon ovat kyenneet tehostamaan työtään lasien tarjotessa vapaa kädet tarvittaviin tietoihin ja työkaluihin. Lasien avulla työntekijät pääsevät tarkistuslistoihin, ohjeisiin ja voivat lasien kautta lähettää tarkastusvalokuvia tai videoita. Googlen mukaan heidän yritysasiakkaat ovat ilmoittaneet laadun parantuneen ja valmistusaikojen lyhentyneen lasien käyttöön oton jälkeen. (Kothari, 2019.)



KUVA 12. HoloLens 2 with Dynamics 365 Remote Assist (Microsoft 2020.)

Alla olevassa luettelussa on kerättyä Linturin ja Kuusen 2018 raportin teknologiakoreista virtuaalisen maailman sovelluksia:

- Liikennemerkkit ja reitit näkyvät AR-laseissa tai tuulilasissa.
- VR-lasit auttavat purku- tai lastauskoneen kauko-ohjaajaa ongelmatilanteissa.
- VR-laseja käytetään logistiikan kauko-ohjauksessa.
- AR-lasit voivat tunnistaa tehtävän ja osoittaa, miten kokoonpano tulee suorittaa.
- VR-laseilla voidaan katsella tulostettavia malleja ennen tulostamista ja ohjata kokoonpanorobotteja
- VR-lasien avulla etämestari voi osallistua vaikeimpiin käsityötä vaativiin työvaiheisiin.
- Asiantuntija voi VR-lasien kautta neuvoa AR-laseja käyttävää huoltomiestä.
- VR lasien avulla voidaan myös kauko-ohjata kunnossapidon robotteja tarvittaessa.
- VR-lasien avulla voidaan katsella ja valita kauppatavaroita verkkokaupassa.
- VR/AR-laseilla voidaan nähdä vaihdon kohteena olevat kappaleet eri puolilta.
- Robottien kauko-ohjauksessa VR-lasit ovat luonnollisin tapa nähdä robotin ympäristö.
- VR-lasit mahdollistavat robottivälittöisen toiminnan esimerkiksi erilaisissa ohjaus-, kunnossapito-, neuvonta-, palvelu- ja kokoonpanotehtävissä.
- Kauko-ohjaus, etäopastus ja etäviihde muuttuvat kaikki mielekkäiksi työtehtäviksi VR/AR-lasien avulla.
- VR/AR-lasit tuovat näkyville kaikkien simulaatioiden, IoT- laitteiden, tekoälyn ja materiaalitutkien tiedot ja kirjaviisaudet juuri niiden kohteissa.
- Käsityötehtävien opastus AR-laseilla on hyvin luontevaa ja opasteiden teko on myös verrattain helppoa.
- VR-lasien avulla simuloitujen ympäristöjen avulla voidaan ymmärtää asioiden syy-seuraussuhteita ja osoittaa myös, milloin ne on ymmärretty ja milloin ei.
- VR/AR- ja tekoälymaailmojen sekä simulointien realistisuus paranee jatkuvasti laskentatehon kasvaessa. (Linturi ja Kuusi 2018, 68-157.)



KUVA 13. Dynamics 365 Guides with HoloLens 2 (Microsoft 2020.)

Linturi ja Kuusi 2018, 231 kuvaavat älylaseista puhuttavan silloin kun tieto lisätään näkökentän päälle ja AR-lasien lisäävän virtuaaliset objektit, jotka sulautuvat luonnolliseksi osaksi todellisuutta. AR-lasit muistuttavat superaisteja näyttämällä esimerkiksi lämpökuvan värjäämällä meidän näkökenttämme lämpökuvan mukaisesti tai vaikkapa tähystysleikkausta suorittavalle kirurgille luodaan ikään kuin röntgenkatse esittämällä lasien avulla tietokonetomografiakuvaa leikkauskohteeseen. Lisänä laajennettuun todellisuuteen saadaan tuntoaisti haptisten ohjainten avulla. Linturin ja Kuusen yhteenvetotaulukon (TAULUKKO 8) kokonaispisteiden perusteella äly-, AR-lasit ja laajennettu todellisuus oli arvioitu 23:ksi sadan teknologiakorin listalla. VR-lasit ja lisätty todellisuus olivat listalla kolmantenatoista.

TAULUKKO 8. Radikaalit teknologiat 2018-2037 ennakkoinnin tulosten yhteenvedo (Linturi ja Kuusi 2018, 404.)

TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtaralenteet		
41	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	4	3	10	10	5	0	3	10	10	5	5	3	3	0	10	0	5	5	5	3	3	392	****
67	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	6	0	5	20	5	3	5	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	0	5	0	384	****
14	Kasvojen ja emotionoiden tunnistus sekä projisointi	4	3	1	0	3	0	0	3	5	10	10	3	3	3	5	10	10	5	5	10	5	376	****
19	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	5	0	5	5	10	0	0	10	3	5	0	5	0	3	3	5	10	5	3	3	0	375	****
13	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	5	3	5	5	5	0	0	5	10	5	10	5	0	0	3	3	3	3	5	0	3	365	****
94	Globaali langaton laajakaista	5	5	5	0	0	0	0	10	3	5	5	3	0	1	5	5	5	5	5	5	5	360	****
87	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	5	0	0	1	0	0	0	3	3	5	3	10	0	0	3	20	1	1	5	5	10	350	***
27	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	5	5	5	1	0	0	1	10	0	10	5	3	0	10	0	1	5	5	0	5	0	330	***
97	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	6	0	5	5	3	1	3	3	10	5	3	0	0	0	1	3	0	5	3	0	5	330	***

Virtuaalisen maailman laitteet sekä sovelluksia on jo jonkun verran kokeiltu YSAOilla. Koneistuksessa on kokeiltu HTC Vive virtuaalilaseilla kumppanikoulun ja YSAOn yhteisessä hankkeessa valmistettua Doosan DNM 400 työstökoneen virtuaalista mallia, digitaalista kaksosta, jota voidaan käyttää tietyin ehdoin virtuaalisessa maailmassa kuten oikeaa laitetta. Käytettävyydeltään sovellus on kohtuullinen, mutta opetukseen se ei ole jostain syystä vakiintunut.

Virtuaalisten oppimisympäristöjen etuja on Kamppisen ym. (2003, 722) esittämänä se, että Virtuaalisen ja simuloitujen oppimisen tiloja ja välineitä voidaan monistaa rajattomasti ilman mainittavia luonnonvarojen tuhlaamista ja oppijat voidaan saada samaan tilaan massoittain. Kappaleessa 6.1.1 tutkitaan vaihtoehtoja ylläpidoltaan kalliiden tietokoneiluokkien vaihtoehtoiksi. Mielenkiintoiseksi vaihtoehtoksi voisi olla SaaS tai DaaS-palvelut, joissa ohjelmistojen vaatimat laitteistoresurssit ovat pilvipalvelussa ja käyttäjä maksaa ainoastaan palvelun käytöstä. Tulevaisuudessa voisi olla mahdollista käyttää CAM-ohjelmistoja jollain kevyellä päätelaitteen ja AR-lasien yhdistelmän avulla. Tällä hetkellä esimerkiksi Mastercam vaatii tehokkaaseen ja käyttäjäystävälliseen käyttöön komponentteillaan tehokkaan tietokoneen riittävän resoluution sekä riittävän kokoisen näytön.

5.6 Robottiikka

Robottiikka tarkoittaa sellaisten laitteiden rakentamista ja ohjelmointia, jotka voivat operoida monimutkaisessa reaali maailmassa (The Elements of AI 2019). Robottiikan ja automaation merkitys teollisuuden tuottavuudelle on ollut dramaattinen. Työntuottavuuden kasvu on parhaimmillaan ollut lähes 35-kertainen vuoden 1926 tasoon verrattuna (Ventä, Honkatukia, Häkkinen, Kettunen, Niemelä, Airaksinen ja Vainio 2018).



KUVA 14. Ysaon koneistussalin Fanuc R-2000 Ib-robotti (Jalkanen 2020.)

Robottiikka ei ole uusi teknologia, mutta käsittelen sitä tulevaisuuden teknologiana, koska se on viime vuosien aikana yleistymässä alueen koneistusyrityksiin ja se ei myöskään ole jostain syystä vakiintunut YSAOn konetekniikan opetukseen kovin laajasti. Koneistussalissa on käytössä Fanuc r-2000 Ib-robotti ja sen välittömässä läheisyydessä koneenasennustilan ja koneistussalin rajapinnassa

KUKA Kr4-robotti. Lisäksi kone- ja tuotantotekniikan yhteiskäytössä on kaksi ABB-robottia, joista toista käytetään vähäisissä määrin yhdessä sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusalan kanssa ja se sijaitsee automaatio-luokassa. Toinen YSAOn ABB-robotti on hitsauskäytössä vieremällä yrityskumppanin tiloissa. YSAOn Moodlessa on opiskelijoiden saatavilla robottien käyttöön ja ohjelmointiin kattava opetusmateriaali harjoituksineen.



KUVA 15. Asennus- ja automaatioluokan Abb Ibr 145-robotti (Jalkanen 2020.)

Robotiikan opetus koettiin tärkeäksi yrityksille suunnatussa kyselyssä koneistuksen opetustarpeista. Robotit ovat myös yleistymisen myötä kehittyneet ja niin sanotut kobotit, eli yhteistyörobotit, ovat tällä hetkellä uusinta tekniikkaa. Himanen ym. 2020, 16 kuvailemana kaikki robotisaatio käy lävitse kobottivaiheen ja ihmisen rooli alussa on merkittävä, mutta vähenee robotin kehittyessä ja usein myös oppien ihmiseltä. Himanen 2020, 20 toteaa robottisolujen olevan seuraava askel ja yhteistyörobotit voivat helpottaa työtä monin tavoin ohjelmoinnin helppouden korostuessa.

Ventän ym. 2018, 22 mukaan robottijärjestelmät ovat kehittyneet alkuaikojen suljetuista systeemeistä nykyisiin järjestelmiin, joissa robotit voivat liikkua ihmisten joukossa. Ihmisen lähestyessä kameroiden ja muiden sensorien avulla ohjausjärjestelmä ohjaa robottia hidastamaan liikettään ja pysähtymään tarvittavan läheisessä kontaktissa.



KUVA 16. Motoman HC10-yhteistyörobotti (Harju2020.)

Ajankohtaisena kehityskulkuna näyttävät olevan robotit, jotka toimivat niin turvallisesti, että ne voivat työskennellä yhdessä ihmisten kanssa sen sijaan, että ne jouduttaisiin sijoittamaan turvahäkkeihin (Venta ym. 2018, 19). Linturin ja Kuusen 2018, 76 tutkimus esittää robottien muuttuvan enemmän ihmisen kaltaisiksi monitaitureiksi ja myös numeerisen työstön sekä kokoonpanotekniikoiden kehittyvän joustavammiksi. Mukautuvuuden myötä robotit voivat tehdä suuren määrän työvaiheita eikä varsinaista tuotantolinjaa tarvita. KUVA 16 Motoman yhteistyörobotissa käyttäjän turvallisuus on varmistettu voimaa ja teknologiaa rajoittavan teknologian avulla. Tekniikka pysäyttää robotin välittömästi estettä koskettaessaan ja ihminen voi työskennellä riskiarviosta riippuen jopa täysin ilman turvalaitteita ja -verkkoja. Robotti on lisäksi muuntautumiskykyinen ja sen voi siirtää työpisteestä toiseen helposti. (Harju 2018.) Kobottien etuja parantuneen robottiturvallisuuden lisäksi on ohjelmoinnin helppous joka lisää tuotannon joustavuutta merkittävästi. Myös kouluttautumisen tarve vähenee. Pitää kuitenkin muistaa, että nykyiset kobotit ovat hitaita ja nostokyvyiltään heikkoja perinteisiin teollisuusrobotteihin verrattuna ja eivät siten voi korvata niiden käyttöä, mutta tuovat lisämahdollisuuksia automaation hyödyntämiseen.

Robottien yleistyminen vähentää etenkin yksinkertaisten toistoja vaativia työnkuluja, mutta tuovat samalla uusia työnkuvia. Linturi ja Kuusi, 2018, 120 toteavat niiden kehittämisen, hallinnoinnin ja kunnossapidon työllistävän ja robotteihin liittyvän kouluttamisen, markkinoinnin ja muiden mahdollisten palvelujen järjestämisen lisäävän työllistymisvaikutuksia. Lisäksi robotiikan aiheuttavien vaaratekijöiden torjuminen vaatii työtä. Robottien vapaa liikkuminen kasvattaa sekä turvallisuutta että riskejä (Linturi ja Kuusi 2018, 163).

Kobottien yleistymisen ohella esimerkiksi LG on tuomassa markkinoille ulkoisen tukirangan helpottamaan työntekijän askareita ja Futures Platformin *Automatiikka ja robotiikka*-muutosilmion mukaan tukirankojen tuleminen teollisuuteen edustaa kasvavaa trendiä jossa ihmisten ja koneiden välinen yhteistyö mahdollistaa teollisuuden tuottavuuden seuraavat harppaukset.



KUVA 17. LG takes a load off with AI-controlled exoskeleton (Irving 2018.)

LG CLOi SuitBot koostuu parista robottijalkoja, joita käyttäen on helpompaa seistä, kävellä ja työskennellä. Tavoitteena on vähentää fyysisiä rasitteita ja loukkaantumisriskiä ihmisille, jotka ovat jaloissaan koko päivän töissä (Irving 2018). Myös Jääskeläinen 2019, 59 kertoo aiemmin tuotannossa liikkeitä mekaanisesti liikkeitä tunnistavat robotit ovat muuttumassa älykkäiksi roboteiksi jotka ymmärtävät konteksteja ja voivat esimerkiksi hoitaa ihmisen apuna raskaita liikkeitä sillä aikaa, kun ihminen huolehtii vaativimmista harkintakykyä vaativista työtehtävistä.

6 YSAON LAITTEIDEN JA OHJELMISTOJEN PÄIVITYSTARVE KONEISTUKSEN OPETUKSESSA

6.1 Tietokoneohjelmistot ja sovellukset

Tärkeimmät Kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetuksessa käytettävät sovellukset ovat erilaiset CAM-ohjelmistot, suunnitteluohjelmistot sekä työstökoneiden ohjausten tietokoneversiot.

Ylä-Savon ammattiopiston toiminta-alueen koneistusta suorittavissa yrityksissä on tämän opinnäytetyön liitteenä olevan kyselyn ja opinnäytetyön tekijän kokemuksen perusteella käytössä seuraavat CAM-ohjelmistot:

- Mastercam
- Gibscam
- Edgecam
- Wincam.

