

Opinnäytetyö (YAMK)

Tekniikan koulutus

2020

Erkki Virkki

KONETEKNOLOGIAKESKUKSEN DIGITAALINEN VALMISTUS

– Myynnin tuotteistaminen

Erkki Virkki

KONETEKNOLOGIAKESKUKSEN DIGITAALINEN VALMISTUS

Myynnin tuotteistaminen

Yritysten digitaalisissa valmistusprosesseissa tiedon määrä kasvaa jatkuvasti. Koneet, laitteet ja suunnitteluohjelmat luovat uutta digitaalista tietoa. Koneisiin liitetyt anturit, ohjelmistot, sekä koneiden ympärillä olevat laitteet, vaihtavat tietoa keskenään jatkuvasti. Tietoa hyödynnetään eri prosesseissa ja tallennetaan, joko omille verkkopalvelimille tai pilvipalvelimille. Haasteellisinta on digitaalisen tiedon hyödynnettävyys käytännössä.

Koneteknologiakeskus Turku Oy:n koulutus- ja kehittämisympäristö on laajentumassa enemmän korkeakoulujen ja yliopistojen tutkimuksen käyttöön. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää ja tuotteistaa Koneteknologiakeskuksen digitaalisen valmistuksen toimintaympäristöä. Tämä tarkoittaa tutkimusympäristön kehittämistä ja näiden tutkimuspalvelujen tuotteistamista, sekä uusien palvelutuotteiden etsimistä. Tutkimuksen yhtenä kohteena on Koneteknologiakeskuksen digitaalisen valmistuksen ympäristön kehittäminen, hyödynnettäväksi korkeakoulujen ja yliopistojen tutkimuspalveluissa. Tutkimuksessa pyritään selkeyttämään yrityksille tehtäviä käytännönläheisiä digitaalisen valmistuksen palveluja sekä pienimuotoisia kehitystöitä. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on auttaa yrityksiä lähestymään yliopistojen ja korkeakoulujen palvelutarjontaa.

Kirjallisuustutkimuksessa on lähestytty teorioita digitaalisen valmistuksen, tuotteistamisen ja myynnin kehittämisen näkökulmista. Tavoitteena on löytää hyviä käytäntöjä kehittämisen tueksi.

Työssä on tehty kyselytutkimus korkeakouluille, yliopistoille sekä yrityksille. Kyselytutkimuksen lisäksi on tehty tarkentavia haastatteluja, tuomaan lisäarvoa tutkimukselle.

Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on kehittää sidosryhmien yhteistyötä palvelumuotoilun tuotteilla, yhteisten myyntiponnistelujen tueksi. Tuloksia hyödynnetään Teknoliakampus Turku tulevaisuuden investointitarpeissa ja digitaalisen valmistuksen koulutuksen ja tutkimuksen kehittämisessä.

ASIASANAT:

Digitaalinen valmistus (DM), CAD, CAM, CAE, FMS, robotiikka, myynti, tuotteistaminen,

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Engineering degree programme

2020 | 69 pages, 16 pages appendices

Erkki Virkki

DIGITAL MANUFACTURING OF THE MACHINE TECHNOLOGY CENTER

- Productization of sales

In the digital manufacturing processes of companies, the amount of information is constantly growing. Machines, devices, and design programs create new digital information. The sensors, software, and devices around the machines connected to the machines are constantly exchanging information with each other. The information is utilized in various processes and stored, either on your own web servers or on cloud servers. The most challenging is the usability of digital information in practice.

Machine Technology Center Turku Ltd. training and development environment is expanding more for the use of higher education and university research. The aim of the research is to develop and commercialize the operating environment of the digital manufacturing center of the Machine Technology Center. This means developing the research environment and productizing these research services, as well as finding new service products. One of the objects of the research is the development of the digital manufacturing environment of the Machine Technology Center, to be utilized in the research services of colleges and universities. The study aims to clarify the practical digital manufacturing services for companies and small-scale development work. In addition, the research aims to help companies approach the service offerings of universities and colleges.

The literature review has approached theories from the perspectives of digital manufacturing, productization, and sales development. The aim is to find good practices to support development.

The study has conducted a survey of universities, colleges and companies. In addition to the survey, more detailed interviews have been conducted to bring added value to the survey.

In addition, the research aims to develop stakeholder collaboration on service design products to support joint sales efforts. The results will be utilized in the future investment needs of the Turku Technology Campus and in the development of digital manufacturing education and research.

KEYWORDS:

Digital Manufacturing (DM), CAD, CAM, CAE, FMS, Robotics, Sales, Productization

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Tutkimusongelma	9
1.3 Tutkimuskysymykset	10
1.4 Rajaus	10
2 DIGITAALINEN VALMISTUS	11
3 MYYNTI	18
4 TUOTTEISTAMINEN	24
5 TUTKIMUSETIIKKA	31
6 TUTKIMUSMENETELMÄT	33
6.1 Tutkimustyypit	33
6.2 Muita tutkimuskäsitteitä	34
7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	37
7.1 Tutkimuksen tavoitteet.	37
7.2 Tutkimuksen kohderyhmä	37
7.3 Tutkimusprosessi	38
8 TUTKIMUKSEN TULOKSET	40
8.1 Kyselytutkimus	41
8.1.1 PLM (Product Lifecycle Management).	41
8.1.2 CAD.	42
8.1.3 CAE.	42
8.1.4 CAM.	43
8.1.5 AM Lisäävä valmistus (3D-tulostus).	43
8.1.6 Tuotannon simulointi.	44
8.1.7 Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu).	44
8.1.8 Ohjelmointi.	45
8.1.9 Digitaalisen valmistuksen kehittämistarpeet	45

8.1.10 Digitaalisen valmistuksen koulutus	46
8.2 Digitaalisen valmistuksen kiinnostavuus	46
8.3 Digitaalisen valmistuksen aihealueet	51
8.4 Tutkimuksen ja koulutuksen palvelutarpeet	54
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	57
9.1 Luotettavuus	57
9.2 Keskeiset havainnot ja hyödynnettävyys	57
9.3 Jatkotutkimuskohteet	61
10 SUOSITUKSET	62
LÄHTEET	66

LIITTEET

- Liite 1. Kyselypohja: KTK:n digitaalisen valmistuksen palvelut
- Liite 2. Tutkimuksen taulukkoanalyysit ja kuvien lähtötiedot
- Liite 3. KTK:n uudet palvelut
- Liite 4. KTK:n digitaalisen valmistuksen palvelut.
- Liite 5. KTK:n digitaalisen valmistuksen tulevaisuuden kehitys.

KUVAT

Kuva 1. Perinteinen ja digitaalinen valmistusprosessi (mukaillen Paritala 2016. s. 984).	12
Kuva 2. Joustava Valmistusjärjestelmä (FMS), mukaillen Kostal 2011).	14
Kuva 3. Digital Manufacturing (Virkki, 2019).	15
Kuva 4. Käsitteiden MBD ja PMI välinen suhde (Rapinoja J-P, 2016).	17
Kuva 5. Volyyymi - variaatio matriisi (mukaillen Johnston 2012, s. 197).	19
Kuva 6. Projektimyynnin kierto (mukaillen Marjorie 2006. s. 174).	21
Kuva 7. Arvon myynnin haasteet (mukaillen Holopainen 2019, s. 10).	22
Kuva 8. Tuotteistamisen viitekehys (Valerio 2019. s.3).	24
Kuva 9. Tuotteistamisen edut Tuote- ja Palvelujärjestelmissä (PPS) (mukaillen Elia 2019, s. 9).	26
Kuva 10. Strategisten ja operatiivisten resurssien arvojen vertailu sekä vaikutukset vakauteen ja joustavuuteen (mukaillen Meier 2010, s. 620).	27
Kuva 11. Minimaalinen valmistus ja maksimalinen palvelu kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti (mukaillen Jovane 2008, s. 653).	28
Kuva 12. Kano-analyysi uusien tuotteiden tai ominaisuuksien sijoittumisesta asiakkaan näkökulmasta (mukaillen DIMECC 2/2016 s. 74).	29
Kuva 13. Haastatteluprosessin toteuttaminen ja analysointi.	39

Kuva 14. Digitaalisen valmistuksen kiinnostus.	47
Kuva 15. Digitaalisen valmistuksen kiinnostavuus (kyllä /ei) jaottelu.	48
Kuva 16. Digitaalisen valmistuksen mahdollisuudet omassa toiminnassa.	49
Kuva 17. Lisätiedon tarve.	50
Kuva 18. Lisätiedon tarve (kyllä /ei) jaottelu.	50
Kuva 19. Lisätiedon tarve oppilaitos/yritys.	51
Kuva 20. Kiinnostuksen jakauma.	52
Kuva 21. Yritysten ja oppilaitosten erot eri aihealueittain.	53
Kuva 22. Digitaalisen valmistuksen mahdollisuudet oppilaitos/yritys.	54
Kuva 23. KTK:n toimintojen palvelut (KTK: esitysmateriaali 2020)	62
Kuva 24. KTK:n uuden mallin mukaiset palvelut (Virkki 2020).	65

TAULUKOT

Taulukko 1. 4 x F Metodi.	21
Taulukko 2. SPIN-tekniikka.	23

KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Lyhenteen selitys
AI	Artificial Intelligence, tekoäly
AM	Additive Manufacturing, lisäävä valmistus
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu (tuote)
CAE	Computer Aided Engineering, tietokoneavusteinen suunnittelu (testaus ja simulointi)
CAM	Computer Aided Manufacturing, tietokoneavusteinen valmistus
CNC	Computerized Numerical Control, tietokoneistettu numeerinen ohjaus
DED	Direct Energy Deposition, Suorakerrostus, jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
FMS	Flexible Manufacturing System, joustava valmistusjärjestelmä
IT	Information Technology, tietotekniikka
FEM	Finite Element Method
KTK	Koneteknologiakeskus Turku Oy
MES	Manufacturing Execution System, Tuotannon tai valmistuksen ohjausjärjestelmä
MBD	Model Based Definition, malliperustainen tuotemäärittely
NC	Numerical Control, Numeerinen ohjaus
OT	Operations Technology, Toimintoteknologia
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta
PBF	Power Bed Fusion, jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia
PLM	Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta
PMI	Product and Manufacturing Information, tuote ja valmistus tiedot
PSS	Product Service Systems, Tuote- ja palvelujärjestelmät

SPIN	Situation, Problem, Implication, Need-Payoff / Tilanne, Ongelma, Vaikutus, Tarve
STEP	Standard for the Exchange of Product Model, tiedostoformaatti
3D	Lisäävän valmistuksen synonyymi, 3D-tulostus, kolme dimensiollinen piirustus tai -piirustusmalli
2D	Kaksi dimensiollinen kuva

1 JOHDANTO

Yritysten digitaalisissa valmistusprosesseissa tiedon määrä kasvaa jatkuvasti. Koneet, laitteet ja suunnitteluohjelmat luovat uutta digitaalista tietoa. Koneisiin liitetyt anturit, ohjelmistot, sekä koneiden ympärillä olevat laitteet vaihtavat tietoa automaattisesti. Tietoja hyödynnetään eri prosesseissa ja tallennetaan, joko omille verkkopalvelimille tai pilvipalvelimille. Haasteellisinta on digitaalisen tiedon hyödynnettävyys koulutuksessa, tutkimuksessa ja käytännön tarpeissa.

1.1 Työn tausta

Koneteknologiakeskus Turku Oy (KTK) on moderni työelämälähtöinen teknologiateollisuuden tarpeisiin keskittyvä koulutus- ja kehittämissympäristö. Ammatillisille oppilaitoksille tarjotaan työelämälähtöistä oppimisympäristöä työharjoittelupaikkana, keskuksen operaattorien tuella. Yrityksille tarjotaan tuote- ja tuotannon kehittämistä automaatiota ja robotiikkaa hyödyntäen sekä akkreditoituja pituuden mittauspalveluja. Korkeakouluille ja yliopistoille tarjotaan kehitysympäristöä perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen testauspaikkana.

1.2 Tutkimusongelma

Koneteknologiakeskus tulee olemaan yhtenä keskeisenä paikkana Teknologiakampus Turku toiminnassa digitaalisen valmistuksen tutkimuksessa ja kehittämisessä. Haasteena ovat eri organisaatioiden väliset kulttuurierot, erilaiset toiminnan arvot sekä tavoitteet nykyisessä toiminnassa.

Tutkimus on osana Teknologiakampus Turku kehittämistä. Sidosryhminä osaamiskeskittymässä ovat mukana Turun kaupunki, Turun yliopisto, Åbo Akademi, Turun ammattikorkeakoulu, Yrkeshögskolan Novia ja Turku Science Park Oy sekä muita Suomen teknisiä yliopistoja.

1.3 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

Miten Koneteknologiakeskuksen liiketoiminta voi kasvaa ja palvella yrityksiä, korkeakouluja ja yliopistoja digitaalisen valmistuksen alueella?

Miten digitaalisen valmistuksen arvontuottoa voidaan kasvattaa Koneteknologiakeskukselle sekä asiakkaina oleville sidosryhmille?

1.4 Rajaus

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena on kehittää KTK:n digitaalisen valmistuksen palvelutarjonnan tuotteistamista yhteisen myynnin tueksi, sekä sidosryhmien yhteistyön parantamiseksi. Samalla kartoitetaan Teknologiakampuksen digitaalisen valmistuksen tulevaisuuden investointitarpeita palvelujen toteuttamiseksi.

Kirjallisuusosuudessa tutkitaan lähdekirjallisuudesta löytyvää digitaalisen valmistuksen aineistoja, jotka tukevat myynnin ja tuotteistamisen kehittämistä. Kyselytutkimuksella kartoitetaan sidosryhmien odotuksia, joita hyödynnetään digitaalisen valmistuksen kehittämisessä Koneteknologiakeskus Turku Oy:n ympäristössä sidosryhmätarpeiden näkökulmasta. Kehittämistyössä luodaan palvelumuotoilun tuotteita ja palvelutarjontaa, jotka auttavat tukemaan yhteisiä koulutuksia, hankkeita ja hankevalmisteluita. Tuloksia hyödynnetään Teknologiakampus Turku ja Koneteknologiakeskus Turku Oy toimintojen selkeyttämisessä sekä sidosryhmäyhteistyön parantamisessa.

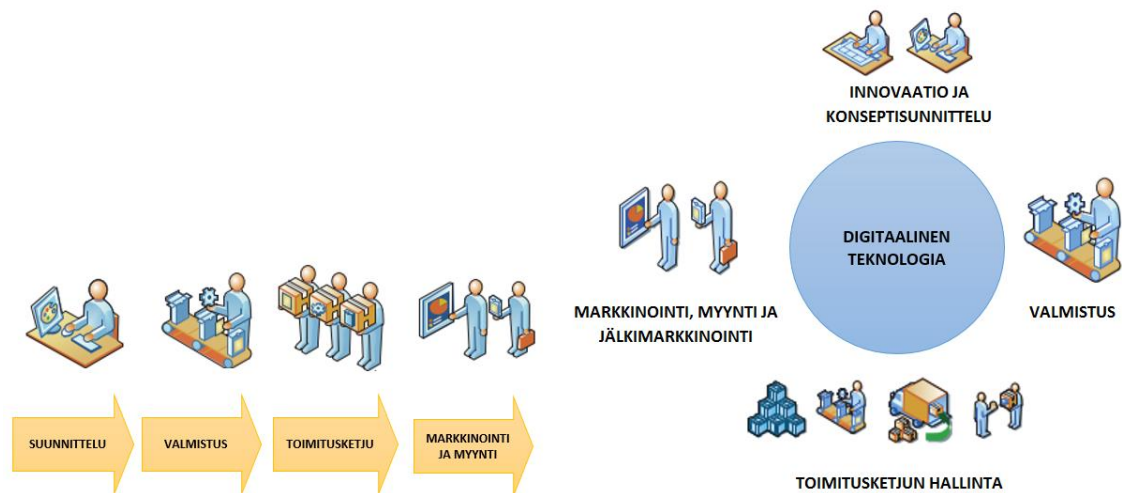
2 DIGITAALINEN VALMISTUS

Digitaalinen valmistus (DM) on tietokonepohjaisten järjestelmien hyödyntämistä valmistuspalveluissa, toimitusketjuissa, tuotteissa ja prosesseissa. DM:n tavoitteena on yhdistää eri järjestelmät, sovellukset ja prosessit läpi koko tuotannon eri osa-alueiden, suunnittelusta valmistukseen, palvelun lopullisen tuotteen valmistumista ja myöhäisempää ylläpitoa. Digitaalisessa valmistuksessa hyödynnetään sensoreita, toimilaitteita, internetin verkkopalveluja, 3D-malleja, simuloitteja, 3D-visualisointeja ym. ohjelmistoja reaaliaikaisesti. Tulevaisuuden digitaalisessa tehtaassa virtuaalisuutta hyödynnetään ennakkoivasti tuotteiden suunnittelussa (Chong 2017, s 2282 - 2283). Digitaalisen valmistuksen aikana saatua tuotetietoa hyödynnetään myöhemmin muissa prosesseissa, esimerkiksi huolloissa ja tuotemuutoksissa.

Fyysisen ja digitaalisen maailman lähestyessä toisiaan, mukaan lukien tietotekniikka (IT) ja operaatioteknologia (OT) puhutaan neljännestä teollisesta vallankumouksesta (Industry 4.0). Kun koko tehtaan tietojärjestelmät, toiminnot ja tuotantoverkostot yhdistetään toimimaan yhdessä sekä optimoimaan suorituskykyään, puhutaan älykkäästä tehtaasta (Smart Factory). Järjestelmät hyödyntävät tekoälyä (AI) ja päivittävät reaaliaikaisesti tietoa digitaaliseen kaksostietokantaan eli Digital Twin:iin, (Deloitte 2017, s. 2 - 5).

Perinteisessä valmistusprosessissa tuotteiden valmistus etenee askel askeleelta eteenpäin, suunnittelusta valmistukseen. Usein valmistetaan ensin prototyyppi, tuotteen laadun ja toimivuuden varmistamiseksi. Toimitusketjun kautta tuote markkinoidaan ja toimitetaan myyntiin. Digitaalisessa valmistuksessa tuote suunnitellaan tietokoneohjelmistoilla, prosessit simuloidaan eri vaiheissa, jolloin varmistetaan valmistettavuus ja toteutettavuus. Myynti ja jälkimarkkinointi toteutetaan sosiaalisessa mediassa (Paritala 2016 s. 983).

Kuvassa 1 havainnollistetaan perinteisen ja digitaalisen valmistusprosessin eroja. Perinteisessä valmistusprosessissa muutosten aikaansaaminen on hidasta, kun on palattava prosessissa takaisin vaihe vaiheelta. Digitaalisessa valmistuksessa muutokset voidaan välittömästi toteuttaa digitaalisesti ja simuloida prosessit muutosten varmistamiseksi. Muutosprosessit tapahtuvat rinnakkain ja ovat nopea toteuttaa.



Kuva 1. Perinteinen ja digitaalinen valmistusprosessi (mukaiillen Paritala 2016. s. 984).

Digitaalinen valmistus on ollut konepajoissa CNC-koneilla käytössä 1970 luvulta lähtien. Digitaalista tietoa hyödynnetään tuotannon koneiden ja laitteiden ohjelmoinneissa. Ennen koneita ohjelmoitiin reikäkorteilla tai reikänauhoilla. Aluksi työstöradat ohjelmoitiin koneille, joko suoraan konekielisinä tai erillisillä NC-ohjelmilla, jotka käännettiin konekieliseksi NC-koodeiksi postprosessoreilla. Nykyisin perustuslähtökohtana digitaaliselle valmistukselle on CAD-kuva, joka on 2D- tai 3D-suunnitteluohjelmistoilla tehty.

CAM-ohjelmat käyttävät CAD-mallien geometriatietoja, työstöratojen ohjelmoinnissa. CAD-kuvia tai CAD-malleja hyödynnetään valmistusprosessissa, kuten koneistuksessa, leikkauksessa, taivutuksessa, mittauksessa, robotiikassa. Esimerkkinä mainittakoon robottihitsauksen työstöratojen ohjelmointi. Toki ohjelmia voi tehdä suoraan koneiden ohjauspaneelilla. Tämä on käyttökelpoinen keino, kun vanhaa ohjelmaa tarvitsee vain vähän muuttaa. Uusien ohjelmien tekemisessä CAM-ohjelmat ovat nopeampia, joskin niistä saatavat NC-koodit ovat vaikeammin muokattavia.

CAE-ohjelmat ovat suunnittelun laskentaohjelmistoja, joita käytetään rakenteiden suunnitteluun ja optimointiin. Lähtökohtana on CAD:llä tehty 3D-malli, jota voidaan muokata analyysin edetessä. Analyysiohjelmistoja on erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten lujuuslaskentaan (FEM), virtaustekniikkaan ja rakenteiden ja prosessien optimointeihin.

Tuotannon simuloinnilla tutkitaan eri valmistusprosessien käyttäytymistä suunnitteluvaiheessa tai käytössä olevien järjestelmien toimintojen tehostamisessa. Tavoitteena on tuottavuuden ja kannattavuuden parantaminen. Simuloinneissa hyödynnetään 3D/CAD-

malleja. Erilaisia toimintamalleja simuloimalla saadaan tukea esimerkiksi investointipäätöksille tai lay-out muutoksille. Koulutuksessa simuloinnit ovat käyttökelpoisia havainnollistamaan prosessien toimintaa.

Tuotantoprosessin simuloinnissa tutkitaan robotti- tai koneistussolun ominaisuuksia 3D/CAD-malleja hyödyntämällä. Malleja voi käyttää kiinnitinsuunnittelussa, törmäystarkastelussa, ergonomian parantamisessa, tai vaiheajojen tutkimisessa hinnoittelun tukena. Koulutuksessa voidaan simuloimalla havainnollistaa suuriakin kokonaisuuksia.

Ainetta lisäävä valmistus (AM) eli kansankielellä 3D-tulostus, on vastakohta ainetta poistaville valmistusmenetelmille, kuten lastuavalle työstölle. Prosesseja on toimintatavoiltaan erilaisia ja käytettäviä materiaaleja on useita, paperista, muovista ja metallista aina keraamisiin materiaaleihin. Lisäävän valmistuksen lähtökohdista on 3D/CAD-malli. AM-suunnittelu vaatii uudenlaista ajattelua perinteiseen suunnitteluun verrattuna. Pääajatuksena on toiminnollisuus, kun perinteinen suunnittelu alkaa valmistuksen lähtökohdista ja rajoitteista.

Ohjelmointitaidot ovat tärkeä osa digitaalisen valmistuksen osa-alueita. Oli kyseessä sitten valmistuksen koneiden vieressä tehtävä ohjelmointi tai etänä toimistossa tapahtuva ohjelmointi (etäohjelmointi / Off-line ohjelmointi). Haasteena on osaajien kouluttaminen eri digitaalisten valmistuksen tehtäviin, koska jokaisessa osaamisalueessa on omat ominaispiirteet hallittavana.

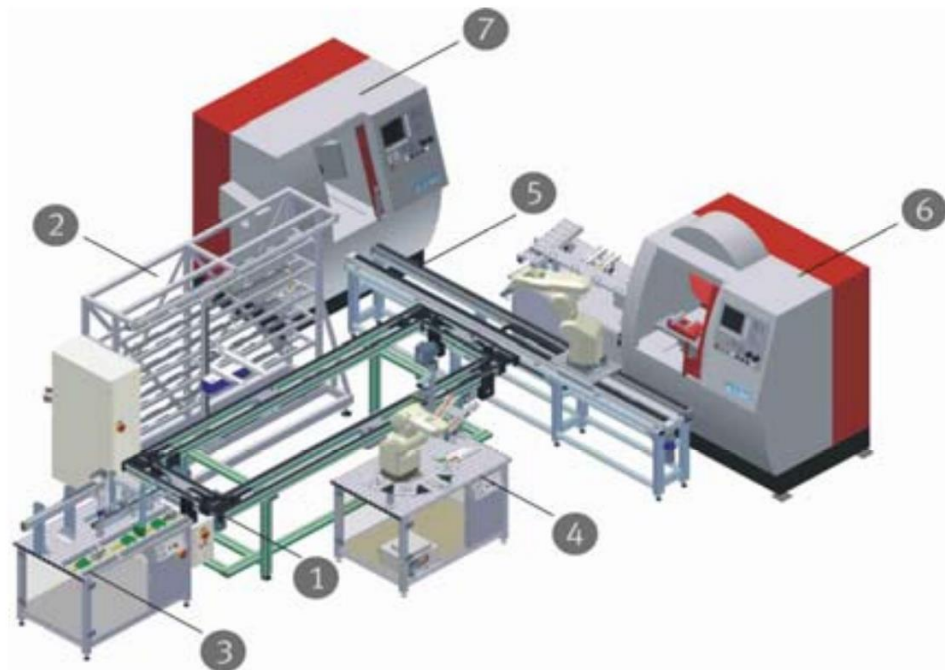
Digitaalisen valmistuksen tuotetiedot tallennetaan PDM (Product Data Management) järjestelmään. PDM-järjestelmään kerätään valmistusenaikaisia tietoja, kuten CAD, CAM, CAE, nimiketietoja, tuoterakenteita, tuotteiden versiota ja muita tietoja.

Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) ohjaa keskitetysti yritysten prosesseja. ERP:llä integroidaan markkinoinnin, myynnin, tuotannon, suunnittelun, varastojen ja logistiikan ja muut toiminnat yhteen. ERP:n kautta hallitaan resursseja, karkeakuormitusta ja tuotantotilauksia. ERP:n etuina ovat ajantasainen tieto, kerran syötetyt tiedot ovat muiden järjestelmien käytössä. Muita hyötyjä ovat varastojen pieneneminen, oikea-aikaiset toimitukset, tuottavuuden kasvaminen, sekä parempi prosessin hallinta (Jituri 2018. s. 422).

Tuotannon ohjausjärjestelmä (MES) ohjaa tuotannon hienokuormitusta ja kerää tuotantotilauksista tietoa, käytettyjä työtunteja, laatu- ja materiaalitietoja. MES:llä voidaan jakaa ja hallita tuotannon informaatiota, kuten tarvittavaa ohjeistusta, ohjelmia ja häiriöitä.

MES:ssä voidaan tarkempia tehdä resurssikohtaisia simulointeja eri tuotantosunnitelmille.

Joustavat valmistusjärjestelmät (FMS) ovat laajoja tuotannonohjausjärjestelmiä. FMS-järjestelmät hyödyntävät ERP- ja MES-järjestelmien tietoja. Kaikilla yrityksillä ei ole erillisiä MES-järjestelmiä, vaan FMS hoitaa kaiken tarvittavan tiedon keräämisen ja välittämisen. FMS-järjestelmiin sisältyy varaston- ja materiaalinhallinta järjestelmät. FMS-järjestelmät voivat optimoida tuotantoa ja kuormittaa tuotannon resursseja uudestaan, kun havaitaan puutteita materiaaleissa tai työkaluissa. Samoin kun on tarvetta tehdä resurssi- tai aikataulumuutoksia. FMS-järjestelmät hoitavat automaattisesti materiaalin vaihdon työstökoneilla, ohjaten työpaletteja tai robotteja mahdollistaen näin miehittämättömän ajon. Järjestelmät keräävät tietoa ERP- ja MES-järjestelmien käyttöön. FMS-järjestelmät pystyvät simuloimaan ja vertailemaan erilaisia tuotanto-ohjelmia ja sitä kautta lyhentämään tuotannon läpimenoaikaa. Kuvassa 2 on periaatteellinen kuva FMS-järjestelmästä (Kostal 2011, s. 726).



Kuva 2. Joustava Valmistusjärjestelmä (FMS), mukailien Kostal 2011).

Kuvassa 2 numero yksi on kuljetin, joka siirtää työkappaleet eri asemille. Numero kaksi on materiaalivarasto aihioille tai kootuille kappaleille. Numero kolme on paletin käsittely-asema, valmistettävien kappaleiden esiasetuksia ja laadunvarmistusta varten. Numero

neljä on kokoonpanoasema kameranäöllä varustetulla robotilla. Numero viisi on kappaleenkäsittelyrobotti työstökoneille tehtäviin asetuksiin. Numero kuusi on CNC-sorvi ja numero seitsemän on CNC-jyrsinkone, työkalupaleiden koneistamiseen.

Suurimmissa FMS-järjestelmissä on kymmeniä työstökoneita, keskitetty työkaluhallinta ja satoja varastopaikkoja. Järjestelmät keräävät myös tuotantodataa laadunvarmistuksen käyttöön.

Kuva 3 havainnollistaa konepajaympäristön prosesseja ja digitaalisia tietovirtoja. Tuotetietoa syntyy koko prosessin ajan ja tavoitteena on tietojen siirtyminen automaattisesti järjestelmistä toisiin. Tietojen siirtämisessä on haasteensa tietojen tallennusformaattien erilaisuudesta johtuen. Toisena syynä on kone- ja ohjelmistovalmistajien halu suojella omaa osaamistaan ja tuotteitaan, jolloin järjestelmät ovat suljettuja. Suljettujen järjestelmien avoin tietojensiirto ei ole aina mahdollista tai ainakaan kovin helppoa. Tästä johtuen, yrityksissä räätälöidään ja otetaan käyttöön omia rinnakkaisia järjestelmiä.



Kuva 3. Digital Manufacturing (Virkki, 2019).

Pilvipalveluissa toimivat ohjelmistot helpottavat eri järjestelmien tietojen hyödyntämisissä ja yhteensovittamisissa. Pilvipalveluihin siirretään tietokannat, jolloin tietojen takaisinkytkentä on mahdollista ja reaaliaikaisuus lisääntyy. Virtuaaliset 3-ulotteiset tuotematlit ovat useimpien toimijoiden käytössä. Tuotannon- ja suunnittelunsimuloinnit voidaan

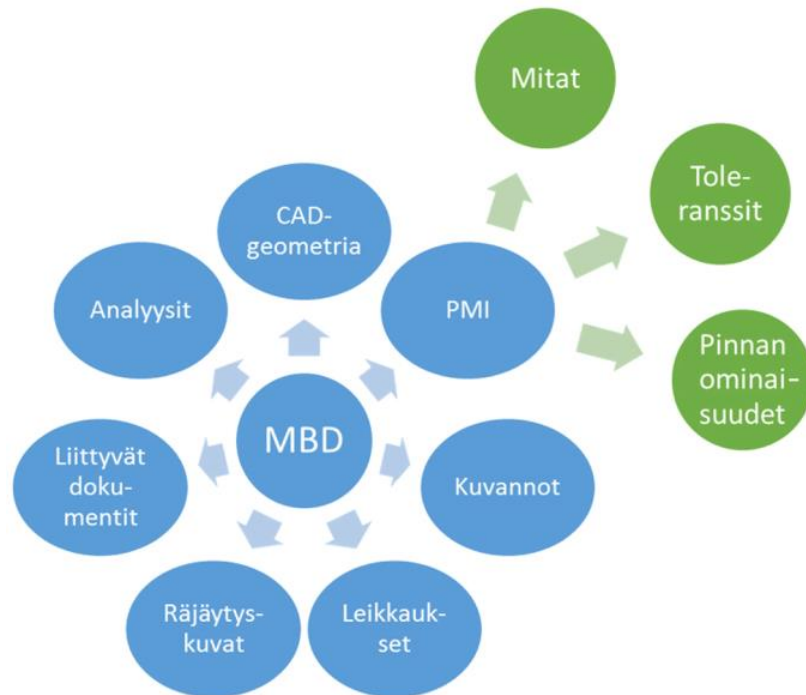
hankkia niihin erikoistuneilta toimittajilta. Tuotantoa ei tarvitse tehdä itse, vaan valmistusta voidaan teettää useilla toimittajilla. Paikkariippuvuus katoaa kun tietokannat ovat pilvipalveluissa.