Kyselyssä *Kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetustarpeista* CAM-ohjelmista tärkeimmäksi ja siten todennäköisesti yleisimmiksi koettiin Mastercam. On kuitenkin huomioitavaa, että joissakin alueen suurissa ja siten alueelle tärkeissä yrityksissä käytetään muitakin ohjelmistoja. Tästä syystä kyselyn perusteella ei voida täysin laittaa ohjelmistoja tärkeysjärjestykseen. Kyselyn ja oman alueen yritystuntemuksen ja kokemuksen mukaan Mastercam on kuitenkin arviolta puolessa alueen yritysten käytössä, joten sen käyttö YSAOn opetuksessa on perusteltavaa. Nykyaikaisten 3DCAM-ohjelmiston merkillä ei sinänsä ole massiivisen suurta merkitystä ohjelmistojen samankaltaisten toimintalogiikoiden vuoksi ja tietyn ohjelmiston oppimisen jälkeen seuraavan omaksuminen on jo todennäköisesti helpompaa.

3DCAM-ohjelmistot vaativat sujuvan käytön varmistamiseksi kohtalaisen tehokkaan ja kalliin tietokoneen. Alla on esitelty esimerkkinä Mastercamin suositellut laitteistovaatimukset:

- käyttöjärjestelmä: Windows 10 64-bittinen Professional
- prosessori: Intel i7 tai Xeon® E3, 3.2GHz tai nopeampi
- muisti: 32 GB, Näytönohjain: NVIDIA Quadro® tai AMD FirePro™ / Radeon Pro kortti 4 GB (tai enemmän) muistilla
- näyttö; 1920 * 1080 resoluutio, kahdella monitorilla
- käyttömuisti SSD-levy ja vähintään 20GB vapaa muistia
- hiiri: 3DConnexion 3D hiiri (Mastercamin laitteistovaatimukset 2020.)

Muita koneistuksen opetuksessa käytettäviä ohjelmistoja ovat suunnitteluohjelmisto Solidworks, Pro NC-edu11 koneistuksen opetusohjelma, Heidenhain TNC-530 työstökoneohjauksen virtuaalinen versio, NC-guide; virtuaalinen Fanuc-työstökoneohjauksen versio ja yhdessä työsalin tietokoneessa on asennettuna MazakCam, joka vastaa Mazatrol- ohjausten virtuaalista tietokoneversiota ja sitä voidaan joiltakin osin verrata CAM-ohjelmistoihin, koska sillä voidaan valmistaa ohjelmia ajasta ja paikasta riippumatta.

6.1.1 Vaihtoehtoinen sovellusten käyttö- ja ylläpitomenetelmä

Kone- ja tuotantotekniikan käytössä on tällä hetkellä kaksi varsinaista tietokoneluokkaa, toisessa 20- ja toisessa 16 metallin ohjelmistojen tarpeisiin räätälöityä tietokonetta. Lisäksi on siirrettävä latausvaunu, jossa on 16 kpl kannettavia tietokoneita. Latausvaunu tietokoneineen voidaan siirtää mihin tahansa normaaliluokkaan ja ne voidaan varata Outlookin kalenterin kautta. Koneistussalissa on 5 pöytäkonetta ja saman verran kannettavia tietokoneita. Näiden lisäksi opettajilla on käytettävissä kannettavat tietokoneet. Ohjelmistojen ja käyttöjärjestelmien nopean kehityksen vuoksi laitteiden elinkaari ei ole kovin pitkä ja koneiden ylläpito luonnollisesti vaatii resursseja atk-osastolta. Tässä kappaleessa tutkitaan vaihtoehtoisia menetelmiä kalliin tietokoneinfran tilalle.

Mielenkiintoinen tutkimuskohde on resurssien hankinta pilvipalveluja tuottavista yrityksistä. Digiamis-hankkeessa tutkitaan mahdollisuutta käyttää opetuksessa käytettäviä ohjelmistoja pilvipalvelujen kautta etätyöpöydän avulla DaaS- palveluna esimerkiksi kevyen Chromebookin kautta siten, että laitteistoresurssit ovat pilvipalveluna ja palvelusta maksetaan käytön perusteella. Kustannuksia ei vielä ole määritelty, mutta järjestelmä tukisi yhtä ammatillisen koulutuksen reformin tavoitteista opiskella opetuksessa käytettäviä ohjelmistoja ajasta tai paikasta riippumatta kevyemmillä päätelaitteilla, kuten Chromebookilla.

Huuskonen (2020, 1-17) on selvittänyt pilvipalveluiden soveltuvuutta YSAOn käyttöön. Hänen tutkimuksen perusteella merkittävimmät toimijat ovat Amazon Web Services(AWS), Microsoft Azure ja Google Cloud Platform. Huuskosen (2020,16) mukaan Microsoft on tuonut työasemien Windows käyttöjärjestelmien toimittajana Azureen ominaisuuksia, joita ei ole muilla tarjota Windows-käyttöjärjestelmään. Yhtenä tärkeistä ominaisuuksista on usean käyttäjän Windows 10.

Draken ja Turnerin 2020 mielestä parhaita pilvipalveluita vuonna 2020 ovat:

- Amazon Web Services
- Microsoft Azure
- Google Cloud
- IBM Cloud
- Oracle Cloud.

Huuskonen (2020, 5) esittää esimerkkinä YSAOlla käytettävistä SaaS-palveluista olevan opiskelijahallintaohjelmisto Wilman. Palvelu tuotetaan ohjelmistotoimittajan toteuttamana ja kaikilla ohjelmaa käyttävillä on sama käyttöliittymä. Tämän opinnäytetyön tekijänkin käytössä oleva Futures Platform tulevaisuuden ennakointialusta on puhdas SaaS-palvelu.

Tällä hetkellä YSAOn palvelut tuotetaan omalla kapasiteetilla mutta sovelluksia siirryt koko ajan pilvipalveluihin. Näistä mainittakoon PaaS-palveluksi luokiteltava Mediamasterin tuottama sähköinen oppimisympäristö Moodle, joka on vielä tällä hetkellä YSAOlla käytetyin opiskelun ja ennen kaikkea etäopiskelun mahdollistama digitaalinen oppimisympäristö. Moodlea voidaan käyttää lähes kaikilla yleisimmillä päätelaitteilla, puhelimilla, tableteilla ja tietokoneilla webin kautta. Esimerkiksi Android-puhelimiin ja tabletti-tietokoneisiin löytyy lisäksi miellyttäväkäyttöinen sovellus.

Solidworksia ja Wincamia testattiin yhdessä Mikko Huuskosen kanssa hankkeen aikana DaaS-palvelun kautta ja lyhyen testijakson aikana ei ongelmia ollut. Toiminta oli yllättävänkin sujuvaa. Etenkin Wincamin käyttöä ehdin testata lähes kaikkien perustoimintojen osalta. Joitakin pieniä ongelmia käytön aikana oli verrattuna omalle koneelle asennetun Wincamiin verrattuna, mutta ne kaikki oli suhteellisen helposti ratkaistavissa. Chromebookin resoluutio riitti hyvin Solidworksin ja Wincamin peruskäyttöön. Pienimmätkin kuvakkeet sekä alkiot näytöllä ovat hyvin luettavissa. Näytön pieni koko ei ole käytettävyydeltään ammattikäyttöön soveltuva, mutta riittänee perusopetuksen tarpeisiin.

Mastercamia testattiin Mastercam-treenipalvelun avulla, joka vastaa ulkoiselta näkymältään Mastercamin käyttöliittymää. Mastercam-treenipalvelu on vuorovaikutteinen nettipohjainen opetusohjelma, joka ohjaa vuorovaikutteisesti Mastercamin käyttöön. Vaikkakin treenipalvelu on käytännössä videokuvaa, antaa se kuitenkin oikean kuvan resoluution riittävydestä. Mastercamin sivuston mukaan Mastercam-ohjelmisto ei kuitenkaan tue vielä virtuaalista pilviympäristöä. Wincamin käyttöä testataan vielä lähitulevaisuudessa etätyöpöydän kautta opiskelijoiden kanssa. Wincamin opiskelu etätyöpöydän kautta on erityisen hyödyllistä, koska ohjelmistolla ei ole opiskelijaversiota saatavilla ja ajasta ja paikasta riippumaton opiskelu on hankala muutoin järjestää. YSAOn Wincam-lisenssien käyttö opiskeluun etätyöpöydältä on myöskin sopimusehtojen mukaista.

6.2 Työstökoneiden ohjausjärjestelmät

YSAOn koneistussalin oppimisympäristössä on käytössä tällä hetkellä 5:n eri valmistajien NC-ohjauksia. NC-ohjattuja työstökoneita on yhteensä yhdeksän, joiden lisäksi käytössä on 2kpl Haasin ohjelmointipaneeleja ja 2 kpl Heidenhainin ohjelmointipaneeleja. Mittaustekniikan oppimisympäristössä on kaksi koordinaattimittakonetta, joista toinen on NC-ohjattu Zeiss Calypso ja toinen käsin ohjattava nivelvarsityyppinen Mastergage. Alla olevan luettelman lisäksi Vieremällä kumppaniyrityksessä on käytössä vanhahtavat OKK-työstökeskus ja Howa-sorvi.

YSAOn työstökoneiden ohjaukset ovat uusimmasta vanhimpaan:

- Haas VF1 (työstökeskus)
- Haas ST-12 (sorvi)
- Mazatrol Nexus 2
- Fanuc-0M
- Heidenhain TNC-530 (ohjelmointipaneelit)
- Mori Seiki NTX-1000
- Fanuc 21-t
- Fanuc 18-t
- Fanuc 18-m
- Fanuc 10-t.

Alla kuva Mazakin uuden sukupolven AI-koneoppimista monilla tavoin hyödyntävä MAZATROL Smooth AI-ohjauksen ohjauspaneeli.



KUVA 18. Uuden sukupolven MAZATROL Smooth AI ohjauspaneeli. (Yamazaki Mazak Uk Ltd 2020.)

7 TUTKIMUSTEN TULOKSET

7.1 SWOT- analyysit tulevaisuuden megatrendeistä

Suomen Riskienhallintayhdistyksen 2013 mukaan Swot-nelikenttäanalyysi on yleisesti käytetty yksinkertainen yritystoiminnan analysointimenetelmä. Sen avulla voidaan saada selville yrityksen vahvuudet, heikkoudet sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat.

Swot –analyysia käytetään useimmiten liiketoiminnan analysointiin, mutta sitä käytetään myös oppimisen tai ongelmien tunnistamisessa, arvioinnissa ja kehittämisessä (Tevere, 2020).

Swot tulee englannin kielen sanoista strenght (vahvuus), weakness (heikkous), opportunity (mahdollisuus) ja threat (uhka). Analyysimenetelmässä nykytilan vahvuudet ja heikkoudet sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat sijoitetaan taulukkomuotoon.

TAULUKKO 9. SWOT-analyysi Industry 4.0: stä.

		+	-
		VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
SISÄISET		<ul style="list-style-type: none"> • Massadatan hyötykäyttö. • Manuaalisen työn väheneminen • Pilvipalveluiden hyödyntäminen ja siellä olevat tehoresurssit. • Ajantasainen tieto prosesseista. • IoT- sensoreiden halpeneminen. • Pilvipalvelujen, keinoälyn ja niiden osaajien kehittymisen myötä älykäs valmistus muuttuu ketterämmäksi. • Skaalautuvuus. • Prosessien etäohjaus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toimivat järjestelmät tarvitsevat hyvät verkkoyhteydet ja muun datan käsittelyyn tarvittavan infran. • Käyttöön oton ja ylläpidon kustannukset. • Massadatan säilöntä ja oikean datan kerääminen. • Halpojen IoT- sensoreiden ongelmat ja huono tietoturva. • IoT- laitteiden yhteensopivuusongelmat. • Tietosuojaongelmat. • Sähkö- tai tietoliikenteen häiriöt ja katkokset.
ULKOISET		<ul style="list-style-type: none"> • Kilpailukyvyyn ja tehokkuuden paraneminen. • Turhien resurssien karsiminen. • Ennakoiva analytiikka ratkoo ongelmia reaaliajassa, esimerkiksi teollisuuden kunnossapidossa. • Prosessien optimointi. • Laitteiden ohjaus ja ohjelmointi ajasta ja paikasta riippumatta (YSAOlla teollinen internet koneistuksen laitteissa). • Päätöksen teon tukena. • Tiedolla johtaminen ja ohjaaminen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kyberuhkat, tietoturva ja tietosuoja. • Osaamisen riittäminen. • Käyttöönottoon liittyvät haasteet. • Oikean datan kerääminen ja hyödyntäminen. • Tuotannon analytiikkaan liittyvä muutosvastarinta (esim. työstökoneiden käyttöastetta mittaava data.) • Huonosti toteutetut järjestelmät, esim. Erp.

TAULUKKO 10. SWOT-analyysi pilvipalvelusta.

	+	-
SISÄISET	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
	<ul style="list-style-type: none"> • Valtava laskentateho ja tallennuskapasiteetti. • Skaalautuvuus. • Suuren toimijan teknologinen osaaminen. • Päivitysten säännöllisyys. • Ei omia palvelimia, niiden käyttö- ja ylläpidon vaatimaa henkilöstöä ja tiloja. • suuri määrä erilaisia teknologioita ja yhteen sovitettuja sovelluksia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tietoturva ei oman organisaation hallinnassa (tämä riippuu siitä mitä palvelumallia SaaS, PaaS, IaaS vai On-Premise, käytetään). • Osaamisen puute omassa organisaatiossa pilvipalvelujen suhteen (ajan myötä osaaminen lisääntyy) • Sopimus sitoo myyjään. • Rajatut yksilöllisen soveltamisen mahdollisuudet (tämäkin riippuu palvelusta, voi olla myös vahvuus).
ULKOISET	MAHDOLLISUUDET	UHAT
	<ul style="list-style-type: none"> • Ajasta ja paikasta riippumaton resurssien käyttö. • Ohjelmistojen ja järjestelmien vaatima teho ja tallennuskapasiteetti pilvessä. • Oppilaitoksessa pärjätään kevyemmällä päätelaitteilla kalliiden tehokoneiden sijasta. • Opiskelijat voivat käyttää sellaisia ohjelmia joihin ei ole opiskelijalisenssiä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jatkuvat käyttö ja ylläpitokustannukset hankala määrittää ja riskit sopimuksissa • Järjestelmien integrointi ja yhteensovittaminen pilveen • Opetuksessa käytettävien ohjelmistojen lisenssien käyttöoikeudet • Opetuslisensseillä varustettujen ohjelmistojen käyttöä ei saa sotkea yrityskoulutuksiin • Pitkän ajan panostuksien myötä vaatii sitoutumista.