Tuotteen elinkaarijärjestelmän (PLM) tavoitteena on kerätä tuotteista informaatiota koko tuotteen elinajan. Tuotteet ovat monimutkaisia ja informaatiota kertyy eri prosesseista tuotteen valmistamisesta tuotteen aina hävitykseen asti (Li 2020, s. 4). Haastavinta yrityksille tulee olemaan miten integraatio hoidetaan automaattisesti PLM:n ja ERP:n välillä. Järjestelmien integroiminen keskenään on oleellista, jotta kerran syötettyä tietoa voidaan hyödyntää (Prashanth 2017 s. 2270).

Tuotetiedonhallintajärjestelmä (PDM) on osa PLM-järjestelmää. PDM:ssä ovat asiakirjojen hallinta, tuoterakenteiden hallinta, ominaisuuksien luokittelujärjestelmät ja muut tuotetiedot. Järjestelmässä olevat tiedot ovat periaatteessa kaikkien hyödynnettävissä. Johto voi seurata kustannuksia ja tehdä strategisia päätöksiä. Myynti voi vertailla tuotteiden ominaisuuksia kilpailijoihinsa nähden. Tuotekehitys voi tehdä parannuksia uusiin tuotteisiin, käyttäen pohjana vanhoja tuotteita. Projektipäälliköt voivat laittaa järjestelmään aikatauluja sekä muita projektin hoitamiseen tarvittavia aineistoja. PDM järjestelmien tiedot on mahdollista integroida toimimaan yhdessä ERP-järjestelmien kanssa (Scheidel 2017, s. 3-4).

Tulevaisuudessa digitaaliset mallit korvaavat perinteiset 2D- ja 3D-koneenpiirustukset. Kun tuotteen 3D-kuviin lisätään mitoitus- ja toleranssitietoja ja muita valmistus- ja tuotetietoja puhutaan mallipohjaisesta tuotemäärittelystä (MBD) (Heininen 2019, s. 14). Kun CAD-malliin lisätään nimellimitat, vaaditut toleranssit ja muut pinnan ominaisuudet, joita hyödynnetään valmistuksen koneissa, puhutaan PMI-ominaisuuksista (Product Manufacturing Information (Bijnens 2018, s. 223). STEP on CAD-formaatti, jota käytetään tuotetietojen siirtämisessä CAD-kuvista muihin CAM/CAE -järjestelmiin. STEP formaatti käytetään yleisesti työstöratojen, koordinaattimittakoneiden ja robottien liikeratojen ohjelmoinneissa. Formaatti on yleisesti käytetty lisäävän valmistuksen kerrostuksien ohjelmoinneissa.

Kuva 4 selventää mallipohjaisen määrittelyn tuotemalleihin (MBD) sisällytettyjä digitaalisia informaatioita.



Kuva 4. Käsitteiden MBD ja PMI välinen suhde (Rapinoja J-P, 2016).

Kuvasta 4 nähdään malliperustaisen tuotemäärittelyn (MBD) mahdollisuudet (Rapinoja 2016, s. 6). Mitoitukseen liittyvien toleranssien lisäksi, MBD-malliin voidaan liittää muita valmistuksen aikana tarvittavia dokumentteja, esimerkiksi materiaalitietoja, tarvittavia standardeja, ohjeistuksia, ja muita hyödyllisiä tietoja. Tietoja käytetään tukena ja lisäinformaationa valmistuksen eri vaiheissa sekä laadunhallintajärjestelmissä.

3 MYYNTI

Myynti on vuorovaikutuksen hienovaraista hallintaa, jolla pyritään vaikuttamaan lopputulokseen, joka tuottaa molemmille osapuolelle arvoa. Molempien osapuolten on koettava hyötyvänsä syntyneestä lopputuloksesta. Nykyisin organisaatiossa myyntitoimintaa tehdään monella eri tasolla. Jokainen asiakaskohtaaminen on myyntitoimintaa. Toisin sanoen koko organisaatio myy, eli kaikki myyvät (Hänti 2016, s.10, 24).

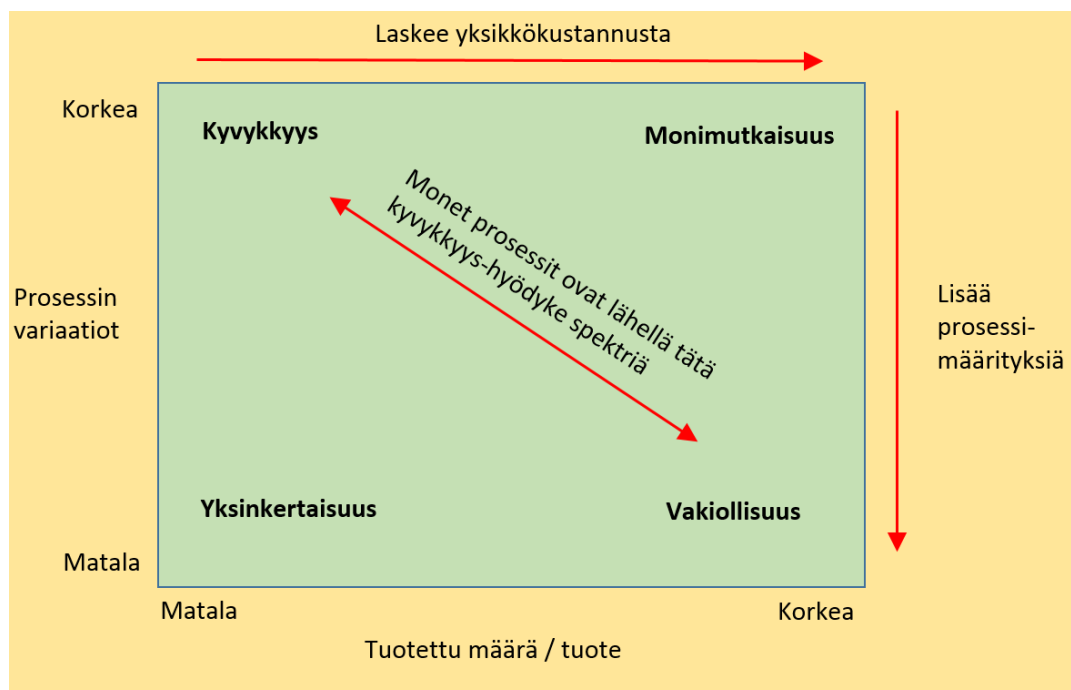
Myyntin kehittäminen alkaa tarkastelemalla yrityksen strategisia suuntaviivoja. Strategiassa on määritelty yrityksen tarkoitus, kuten pitkän aikavälin asiakasarvon tuottaminen, yrityksen suuntaviivat sekä kannattavan kasvun tavoitteet. Strategiassa on määritelty myös suunta- ja kasvutavoitteet sekä tuotesegmentit, missä yrityksen on tarkoitus toimia. Tärkeä asia on ymmärtää ja määritellä mitkä asiat lisäävät asiakkaan kokemaa tuotteen arvoa (Wood 2004, s. 7).

Markkinoinnin suunnittelu alkaa ensin ulkoisen ja sisäisen tilanteen tutkimisella. Ulkoisissa arvioinneissa tutkitaan esimerkiksi poliittisia-, taloudellisia-, sosiaalisia-, kulttuurisia- ja teknologisia ympäristöjä. Mahdollisesti arvioidaan ekologiset demokraattiset ja kilpailukyvyyn muutokset. Sisäisissä arvioinneissa tutkitaan yrityksen tilannetta resurssien, tarjousten, kyvykkyyksien ja tärkeiden asiakassuhteiden näkökulmasta. Toisessa vaiheessa tutkitaan ja analysoidaan markkinoita sekä asiakkaita. Arvioidaan markkinaosuuksia, asiakastarpeita ja asiakasvaatimuksia, tuotevaatimuksia sekä asiakastyytyvyyttä. Kolmannessa vaiheessa määritellään asiakassegmentit, yksittäis- vai kulutusmarkkinat tai pien- vai suurasiaakkaat. Tämän jälkeen kohdennetaan yhdelle tai useammalle asiakassegmentille. Asemoidaan myyntikanavat tai tuotebrändit kohdennetuille asiakassegmenteille. Neljännessä vaiheessa suunnitellaan markkinoinnin kohteet ja suunnat organisaation tavoitteiden mukaisesti. Viidennessä vaiheessa tehdään markkinointistrategia, toimenpideohjelmat ja suunnitellaan tarvittavat toimenpiteet tukemaan aikaisemmin asetettujen tavoitteiden toteuttamista. Kuudennessa vaiheessa suunnitellaan prosessin edistymän ja tehokkuuden mittaus. Viimeisessä käyttöönottovaiheessa otetaan suunnitelmat käyttöön, valvotaan ja arvioidaan suunnitelmien toteutumista (Wood 2004, s. 14 - 26).

Prosessin/tuotteen kustannuksiin vaikuttaa tuotteen volyyymi ja erilaisten variaatioiden määrä. Kun tuotteita tehdään paljon, on kustannus tuotettua yksikköä pienempi. Samoin

on kustannus tuotettua yksikköä pienempi, kun tuotteen tai palvelun prosessi on vakioitunut. Tässä vaiheessa prosessi on kehitetty tehokkaaksi ja joustavaksi, eikä muutoksia tarvitse enää tehdä. Toisaalta kustannukset ovat pienempiä, kun prosessi tai tuote on yksinkertainen. Jos prosessi on monimutkainen, se nostaa prosessin kustannuksia (Johnston 2012, s. 197).

Seuraavassa kuvassa 5 havainnollistetaan esimerkiksi palveluprosessin kustannusten muodostumista. Matriisin vasemmassa yläkulmassa kyvykkyyksiprosessi tarjoaa asiakkaalle erikoisosaamista ja mahdollisuuksia, palvelut eivät ole vakioituneita. Prosessia voi joustavasti muuttaa asiakastarpeen mukaan. Näin toimitaan esimerkiksi tutkimus- ja kehitysorganisaatioissa. Matriisin oikeassa alakulmassa hyödykeprosessit ovat vakioituja. Näitä ovat suuren volyymin palvelut, esimerkiksi huoltokorjaukset, joissa vaihdetaan valmiita komponentteja. Tällöin ammattitaitovaatimukset eivät ole korkeita. Vasemmassa alakulmassa palveluprosessi on yksinkertainen, volyymin ollessa pieni, yksikkökustannukset nousevat. Oikeassa yläkulmassa tuote on monimutkainen, mutta volyyymi on suuri, yksikkökustannus voi olla korkeakin. Yritysten on mietittävä miten haluavat profiloituvansa palveluprosessien tuottamisessa, jotta saisivat toiminnan kannattavaksi (Johnston 2012, s. 197).



Kuva 5. Volyymi - variaatio matriisi (mukaillen Johnston 2012, s. 197).

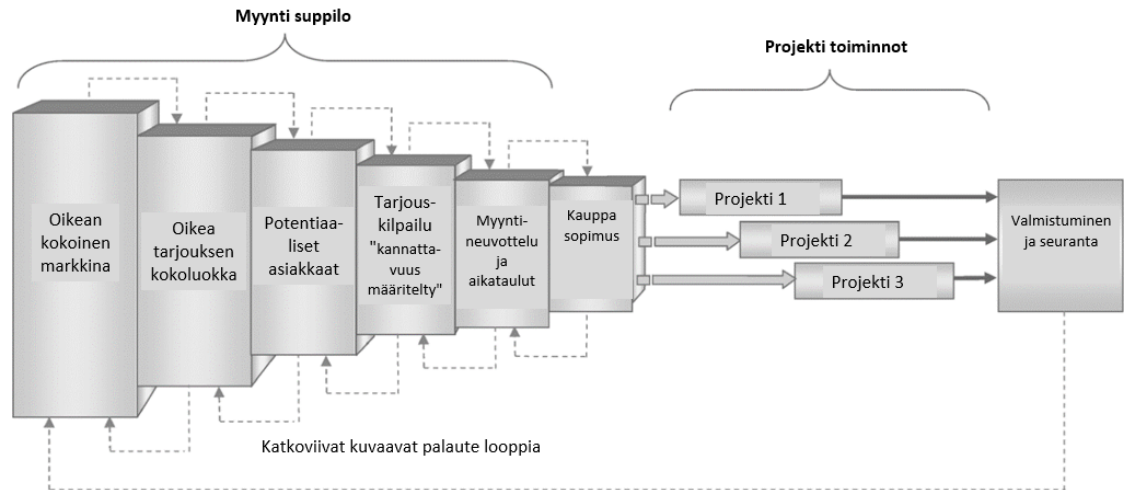
Kuvasta 5 voidaan päätellä seuraavasti. Yrityksen ymmärtäessä asiakkaan kokeman palvelun arvon, voi yritys asemoida paremmin palvelujensa hinnan.

Palvelujen myynti on erotettava tuotantoprosessin myynnistä. Tuotantoprosessista valmistuu konkreettisia tuotteita, joita myydään. Asiakastyytyväisyys muodostuu pääosin tuotteen teknologisista ominaisuuksista, esimerkiksi laadusta, hinnasta ja toimitusvarmuudesta. Palvelujen myynnissä tuote on enemmänkin prosessi. Konkreettinen tuote on palveluja, esimerkiksi hiustenleikkaus, tuotekehitys, ja brändin muodostaminen. Tuotteeseen kytkeytyy asiakas oleellisesti mukaan. Asiakastyytyväisyys muodostuu palvelukokemuksesta (Wright 1990, s. 15).

Palvelujen myynnin on tyydytettävä asiakkaiden tarpeet, samoin kuin konkreettisten tuotteidenkin. Palvelujen hyötyjen toteaminen on haastavampaa, koska ei ole konkreettista fyysistä tuotetta näyttää. Asiakastyytyväisyys saavutetaan toimintojen avulla, esimerkiksi pankki-, vakuutus-, huolto-, konsultointi-, ja koulutuspalvelut, muutamina esimerkkeinä mainittuna (Jobber 2015, s. 129).

Voittoa tavoittelemattomien ja julkisten organisaatioiden hinnoittelussa ovat eri periaatteet, kuin tuote- tai palvelumarkkinoilla toimivilla yrityksillä. Yliopistot ja korkeakoulut pyrkivät osittaiseen kustannusten korvaamiseen, luottaen yksityisiin lahjoituksiin ja julkisiin avustuksiin, puuttuvien kustannustensa kattamiseksi (Kotler 2012, s. 658). Julkisten organisaatioiden on pidettävä huoli, etteivät ne toiminnallaan väärinä kilpailua, koska toimintaa tuetaan ja kustannuksia katetaan julkisilla varoilla.