TAULUKKO 11. SWOT-analyysi tekoälystä.

	+	-
SISÄISET	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
	<ul style="list-style-type: none"> • Tietokone ei väsy. • Muistikapasiteetti esim. Pilvipalveluja käytettäessä. • Suurten tietomäärien käsittely nopeasti. • Ihminen voi keskittyä ihmisen vahvuuksia korostaviin työtehtäviin. • Ei ennakkoluuloja esimerkiksi työhaastattelussa (jos tekoäly luotu puolueettomaksi). 	<ul style="list-style-type: none"> • Datan heikko laatu ja hyödynnettävyys. • Maailman politiikka. • Osaajista pula. • Algoritmien virheet. • Huonot mittarit. • Rationaalisuutta vaativat päätökset. • Tunneälyn puute.
ULKOISET	MAHDOLLISUUDET	UHAT
	<ul style="list-style-type: none"> • Korvaa työtä ja synnyttää uusia. • Uudenlaiset palvelut. • Ihmisaivojen ja koneiden välinen yhteys, kyborgi, lisätty älykkyyks. • Ilmaston muutoksen hallinta, esim. älykkäät sähköverkot. • Tiedolla johtamisen mahdollisuudet. • Itseohjautuva valmistus konepajateollisuudessa, laadunvalvonta, ennustaminen datan perusteella, optimointi datan ja mittareiden perusteella jne. • Kuvantunnistus, tekstintunnistus, kielenkäännökset laadunvalvonnassa ja prosessien ohjaamisessa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Virheet voivat olla katastrofaalisia, esim. Autonominen auton ohjauksessa. • Tuhoaa ihmiskunnan...? • Ihmisten osaamisen katoaminen. • Hävittää ammatteja enemmän kuin korvaa. • Gprd, dataa tulisi kerätä ja käyttää mutta tietosuojalaki estää datan hyödyntämisen. • Yksityisyyden suojan heikkeneminen. • Maailman politiikan manipulointi. • Autonomiset aseet. • Eettiset kysymykset. • Tulonjako. • Vastuukysymykset virhetilanteissa.

TAULUKKO 12. SWOT-analyysi robotiikasta.

	+	-
SISÄISET	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
	<ul style="list-style-type: none"> • Manuaalisen ja etenkin yksitoikkoisten työnkuvien korvaaminen. • Vapauttaa ihmisen ominaisuuksiansa hyödyntäviin työtehtäviin. • Robotti ei väsy. • Toistotarkkuus ihmiseen verrattuna. • Tasaisen laadun tuottokyky. • Käyttö tuotannossa normaalien työaikojen ulkopuolella. • Koulumaailmassa robotiikan opiskelu voi olla mielekästä ja trendikästä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rajoitetut liikeradat. • Rajoitettu luokse päästävyys. • Liikkeiden hitaus ja ketteryyden ihmiseen verrattuna. • Ketteryyden piensarjatuotannossa. • Robottijärjestelmien skaalautuvuus. • Työturvallisuuden varmistaminen perinteisillä robotityypeillä. • Vaatii koulutustaamista. • Tuotannonprosessien ja robotiikan yhteensovitus vaatii erikoisosaamista.
ULKOISET	MAHDOLLISUUDET	UHAT
	<ul style="list-style-type: none"> • Kilpailukykyyn, julkisuuskuvan ja tehokkuuden paraneminen. • Koneistetun työkalun käsittely, viimeistely ja automaattinen mittaus. • Robotin käyttö 3d-tulostimena. • Hitsausrobotin käyttö ainetta lisäävään valmistukseen. • Raskaiden työkalujen käsittely. • Laadunvalvonta konenäköä käyttäen. • Yhteistyörobottien ketteryyden ja turvallisuuden perinteisiin verrattuna. • YSAOlla robotiikkaosaaminen voisi olla myös lisäarvoa tuottava myytävä tuote. 	<ul style="list-style-type: none"> • Otetaan liian hitaasti käyttöön ja menetetään kilpailuetu. • Taloudelliset riskit suurissa hankinnoissa. • Prosessien virheet ja häiriöt robotisoluissa (lastut koneistuksessa, muotovirheet aihioissa, hitsattavat rakenteet eivät valmistuspiirustuksen mukaisia.) • Tuotevalikoima muuttuu ja ei sovellu robotin avustavaan valmistukseen. • Opettajat eivät sitoudu tai ei mahdollisteta heidän sitoutumistaan robotiikkaosaamisensa kehittämiseen.

7.2 Kyselytutkimuksen tulokset

Kysely valmistettiin Webropol Oy:n kysely- ja raportointityökalulla. Kysely lähetettiin 62 Ylä- ja Pohjois-Savon koneistusta suorittavien yritysten asiantuntijoille, joiden kanssa on tehty viime vuosina yhteistyötä koneistuksen osaamisalueella. Asiantuntijat valittiin yhdessä YSAOn koneistuksen opettajien ja koulutuspäällikön kanssa. Vastauksia tuli määräaikaan mennessä 30:lta henkilöltä 16:sta koneistusta suorittavista yrityksistä. Vastaaajista 28 henkilöä olivat YSAOn kone- ja tuotantotekniikan opetushenkilöstön valitsemia ja 3 sähköpostikyselyn mukana olleen jaettavan linkin kautta vastanneita. Kyselyihin tuli vastauksia seuraavista yrityksistä (luettelo on aakkosjärjestyksessä):

- Ahmotuote Oy (2)
- Debomix Oy (2)
- Hanza Toolfac Oy (2)
- Ht-Laser Oy (1)
- Junttan Oy (1)
- Lapinlahden koneistus Oy (2)
- Normet Oy (2)
- Ponsse Oyj (3)
- RP-Teollisuuspalvelu Oy (1)
- Savon koulutuskuntayhtymä (1)

- Sk-Tools Oy (1)
- Stera Technologies Oy (1)
- Timaco Oy (5)
- Var-Met Oy (1)
- Ylä-Savon koulutuskuntayhtymä (2)
- 3 avoimen linkin kautta vastannutta.

7.2.1 Mitä ohjelmistoja vastaajat toivoivat käytettävän koneistuksen opetuksessa

Ensimmäinen kysymys oli mitä CAM-ohjelmistoja tai muita yrityksissä tarvittavia koneistajan tarvitse-
mia ohjelmistoja yritysten edustajat haluavat käytettävän kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen
opetuksessa. 63 % vastaajista piti Mastercamia tärkeimpänä, 57 % Wincamin sorvaussovellusta ja
47 % Wincamin jyrsintäsovellusta. Edgecamin tärkeyttä puolsi 33 % ja Gibscamia 17 % vastaajista.

TAULUKKO 13. Vastaukset tärkeysjärjestyksessä suurimmasta pienimpään kysymyksestä mitä ohjel-
mistoja vastaajat toivoivat käytettävän koneistuksen opetuksessa

MasterCam	19	63,33 %
WinCam-sorvaus	17	56,67 %
WinCam- jyrsintä	14	46,67 %
EdgeCam	10	33,33 %
robottien etäohjelmointi, mikä?	9	30 %
Erp, mikä?	7	23,33 %
GibsCam	5	16,67 %
tiedonsiirto-ohjelma, mikä	4	13,33 %
asetuskortin valmistusohjelma, mikä?	2	6,67 %
Joku muu, mikä?	1	3,33 %
SurfCam	0	0 %

Avoimissa vastauksissa toivottiin (30 % vastaajista) opetuksessa käytettävän robottien etäohjel-
mointiohjelmistoja, joita vastauksissa olivat Robotstudio, Delfoi Arc, Delfoi 4.0 ja Robotmaster. Toi-
minnanohjaus- eli ERP-järjestelmää toivoi opetettavan 23 % vastaajista. 4 vastaajista nimesi ERP-
järjestelmäksi Lemonsoft Oy:n järjestelmän ja 1 vastaajista toivoi opetettavan minkä tahansa ERP-
järjestelmän perusteita. 13% vastaajista toivoi opetuksessa käytettävän tiedonsiirto-ohjelmistoja,
joista nimettiin Fanuc Server, Mori Server ja juoksupoika. Asetuskortin valmistusohjelmaa toivoi
kaksi vastaajaa, jotka eivät nimenneet varsinaista siihen tarkoitukseen valmistettua sovellusta,
mutta toinen vastaajista ehdotti Microsoftin Excel ohjelmistoa asetuskorttipohjan valmistukseen ja
koki samalla Excelin käytön opettamista yleisesti tärkeänä. 1 vastaajista toivoi opetettavan So-
lidworks-suunnitteluohjelmistoa.

7.2.2 Tärkeimmiksi koetut NC-koneiden ohjaus- tai ohjelmointijärjestelmät

Asteikolla 1-5 (*1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä*) tärkeimmäksi ohjaukseksi koettiin keskiarvon perusteella Fanuc, jonka kohdalla vastausten keskiarvo oli 4,17 ja mediaani 5. Toiseksi tärkeimmäksi arvioitiin Mazatrol, jonka kohdalla vastausten keskiarvo oli 3,71 ja mediaani 4. Kolmas oli mediaanin perusteella oli Heidenhain jonka keskiarvo oli 3,06 ja mediaani 4. Neljänneksi vastausten perusteella tuli Mori Seiki, jonka aritmeettinen keskiarvo oli 3,26 ja mediaani 3. Muut, kolmen keskiarvolla ja alle kolmen mediaanilla olivat järjestyksessä Mitsubishi, Okuma, Sinumerik, Maps, Fapt ja NC-guide. Näistä Maps, Fapt ja NC-guide ovat vuorovaikutteista ohjelmointia tukevia lisäoptioita NC-koneilla ja eivät sinänsä ole varsinaisia NC-ohjauksia.

TAULUKKO 14. Vastaukset tärkeysjärjestyksessä suurimmasta pienimpään kysymyksestä tärkeimmiksi koetut NC-koneiden ohjaus- tai ohjelmointijärjestelmä

	Keskiarvo	Mediaani
Fanuc	4,17	5
Mazatrol	3,71	4
Heidenhain	3,08	4
Mori Seiki	3,26	3
Mitsubishi	2,76	3
Sinumerik (Siemens)	2,5	2,5
Okuma	2,65	2
Maps	2,05	2
Nc-guide	1,65	1
Fapt	1,74	1
Joku muu, mikä	1,4	1

7.2.3 Tärkeimmiksi arvioidut työstökoneet ja laitteet

Asteikolla 1-5 (*1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä*) tärkeimmäksi laitetypiksi koneistuksen perusopetuksessa haluttiin käytettävän 2-akselista NC-sorvia, jonka kohdalla vastausten keskiarvo oli 3,88 ja mediaani 4,5. Vastaajista 50 % oli kokenut sen erittäin tärkeäksi. Toisena oli 3-akselinen NC-sorvi, jonka keskiarvo oli 2-akselista sorvia korkeampi 4,19 mutta mediaani pienempi 4. Kolmanneksi tärkeimmäksi arvioitujen robotiikan opetuksen ja pystykaraisen työstökeskuksen kohdalla mediaani oli kummallakin sama kuin keskiarvo, tasan 4. Lähes yhtä tärkeäksi koettu vaakakarainen työstökeskus oli neljäntenä keskiarvolla 3,81 (mediaani oli 4). Avoimissa vastauksissa yksi vastaaja toivoi lisäksi opetettavan yksiakselisia laitteita.

TAULUKKO 15. Vastaukset tärkeysjärjestyksessä suurimmasta pienimpään kysymyksestä tärkeimmiksi arvioidut työstökoneetyypit ja laitteet.

	Keskiarvo	Mediaani
2-akselinen nc-sorvi	3,88	4,5
3-akselinen nc-sorvi	4,19	4
4- tai useampiakselinen nc-sorvi- tai työstökeskus	3,83	4
pystykarainen työstökeskus	4	4
robotiikka	4	4
vaakakarainen työstökeskus	3,81	4
manuaalisorvas	3,35	3,5
nc-sorvi vastakaralla	3,48	3
nc-sorvi tankoautomaatilla	3,45	3
pystykarainen työstökeskus pyöröpöydällä	3,08	3
manuaalijyrsintä	3,21	3
suuret työstökeskukset, pitkäjyrsinkoneet	2,58	2
hammastus	2,09	2
joku muu, mikä?	1,8	1

7.2.4 Koneistajan osaamisalueiden tärkeys yritykselle

Asteikolla 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä) kysymysten vastaukset painottuivat selvästi keskiarvon yläpuolelle, joten mediaani keskilukuna antaa vastauksista oikeamman kuvan. Kysymyksessä olleet koneistajaopiskelijan osaamiset koettiin kaikki tärkeiksi ominaisuuksiksi. Mediaani 5 arvoiseksi arvioitiin työstökoneen ohjelmointi ja editointitaidot, asetusten tekotaidot, työstöarvojen, työkalujen ja menetelmien tuntemus, mittaustekniikka, yleiset koneenpiirustuksen lukutaidot, geometristen toleranssien tuntemus, viimeistelytaidot ja asenne sekä halu kehittyä töissään. Keskiarvoltaan kolme korkeinta arviointia saivat koneenpiirustuksen lukutaidot ja jaetulla sijalla asenne sekä halu kehittyä työssään (4.83), mittaustekniikka (4.76) ja asetusten teko taidot (4,73). Avoimissa vastauksissa toivottiin matematiikan perustaitojen opetusta.

TAULUKKO 16. Vastaukset tärkeysjärjestyksessä suurimmasta pienimpään kysymyksestä koneistajan osaamisalueiden tärkeys yritykselle.

	Keskiarvo	Mediaani
Yleiset koneenpiirustuksen lukutaidot	4,83	5
Asenne ja halu kehittyä työssään	4,83	5
Mittaustekniikka	4,76	5
Asetuksen tekotaidot	4,73	5
Työstökoneen ohjelmointikoodin luku- ja editointitaidot	4,57	5
Työkalujen ja menetelmien tuntemus	4,53	5
Työstöarvojen tuntemus	4,53	5
Geometristen toleranssien tuntemus	4,4	5
Työstökappaleiden viimeistelytaidot	4,27	5
Cam-ohjelmointitaidot	3,97	4
Kierteisiin liittyvät teoria	3,9	4
Koneiden ja laitteiden huolto- ja kunnossapito-osaaminen	3,37	3
Joku muu, mikä?	2,4	1

7.2.5 Yrityksen toimintaan mahdollisesti vaikuttavia megatrendejä

Yrityksen toimintaan vaikuttavista trendeistä selvästi tärkeimpänä pidettiin mediaanin ja keskiarvon perusteella yhteistyörobotteja jonka mediaanin arvo oli 4 ja keskiarvo 3.79. Tekoälyn teollisuutta muokkaava merkitys oli seuraavaksi tärkeimmäksi ajateltu ja sen mediaanin arvo oli myös 4 mutta keskiarvo hieman pienempi 3.24. Kolmantena tärkeysjärjestyksessä oli neljäs teollisuuden vallankumous, jonka mediaanin arvo oli 3 ja keskiarvo 3.18. Vasta neljänneksi tärkeimmäksi uskottiin olevan ainetta lisäävä valmistus jonka sekä mediaani kuin keskiarvokin olivat 3.

TAULUKKO 17. Vastaukset tärkeysjärjestyksessä suurimmasta pienimpään kysymyksessä yrityksen toimintaan mahdollisesti vaikuttavia megatrendejä.

	Keskiarvo	Mediaani
yhteistyörobotit	3,79	4
tekoäly	3,24	4
teollisuuden 4. vallankumous, (Industry 4.)	3,18	3
ainetta lisäävä valmistus	3	3
virtuaalimaailman laitteet ja sovellukset	2,82	3
joku muu, mikä?	1,5	1

7.2.6 Vastaajien mielestä tärkeät investointikohteet YSAOn koneistuksen oppimisympäristöön.

Avoimet vastaukset:

- Robotiikka lisääntyy sekä koneistuspuolella että hitsauspuolella. Palvelee kumpaakin osaluuetta, joten se on tärkeää.
- Kokemusta isojen vaakakaraisten ajosta ja mahdollisuuksien mukaan isojen pitkäjyrsintäkonoiden ajosta.
- Nykyaikaiset työkalut ja niiden käyttö.
- Ehkei liity investointikohteisiin, mutta asenne omaan työskentelyyn ja itsensä kehittämiseen on ensiarvoisen tärkeää. Asenteen on oltava kohdallaan. Se monesti korvaa puuttuvan tietotaidon! Lisäksi ryhmätyöskentelytaidot ovat tärkeitä, vaikkei sitä välttämättä heti osaisi ajatella juuri koneistuksen alalla.
- Opettajaresurssi - määrän turvaaminen / lisääminen.
- Perusopetuskoneiden lisäksi monipuoliset koneet, jotta voidaan kouluttaa myös huippuosajia teollisuuteen.
- Uusi NC-sorvi, näistä on jatkuvasti pula.
- Luovaa ajattelua edistävät projektit...esim. opiskelijoiden ryhmätuotekehitysprojektien materiaalit.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli tutkia tulevaisuuden teknologioiden ja megatrendien vaikutusta kone- ja tuotantotekniikan opetukseen ja sen teorian pohjalta sekä yrityksille suunnatun kyselytutkimuksen vastausten perusteella luoda alustava suunnitelma seuraaville viidelle vuodelle tarvittavista laite- ja ohjelmistoinvestoinneista. Työn teoriaosuudessa tutkittiin, mitkä tulevaisuustutkijoiden ja vastaavien julkaisujen ennakoimat trendit tulevat vaikuttamaan työn tulevaisuuteen teknologiateollisuudessa. Näistä tämän työn kannalta tärkeistä trendeistä tehtiin SWOT-analyysit. Yritysten tarpeita tutkittiin kyselyllä, jossa tutkimusmenetelmäksi valittiin joitakin avoimia kysymyksiä sisältävä strukturoitu kyselylomake. Tämän pohdinnan ja tehtyjen tutkimusten analyysien synteessin perusteella valmistettiin suunnitelma investointeja varten (Liite 4.)

Tulevaisuuden megatrendeistä tutkittiin luvussa 5.1 paljon esillä olevaa neljännen teollisuuden vallankumousta jonka esimerkiksi Himanen ym. 2020, 21 kertovat jo olevan käynnissä. Periaatteessa kaikki seuraavat tässä työssä tutkitut trendit; lisäävä valmistus, pilvipalvelut, tekoäly, virtuaalinen maailma ja robotiikka sisältyvät siihen ja osittain liittyvät myös toisiinsa. Muita teknologioita vauhdittavia innovaatioita ovat esimerkiksi esineiden- ja teollinen internet, reunalaskenta, big data ja bioteknologia. Tältä osin YSAOn kone- ja tuotantotekniikka on ollut kehityksessä mukana useiden teknologiahankkeiden myötävaikutuksella. Näitä hankkeita on olleet esimerkiksi Euroopan aluekehitysrahaston rahoittamat *Älykäs tuotantosolu*-hanke, *Tuotantolähtöisen opetuksen kokonaisuuden hallinta teollisen internetin avulla*-hanke ja nyt meneillään oleva Euroopan sosiaalirahaston rahoittama Digiamis-hanke sekä Pohjois-Savon liiton rajoittama *SMF - Älykkäästä tuotantosolusta minitehtaaksi*-hanke. Näissä hankkeissa käsitellään suurta osaa teollisuus 4.0: aan kuuluvia innovaatioita, kuten robotiikka, teollinen internet, pilvipalvelut ja IoT- sensoreiden ja tekoälyn käyttöä ainakin jossain määrin.

Tässäkin työssä mainittujen (luvussa 5.2) tutkimusten perusteella 3D-tulostuksen markkinat ovat lähteneet nopeaan kasvuun. Muovin 3D-tulostimet ovat jo alkaneet yleistyä kotikäyttöönkin. Metallin 3D-tulostimia ei vielä Ylä-Savon yrityksissä ole tämän hetken tiedon mukaan käytössä, mutta niiden hankintaa on varmasti harkittu. Metallin tulostusta tutkitaan YSAOn, Sakky:n ja Savonia-amk:n yhteisessä 3D-tulostushankkeessa ja jätään odottamaan sieltä saatujen tutkimusten tuloksia. Luvussa 5.2 selvitettiin 3D-tulostuksen sovelluksia ja etuja perinteiseen valmistukseen verrattuna. Tämän hetken sovelluksista yksi mielenkiintoisimpia ja kustannuksiltaan kohtuullisen halpa tekniikka on hiilikuidulla tai vastaavalla lujitetun muovin tulostaminen teollisuuden tuotannon apuvälineiksi. Oman arvioni mukaan se voisi olla eniten yleistyviä sovelluskohteita 3D-tulostimien käytössä lähitulevaisuudessa teknologiayrityksissä. 3D-skannauksen, robottien ja 3D-tulostuksen muodostavat valmistusketjut voivat olla myöhemmän tulevaisuuden tuotantolinjoja.

Luvussa 5.3 ja 6.1.1 tutkittiin pilvipalveluja ja niiden suomia mahdollisuuksia. Pilvipalvelut voivat olla yksi vaikuttavimpia megatrendeistä ja se tulee vaikuttamaan voimakkaasti digitalisaatioon, digitaalisten järjestelmien ja laitteiden käyttöön sekä käyttötapoihin. Pilvipalveluiden laskentateho ja latenssia laskeva reunalaskenta tulevat mahdollistamaan lähes viiveettömät reaktiot ohjelmistoja sekä IoT-

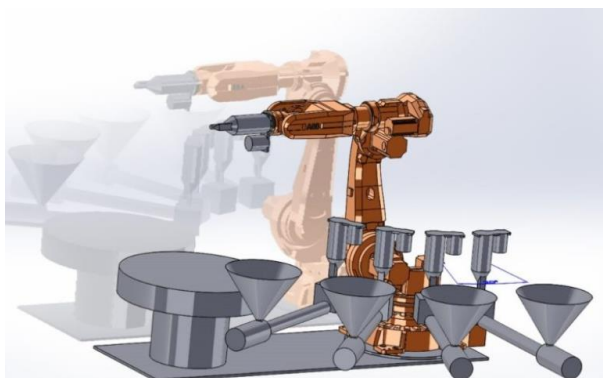
laitteita käytettäessä. Tämä voi mahdollistaa mobiili- ja päätelaitteiden halpenevan, kevenevän ja virrankeston kasvavan, koska käytettävissä päätelaitteissa ei tarvitse olla kallista, raskasta ja energiaa vieviä komponentteja. Oman pohdinnan mukaan tulevaisuudessa, ehkä 10-20 vuoden kuluessa, opetuksissa käytettävien ohjelmistojen opiskelu voisi tapahtua AR-laseilla ja tiedonsiirto pilvessä olevien resurssien välillä tapahtuisi älypuhelimien tai vastaavan kevyen päätelaitteen tekniikkaa käyttäen. AR-laseissa näkyisi siis perinteisen tietokoneen ja käytettävän ohjelmiston käyttöliittymä (kuva 12). Lisänä tarvittava näppäimistö voisi olla fyysinen tai AR-näkymässä oleva virtuaalinäppäimistö jota käytetään haptisten käsineiden avulla.

Laajennetun ja lisätyn todellisuuden sovelluksia tutkittiin luvussa 5.5. Toimivia AR-lasien käyttökohteita on helpoin löytää koneenasennuksen ja kunnossapidon alueilta. Kohteessa työskentelevälle voi antaa etänä ohjeita älylasien ruudulle, ilman että työntekijä irrottaa käsiään kohteesta. Tämän kaltaisen tilanne on myös helppo ajatella opetustilanteisiin lähes minkä opetettavan käytännön asian kohdalla tahansa. Koneistukseen soveltuva sovellus voisi olla työstöohjelman virtuaalinen törmäystarkastelu. Tämänkaltaisen järjestelmän teknologia tuskin on vaikea toteuttaa. Työstökonevalmistajilla on jo nykyisin yleensä saatavilla työstökoneen 3D-malli, niin sanottu "*digitaalinen kaksonen*" ja joissakin laitteissa konesimulointi törmäystarkasteluineen kuuluu ohjauksen ominaisuuksiin ja näitä valmiita 3D-puitteita voinee käyttää hyödyksi ehdotetussa järjestelmässä. VR tai AR-lasien kautta työstötapahtuman simulointia voisi tarkastella eri suunnista aidomman 3D-kokemuksen kautta. Myös laitteiden 3D-suunnitteluun tulisi aivan uusi näkökulma.

Tekoälyä ja koneoppimista tutkittiin luvussa 5.4. Sovelluskohteita konetekniikassa ovat esimerkiksi konenäön ja kuvantunnistuksen hyödyntäminen robotiikassa ja laadun valvonnassa, kielenkääntösovellukset ja puheentunnistus. Kapeaa tekoälyä käyttää YSAOn itseohjautuvan valmistuksen mahdollistava älykäs tuotantosolu, jota tarkemmin esiteltiin luvussa 5.4. Tekoälyosaamisen suurimmat hyödyt voisivat olla organisaation toimintojen ja järjestelmien sisällä ja tiedolla johtamisen työkaluna. Koneistuksen osalta työstökoneiden valmistajat ovat alkaneet markkinoida ohjauksiaan tekoälyominaisuuksilla, joista mielenkiintoinen on aiemmin mainittu Mazakin lanseeraama uuden sukupolven MAZATROL Smooth AI-ohjaus.

Yrityskyselyyn vastauksissa yhteistyörobottien uskottiin vaikuttavan eniten kyselyssä olleista megatrendeistä yrityksen toimintaan tulevaisuudessa. Opetuksessa käytettävistä laitteista robotiikan opetusta koettiin tärkeäksi opetuskohteeksi koneistuksessa ja hitsauksessa. Tähän kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueella on laitettava voimavaroja, jotta opetushenkilöstön osaaminen ja resurssit saadaan käyttöön. YSAOn kone- ja tuotantotekniikan käytössä on tällä hetkellä 3 kiertyvänivelistä teollisuusrobotia, joiden käyttöastetta olisi nostettava. Fanuc-robotia on kohtuullisesti määrin käytetty kappaleenvaihtajana älykkäässä tuotantosolussa Mori Seiki monitoimisorvin rinnalla, mutta opiskelijamäärät ovat olleet rajattuja ja määrältään vähäisiä.

KUKA-robotin ympäristö koneenasennuksen oppimisympäristössä on syksyn aikana saatu valmiiksi mutta robotissa olevia vikoja ei ole vielä saatu korjattua. ABB-hitsausrobotti on ollut yrityskäytössä ja siten oppilaiden mahdollisuus opiskella sitä on ollut rajattua. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusalalla oppimisympäristön automaatioluokassa on käytössä ABB-kiertyvänivelinen robotti. Sen käyttöä kannattaisi laajentaa myös muiden osaamisalojen tarpeisiin. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusalalla on myös paljon osaamista robotiikan osalta ja tämä osaaminen tulisi hyödyntää esimerkiksi opetusjärjestelyillä koneistukseen, hitsaukseen ja koneenasennukseen. Tulisi pohtia myös käytön laajentamista tilajärjestelyjen avulla. Mielenkiintoinen vaihtoehto olisi, jos nykyinen ICT-luokka ja automaatioluokka vaihtaisivat keskenään paikkaa. Yhteistyörobotteja on tulossa teollisuudenkin käyttöön, mutta YSAOn robottien tyyppisiä laitteita tulee olemaan vielä vuosia käytössä, joten niiden käytön ja opetuksen kehittämistä voidaan pitää perusteltuna. Yhteistyörobottien ongelmana on niiden liikkeiden hitaus ja nostokyky perinteisiin robotteihin verrattuna ja siten niiden käyttökohteet teollisuudessa ovat rajallisia.



KUVA 19. Suunnittelukuva rakennettavasta 3D-tulostimesta (Heikkinen ja Cura, 2018.)

Robottien käytölle kannattaisi myös kehittää vaihtoehtoisia käyttötapoja perinteisen hitsauksen ja kappaleen vaihdon tilalle. Näitä voisivat olla esimerkiksi alla olevan luettelman mukaiset käyttötavat:

- Muovin tulostaminen pursotuspäällä (KUVA 19. Suunnittelukuva rakennettavasta 3D-tulostimesta (Heikkinen ja Cura, 2018.))
- Koneistuksessa työkappaleiden viimeistely
 - Fanuc-robotin lähetyville voisi rakentaa logiikkaohjatun hydraulisesti toimivan sorvin pakan, joka simuloi todellisen NC-sorvin pakan toimintaa, jolloin viimeistelyä voidaan opiskella ilman NC-sorvia.
- Koneistuksessa työkappaleiden mittaaminen automaattisesti robottia käyttäen
 - koneistetun työkappaleen asetus robottia käyttäen esim. digitaalisiin tulkkeihin ja mittakelloihin, joissa on datan keräysmahdollisuus.
- Metallin ainetta lisäävä valmistus robottihitsauksella
 - karkeiden muotojen valmistus hitsaamalla.
- Kokoonpanoa robotin avulla.