Kuvassa 6 esitetään myynnin eri vaiheita (myyntisuppiloo) sekä toteutusvaihetta valmistumiseen ja seurantaan asti. Seuraavaan vaiheeseen voi edetä vasta, kun edellinen vaihe on onnistuneesti toteutettu. Myynnin tavoitteena on tuottaa parempia ja sitoutuneita asiakasnäkymiä vaiheesta toiseen. Kun lisää eri myyntivaiheiden toteutumisen seurantaa, mahdollisuudet saada kauppa onnistumaan kasvaa. Saavutetaan suurempi asiakastyytyväisyys ja uusien kauppajen toteutumisen jatkuvuus. Liiketoiminnan toistumisen mahdollisuudet kasvavat (Cooper 2006, s.175).



Kuva 6. Projektimyynnin kierto (mukaillen Marjorie 2006. s. 174).

Myyntiprosessia helpottamaan voi soveltaa 4 x F metodia. Taulukossa 1 on avattu 4 x F merkitystä. Perusajatuksena on toimiminen asiakkaan eduksi.

Taulukko 1. 4 x F Metodi.

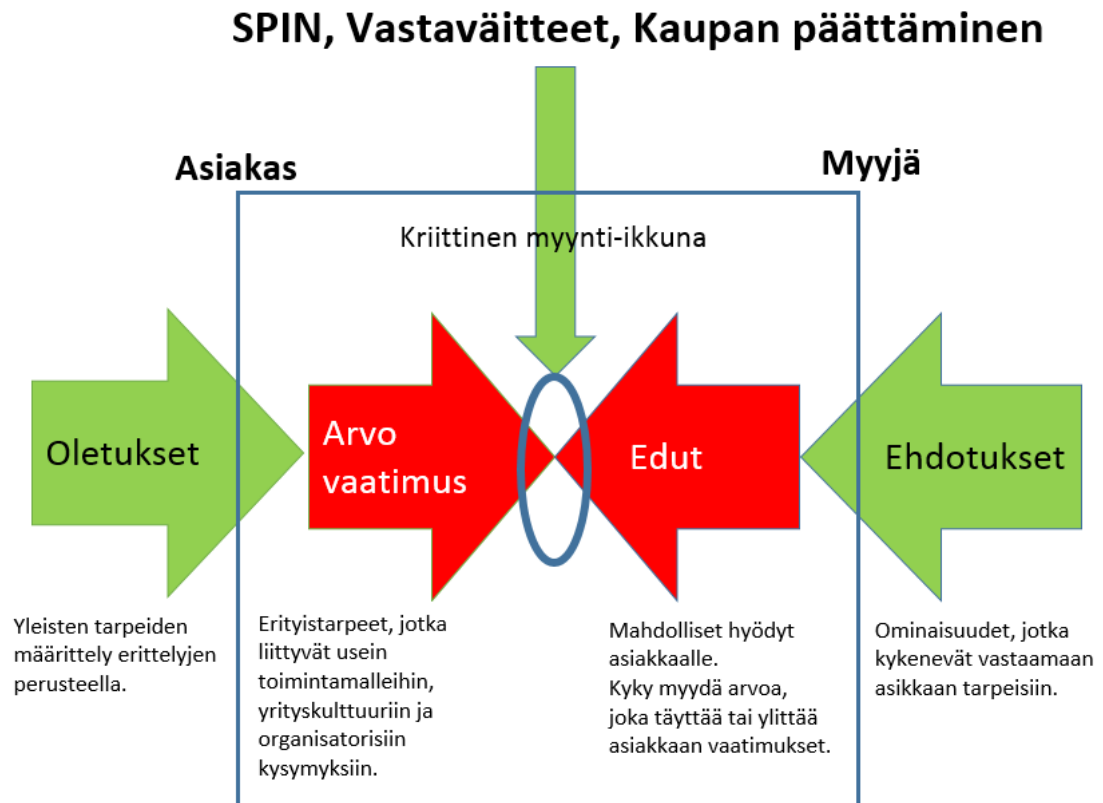
FAST	=	Tee nopeita toimenpiteitä asiakkaan eduksi
FLEXIBLE	=	Kehitä joustavia ratkaisuja asiakkaan eduksi
FOCUSED	=	Keskity olennaiseen asiakkaan eduksi
FRIENDLY	=	Luo lämmin ja luottamuksellinen ilmapiiri asiakkaan kanssa

4xF metodin toteuttaminen vaatii asiakkaan tuotteiden ja liiketoiminnan tuntemista. Myyjän on kyettävä löytämään konkreettisia esimerkkejä asiakkaan toiminnasta ja tuomaan esille hyviä onnistumisia muista samankaltaisista tuotteista tai palveluista (Broman, 2019).

Sosiaaliset- ja vuorovaikutustaidot ovat oleellisessa osassa viimehetken neuvotteluissa. Tilanneherkkyydellä asiakastapaamisessa on vaikutuksia kaupan syntymiseen. Asiakaskeskiseen ajattelu- ja toimintatapaan liittyviin taitoihin on panostettava yrityksissä ja huomioitava myyntihenkilöstön koulutuksessa (Lämsä, 2012, s. 36).

Myyntitilanteeseen valmistautuminen on oleellista. Kuva 7 havainnollistaa arvonmyynnin haasteita. Asiakkaan tarpeiden ymmärtäminen on lähtökohta yhteistyön onnistumiseksi. Asiakkaan tarpeita ovat tekniset vaatimukset, mutta myös yrityksen toimintamalliin ja

kulttuurin liittyvät arvot. Myyjän on tehtävä ehdotuksia, jotka vastaavat asiakkaan tarpeisiin. Myyntitilanteessa myyjän on esitettävä tuotteen tai palvelun tuomat hyödyt nykytilanteeseen tai kilpailijoihin verrattuna. Tämäkään ei riitä. Vielä on kiinnitettävä asiakkaan huomio palvelun tuomaan arvoon, joka mahdollisesti ylittää asiakkaan odotukset (Holopainen 2019, s.10).



Kuva 7. Arvon myynnin haasteet (mukaillen Holopainen 2019, s. 10).

Kuvassa 7 kriittinen myynti-ikkuna on kohdassa, missä asiakkaan vaatimukset ja myyjän tarjoamat edut kohtaavat. Tässä tilanteessa kauppa usein onnistuu tai epäonnistuu. Myyntitilanteen onnistumiseksi on käytettävissä esimerkiksi SPIN-tekniikka. (Rackham 1988 s. 67- 98).

Taulukossa 2 on kerrottu SPIN-lyhenteen merkitykset sekä toimintatavat.

Taulukko 2. SPIN-tekniikka.

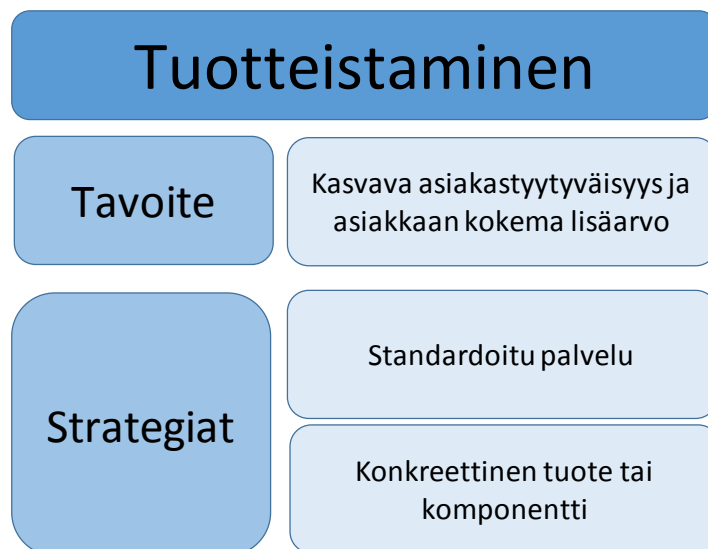
S = (Situation)	Tilanne	Selvitä ostajan nykyinen tilanne
P = (Problem)	Ongelma	Tunnista asiakkaan ongelmat, jotka tuotteesi ratkaisee
I = (Implication)	Vaikutus	Tutki esiintyvien ongelmien syitä ja vaikutuksia
N = (Need-Payoff)	Tarve	Esitä, miksi tuotteesi on ostamisen arvoinen

Kysymysten tarkoitus on saada asiakas kertomaan lisää, mitä hän tuotteelta odottaa. Kysymyksillä myyjän on helpompi saada tuotteen edut ja sen tuomat arvot paremmin esille. Asiakas kokee mielipiteensä olevan tärkeän ja myyjän kuuntelevan häntä. Keskustelemalla saadaan rakennettua luottamuksen ilmapiiriä.

4 TUOTTEISTAMINEN

Palvelun tuotteistamisessa on lähtökohtana palveluajatus. Tämä tarkoittaa asiakkaan tarpeiden ja mielikuvien ymmärtämistä, jonka perusteella mietitään palvelun sisältö ja palvelun toteuttaminen. Näissä usein tutkitaan yksittäisten palvelun kehittämistä lisäämällä palveluun lisäominaisuuksia ja mahdollisia mielikuvia. Lisättyjen palvelujen tulee olla yhteensopivia keskenään (Lämsä 2012, s. 100-101).

Tuotteistamisella tavoitellaan asiakastyytyväisyyden ja asiakkaan kokeman lisäarvon kasvattamista. Tuotantostrategian näkökulmasta tuotteistamista voi lähestyä kahdelta eri suunnalta, standardoidun palvelun tai konkreettisen tuotteen näkökulmasta, kuten kuvassa 8 on esitetty.



Kuva 8. Tuotteistamisen viitekehys (Valerio 2019. s.3).

Yrityksen on tehtävä periaatteellinen strateginen päätös miten strategisten linjauksien mukaan edetään, jotta asiakkaan odotukset tulevat täytetyksi.

Tuotteistaminen on prosessi, jossa analysoidaan loppuasiakkaan tarpeita yhdistelemällä erilaisia tuotteeseen liittyviä odotuksia, ominaisuuksia ja etuja tuotemaiseksi esineeksi. Tuotteistamisella vähennetään tarjousten epäselvyyttä. Määritellyt tuotteet auttavat selvittämään yritysten tarjontaa, sekä sisäisesti, että ulkoisesti potentiaalisten asiakkaiden

kanssa. Tuotteistaminen mahdollistaa yrityksen näkökulman tuomisen esille ja toimintonsa parempaan arvostamiseen asiakkaiden silmissä (Härkönen 2015, s.74).

Tuotteistamisen tavoitteena on saada luotua yksinkertaisilla konkreettisilla tuotteilla palveluja, joita on helpompi myydä tai ostaa. Tuotannon palvelutoiminnoissa tutkimuksissa on löydetty seuraavia kohteita. Palvelutarjonnan määrittelyminen ja standardointi, ammattitaitoinen konkreettinen palvelutarjonta, sekä prosessien ja menetelmien systematisointi (Jaakkola 2011, s. 224 - 228).

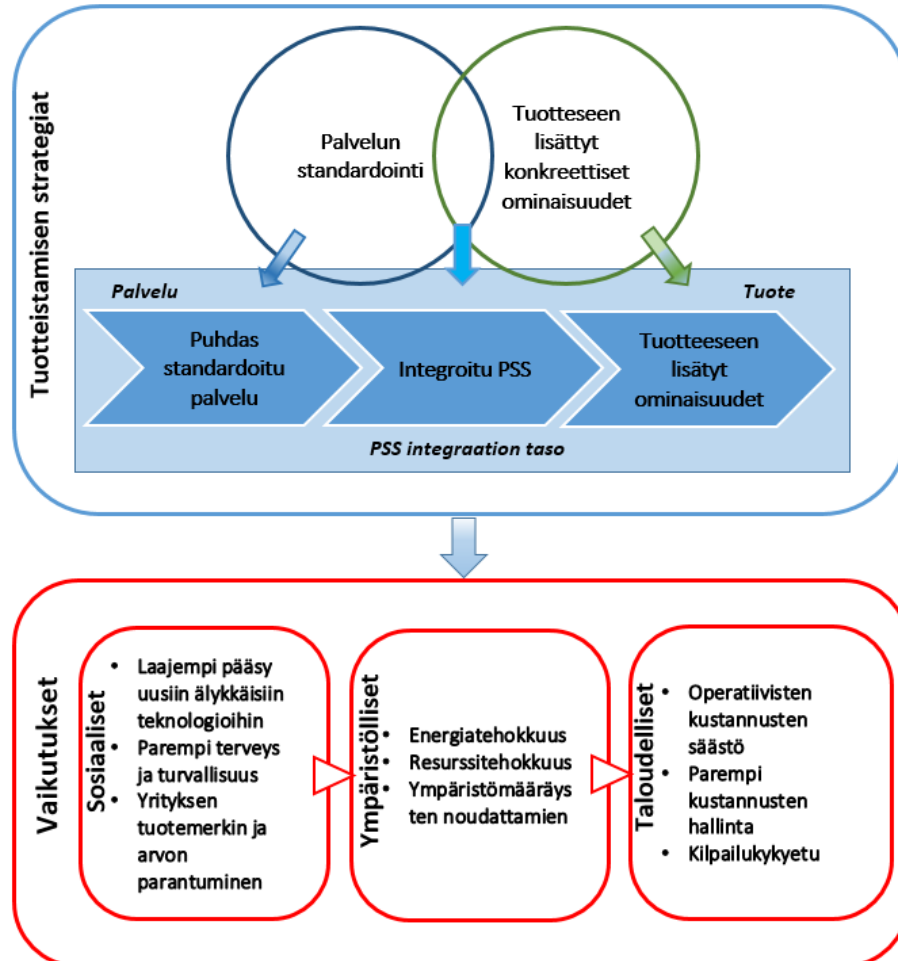
Tuote on markkinoijien mielestä muuta, kuin tuote itsessään. Siihen liittyy pakkaus, tuotekuva (brändi) ja toimitus. Tuotteet jaetaan periaatteessa kahteen ryhmään, kulutus-tuotteisiin ja teollisuustuoteisiin. Kulutus tuotteet vastaavat henkilökohtaisiin ja perheiden tarpeisiin. Teollisuustuotteet ovat jälleenmyyntiin tai niitä käytetään toisten tuotteiden valmistamiseen (Blythe 2005, s. 126 -127).

Tuotteistamisen tavoitteita, haasteita, vaikutuksia, hyötyjä ja onnistuneen tuotteistamisen edellytyksiä on analysoitu tutkimuksissa jonkin verran. Tuotteistamisen menetystekijöinä mainitaan, johdon tuki, etulinjan työntekijöiden osallistuminen, projektipäälliköiden ja tiimien välinen yhteistyö, muodollinen prosessin toimintamalli, palvelutoiminnan asiantuntemus ja palvelutoiminnan kokemus. Kielteisinä asioina nostetaan esille tuotteistamiskokemuksen ja muodollisen palveluiden tuottamisprosessin puute sekä rajalliset resurssit, esimerkiksi osa-aikaisuus (Valtakoski 2016 s. 370-371).

Nykyisin tuotteistamisen yhteydessä puhutaan Tuote- ja Palvelujärjestelmistä, Product Service Systems (PSS). Perusajatuksena on, että yritys tai yritysverkko voivat tarjota tuotteita tai palveluja täyttämään asiakkaiden tarpeet. Asiakkaan tarpeiden täyttäminen on usein tehokkaampaa kuin tuoteominaisuuksien loppuun asti viimeistely, jopa turhilla-kin ominaisuuksilla (Tukker 2015, s. 76).