YSAOn Sähkö- ja automaatio koulutusalan opettaja Terho Jalkanen arvioi YSAOn robottien käyttäiksi opetuksessa noin 10 vuotta eteenpäin. Terhon mukaan mekaniikka kestää vuosikymmeniä, mutta ohjelmistojen käyttöikä voi tulla aiemmin vastaan. YSAOlla on alkuvaiheessa luvussa 3.3 esitelty Älykkästä tuotantosolusta minitehtaaksi SMF-hanke jossa hankitaan tämän hetkisen tiedon mukaan 3D-tulostimia, yhteistyörobotteja ja 3D-mitauslaitteita. Näitä laitteita ei sisällytetä investointisuunnitelmaan. *Hankkeessa hankitaan monialaista tuotantoprosessia simuloiva älykäs ympäristö (Smart Mini Factory), jossa voidaan yhdistää ja soveltaa eri koulutusalojen opetusta (koneen- ja sähkösuunnittelu, 3D-mittaus ja -tulostus, robotiikka ja automaatio sekä sähkö- ja koneenasennus) (SMF 2020).*

Kyselytutkimuksessa tärkeimmäksi NC-koneiden ohjaukseksi todettiin olevan Fanuc ja laitetyypiksi 2-akselinen sorvi. Toisena ohjauksista oli Mazatrol ja laitetoivomuksista toisena 3-akselinen sorvi. Koska meillä on jo tällä hetkellä käytössä kaksi 2-akselisen sorvin ominaisuuksia sisältävää 3-akselista Fanuc sorvia, seuraavaksi hankittavaksi laitteeksi kannattaa harkita 2- tai useampiakselista Mazakin Mazatrol Smooth ohjauksella varustettua NC-sorvia. Mazatrolin Smooth-ohjauksia Yamazaki Mazak Uk Ltd markkinoi mediaseksikkäästi industry 4.0 vauhdittajana: *Mazak on kehittänyt SMOOTH Technologyn, CNC: n, joka pystyy tuomaan Industry 4.0: n liitettävyyden, tuottavuuden ja data-analytiikan periaatteet mihin tahansa tuotantolaitokseen, tehtaaseen tai konepajaan. SMOOTH-tekniikka voi toimia katalysaattorina Teollisuus 4.0: n käyttöönottoon. Sen ytimenä on kyky kerätä ja analysoida tietoja.* (Yamazaki Mazak Uk Ltd 2020.)

Koska perusrahoituksella NC-koneiden hankkiminen voi olla haasteellista, ehdotankin katsomista kauemmaksi tulevaisuuteen ja haettavaksi hankerahoitusta tulevaisuuden teknologioita sisältäviin laitteisiin. Mielenkiintoinen vaihtoehto olisi Smooth –Ai ohjauksella varustettu Mazakin monitoimisorvi Integrex i-200HST, joka käyttää monipuolisesti tekoälyä ohjelmointi- ja koneistusprosesseissa.

Monitoimisorvit ovat yleisiä alueen yrityksissä ja voimassa olevassa kone- ja tuotantotekniikan tutkinnon perusteissakin on opiskelijoiden valittavana tutkinnonosa *Moniakselinen CNC- koneistus*, jonka opetukseen tarvittavaa laitteistoa sorvien osalta tällä hetkellä YSAOlla on ainoastaan Mori Seiki NTX-1000 monitoimisorvi. Moniakselinen CNC- koneistus tutkinnon osan ammattitaitovaatimukset eivät voimassa olevien tutkinnon perusteiden perusteella yksiselitteisesti kumoja 3-akselisten jyrsinkoneiden käyttöä opetuksessa käytettävänä välineenä, mutta itse rajaisin tutkinnon osan ammattiosaamisen näytön suorituksessa käytettävän laitteen monitoimisorveihin. Alla ote *-Moniakselinen CNC- koneistus* -tutkinnon perusteiden ammattitaitovaatimuksista ja kuten asiantuntevat voivat päätellä, lause ei ole täysin yksiselitteinen: *Opiskelija kirjoittaa ohjelman käsin työstökoneen ohjauksella tai CAM-ohjelmaa apuna käyttäen moniakseliseen valmistukseen, ohjelmassa pitää pystyä koneistamaan kappaletta neljältä sivulta yhdellä kiinnityksellä ja kolmella akselilla samaan aikaan* (E-Perusteet 2020).

Tutkimuksessa on huomioitava kyselyssä mukana olleiden yritysten koko ja tärkeys alueelle analysoidessa tutkimuksen tuloksia. Alueen suurilla vientiyhtiöillä, Ponsella metsäkoneiden ja Normetilla tunneli- ja kaivosajoneuvojen suurimmat koneistettavat komponentit koneistetaan Heidenhain-ohjauksella pitkäjyrsinkoneilla. YSAOn on luonnollisesti kyettävä vastaamaan alueen suurimpien toimijoiden tarpeisiin koulutusvälineissä. Ponsen liikevaihto oli vuonna 2019 667 402 000 € (Ponsse Oyj 2020) ja Normetin liikevaihto vuonna 2018 oli 134 030 000 € (kauppalehti 2020). Liikevaihdon perusteella ne ovat selvästi suurimmat alueen teknologiayrityksistä. Tärkeyttä alueelle korostaa myös se, että suurin osa alueen koneistusyrityksistä suorittaa sopimusvalmistusta Ponselle ja Normetille.

Heidenhain oli kyselyssä koettu kolmanneksi tärkeimmäksi työstökoneen ohjaukseksi. Näistä syistä ja kyselytutkimuksenkin perusteella suosittelen sorvihankinnan jälkeen seuraavaksi hankittavaksi laitteeksi Heidenhain iTNC-530 tai -620 ohjauksella varustetun pysty- tai vaakakaraisen työstökeskuksen. Yleensä pienille pysty- ja vaakakaraisille ohjelmien valmistus on järkevää tehdä CAM-ohjelmistoilla ja ohjauksen vaikutus ohjelmointiin ei ole kovinkaan tärkeä. YSAOilla ei ole kuitenkaan mahdollisuutta hankkia Normetin tai Ponsen pitkäjyrsinkoneen tyyppistä laitetta niiden suuren koon ja hankintahinnan vuoksi ja suuren osan vastaavan laitteen ominaisuuksista voidaan opettaa pystyjyrsinkoneella. Heidenhainillakin löytyy industry 4.0 sovelluksia ja se voisi olla uutuusarvoa tuova lisäarvo hankerahoituksen saamiseksi.



KUVA 20. Digital Networking for Industry 4.0. (Heidenhain 2017.)

Ammatillisen koulutuksen reformin pääperiaatteita olivat ajasta ja paikasta irrotettu opiskelu ja yksilölliset opintopolut. Ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun voisi mahdollistaa ohjelmisto- ja laitteistoresurssien hankkiminen pilvipalveluista SaaS tai DaaS-palveluna. Pilvipalvelujen vahvuuksia ja heikkouksia sekä mahdollisuuksia ja uhkia analysoitiin luvussa 7.1. Työssä tutkittiin ja testattiin Tietokeskus Oy:n toimittamaa Microsoftin Azure DaaS-palvelua, joka voisi olla vaihtoehto tietokoneiluokille. DaaS-palvelu voisi mahdollistaa sovellusten opiskelemisen tehotietokoneita kevyemmillä päätelaitteilla ja ajasta sekä paikasta riippumatta. DaaS-palvelu voisi myös mahdollistaa sellaisten tietokonesovellusten opiskelun, jotka ovat esimerkiksi lisenssisopimusten vuoksi perinteisesti onnistuneet vain koulun tietokoneilla.

Pilvipalveluihin siirtymisessä on kuitenkin riskinsä. O'Neal Technradarilta (2018) neuvoo yrityksiä omaksumaan harkitun lähestymistavan ja arvioimaan kaikki käytössä olevat lähestymistavat perustuen yritysten todelliseen tarpeeseen ja jo olemassa olevaan it-infraan, huomiomaan kustannukset sekä turvallisuusnäkökulmat. O'Nealin mielestä ei kannata uskoa pilveen siirtymisen tuovan automaattisesti kustannussäästöjä. Aina ei tunneta oman kapasiteetin mahdollisuuksia eikä kaikkia riskejä jotka pilvipalvelujen hankintaan liittyy. YSAOlla etäpöytäjärjestelmän kustannusvaikutusten tutkiminen on vielä kesken ja ne tulevatkin olemaan ratkaiseva tekijä niiden käyttöönottamista päätettäessä. Tekniikan toimivuus ja etäpöytäjärjestelmän käyttömahdollisuudet ovat jo tulleet esille Digiamis-hankkeen kautta.

Tämä opinnäytetyö oli aiheena mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Positiiviseksi ongelmaksi koitui aihepiireihin liittyvä valtava tiedon ja tutkimusten määrä mutta olennaisen tiedon kerääminen suuren tietomäärän seasta oli välillä haastavaa. Työ kehitti omaa ammatillista osaamista ja laajensi näkemystä tulevaisuuden teknologioista.

Työtä aloittaessani teknologiayritysten suurimpana ongelmana ja kasvun esteenä oli työvoiman saatavuus. Nyt työni ollessa loppuvaiheessa, maailman laajuinen Covid-19 koronaepidemia muutti yhtäkkiä työvoiman tarpeen ja talouden suunnan päinvastaiseksi. Suuri osa alueen teknologiayrityksistä on joutunut aloittamaan sopeutustoimia lomautusten muodossa. Ajankuvasta on vaikea löytää positiivisia asioita, mutta niin kuin monet muutkin katastrofit, korona kiihdyttää teknologioiden kehitystä ja toivottavasti sitä kautta Suomen yritysten tulevaisuuden kilpailukykyä. Koulumaailmassa se on tullut esille etäopetuksessa käytettävien ohjelmistojen ja järjestelmien kehittymisenä jo tämän lyhyen ajanjakson aikana ja ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelumahdollisuuksien paranemisenä joka oli yhtenä reformin tavoitteista.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

AALTONEN, Mika, MERILEHTO, Antti, 2019. Tekoäly, ihminen ja kone. Helsinki 2019: Alma Talent.

ALONEN, Antti. 2020-2-27. 3D-tulostuksen investointi- ja kehityshankkeen kuulumisia, helmikuu 2020. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sulevi Komulainen. [Tulostettu 2020-2-27] Sijainti: Iisalmi: Ylä-Savon ammattiopisto.

Boston Consulting Group 2018. AI in the Factory of the Future. The Ghost in the Machine. [Viitattu 2020-03-29.] Saatavissa: <https://www.bcg.com/publications/2018/artificial-intelligence-factory-future.aspx>

DIGMA - AVOIN YHTEISÖLLINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ, 2020. Tunnusluvut. [Viitattu 2020-03-07.] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/mater/tutkimusmenetelmat/kvantitat/kuvailu/tunnu.htm>

DRAKE, NATE AND TURNER BRIAN, 2019. Best cloud computing services of 2020: for Digital Transformation. Technradar.com. [Viitattu 2020-03-04.] Saatavissa: <https://www.techradar.com/best/best-cloud-computing-services>

EDUSKUNTA, 2018. Valiokunnat. Tulevaisuusvaliokunnan julkaisuja. [Viitattu 2020-03-26.] Saatavissa: <https://www.eduskunta.fi/FI/valiokunnat/tulevaisuusvaliokunta/julkaisut/Sivut/suomen-sata-uutta-mahdollisuutta-2018-2037.aspx>

EMPOWER OYJ, 2020. Älykäs tuotanto. [Viitattu 2020-03-14.] Saatavissa: <https://www.empower.fi/fokusalueet/teemat/alykas-tuotanto.html>

E-PERUSTEET, OPINTOPOLKU 2020. Ammatillinen koulutus: Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto: Tutkinnon osat. [Viitattu 2020-04-17.] Saatavissa: <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/esitys/3855075/reformi/tutkinnonosat/3906420>

EPICOR SOFTWARE CORPORATION 2020. Mikä on Teollisuus 4.0 – Teollinen esineiden Internet (IIoT, Industrial Internet of Things)? Epicorin kotisivut. [Viitattu 2020-04-10.] Saatavissa: <https://www.epicor.com/fi-fi/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#2>

FUTURES PLATFORM 2020. Dynaamista tulevaisuuden ennakointia. [Viitattu 2020-03-26] Saatavissa: <https://www.futuresplatform.com/fi/tuote>

FUTURES PLATFORM 2020. Muutosilmiöt [Viitattu 2020-03-27.] <https://go2.futuresplatform.com/phenomena>

GHRÖN, ERIKA JA TOIVONEN, MATTI 2020. Tekoäly liiketoiminnassa –webinaari. Sarjan ensimmäinen osa. Dain studios ja Savonia HiTek. Powerpoint-esitys. Sijainti: Kuopio: HiTek-hanke.

GHRÖN, ERIKA JA TOIVONEN, MATTI 2020. Tekoäly liiketoiminnassa-webinaari. Sarjan toinen osa. Dain studios ja Savonia HitTek. Powerpoint-esitys. Sijainti: Kuopio: HiTek-hanke.

HARJU, K 2020-03-24. Reponen notkisti leuantekoa. Konepörssin uutisia. Viitattu 2020-03-13.] Saatavissa: <https://koneporssi.com/konepajateollisuus/reponen-notkisti-leuantekoa>

HARJU, K 2020-03-20. Yhteistyörobotti Motoman HC10 Suomen markkinoille. Konepörssin uutisia. Viitattu 2020-04-05.] Saatavissa: <https://koneporssi.com/konepajateollisuus/yhteistyorobotti-motoman-hc10-suomen-markkinoille/>

HEIDENHAIN 2017. Connected Machining: Digital Networking for Industry 4.0. [Viitattu 2020-04-18.] Saatavissa: <https://www.heidenhain.us/resources-and-news/connected-machining-digital-networking-solutions-industry-4-0/>

HEIKKINEN Reijo ja CURA Kirsti 2018. Lisäävä valmistus. AMK-lehti / UAS Journal – ammattikorkeakoulujen yhteinen verkkolehti. Viitattu 2020-04-05.] Saatavissa: <https://uasjournal.fi/tag/lisaava-valmistus>

HEIKKILÄ, Tarja 2014. Tilastollinen tutkimus. E-kirja. Edita. Tilastollinen tutkimus Verkkomateriaali. [Viitattu 2020-04-25.] Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/index.html>

HIMANEN, T., KORTELAINEN, M., MICHELSEN, K., UTTI, J., PARVIAINEN, K., TAHVANAINEN, I JA TONDER, M. 2020. Tekniikan alan selvitys. Tamora Oy. [Viitattu 2020-03-13.] Saatavissa: <https://lappi.fi/wp-content/uploads/2020/01/lappi-tekniikan-alan-selvitys.pdf>

HIRSJÄRVI, Sirkka ja HURME, Helena 2011. Tutkimushaastattelu. Muuttumaton lisäpainos: Helsinki: Gaudeamus.

HUUSKONEN, Mikko 2020. Digiamis-hankkeen raportti. Sijainti: Iisalmi: Ylä-Savon ammattiopiston tiedostonhallintajärjestelmä M-files.

HÄMEEN SANOMAT 2019-05-07. Metallialan työvoimapula ei ota laantuakseen - Huutava pula koneistajista ja hitsaajista. [Viitattu 2020-03-27.] Saatavissa: <https://www.hameensanomat.fi/kanta-hame/metallialan-tyovoimapula-pahenee-huutava-pula-koneistajista-ja-hitsaajista-734148/>

IRVING, Michael 2018. LG takes a load off with AI-controlled exoskeleton. New Atlas 2018-08-28 [Viitattu 2020-04-05.] Saatavissa: <https://newatlas.com/lg-clou-suitbot/56043/>

JALKANEN, T 2020. RbFanuc. Moodle-kurssi. [Viitattu 2020-04-25.] Saatavissa: <https://moodle.ysao.fi/course/view.php?id=964>

JUHTA - JULKISEN HALLINNON TIETOHALLINNON NEUVOTTELUKUNTA 2017. JHS 179 Kokonaisarkkitehtuurin suunnittelu ja kehittäminen. Liite 9. Virtualisointi ja pilvipalvelut teknologia-arkkitehtuurin suunnittelussa.

JÄÄSKELÄINEN, Atte 2019. Mitä tapahtuu huomenna, kun tekoäly poistaa järjettömyydet? Konsultointiyritys Fourkind. WSOY. [Viitattu 2020-04-14.] Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS179_liite9/JHS179_liite9.pdf

KAUPPALEHTI 2019-12-01. En usko, että Suomessa on työttömänä yhtään koneistajaa, jolla on asenne kohdallaan". [Viitattu 2020-03-27.] Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/en-usko-etta-suomessa-on-tyottomana-yhtaan-koneistajaa-jolla-on-asenne-kohdallaan-edes-kilpailukykyinen-palkka-ei-korjaa-huutavaa-osaajapulaa/583025d9-4651-4dc9-a181-d3b4e1ec584b>

KAUPPALEHTI 2020. Yrityshaku: Normet Oy. [Viitattu 2020-04-26.] Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/normet+oy/1514200-1>

KEMPPI, Janiko 2019. Facebook kehittää älylaseja yhdessä Ray-Ban-valmistajan kanssa – "Tarkoituksena korvata älypuhelin". Iltalehti: Digi & tekniikka-Digi uutiset. [Viitattu 2020-04-03.] Saatavissa: <https://www.iltalehti.fi/digi uutiset/a/83f38a56-feec-4740-b02d-e25303a3e7c5>

KEMPPINEN, Matti, KUUSI, Osmo ja SÖDERLUND, Sari 2003. Tulevaisuuden tutkimus. Perusteet ja sovellukset. 2. korjattu painos. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura.

KOTHARI, Jay 2019. Glass Enterprise Edition 2: faster and more helpful. Blogi: [Viitattu 2020-04-03.] Saatavissa: <https://www.blog.google/products/hardware/glass-enterprise-edition-2/?fbclid=IwAR1UIBRh30eAmMC2xdS7PNXQZ66DBVTH2cQJwUST7bufoPIMwQHDU0X44nk>

LINDHOLM, Maria ja REIMAN, Arto ja VÄYRYNEN, Seppo 1/2019. Työturvallisuuden haastava tulevaisuus, kurkistuksia megatrendeihin. Tapaturmavakuutuskeskuksen julkaisuja. Tapaturmavakuutuskeskus (TVK). [Viitattu 2020-09-10.] Saatavissa: www.tvk.fi

LINTURI, Risto ja KUUSI, Osmo 2018. Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. [Viitattu 2019-11-13.] Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf

MASTERCAMIN LAITTEISTOVAATIMUKSET. Mastercamin suomenkieliset verkkosivut. [Viitattu 2019-02-10.] Saatavissa: https://mastercam.fi/?page_id=4346

MASTERCAM TREENIPALVELU. Mastercamin suomenkieliset verkkosivut. [Viitattu 2019-02-10.] Saatavissa: https://mastercam.fi/?page_id=4276

MICROSOFT CO 2020. HoloLens 2. Yhdistetty todellisuus on valmiina liiketoimintaan. [Viitattu 2020-04-04.] Saatavissa: <https://www.microsoft.com/fi-fi/hololens>

O'NEAL, TIM, 2018. The future of cloud computing in 2019. Techradar.com [Viitattu 2020-03-03.] Saatavissa: <https://www.techradar.com/news/the-future-of-cloud-computing-in-2019>

PAUKKU, Timo, 2013. Kymmenen uutta ihmettä. Helsinki: Gaudeamus Oy.

POHJOIS-SAVON ALUEEN YRITYKSET. Technogrowth-hanke. [Viitattu 2020-02-18.] Saatavissa: <http://www.technogrowth.fi/fi/Alueen+yritykset.html>

POHJOIS-SAVON LIITTO, 2020. 246 000 asukasta, 18 kuntaa, monipuolista yritystoimintaa. [Viitattu 2020-02-18.] Saatavissa: <https://www.pohjois-savo.fi/aluekehittaminen.html>

POHJONEN, Juha ja KAUPPINEN, Pekka 2014. Opettamista, yrittämistä, työtä, Ylä-Savon ammattiopisto 1964–2014. Iisalmi: Ylä-Savon ammattiopisto.

OPETUSHALLITUS 2020. Tutkintojen perusteet. Ammatillinen koulutus. [Viitattu 2019-09-23.] Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>

OPETUS- JA KULTTUURIMINISTERIÖ 2015. Hankkeet ja säädösvalmistelu. Ammatillisen koulutuksen reformi. [Viitattu 2019-09-23.] Saatavissa: <https://minedu.fi/amisreformi>

PONSSE OYJ 2020. Yhtiö: Taloudellista tietoa. [Viitattu 2020-04-26.] Saatavissa: <https://www.ponsse.com/fi/taloudellista-tietoa#/>

RESEARCH AND MARKETS. Description Of Report. Industrial 3D Printing Market by Offering, Application, Process, Technology, Industry, and Geography - Global Forecast to 2023. [Viitattu 2019-09-11.] Saatavissa: https://www.researchandmarkets.com/research/lp4758/industrial_3D?w=5

RIEKKI, JUKKA, SILLANPÄÄ, MIKKO JA YLIANTTILA, MIKA, 2017. Tekoälyllä tehostetun reunalaskennan uudet sovellukset. Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiö. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2020-03-21.] Saatavissa: <https://techfinland100.fi/mita-rahoitamme/tutkimus/tulevaisuuden-tekijat/tekoalylla-tehostetun-reunalaskennan-uudet-sovellukset/>

SCHWENDIMANN, B.A., WEVER, B.D., HÄMÄLÄINEN, R JA CATTANEO, A.A.P. 2018. The state-of-the-art of collaborative technologies for initial vocational education: A systematic literature review. International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET). [Verkkójulkaisu] [Viitattu 2019-03-14.] Saatavissa: <https://journals.sub.uni-hamburg.de/hup2/ijrvet/article/view/283/78>

SCHWAPT, KLAUS, 2016. The 4th industrial revolution: What it means, how the respond. Davos, january17, 2016.

SUOMEN RISKIENHALLINTAYHDISTYS, 2013. PK-RH-riskienhallinta: Nelikenttäanalyysi – Swot. [Viitattu 2020-04-12.] Saatavissa: <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>

STAVEN, HENRI, 2019. Neljä käyttötapausta edge computingiin eli reunalaskentaan. Blogi. [Viitattu 2020-03-21.] Saatavissa: https://www.inmicsnebula.fi/fi/blogi/nelja-kayttotapausta-edge-computingiin-eli-reunalaskentaan?language_content_entity=fi

TILASTOKESKUS 2013. Tilastokoulu. Verkkoaineisto. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 2020-04-25] Saatavissa: https://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.xql?page_type=esim&course_id=tkoulu_tlkt&lesson_id=4&subject_id=4&example_id=1

TAMPERELAINEN 2019-11-25. "Kaikki jotka valmistuvat, myös työllistyvät". [Viitattu 2020-03-27.] Saatavissa: <https://www.tamperelainen.fi/artikkeli/820816-kaikki-jotka-valmistuvat-myos-tyollistyvat-tama-ala-vetaa-pirkanmaalla-edelleen>

TEKNOLOGIATEOLLISUUS, 2020. Teknologiateollisuuden kehitys alueittain. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 2020-07-03] Saatavissa: https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Alueraportti_1_2020.pdf

THE ELEMENTS OF AI 2019. Tekoälyn perusteet verkkokurssi. [Viitattu 2020-02-03.] Saatavissa: <https://www.elementsofai.com/fi/>

TILASTOKESKUS. Tilastokoulu: Tilastojen ABC. [Viitattu 2020-04-05] Saatavissa: https://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.xql?page_type=esim&course_id=tkoulu_tlkt&lesson_id=4&subject_id=4&example_id=1

TEVERE OY 2020. Menetelmiä: Swot –analyysi. [Viitattu 2020-04-12.] Saatavissa: <https://tevere.fi/menetelmat/swot-analyysi/>

TOIVANEN, HANNU 2019-17-03. Hallitus leikkasi koulutuksesta yli 690 miljoonaa – nyt puolueet lupaaat kilvan tukea ja haluavat jälleen näyttäytyä koulutuksen puolustajina. Aamulehti. [Viitattu 2020-03-04.] Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/a/201512381>

YLE 2017-03-29. Pulaa lääkäreistä ja CNC-koneistajista – ylitarjontaa paperimiehistä ja puusepistä. [Viitattu 2020-03-27.] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9536346>

YLÄ-SAVON AMMATTIOPISTON ESITTELY. Powerpoint-esitys 2020. Sijainti: Iisalmi, Ylä-Savon ammattiopiston tiedonhallintajärjestelmä M-files.

YLÄ-SAVON KOULUTUSKUNTAYHTYMÄN HISTORIA, 2020. Sijainti: Iisalmi: Ylä-Savon ammattiopiston markkinointiosaston arkistot.

VARAMÄKI, Aku 2018. Future Proof, tulevaisuuden työkirja. Jyväskylä: Docendo.

VENTÄ, O., HONKATUKIA, J., HÄKKINEN, K., KETTUNEN, O., NIEMELÄ, M., AIRAKSINEN, M ja VAINIO. T 2018. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset Suomen kansantalouteen 2030. Valtioneuvoston selvityksiä: Tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2018. [Viitattu 2020-04-05.] Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBOFINN_raportti_.pdf

VENTÄ, O., LEHTINEN, H., LEMPIÄINEN, J., KYRKI, V., RÖNING, J., SIREN, A., LATOKARTANO, J., LUMIAHO, A., KUTILA, M., ANDERSSON, C., KAIVO-OJA, J., LINTURI, R JA KUITTINEN, O. 2016. Robotiikan taustaselvityksiä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2/2016. [Viitattu 2020-03-11.] Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78250/Robotiikan_taus-taselvityksi%C3%A4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

WORLD ECONOMY FORUM. The Future of Jobs. Research report.2016-1.[Viitattu 2019-11-24.] Saatavissa: http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf

YAMAZAKI MAZAK UK LTD 2020. Mazatrol Smooth AI. [Viitattu 2020-04-15.] Saatavissa: <https://www.mazakeu.com/smooth-ai/>

ÄLYKKÄÄSTÄ TUOTANTOSOLUSTA MINITEHTAAKSI (SMF)-HANKE 2020. Tiivistelmä. Sijainti: Iisalmi: Ylä-Savon ammattiopiston M-files tiedostonhallinta järjestelmä.

3D-TULOSTETTUJA TUOTANNON APUVÄLINEITÄ JA APUVÄLINEITÄ. Savonia vaikuttavin amk, 2020. [Viitattu 2020-02-29.] Saatavissa: <https://vaikuttavuus.savonia.fi/#viikonvaikuttavin>

LIITE 1. KONEISTUSALAN ASIANTUNTIJOILLE LÄHETETYT PYYNNÖT

Ensimmäinen pyyntö:

Hei

Teen Yamk -opinnäytetyötä Savonian ammattikorkeakoululle aiheena tulevaisuuden teknologioiden vaikutuksesta opetuksen ja investointien suunnitteluun Ylä-Savon ammattiopistolla.

Vastauksenne on tärkeä koneistuksen opetuksen kehittämiseksi. Toivon vastaustanne 15.02.2020 mennessä. <https://link.webropolsurveys.com/R/55ECA9B6C4B20E82>

Voitte välittää ja jakaa viestin kaikille niille henkilöille organisaatiossanne, joilla on teidän lisäksi aiheeseen osaamista. Alla yleisesti jaettava linkki:

<https://link.webropolsurveys.com/S/8D497DC92DA35F0B>

Ystävällisen terveisin Jari Huttunen

Kone- ja tuotantotekniikka Koneistus

Ylä-Savon ammattiopisto

Muistutuspyyntö:

Hei

Muistutuksena kyselyyn *tulevaisuuden teknologioiden vaikutuksesta opetuksen ja investointien suunnitteluun Ylä-Savon ammattiopistolla*.

Vastauksenne on tärkeä koneistuksen opetuksen kehittämiseksi. Vastaamalla voitte mahdollisesti vaikuttaa YSAOn koneistuksen oppimisympäristön hankintoihin. Toivon vastaustanne 21.02.2020 mennessä.