Kuvassa 9 on laajennettu tuotteistamisen strategioiden luokittelua ja niiden vaikutuksia. Kuvan yläosassa on esitetty strategiat, jotka ovat suunnattu standardoitujen palvelujen tarjoamiseen tai tuotelähtöiseen strategiaan. Puhdas palvelun standardointi tarkoittaa vakioituja palveluja, joita ei muuteta, vaan toimitussisältö on aina sama. Asiakkaalla ei ole vaikutusmahdollisuuksia palveluihin. Tuotelähtöisessä strategiassa tuotteisiin tai komponentteihin lisätään ominaisuuksia, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaalle. Asiakkaalla on vaikutusmahdollisuudet tuotteen ominaisuuksiin.

Useinkaan yrityksillä ei ole mahdollista valita puhdasta palvelu- tai tuotestrategiaa, vaan strategia on sekoitus molempia, riippuen yrityksen toimialasta ja markkinasegmentistä. Tällöin puhutaan tuote- ja palvelujärjestelmien (PSS) integraation tasosta.

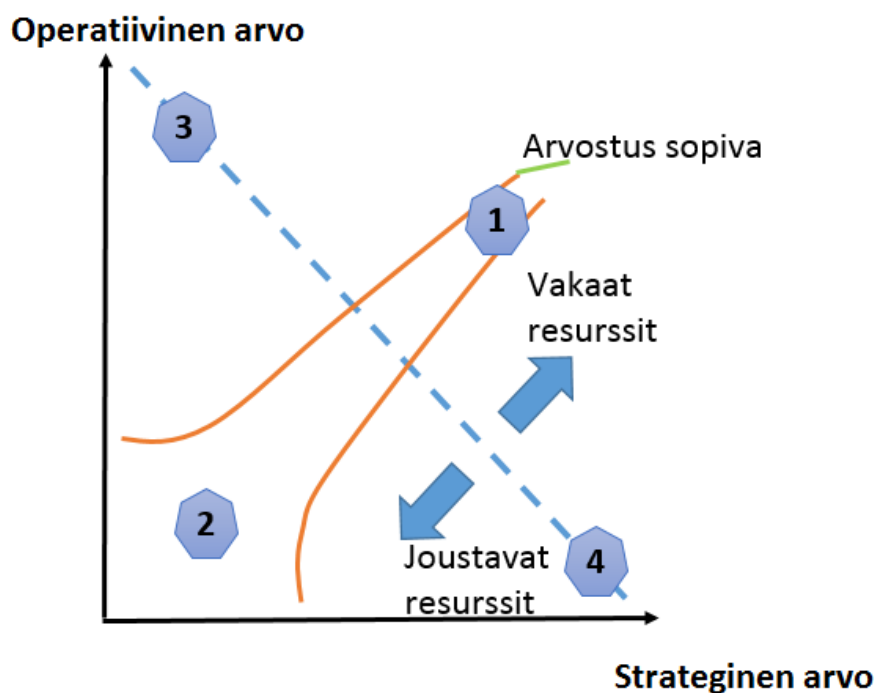


Kuva 9. Tuotteistamisen edut Tuote- ja Palvelujärjestelmissä (PSS) (mukaillen Elia 2019, s. 9).

Kuvan 9 alaosassa on kuvattu tuotteistamisen vaikutuksia, kun kestävä kehitys näkökohtia huomioidaan suunniteltaessa palvelu/tuotetarjontaa. Älykkäämpien uusien teknologioiden käyttäminen säästää energiaa ja vähentää resurssien käyttöä. Sosiaalisista näkökulmista vaikutukset ilmenevät hyvinvoinnin ja turvallisuuden parantumisena. Tuotteen valmistamisen työturvallisuus, ergonomia, melu ja kemialliset ärsytykset vähenevät. Hyvin suunnitellussa tuotteistamisessa ympäristölliset vaikutukset ilmenevät parantuneina energian- ja resurssien hyödyntämisellä. Tuotteen valmistamisessa syntyy vähem-

män jätettä ja uudelleen käyttö on suunnitteluvaiheessa mietitty. Lopputuloksena operatiivisissa kustannuksissa säästetään koko toimitusketjussa, kustannuksia hallitaan paremmin ja tuotteen kilpailukyky markkinoilla paranee.

Kuvassa 10 verrataan strategista arvoa resurssien käytön kannalta operatiiviseen arvoon. Kuvassa on mallinnettu neljää erilaista tapaa resurssien käytölle. Kohdassa 1 resurssien käyttöä on jatkuvasti kehitetty ja parannettu. Kokemuksen kautta kustannuksia on saatu vähennettyä, laatua ja tuottavuutta parannettua. Kohdassa 2 resurssien käytöllä on heikko strateginen ja operatiivinen arvo. Päätöksiä pitäisi tehdä vaihtoehtoisten resurssien valinnassa kustannusten minimoimiseksi. Kohdissa 3 ja 4 operatiivisten ja strategisten arvojen väliset erot on ratkaistava, ennen kuin voidaan päättää resurssien joustavuudesta ja vakaudesta. Strateginen arvo on harkittava uudelleen. Tämän jälkeen parantamistoimilla on mahdollista lisätä operatiivista arvoa. Vaihtoehtona voi olla myös operatiivisen resurssin vähentäminen, esimerkiksi ulkoistaminen.

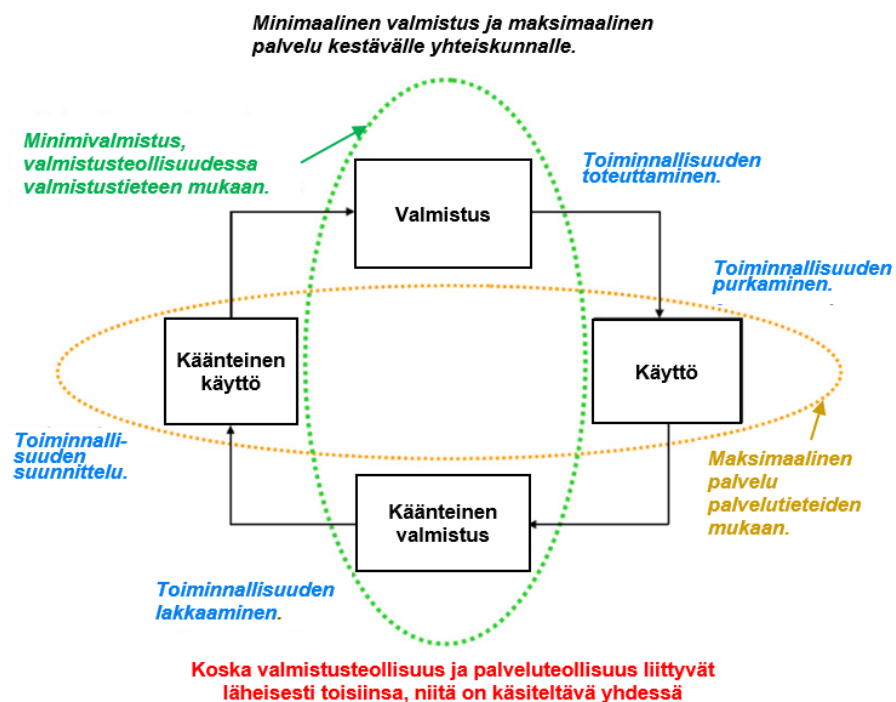


Kuva 10. Strategisten ja operatiivisten resurssien arvojen vertailu sekä vaikutukset vakauteen ja joustavuuteen (mukaillen Meier 2010, s. 620).

Kuvasta 10 voi päätellä, että yritysten on mietittävä tuotteistamista strategisten ja operatiivisten arvojen kannalta. Yrityksen hallituksen tai johdon on määriteltävä arvomuodotuksen linjaukset strategisten tai operatiivisten arvojen välillä. Tämä ei tarkoita, ettei eri tuotteilla voisi olla eri strategia. Kun linjaukset ovat määriteltäviä, mietitään mitä resursseja tarvitaan ja sovitetaan resurssien käytöt tarpeiden mukaiseksi.

Teollisuuden tuote- ja palvelujärjestelmiä (Industrial Product-Service Systems—IPS²) tutkittaessa, yliopistoissa ja teollisuudessa, on havaittu tuotteiden ja palvelujen erottelun katoavan. Integrointi painottuu yhä enemmän teollisuuden vaatimusten mukaisesti. Tämä auttaa parantamaan tulevien tuotteiden käytettävyyttä ja kestävän kehityksen periaatteiden toteutumista (Meier 2010, s. 624).

Teknologiajohtamisen muutosta käytönjohtamiseen esitetään kuvassa 11. Teollisuustuotteiden ja palvelujärjestelmien (IPS²) liityessä lähemmin toisiinsa, tuotteiden ja palvelujen välinen erottelu katoaa. Tuotteiden potentiaalista arvoa mitataan toiminnallisuudella ja käytettävissä olevilla palvelulla. Nykyisin on huomioitava asioita myös kestävän kehityksen kannalta. Tavoitteena on lisätä tuotteen arvoa minimi resursseilla ja maksimi palvelulla.



Kuva 11. Minimaalinen valmistus ja maksimaalinen palvelu kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti (mukaan Jovane 2008, s. 653).

Kehityspalvelutarjonta korkeakouluille ja yliopistoille vaati korkeatasoista tietämystä, sekä huipputason infrastruktuuria. Poikkitieteelliset näkökulmat ovat tuotteistamisessa huomioitava. Tutkimusympäristöt vaativat uusia teknologioita hyödyntäviä koneita ja laitteita. Koulutuksen ja tutkimuksen tarpeiden mukaisten osaamisintensiivisten palvelujen tarjontaan tarvitaan osaavaa henkilöstöä sekä palvelumalleja (Teknologiateollisuus 2019 s. 22). Tutkimusympäristössä on eri toimijoiden kyettävä toimimaan saumattomasti yhteen ja toimimaan yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Palvelumallien tuotteistaminen ja yksinkertaistaminen auttaa eri toimijoita ymmärtämään paremmin tutkimusympäristön toimintaa.

Yliopistoilla ja korkeakouluilla on haasteena saada selkeytettyä omaa palvelutarjontaansa teollisuudelle. Yritykset kokevat usein, että palvelut ovat liian teoreettisia ja vaikeatajuisia. Yritys - yliopisto yhteistyö toimii pääosin henkilökohtaisten suhteiden tasolla, mutta tuotteistetut palvelut puuttuvat (Aapaoja 2012, s. 14). Poikkitieteellisillä yhteisillä tutkimusympäristöillä on mahdollista auttaa yliopistoja paremmin ymmärtämään yritysmaailman tarpeita ja haasteita.

5 TUTKIMUSETIIKKA

Seuraavia tutkimuseettisiä näkökulmia tutkimustyössä on huomioitu. Työssä on tehty kyselytutkimus ja haastatteluja korkeakouluille, yliopistoille sekä yrityksille. Kyselytutkimukseen on valittu henkilöitä, joilla on oman työnsä puolesta syvällistä tietoa tutkimuksen osa-alueista. Eettisesti tutkimuksesta ei aiheudu tutkittaville vahinkoa tai haittaa heidän päivittäiselle toiminnalleen tai heidän edustamalle yritykselle tai instanssille. Tuloksia on analysoitu kvalitatiivisillä ja kvantitatiivisillä menetelmillä ja tutkimustulokset on arkistoitu huolellisesti.

Henkilötietojen käytössä on huomioitu EU:n yleisen tietosuoja-asetuksen velvoitteet (GPRD) (Koneteknologiakeskus Turku Oy:n ”EU:n tietosuoja-asetuksen mukainen tietosuojaseloste”, 2019). Kysely- ja haastattelututkimuksissa henkilötietoja on kerätty, haastattelutilanteessa. Henkilötietoja ovat nimi, yritys, sähköposti, puhelin ja osoitetiedot sekä asema yrityksessä. Syntymäaikaa ja sotu-tunnuksia ei kysytä, koska yksiselitteinen yksilöiminen ei ollut tutkimuksen kannalta tarpeellista. Kohteina oleville henkilöille on kerrottu mihin tarkoitukseen heidän henkilötietoja käytetään ja millä perusteilla heidät on tutkimukseen valittu. Haastateltaville kerrottu, ettei heidän nimiään käytetä eikä julkaista. Hyväksyntä on kysytty myös tietojen anonyymiin käsittelyyn, sekä kerrottava miten toimia, jos haluaa tietonsa pois tutkimuksesta (Tietosuojalaki 1050/2018, 29 §).

Potentiaalisia riskejä on arvioitu. Yrityskyselyissä on mahdollista kysyttävässä kehityspalveluja, tulevan esille tietoja, jotka ovat yrityksen liikesalaisuuksiksi kuuluvia asioita. Näitä ovat asiakastiedot, investoinnit, tuotekustannukset tai tuotekehitykseen liittyvät asiat. Näitä ei tutkimuksessa esitetä, jottei vahingoiteta tahattomasti yrityksen toimintaa ja toimintaan eettisesti oikein (Liikesalaisuuslaki 595/2018, 4 §).

Korkeakoulu- ja yliopistokyselyissä huolehdittu, ettei toisten hankesuunnitelmien valmisteluvaiheiden oleellisia asioita tule esille, koska niillä voi olla merkitystä hankerahoitusten läpimenoamiseen. Toisaalta tiedon leviäminen voi antaa kilpailijoille ylimääräistä etua rahoitusten valmisteluissa (ALLEA European Code of Conduct for Research Integrity, 2017, s. 6).

Tutkimuksessa on noudatettu Opetus- ja kulttuuriministeriön asettaman (asetus 1347/1991) tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) menettelyohjetta 2012, joka

edistää hyvää tieteellistä käytäntöä (HTK), ennalta ehkäisee tutkimusvilppiä sekä edistää tutkimusetiikkaa. Koneteknologiakeskuksen tietosuojailmoitus on KTK:n nettisivuilla (Koneteknologiakeskus Turku Oy, 2019). Henkilötietoja on käsitelty, koska voidaan paremmin huomioida heidän edustamiensa instanssien tarpeet, joiden yhteisiä etuja on tutkimuksessa tarkoitus parantaa. Tutkimuksesta ei yksittäisiä henkilöitä voida identifioida. Kyselyn alussa pyydetään lupaa tietojen käyttöön (HTK ohje 2012, s. 7).

Tutkimuslupia ja eettistä ennakoarviointia ei tässä työssä ollut tarvetta suorittaa. Tutkimus ei aiheuta normaalin arkielämän rajojen ylittävää haittaa. Kyselytutkimukseen osallistuvilta kysytään heidän normaalin työhönsä liittyviä asioita, eikä niinkään ihmistieteisiin liittyviä asioita (TENK 2009, s. 2).

Sidonnaisuuksia tässä tutkimuksessa esiintyy, koska tutkimuksen tekijä työskentelee toimeksiantajayrityksessä. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää Koneteknologiakeskuksen toimintaa ja sidosryhmien välistä yhteistyötä. Tutkimuksen haastatteluja ja kyselyjä tehtäessä on yrityksille, yliopistoille ja korkeakouluille mainittu toimeksiantaja ja tutkijan rooli yrityksessä, joka selventää sidonnaisuuksia. Eturistiriitoja ei ole, koska tutkimus on hyödyllistä useiden toimijoiden kannalta. Tutkimusta tehtäessä on huolehdittu eettisten periaatteiden toteutumisesta (TENK 2012, s. 6).

Työssä on huomioitu ammattieettisiä asioita. On toimittu sosiaalisesti, vastuullisesti yhteisen turvallisuuden sekä hyvinvoinnin edistämiseen. On toimittu oikeudenmukaisesti, moraalista harkintaa, omaa kokemusta ja osaamista hyväksi käyttäen. Korostettu yhteistyökykyä ja kunnioitusta kanssa ihmisiä kohtaan, vahvistamalla luottamuksen ja rehellisyyden ilmapiiriä (Heikkerö 2009, s. 97 – 99).