Voitte välittää ja jakaa viestin kaikille niille henkilöille organisaatiossanne, joilla on teidän lisäksi aiheeseen liittyvää osaamista. Alla yleisesti jaettava linkki:

<https://link.webropolsurveys.com/S/8D497DC92DA35F0B>

Ystävällisen terveisin Jari Huttunen

Kone- ja tuotantotekniikka Koneistus

Ylä-Savon ammattiopisto

Kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetustarpeet

1. Mitä ohjelmistoja (cam yms) toivotte käytettävän kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetuksessa? Rastita 1 tai useampi vaihtoehto

- MasterCam
- EdgeCam
- GibbsCam
- SurfCam
- WinCam-sorvaus
- WinCam- jysintä
- Erp, mikä?
- tiedonsiirto-ohjelma, mikä
- asetuskortin valmistusohjelma, mikä?
- robottien etäohjelmointi, mikä?
- Joku muu, mikä?

2. Mitkä ovat teille tärkeitä cnc-koneiden ohjaus- tai ohjelmointijärjestelmiä? Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)

	1	2	3	4	5
Fanuc	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mazatrol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Okuma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sinumerik (Siemens)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heidenhain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mitsubishi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mori Seiki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nc-quide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fapt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joku muu, mikä <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Mitkä ovat teille tärkeimmät työstökoneyypit tai laitteet, joita haluat ammattiopistossa opetettavan perusopetuksessa? Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)

	1	2	3	4	5
2-akselinen nc-sorvi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3-akselinen nc-sorvi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nc-sorvi vastakaralla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nc-sorvi tankoautomaatilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4- tai useampiakselinen nc-sorvi- tai työstökeskus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pystykarainen työstökeskus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pystykarainen työstökeskus pyöröpöydällä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vaakakarainen työstökeskus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
suuret työstökeskukset, pitkäjyrsinkoneet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
robotiikka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
manuaalisorvaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
manuaalijyrsintä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
hammastus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
joku muu, mikä? <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Merkitse alla olevien koneistajan osaamisalueiden tärkeys yritykselle (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)

	1	2	3	4	5
Cam-ohjelmointitaidot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työstökoneen ohjelmointikoodin luku- ja editointitaidot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asetuksen tekotaidot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työkalujen ja menetelmien tuntemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työstöarvojen tuntemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mittaustekniikka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yleiset koneenpiirustuksen lukutaidot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geometristen toleranssien tuntemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kierteisiin liittyvät teoria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koneiden ja laitteiden huolto- ja kunnossapito-osaaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työstökappaleiden viimeistelytaidot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asenne ja halu kehittyä työssään	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joku muu, mikä? <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Tietyt megatrendit tulevat mahdollisesti vaikuttamaan teolliseen tuotantoon, valitse allaolevista vaihtoehtoista asiasta, joiden uskot vaikuttavan yrityksesi toimintaan tulevaisuudessa, asteikolla 1-5. Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä).

	1	2	3	4	5
ainetta lisäävä valmistus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
teollisuuden 4. vallankumous, (Industry 4.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tekoäly	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
virtuaalimaailman laitteet ja sovellukset	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yhteistyörobotit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
joku muu, mikä? <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

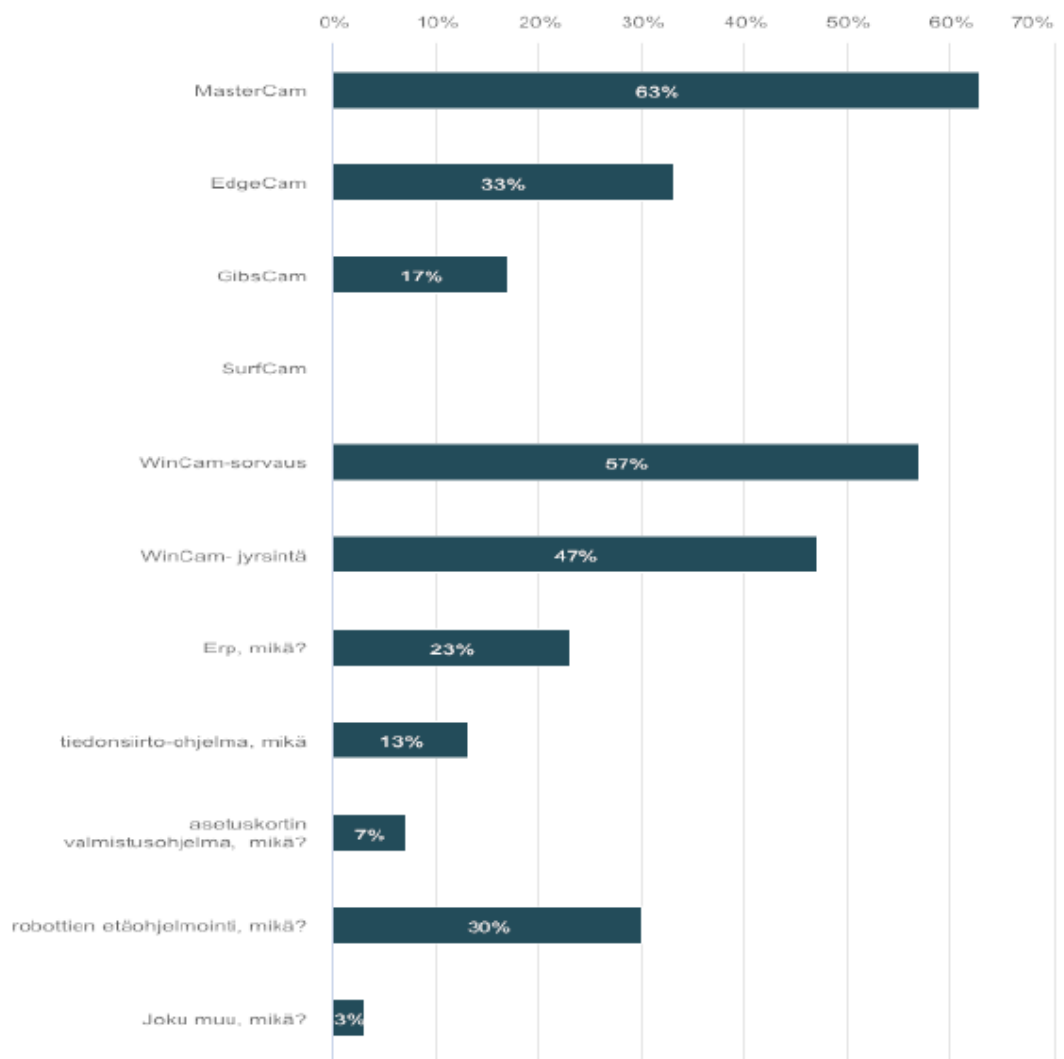
6. Tähän voit kirjoittaa mitkä edelläolevien lisäksi ovat tärkeitä investointikohteita YSAOn koneistuksen oppimisympäristöön tulevaisuudessa?

Perusraportti Kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetustarpeet

Vastaajien kokonaismäärä: 30

1. Mitä ohjelmistoja (cam yms) toivotte käytettävän kone- ja tuotantotekniikan koneistuksen opetuksessa? Rastita 1 tai useampi vaihtoehto

Vastaajien määrä: 30, valittujen vastausten lukumäärä:88



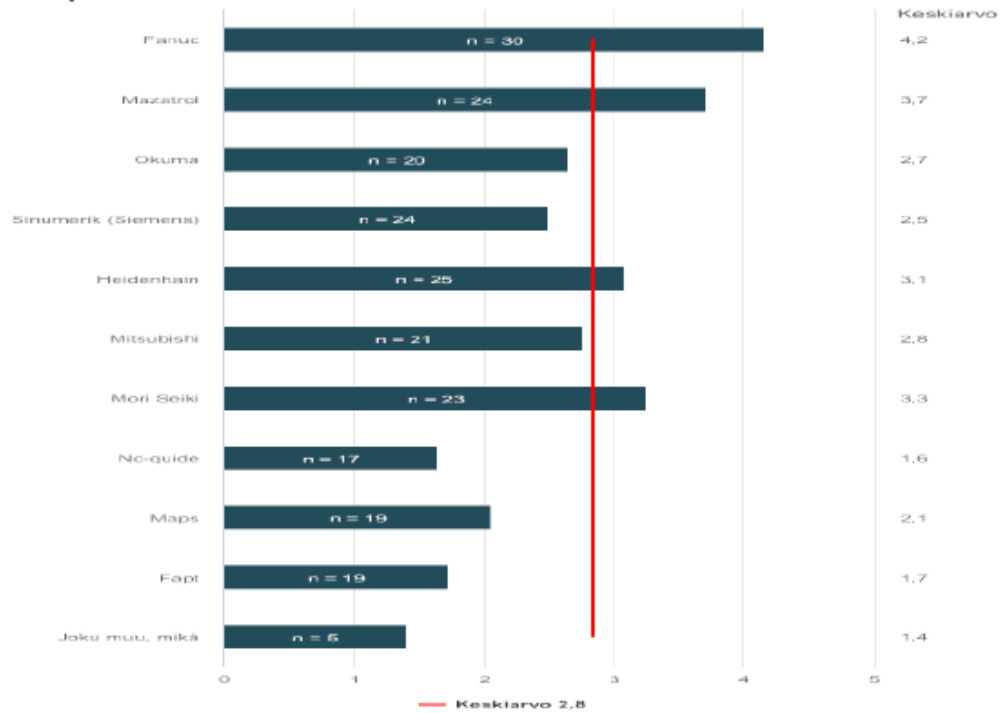
	n	Prosentti
MasterCam	19	63,33%
EdgeCam	10	33,33%
GibsCam	5	16,67%
SurfCam	0	0%
WinCam-sorvaus	17	56,67%
WinCam- jysintä	14	46,67%
Erp, mikä?	7	23,33%
tiedonsiirto-ohjelma, mikä	4	13,33%
asetuskortin valmistusohjelma, mikä?	2	6,67%
robottien etäohjelmointi, mikä?	9	30%
Joku muu, mikä?	1	3,33%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
robottien etäohjelmointi, mikä?	Robotstudio
robottien etäohjelmointi, mikä?	abb robot studio
robottien etäohjelmointi, mikä?	delfoi arc
robottien etäohjelmointi, mikä?	Robot studio
robottien etäohjelmointi, mikä?	Robotmaster
robottien etäohjelmointi, mikä?	Delfoi 4.0
tiedonsiirto-ohjelma, mikä	Igu-systems
tiedonsiirto-ohjelma, mikä	Fanuc server, Mori Server, juoksupoika
Joku muu, mikä?	Solid works
Erp, mikä?	Lemonsoft
Erp, mikä?	Lemonsoft
Erp, mikä?	Mikä tahansa kun perusteet tulee haltuun
Erp, mikä?	Lemonsoft
Erp, mikä?	Lemonsoft
asetuskortin valmistusohjelma, mikä?	Excel käyttö yleensäkin, (asetuskorttipohja)

**2. Mitkä ovat teille tärkeitä cnc-koneiden ohjaus- tai ohjelmointijärjestelmiä?
Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)**

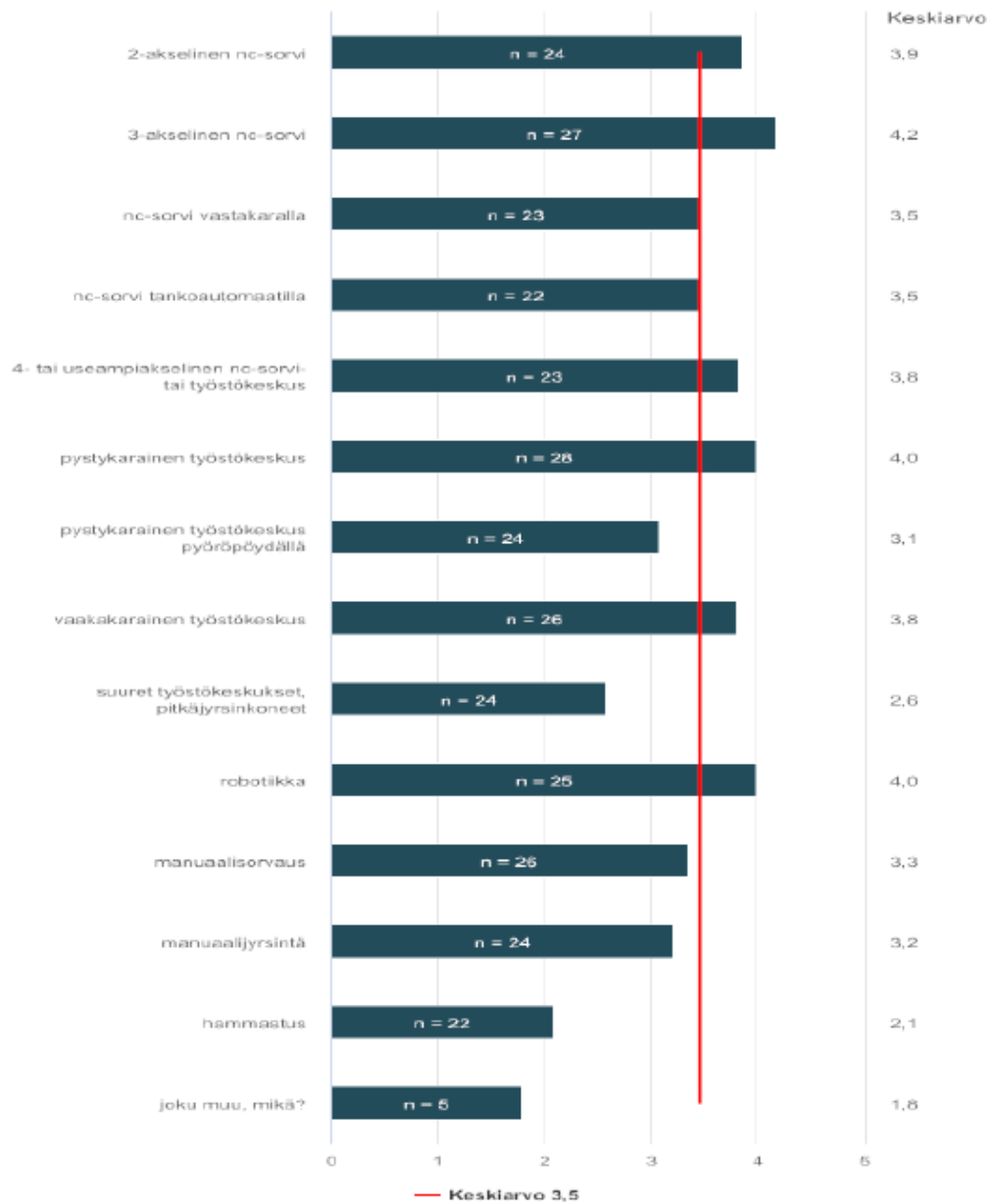
Vastaajien määrä: 30



	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Mediaani
Fanuc	0%	6,67%	26,67%	10%	56,66%	4,17	5
Mazatrol	12,5%	12,5%	12,5%	16,67%	45,83%	3,71	4
Okuma	25%	30%	15%	15%	15%	2,65	2
Sinumerik (Siemens)	37,5%	12,5%	29,17%	4,17%	16,66%	2,5	2,5
Heidenhain	36%	8%	4%	16%	36%	3,08	4
Mitsubishi	28,57%	19,05%	23,81%	4,76%	23,81%	2,76	3
Mori Seiki	13,04%	21,74%	21,74%	13,04%	30,44%	3,26	3
Nc-guide	58,82%	17,65%	23,53%	0%	0%	1,65	1
Maps	47,37%	21,05%	15,79%	10,53%	5,26%	2,05	2
Fapt	63,16%	15,79%	10,53%	5,26%	5,26%	1,74	1
Joku muu, mikä	80%	0%	20%	0%	0%	1,4	1