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Seuraavissa käsitellään tutkimusmenetelmien teoriaa. Aluksi käydään läpi yleisimpiä tutkimustyyppisiä ja lopuksi käsitellään muita tutkimuskäsitteitä.

6.1 Tutkimustyyppit

Perustutkimukselle on tyypillistä lisätä tiedonhankintaa, löytää syitä eri tapahtumille sekä ymmärtää mitaten ja testaten muuttuvia parametreja. Lisäksi perustutkimuksessa kehitetään teorioita ja testataan niitä. Testaus tapahtuu yleensä laboratorioissa tai tutkimuslaitoksissa. Aikaa ja rahaa käytetään niin paljon kuin ongelman ratkaisu vaatii. Aihe valikoituu pitkälle erikoistuneiden tutkijoiden aloitteesta, joilla on tarve olla tieteenalansa kärjessä. Tutkimus on suunnattu tiedeyhteisölle ja antaa pohjan sovellusten sekä palvelujen kehittämiseksi. Perustutkimus perustuu yksittäisille metodeille ja sillä on korkea akateeminen arvostus (Hirsjärvi 2007, 129).

Soveltavan tutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat ongelmalähtöiset ratkaisut, niiden vaikutusten ennustaminen sekä laajojen vaikutusten aikaansaaminen. Soveltavassa tutkimuksessa kehitetään ja testataan esimerkiksi ohjelmia, palveluja ym. Tutkimuksen tavoitteena on teknisen tai taloudellisen hyödyn saavuttaminen. Testaus tapahtuu kentällä eli teollisuudessa, liike-elämässä, kouluissa ym. Tutkimus on tiukasti aikaan ja rahaan sidottu. Aloitteet tutkimukselle tulevat rahoittajilta. Tutkijat ovat usein oman alansa asiantuntijoita ja käyttävät eri metodien yhdistelmiä. Tutkimus on suunnattu asiakkaille. Akateemisten tutkijoiden mielestä tämä on hieman epäilyttävää tutkimusta (Hirsjärvi 2007, 129).

Kvantitatiivisesta tutkimuksesta käytetään usein nimitystä määrällinen tutkimus. Tutkimukselle on tyypillistä johtopäätösten tekeminen aiemmista tutkimuksista ja teorioista. Usein käytetään hypoteeseja eli valistuneita arvauksia, jotka ilmoitetaan väitteiden muodossa. Koejärjestelyt suunnitellaan numeeriseen mittaamiseen, jolloin kerätty havaintoaineisto soveltuu numeerisesti ja tilastollisesti käsiteltäväksi. Kerätty aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Päätelmät tehdään tilastollisten analyysien tai tunnuslukujen perusteella (Hirsjärvi 2007, 136, 154).

Kvalitatiivisesta tutkimuksesta käytetään usein nimitystä laadullinen tutkimus. Tutkimus on tyypillisesti kokonaisvaltaista tiedon hankintaa. Hypoteeseja ei useinkaan käytetä. Aineisto kerätään todellisissa tilanteissa ja tietoa kerätään henkilöiltä esimerkiksi otamalla käyttäen lomakkeita, osallistuvaa havainnointia, keskusteluja sekä haastatteluja. Kohdejoukko on tarkkaan ennalta määrätty tutkimuksen tarkoituksen mukaan. Tutkimus tehdään joustavasti ja suunnitelma muotoutuu olosuhteiden mukaan. Tapaukset ja tulokset ovat ainutkertaisia. Tavoitteena löytää säännönmukaisuuksia ja teemoja (Hirsjärvi 2007, 160 - 161).

Lisäksi tutkimustyyppinä on kirjallisuudessa mainittu useita, joita ei erikseen esitetä. Periaatteessa karkean jaon voi tehdä sen perusteella, onko tutkimusaineisto jo olemassa vai onko se hankittava. Teoreettinen tutkimus, käsittelyanalyysi, tilastojen erittely, tekstit, muut dokumentit ja esinetutkimus ovat käytettävissä, kun aineisto on olemassa (kvantitatiivinen). Haastattelututkimus, kyselytutkimus ja havainnot tai kokeet ovat käytettävissä kun aineistoa ei ole olemassa (kvalitatiivinen). Tutkimusmenetelmäksi valittiin toimintatutkimus, koska aikaisempaa tutkimusaineistoa ei ollut käytettävissä. Tässä tutkimuksessa aineiston keruu toteutettiin haastattelututkimuksena ja tavoitteena oli saada tietoa organisaation toimintatapojen kehittämiseksi (Pihlaja 2001, 40).

6.2 Muita tutkimuskäsitteitä

Hypoteesit ovat asetettujen ongelmien selityksiä tai ennakoituja ratkaisuja. Hypoteesit perustuvat teoriaan, teoreettisiin malleihin tai aikaisempiin tutkimuksiin. Hypoteeseja ei ole tarpeellista asettaa ellei edellä mainittuja perusteita löydy. Hypoteesit voivat olla suuntaa osoittavia (positiivinen tai negatiivinen riippuvuus) tai tilastollisia hypoteeseja (nolla-hypoteesi) (Hirsjärvi 2007, 154 - 155).

Tutkimuksen reliabeliusuudella tarkoitetaan mittauksen tai tutkimuksen kykyä antaa sama tulos riippumatta arvioitsijasta, tutkimuskerroista tai tutkimusmenetelmästä (Hirsjärvi 2011, 186). Tutkimusta analysoitaessa on myös arvioitava käytetyn tutkimusaineiston reliabiliteettiä eli laajuutta, tuoreutta, luotettavuutta (Pihlaja 2004, 152). On olemassa myös kansainvälisesti testattuja mittareita, jolloin eri paikoissa tehtyjä mittauksia voidaan luotettavasti vertailla (Hirsjärvi 2007, 226).

Tutkimuksen validiuksella tarkoitetaan mittarin tai tutkimusmenetelmän mittaavan sitä mitä sen on tarkoitus mitata. Tällöin puhutaan mittausvalidiuksesta tai tutkimusasetelma

validiuksesta. Eri aikaan tehdyissä mittauksia on huolehdittava menetelmän olevan juuri saman, mitä aikaisemmin käytetty ja kysymykset ymmärretään juuri samalla tavalla kuin aikaisemminkin (Hirsjärvi 2011, 186 - 187). Toisin sanoin arvioitava tutkimusaineiston kohdentumista tutkittavaan asiaan (Pihlaja 2004, 152).

Kyselylomakkeilla kerätään tutkimusaineistoa. Kyselyn voi suorittaa postitse tai sähköisenä. Kohderyhmä ja kysymykset ovat tarkkaan harkittavia, jotta saa vastaukset haluttuun tutkimusaineistoon. Saatekirje on aina liitettävä mukaan joka kertoo kyselyn tavoitteet (Aaltola 2018 (1), 106 - 108).

Haastattelututkimuksissa päämääränä on tiedon kerääminen tutkimuksen kohteena olevista aihealueista eli tiedonhankintahaastattelu. Kirjallisuudessa haastatteluja on lajiteltu eri tavoin. Usein puhutaan strukturoidusta, strukturoimattomasta sekä puolistrukturoidusta eli teemahaastattelusta. Haastattelut eroavat toisistaan, lähinnä miten tarkkaan ennalta suunniteltuja kysymyksiä noudatetaan ja miten vapaasti haastattelutilanteessa toimitaan tilanteen mukaan (Hirsjärvi 2011, 42 – 47). Haastattelututkimuksessa kerätään aineistoa kyselemällä haastateltavalta suullisesti ennalta valmistellun kysymysten perusteella. Vastaukset kirjataan ylös. Haastattelija pystyy myös havainnoimaan haastateltavan ilmeet ja reaktiot sekä tarvittaessa tarkentamaan kysymyksiään. Nämä havainnot kirjataan ylös (Aaltola 2018 (1), 106 - 108). Haastattelijan tavoite on saada keskustelun avulla syntymään vuorovaikutusta hänen ja haastateltavan välille. Tällöin molemmat osallistuvat yhteiseen toimintaan haastattelun onnistumiseksi (Ruusuvoori 2005, 13).

Litteroinnissa tutkimuksiin osallistuvien haastatteluaineisto tai kirjoitettuaineisto kirjoitetaan puhtaaksi. Koodaus on aineiston jakamista teemakokonaisuuksista pienempiin osiin myöhempää tarkastelua varten (Hirsjärvi 2011, 141). Koodauksen avulla on mahdollista löytää uusia ulottuvuuksia. Luotaessa koodausjärjestelmää on sen perusteena jonkinlaiset ennako-oletukset, jotka tukevat tutkittavaa aihealuetta (Syrjälä 1994, 164).

Likertin asteikkoa käytetään mielipiteiden ja asenteiden mittaamiseen. Usein vastausvaihtoehdot ovat ”1 = täysin samaa mieltä” ja ”5 = täysin eri mieltä”. Keskelle on sijoitettu ”3 = en osaa sanoa”. Tutkimuksissa voi harkita jättää keskimäinen vaihtoehto pois, koska odotetaan vastaajalla olevan mielipide puolesta tai vastaan. Pienten aineistojen ollessa kyseessä olisi mielekästä yhdistää analysoitaessa ”samaa mieltä” ja ”eri mieltä” yhdeksi kokonaisuudeksi (Aaltola 2018 (1), 106 - 108). Toinen vaihtoehto on muuttaa käytetyt 1 - 5 numero arvot -2 - +2 arvoiksi, jolloin keskialueen vaihtoehtoa numero 3 ”en

osaa sanoa” on kannanotto ja parempi matemaattisten laskutoimitusten kannalta (Aaltola 2018 (2), 252).

Keskiarvoa käytetään usein tunnuslukuna, mutta sen käytössä on oltava tarkkana. Jos yksi lukuarvo poikkeaa huomattavasti muusta vertailuaineistosta ja on suuri suhteessa muihin lukuarvoihin keskiarvo vääristyy huomattavasti. Keskiarvoa käytetään kun aineisto noudattaa normaalijakaumaa (Aaltola 2018 (2), 257 - 259).

Muitakin lukuja voidaan käyttää, esimerkiksi keskihajontaa, jota on hyvä käyttää keskiarvon kanssa, koska ne yhdessä kuvaavat aineistoa paremmin. Erilaisia pylväs- ja piirakkakuviota käytetään usein sekä viiva- ja aluekuvioita. Taulukoiden käyttö on myös havainnollista (Aaltola 2018 (2), 252- 257).

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan tutkimuksen tavoitteista ja kohderyhmästä sekä selvennetään tutkimusprosessin toteuttamista.

7.1 Tutkimuksen tavoitteet.

Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Miten Koneteknologiakeskuksen liiketoiminta voi kasvaa ja palvella yrityksiä, korkeakouluja ja yliopistoja digitaalisen valmistuksen alueella? Miten digitaalisen valmistuksen arvontuottoa voidaan kasvattaa Koneteknologiakeskukselle sekä asiakkaina oleville sidosryhmille?

Tutkimuksen päätavoitteena oli löytää digitaalisen valmistuksen tarpeet yrityksien, oppilaitosten lähtökohdista kehittämisen perustaksi. Yritykset lähestyvät perinteisesti asioita kovan konkretian näkökulmista ja haluavat ratkaisut kehittämiskohteisiin kohtuullisen nopeasti. Yrityksillä on aina tavoitteena parantaa tai ainakin vähintään ylläpitää kilpailukykyään. Oppilaitosten tavoitteet ovat enemmän yleisluontoisia ja laajempia, eivätkä välttämättä kovinkaan syvälle pureutuvia. Opintosuunnitelmat ja olemassa olevat kurssit määräävät opiskeluohjelmat. Opiskelijoiden tekemät kehittämissuunnitelmat ovat suppeita ja jatkokehittämiset loppuvat, kun opintosuoritteet on saatu tehtyä. Jatkuvat pitkäjännitteiset kehittämissuunnitelmat ovat oppilaitoksille haasteellista.

Toisena tavoitteena oli löytää keskeiset tarpeet ja odotukset Koneteknologiakeskuksen (KTK) palvelujen tuotteistamiseksi.

Kolmantena tavoitteena oli kehittää sidosryhmien yhteistyötä yhteisen palvelutarjonnan tuotteistamiseksi ja palvelumyynnin kehittämiseksi, löytämällä selkeitä konkreettisia myytäviä palveluja.

7.2 Tutkimuksen kohderyhmä

Kohdejoukoksi valittiin KTK:n asiakaspinnassa toimivat yritykset sekä koulutusorganisaatiot. Tavoitteena oli haastatella vähintään kymmentä henkilöä. Haastatteluja toteutettiin kaksitoista kappaletta, kyselytutkimuksen edetessä huomattiin tarvitsevan lisää tietoa

yksittäisistä osa-alueista. Haastateltavien kanssa keskusteltiin myös myöhemmin ja tehtiin tarkentavia kysymyksiä, selkeyttämään ja syventämään tutkimusta. Keskustelujen avulla pyrittiin siten terävöittämään KTK:n palvelutarjontaa.

7.3 Tutkimusprosessi

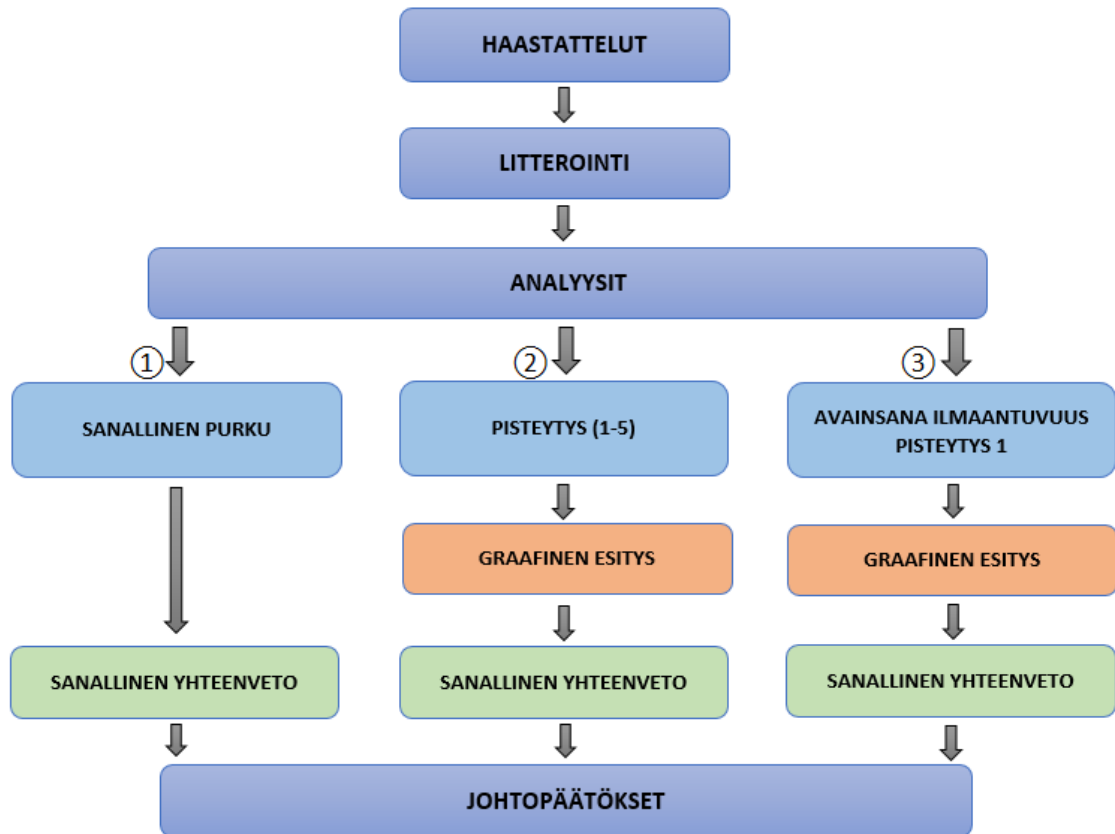
Teemahaastattelu valittiin suoritustavaksi, koska tällöin haastattelun aihepiirit ja teema-alueet olivat samat kaikille haastateltaville. Tutkimuksellinen osuus toteutettiin haastatteluilla, jossa käytettiin ohjeellisena runkona soveltaen teemallista kyselypohjaa (puolistrukturoitu) eri digitaalisen valmistuksen aloilta. Kyselypohja (liite 1) oli rakennettu osin niiden teknologisten aihealueiden pohjalta, mitä palveluja on tarjolla Koneteknologiakeskuksessa tai on suunnitteilla hankittavaksi. Samalla kartoitettiin haastateltavien uudet mahdolliset tarpeet, mitä ei kyselypohjassa vielä huomioitu. Haastattelujen tavoitteina oli löytää säännönmukaisuuksia ja teemoja syntyneestä aineistosta.

Kuvassa 13 on esitetty tutkimusprosessin kulku ja analyysien erilaiset tutkintalinjat. Haastatteluaineistoa analysoitiin kolmella eri tavalla, sanallisen, pisteytyksen ja haastattelijoiden ilmaisujen (avainsanojen) perusteella.

Ensimmäisenä vaiheena haastattelut purettiin sanalliseen muotoon jokaisen haastateltavan kohdalta ja muodostettiin sanallinen analyysimäinen yhteenveto.

Toisena vaiheena taulukoitiin haastateltavien antamat pisteet (yhdestä viiteen). Pisteytyksestä tehtiin erilaisia graafisia taulukoita ja analysoitiin nekin sanalliseen muotoon.

Kolmantena vaiheena haastattelujen sisältöaineisto luokiteltiin ja kvantifioitiin tutkimalla haastateltavien ilmauksia (ilmaantuneita avainsanoja/ilmaisuja). Aineistosta taulukoitiin avainsanat ja annettiin jokaiselle esiintyvyydelle arvoksi yksi. Pisteet laskettiin yhteen ja esitettiin graafisessa muodossa. Aineistosta tehtiin oma sanallinen yhteenveto.



Kuva 13. Haastatteluprosessin toteuttaminen ja analysointi.

Kyselytutkimuksen jälkeen käytiin myöhemmin tarkentavia keskusteluja muutamien haastateltavien kanssa. Tavoitteena oli syventää tutkimuksen ja koulutuksen palvelujen tarpeita ja mahdollisesti löytää lisätarpeita palvelujen kehittämiseksi.

Haastatteluaineiston tutkiminen eri tavoin, antoi laajuutta ja syvyyttä tehdyille tutkimukselle, avaten erilaisia uusia näkökulmia haastatteluille.

Tutkintalinjoista saatuja tuloksia, yhdisteltiin ja hyödynnettiin johtopäätöksissä sekä suosituksissa.

8 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Haastattelut olivat vapaamuotoisia ja käsitellyt aiheet painoutuivat eri haastateltavien omien kokemusten tai tarpeiden mukaisesti. Kyselytutkimusta tehtäessä sovittiin, ettei haastateltavien nimiä tai organisaatiota mainita. Keskusteluissa asiakohdat painoutuivat digitaalisen valmistuksen eri osa-alueille. Tarkoituksena oli selvittää mitä tarpeita heillä on nyt tai on tulossa. Tutkimuksen osa-alueiden kysymykset oli periaatteessa jaoteltu viiteen pääluokkaan. Ensimmäisessä osion runkona oli kiinnostavuuden selvittäminen digitaalisten teknologioiden eri osa-alueilla. Toisessa osiossa kysyttiin digitaalisen valmistuksen mahdollisuuksista omassa toiminnassa. Kolmannessa osiossa kysyttiin ajatuksista kehittää digitaalista valmistusta seuraavan kahdenvuoden aikana. Neljänneksi kysyttiin, mitä lisätietoa haastateltavat kokivat tarvitsevansa. Viidenneksi kysyttiin hyödyntämismahdollisuuksista opetuksessa ja opetuksen kehittämisessä.

Perustietoina tutkimusaineistoon kerättiin vastaajan nimi ja tehtävä yrityksessä, sekä yrityksen tai oppilaitoksen koko. Haastatteluaineiston raakaversio ja henkilötiedot arkistoitiiin vain omaan käyttöön.

Haastattelut purettiin kirjallisesti selkeämpään muotoon, jolloin oli mahdollista analysoida haastateltavien yhteisiä tarpeita.

Haastateltavien antamat pisteitykset (yhdestä viiteen) taulukoitiin eri digitaalisten teknologioiden osa-alueilla (liite 2). Pisteytyksellä arvioitiin haastateltavien kiinnostavuuksien määrällistä tärkeyttä.

Lopuksi tutkittiin haastatteluissa ilmaantuneita avainsanoja, joiden tarkoitus oli syventää vielä tarkemmin KTK:n tulevaisuuden palvelutarjonnan tarpeita (liite 2).

Yhteenvetona analyyseistä saatiin laajempaa ymmärrystä digitaalisen valmistuksen palvelutarpeista huomioiden eri näkökulmia. Vertailemalla yritysten ja oppilaitosten vastauksia voitiin huomata, miten eri tavoin yritykset ja oppilaitokset teemoja käsittelivät.

8.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen sanallisen aineistoa on käsitelty seuraavissa kappaleissa digitaalisen valmistuksen osa-alueiden, oman kehittämisen ja tulevaisuuden koulutus tarpeiden näkökulmista. Haastattelujen perusteella on muodostettu kokonaiskuva osa-alueista. Suoria lainauksia on käytetty selventämään haastateltavien viestiä.

8.1.1 PLM (Product Lifecycle Management).

Tuotteen elinkaarijärjestelmä (PLM) kerää informaatiota koko tuotteen elinajan. Suurimmalla osalla kaikista haastateltavista oli seuraava näkemys. ”Opiskelijoiden on ymmärrettävä mitä tarkoittaa tuotannon digitalisaatio”, kuten haastateltava 5 kertoi. Yrityksillä PLM on konkreettista, tiedon keräämisen ja hyödyntämisen näkökulmista. Voidaan todeta, ettei pienillä alihankintayrityksillä tarvetta vielä ole. Päämiehet vaativat jatkuvasti enemmän tietoa tuotteiden valmistusprosesseista, joten PLM on tulossa pienten ja alihankintayritysten käyttöön. Suuremmilla yrityksillä ja pienyrityksillä, joilla on omia tuotteita, PLM on jo osittain käytössä. ”Digitaalinen valmistus kiinnostaa, koska yritys haluaa olla keulassa alan kehityksessä”. kertoi haastateltava 9. Päämiehiltä tulee vaatimuksia valmistusenaikaisen digitaalisentiedon hyödyntämisessä. Näitä ovat mittapöytäkirjat, materiaalitiedot ja muut asiakkaiden tuotteisiin liittyvät tiedot. Tuotetiedon hallinnasta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää, tuotteiden kehityksen onnistumisen analysoinnissa, tuotehinnoittelussa, myynnin tukena asiakasneuvotteluissa, osaamisen kehittämisen tarpeissa, sekä tuotannollisen kapasiteetin riittävyden arvioinnissa.

Oppilaitosten kiinnostus oli käytettävien teknologioiden ja eri ohjelmistojen käytön periaatteissa, opetuksen kannalta. Opetuksen aikana haluttaisiin päästä hyödyntämään todentuntuista simulaatioympäristöä, mahdollisimman oikean kaltaisilla harjoitteilla. ”ERP:n kytkeminen todentuntuisesti oikeaan ympäristöön => data oikeasta maailmasta.” kuten haastateltava 12 asian ilmaisi. Tämän kaltaiset harjoitteet auttaisivat oppilaita saamaan PLM:stä paremman kokonaiskäsityksen ja laajentaisivat oppilaiden osaamista.

8.1.2 CAD.

Yrityksen edustajien kiinnostuksen painopiste oli valmistettavuudessa. Kun on tarve suunnitella uusia tuotteita, käytetään vanhoja suunnitelmia ja kuvia pohjina. Asiakkailta ei saa aina CAD kuvia, joten yritysten on piirrettävä kuvat itse. Kun saa käyttöön 3D-mallit, niitä voi hyödyntää monissa tuotantoprosesseissa, esimerkiksi kiinnitinsuunniteluissa, törmäystarkasteluissa. ”Innovatiivisuus ja uuden tiedon hallinta puuttuu. 3D-suunnittelussa on valmistettavuus hyödynnettävä”, kuten haastateltava 3 kommentoi. Lähes kaikki yritysten edustajat harkitsivat tablettien käyttöä valmistusprosesseissa tiedon saamiseksi ja tallentamiseksi. Tavoitteena on paperisen tiedonsiirron vähentäminen sekä tiedon ajantasaisuuden ja viimeisten versioiden käytön varmistaminen.

Oppilaitosten kiinnostus oli eri ohjelmistojen käyttämisen koulutuksessa, ja soveltamisessa käytäntöön, esimerkiksi robotisoidussa hitsauksessa. CAD osaaminen on koulutuksen kannalta tärkeää uusien teknologioiden oppimisessa. CAD luo perustan simuloinneille, FEM-analyysseille ja topologia optimoinnille.

8.1.3 CAE.

Oppilaitokset ovat ottaneet CAE:n koulutusohjelmiin opetuksen laajentuessa. ”3D näkökulma on oltava riittävästi tiedostettu. Perustaidot on oltava laajasti hallinnassa.”, kommentoi haastateltava 1. Ilman perustietoja 3D-mallinnuksesta ei CAE:ta pääse käyttämään. Käänteisen suunnittelun hyödyntäminen moderneissa valmistusteknologioissa esiintyi lähes kaikissa haastatteluissa.

Yrityksillä on kiinnostus selainpohjaisten ohjelmistojen käyttöön, muutenkin kuin yritysraportoinnin työkaluna. Tuotannollisten tietojen keräämien on yhä tärkeämpää suurimmalla osalla haastateltavista. ”Automaattisen mittausdatan hyödyntäminen ja säätäminen suoraan koneohjauksiin”, kuten haastateltava 10 kertoi. Yrityksissä tiedostetaan tuotannollisen maailman muuttuminen ja ymmärretään elinikäisen oppimisen tärkeys. ”Miten kehitetään osaamista ja laitteistoja eri alustoilla? Ovatko kriittiset menestystekijät ymmärretty?”, kysyi haastateltava 11. Erilaiset analyysiohjelmat ja niiden hyödyntämiset yrityksissä parantavat toimintaa ja valmistettavien tuotteiden kilpailukykyä.

8.1.4 CAM.

Yritysten haastattelusta nousi esille useampiakin asia digitaalisuuden hyödyntämisessä. Koneista halutaan kaikki irti digitaalisuuden avulla. ”Vanhalla työtavalla tavalla tehokkuutta ja uusilla työmenetelmillä vähemmän vaihtelevuutta. Näin voidaan optimoida ohjelmat ja varmistaa tuotannon laatu” kertoi haastateltava 3. Koneiden hankinnat ovat kalliita investointeja. Henkilöresursseja halutaan käyttää monipuolisemmin. Etäohjelmointin hyödyntämistä olisi kehitettävä. Edelleen haastateltava 3 kertoi mielipiteenään: ”Ohjelmoijat tekemään muita töitä kuin ennen. Kilpailukyky paranee laaja-alaisuuden myötä”. Tarvetta koetaan ohjelmointitaitojen lisäämisessä, koska osaajia on entistä vähemmän. Ohjelmia voidaan hyödyntää koneaikojen laskennassa kappaleiden hinnoittelussa. Tuotannon toleranssien tärkeys on ymmärrettävä. Tuotteiden valmistamisessa on päätettävä tavoitellaanko toleranssialueen ylä- vai alapuolelle. Keskitoleranssi ei ole aina optimi. Terien kulumaa voidaan hyödyntää, ottamalla sallittu toleranssialue paremmin käyttöön. Mittatulosten tulkinnassakin tuotannon tekijöillä on konepajoilla omat haasteensa. Koneilla tapahtuvaa automaattista mittaukseen olisi kehitettävä anturointiteknoologioita, esimerkiksi terärikkojen havaitsemiseen ja kameranäkösovelluksia pinnanlaatu- ja arviointiin. Koneoppimista ongelmatilanteiden ratkaisemiseen on tutkittava ja kehitettävä. Robotilla tapahtuvat asetusten ja työkappaleiden vaihdot, sekä laadunvarmistuksen eri sovellukset kiinnostavat.

Oppilaitoksilla kiinnostuksen kohde oli yleisesti eri teknologioiden käyttö ja niiden hyödyntäminen koulutuksessa. Robotiikan ymmärtämistä käytännön sovellutuksissa korostettiin. Suoranaisia kehityskohteita ei tullut esille.

8.1.5 AM Lisäävä valmistus (3D-tulostus).

Yleisesti voi todeta tässä tutkimuksessa lisäävän valmistuksen kiinnostuksen olevan vähäisempää, kuin muiden digitaalisen valmistuksen sovellutusten. Yritysten ja oppilaitosten vertailussa, yritysten kiinnostus oli vähäisempää kuin oppilaitosten. Vaikka 3D-teknoologioista puhutaan paljon, ovat ne vasta tulossa opetuskäyttöön. Yritysten tuotteissa sovelluksia ei vielä ole moniakaan käytössä. Konkreettisia kohteita ei ole löytynyt. Yrityksillä on rajalliset mahdollisuudet kehittää asiakkaidensa tuotteita, joka hidastaa osaltaan AM-tekniikoiden käyttöönottoa. ”Kiinnostusta 3D-tulostukseen on kovasti. Kuitenkaan 3D-tulosteita ei vielä ole käytössä missään tuotteessa”, totesi haastateltava 2.

Oppilaitoksilla kiinnostus opetukseen on kasvamassa. Muovia materiaalina käyttäviä 3D-tulostimia on viime vuosina hankittu. ”Laitteistoja tarvitaan opetuskäyttöön. On myös varmistettava ylläpidon toimivuus”. kertoi haastateltava 5.

Lisäävästä valmistuksesta on tehty parivuotta sitten KTK:lla tutkimus. Tutkimuksessa todettiin lisäävän valmistuksen tunnettavuuden lisääminen, koulutuksen ja protovalmistuksen avulla, auttaisivat AM-teknologioiden käytön kasvamiseen. Tutkimuksen yhtenä tuloksena oli ehdotus, että KTK:n vastaisi oppimisympäristössä olevien laitteiden ylläpidosta ja uuden tiedon jakamisesta sidosryhmille (Virkki 2018).

8.1.6 Tuotannon simulointi.

Yritysten kiinnostus on korkealla tasolla erilaisissa simulaatioiden soveltamisessa. ”Toimitusketjun mallinnus tulevaisuudessa. Uusien tuotteiden prosessien mallintaminen -> oikea tieto koneelle (digitaalinen check-list)”, kertoi mielenkiintoisen kommentin haastateltava 9. Materiaalivirtojen simulointi ja hallinta kiinnostaisi, jos olisi mielekkäitä sovelluksia käytössä. Tavoitteena olisi käyttää simulointeja tuotannon ”hukan” vähentämiseen. Simuloinneilla voi arvioida myös uusia konelayouteja ja tarkastella layoutien toimivuutta. Lausuntojen perusteella tuotannon simulaatioiden mahdollisuudet nähdään laajempina, kuin tuotantosolujen simulaatiot. Ne soveltuvat laajempiin kokonaisuuksiin, kuten koko toimitusketjun mallinnukseen.