3. Mitkä ovat teille tärkeimmät työstökoneytyypit tai laitteet, joita haluat ammattiopistossa opetettavan perusopetuksessa? Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)

Vastaajien määrä: 30

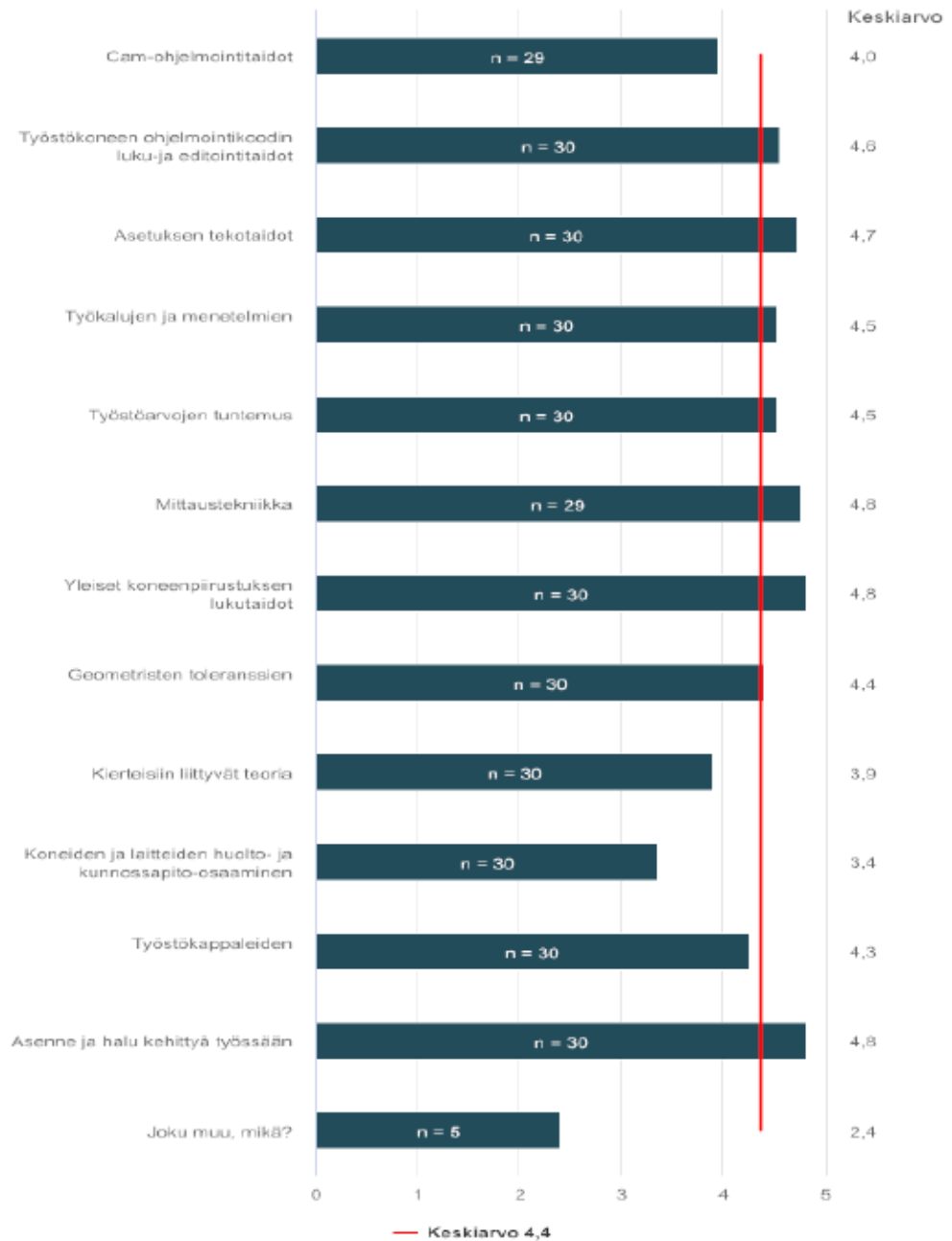


	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Mediaani
2-akselinen nc-sorvi	8,33%	12,5%	12,5%	16,67%	50%	3,88	4,5
3-akselinen nc-sorvi	0%	7,41%	14,81%	29,63%	48,15%	4,19	4
nc-sorvi vastakaralla	4,35%	21,74%	26,09%	17,39%	30,43%	3,48	3
nc-sorvi tankoautomaatilla	4,54%	22,73%	27,27%	13,64%	31,82%	3,45	3
4- tai useampiakselinen nc-sorvi- tai työstökeskus	4,35%	4,35%	30,43%	26,09%	34,78%	3,83	4
pystykarainen työstökeskus	0%	10,71%	25%	17,86%	46,43%	4	4
pystykarainen työstökeskus pyöröpöydällä	12,5%	8,33%	50%	16,67%	12,5%	3,08	3
vaakakarainen työstökeskus	7,69%	7,69%	23,08%	19,23%	42,31%	3,81	4
suuret työstökeskukset, pitkäjyrsinkoneet	16,67%	50%	8,33%	8,33%	16,67%	2,58	2
robotiikka	4%	4%	24%	24%	44%	4	4
manuaalisorvaus	7,69%	26,92%	15,39%	23,08%	26,92%	3,35	3,5
manuaalijyrsintä	8,33%	29,17%	20,83%	16,67%	25%	3,21	3
hammastus	22,73%	45,45%	31,82%	0%	0%	2,09	2
joku muu, mikä?	60%	20%	0%	20%	0%	1,8	1

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
joku muu, mikä?	1-aks. laitteet, kuten porat

4. Merkitse alla olevien koneistajan osaamisalueiden tärkeys yritykselle (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä)
 Vastaajien määrä: 30



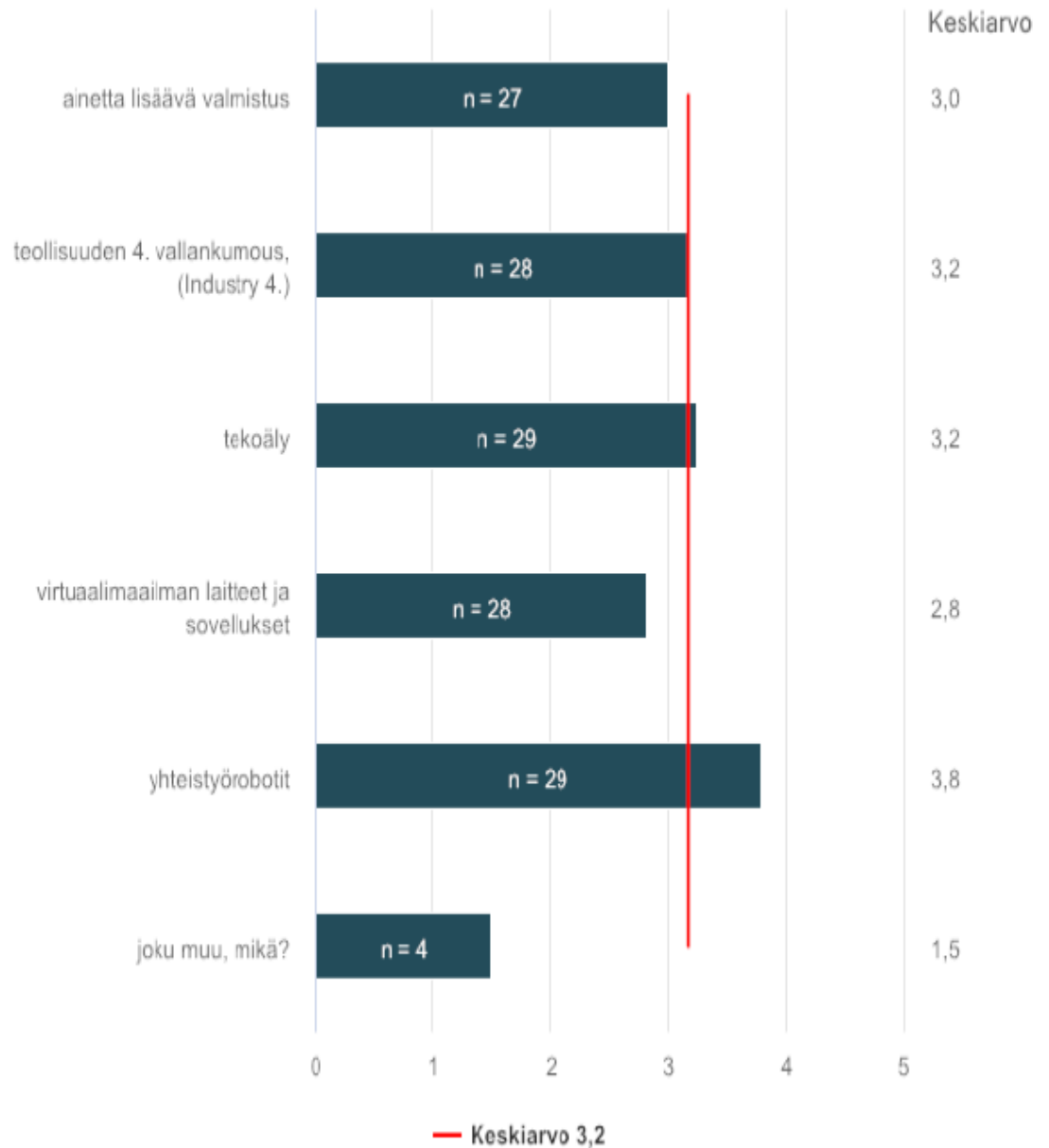
	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Mediaani
Cam-ohjelmointitaidot	0%	6,9%	24,14%	34,48%	34,48%	3,97	4
Työstökoneen ohjelmointikoodin luku- ja editointitaidot	0%	3,33%	6,67%	20%	70%	4,57	5
Asetuksen tekotaidot	0%	0%	0%	26,67%	73,33%	4,73	5
Työkalujen ja menetelmien tuntemus	0%	3,33%	10%	16,67%	70%	4,53	5
Työstöarvojen tuntemus	0%	0%	6,67%	33,33%	60%	4,53	5
Mittaustekniikka	0%	0%	3,45%	17,24%	79,31%	4,76	5
Yleiset koneenpiirustuksen lukutaidot	0%	0%	3,33%	10%	86,67%	4,83	5
Geometristen toleranssien tuntemus	0%	3,33%	10%	30%	56,67%	4,4	5
Kierteisiin liittyvät teoria	0%	13,33%	16,67%	36,67%	33,33%	3,9	4
Koneiden ja laitteiden huolto- ja kunnossapito-osaaminen	0%	10%	53,33%	26,67%	10%	3,37	3
Työstökappaleiden viimeistelytaidot	0%	6,67%	13,33%	26,67%	53,33%	4,27	5
Asenne ja halu kehittyä työssään	0%	0%	3,33%	10%	86,67%	4,83	5
Joku muu, mikä?	60%	0%	0%	20%	20%	2,4	1

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Joku muu, mikä?	Tehtyjen töiden dokumentointi
Joku muu, mikä?	matematiikan perustiedot

5. Tietyt megatrendit tulevat mahdollisesti vaikuttamaan teolliseen tuotantoon, valitse allaolevista vaihtoehdoista asiat, joiden uskot vaikuttavan yrityksesi toimintaan tulevaisuudessa, asteikolla 1-5, Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto 1-5 (1 ei lainkaan tärkeä, 2 hieman tärkeä, 3 melko tärkeä, 4 tärkeä, 5 erittäin tärkeä).

Vastaajien määrä: 29



	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Mediaani
ainetta lisäävä valmistus	14,81%	11,11%	40,74%	25,93%	7,41%	3	3
teollisuuden 4. vallankumous, (Industry 4.)	3,57%	21,43%	39,29%	25%	10,71%	3,18	3
tekoäly	17,24%	10,35%	13,79%	48,28%	10,34%	3,24	4
virtuaalimaailman laitteet ja sovellukset	21,43%	21,43%	21,43%	25%	10,71%	2,82	3
yhteistyörobotit	0%	13,79%	24,14%	31,04%	31,03%	3,79	4
joku muu, mikä?	75%	0%	25%	0%	0%	1,5	1

6. Tähän voit kirjoittaa mitkä edelläolevien lisäksi ovat tärkeitä investointikohteita YSAOn koneistuksen oppimisympäristöön tulevaisuudessa?

Vastaaajien määrä: 5

Vastaukset
<p>Robottiikka lisääntyy sekä koneistuspuolella että hitsauspuolella. Palvelee kumpaakin osa-aluetta, joten se on tärkeää.</p> <p>Kokemusta isojen vaakakaraisten ajosta ja mahdollisuuksien mukaan isojen pitkäjyrsintäkoneiden ajosta.</p> <p>Nykyaikaiset työkalut ja niiden käyttö.</p> <p>Ehkei liity investointikohteisiin mutta asenne omaan työskentelyyn ja itsensä kehittämiseen on ensiarvoisen tärkeää. Asenteen on oltava kohdallaan. Se monesti korvaa puuttuvan tietotaidon! Lisäksi ryhmätyöskentelytaidot ovat tärkeitä vaikkei sitä välttämättä heti osaisi ajatella juuri koneistuksen alalla.</p>
-opettajaresurssi - määrän turvaaminen / lisääminen
Perusopetuskoneiden lisäksi monipuoliset koneet, jotta voidaan kouluttaa myös huippuosajia teollisuuteen.
Uusi Cnc-sorvi, näistä on jatkuvasti pula.
luovaa ajattelua edistävät projektit...esim. opiskelijoiden ryhmätuotekehitysprojektien materiaalit

LIITE 4: INVESTOINTISUUNNITELMA

(Poistettu julkisesta versiosta)