Oppilaitokset käyttävät simulaatioita opetuksen tukena, käytännön harjoittelussa sekä opetuksen visualisoinnissa. Oppilaitokset kokevat visualisoinnin mielekkääksi tavaksi havainnollistaa toimintaprosesseja opetuksessa.

8.1.7 Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu).

Yrityksissä LEAN:in hyväksikäyttö materiaalivirtojen simuloinnissa kiinnostaa. ”Liian paljon kappaleet ovat tuottamattomassa työssä paikallaan. LEAN hyväksikäyttö auttaisi tuotannon virtaviivaistamisessa”, kommentoi haastateltava 8. Toiminnan kehittämisen ja seurannan työkaluna tuotantosolun simuloinneissa nähtiin potentiaalia. ”Ohjelmallisesti 10-parasta sekä, 10-huonointa tuotetta analysoitaisiin automaattisesti (suunnitellut vrt.

toteutuneet tunnit)”, pohti haastateltava 9. Näin saataisiin hyvää seurantatietoa toiminnan kehittämiseen. Solukohtaisesti olisi tarkemmin mahdollista arvioida läpimenoaikoja ja tuotteiden kannattavuutta.

Oppilaitokset ovat pienimuotoisia robottisolusimulaatioita tehneet oppilasharjoitustöinä. Kiinnostus on kasvamassa. Simulaatiolla voidaan havainnollistaa solujen toimintaa luokahuone- ja etäopiskelussa.

8.1.8 Ohjelmointi.

Ohjelmointi yrityksissä on perinteisesti ollut koneoperaattorien perusammattitaitoon kuuluvaa osaamista. ”CAM:llä pyritään tekemään ohjelmat, mutta kohtuullisen usein on helppompaa muokata vanhoja ohjelmia työstökoneilla. Haasteena on tekijöiden osaaminen. Kaikilta ei vanhojen ohjelmien muokkaus onnistu”, haastateltava 9 kertoi. Yleisesti yritysedustajat toteisivat oppilaitoksista valmistuneilla oleva tarpeita ohjelmoinnin osaamisessa. Koulutusta tarvitaan lisää kokeneemmillekin toimihenkilöille ja operaattoreille. Etäohjelmoinnin mahdollisuudet kiinnostavat, kun sopivaa koulutusta on tarjolla.

Oppilaitokset ovat kiinnostuneita etäkoulutus ja offline ohjelmointi mahdollisuuksista. Etäkoulutus on helpompi järjestää useammalle oppilaalle samaan aikaan, kuin itse laboratoriotiloissa pienemmille oppilasryhmille. Tällöin tilojen käyttö tehostuu. Oppilaat ovat jonkin verran tehneet ohjelmointiharjoituksia robotille. Offline ohjelmoinnin käytännön toimivuutta ei ole paljon kokeiltu.

8.1.9 Digitaalisen valmistuksen kehittämistarpeet

Kaikki haastateltavat ajattelivat digitaalisuuden olevan tärkeässä roolissa monella tasolla. Tiedon hallinta, tuotantoautomaatio, robotiikka ja siihen yhdistettynä eri valmistusteknologioiden hyödyntäminen, ovat tulevaisuuden kehityskohteita. Anturiteknologioiden hyödyntäminen prosesseissa kiinnostaa laaja-alaisesti. Yritykset haluavat valmistukselle ennustettavuutta sekä kone- ja tuotetietojen keräyksen automaattiseksi. Asiakkaat haluavat toimittajiansa pysyvän kilpailukykyisinä ja kehittyvän. Digitalisuuden kehittämisen avulla asiakkaat saavat hyödyllistä tietoa omien tuotteidensa valmistuksesta.

Yrityksillä on halu saada koko henkilöstönsä kehittämään omaa tuotantoaan. On lisätävä koneiden anturointeja, datan keräämistä ja erilaisia tuotannon seurannan sovelluksia. Tiedon siirron hallinnan välineiden yksinkertaistamiselle on tarvetta tiedon määrän monikertaistuksessa.

Oppilaitoksilla kiinnostus on anturiteknologioissa, datan hallinnassa ja niihin liittyviin koneoppimisen sovelluksissa. Kokeiluja haluttaisiin tehdä yrityksissä olevilla koneilla ja laitteilla tai vastaavan kaltaisissa muissa ympäristöissä, jossa dataa syntyy jatkuvasti. Tavoitteena on reaaliaikainen ja virtuaalinen seuranta.

Yritysten kiinnostus on reaaliaikaisessa tuotannon seurannassa, jota hyödynnetään laadunvarmistuksessa. Digitaalisuuden hyödyntämisessä nähdään mahdollisuuksia, esimerkiksi laitesuunnittelussa, kun etsitään toiminnalle ja valmistamiselle eri vaihtoehtoja.

Oppilaitosten edustajat kokivat tietämyksensä riittävänä, eivätkä kokeneet suurta tarvetta lisätiedolle. Osasyynä on varmastikin, ettei oppilaitoksissa tarvitse päivittäisessä työssä miettiä tuotannollisia kehitystarpeita.

8.1.10 Digitaalisen valmistuksen koulutus

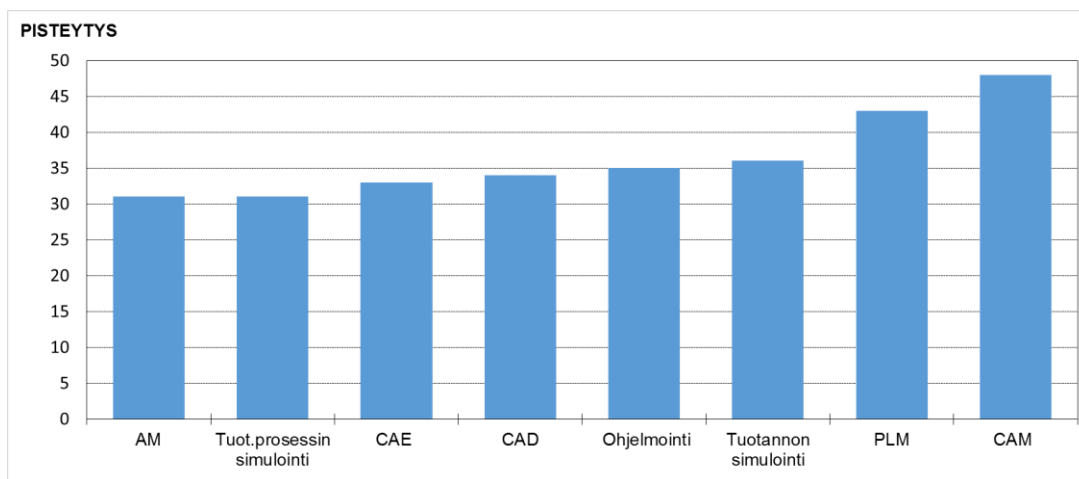
Oppilaitokset kokivat digitaalisen oppimisympäristön kehittämisen tärkeänä. Tarpeita on etäkoulutus ohjelmille. Kurseista halutaan videoita, jolloin kurssit eivät ole aikatauluista riippuvia. Robotiikan kurssit ovat tärkeimpänä ja helpoimpana aloituskohteena. Yhteistyö muiden oppilaitosten kanssa koettiin tärkeäksi. KTK:n rooli nähdään digitaalisen oppimisympäristön osaamisen palvelujen tarjoajana.

Mielenkiintoista oli havaita kyselyn perusteella, että osa haastateltavista ei kokenut tarvitsevansa tukea digitaalisen valmistuksen osa-alueilla. Todennäköisenä syynä oli haastateltavien vähäinen tietämys digitaalisen valmistuksen mahdollisuuksista. Puolet haastateltavista koki tarpeelliseksi saada lisää resursseja ja osaajia opetuksen kehittämiseen.

8.2 Digitaalisen valmistuksen kiinnostavuus

Tässä kappaleessa on tarkoituksena analysoida digitaalisen valmistuksen kiinnostavuutta. Kuvien numeeriset lähtötiedot ovat liitteessä 2 (s. 1 – 2), kuvanumeroihin liitet-

tyinä. Tutkimusosiossa käytettiin arviointiperusteena yhteenlaskettua pisteytystä. Analysoinnissa mukailtiin Likertin asteikkoa kiinnostavuuden tason mittaamiseen, vaihtoehtoina 1 = Ei kiinnosta ja 5 = Kiinnostaa paljon. Kuvassa 14 esitetään haastateltavien yhteenlasketut pisteet kiinnostavuuden kannalta. Tulokset esitettiin nousevassa järjestyksessä. Kymmenen henkilön otannassa maksipisteet olivat 50 pistettä / haastateltava.

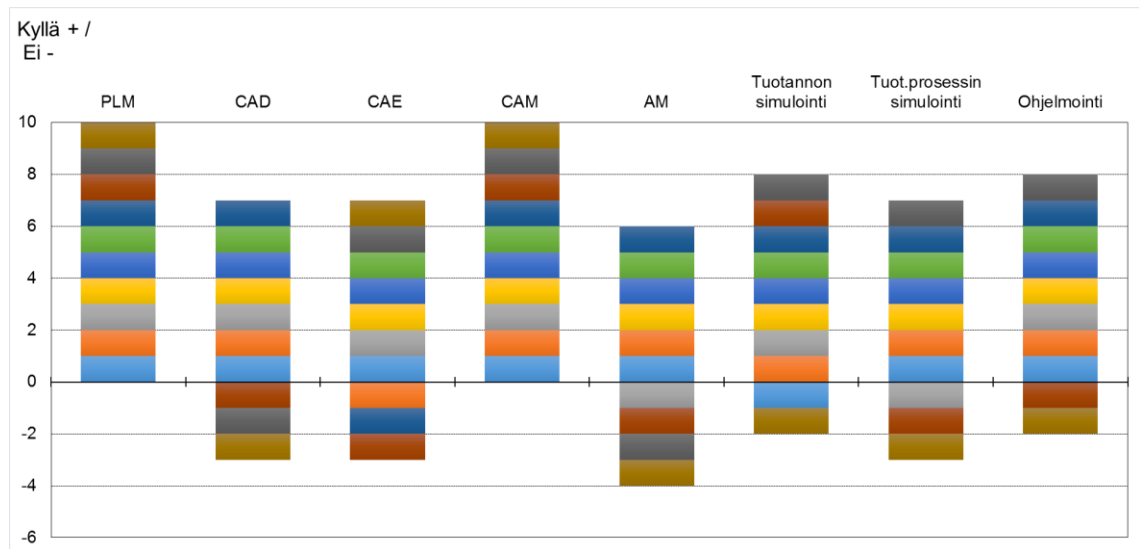


Kuva 14. Digitaalisen valmistuksen kiinnostus.

Voidaan todeta kiinnostavuuden olleen kaikilla haasteltavilla korkealla tasolla keskiarvon ollessa 36,4. Keskihajonnan ollessa 0,678 ja varianssin 0,46. Matemaattisesti voidaan todeta vastausten olleen hyvin samankaltaisia. Kaaviosta voidaan päätellä kiinnostavimpana aihealueena olevan CAM. Toiseksi kiinnostavimpana on PLM. Tuotannon simulointi ja ohjelmointi, sekä CAD olivat seuraavina. Erikoinen huomio digitaalisesta valmistuksesta oli lisäävän valmistuksen (AM) vähäinen kiinnostavuus. Vaikkakin yleisesti ymmärretään lisäävän valmistuksen tärkeys tulevaisuudessa, sekä tiedostetaan lisäävän valmistuksen mahdollisuudet. Todennäköisenä syynä on tietämyksen puutteellisuus, koska AM sovellutuksia on Suomessa vielä vähän. Käytännön konkreettiset kokemukset puuttuvat. Lisäävän valmistuksen etuja ei myöskään ole tunnustettu käytännössä.

Kuvassa 15 käytettiin edellisen kuvan lähtötietoja ja Likertin asteikkoa kiinnostavuuden tason mittaamiseen, kuitenkin hieman eri näkökulmalla. Haastateltavien määrän ollessa pieni, oli mielekästä yhdistää toisena analyysinä ”samaa mieltä” ja ”eri mieltä” kahdeksi eri kokonaisuudeksi (Aaltola 2018 (1), s. 106 - 108). Tämän perusteella muutettiin pisteytystä kiinnostavuuden kannalta niin, että käytettiin asteikkona 1-2 = Erimieltä (Ei) ja 3-5 = Samaa mieltä (Kyllä). Tämän jälkeen luvut jaoteltiin niin, että lähtötiedot välillä 1-2

saivat arvon (-1) ja lähtötiedot välillä 3-5 saivat arvon (1). Näin voitiin analysoida haastateltavien vastauksia ”kyllä tai ei” periaatteella.

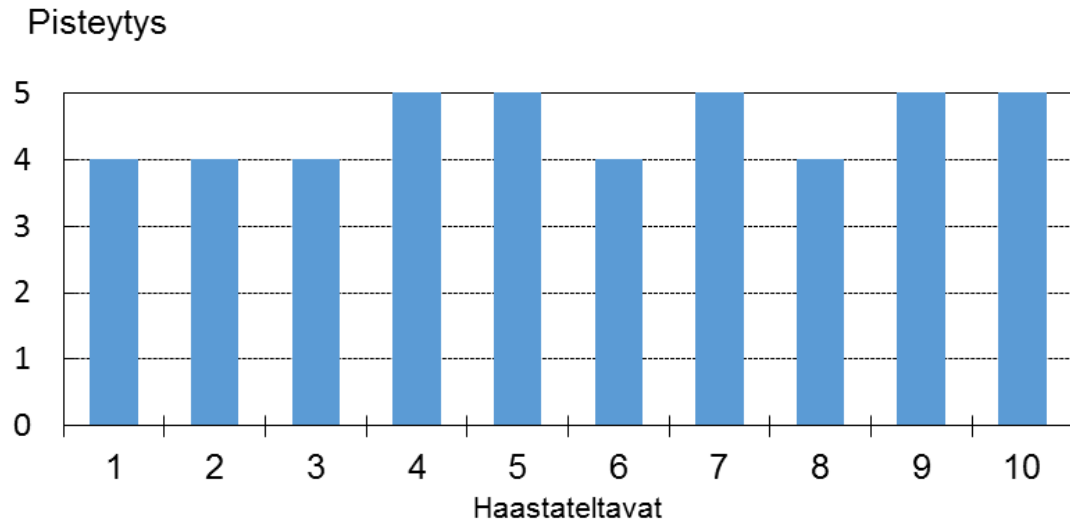


Kuva 15. Digitaalisen valmistuksen kiinnostavuus (kyllä /ei) jaottelu.

Kuvan 15 pylväissä haastateltavilla on oma värinsä. Voidaan todeta PLM:n ja CAM:n olevan kaikkien mielestä kiinnostavinta. Tuotannon simulointi ja ohjelmointi olivat suurimman osan mielestä kiinnostavinta. Näin analysoituna CAD:n ja CAE:n kiinnostavuus oli vasta edellisten jälkeen, kun noin neljäsosalla haastateltavista kiinnostus oli olematonta. Edelleen vajaan puolen mielestä AM kiinnostavuus oli vähäistä. Ero järjestyksissä ”positiivisuus/negatiivisuus” analyysi ei tuonut suuria muutoksia keskinäisiin asemiin. Voi todeta digitaalisen valmistuksen olevan kaikkien haastateltavien mielestä kiinnostavaa. Mielenkiintoista oli huomata CAD:n ja CAE:n pienoinen kiinnostuksen väheneminen, kuten osin myös ohjelmoinnin. Tästä voi päätellä, CAM koetaan tärkeäksi ja kiinnostavaksi. CAM vaatii tuekseen CAD-malleja, sekä tuotannon koneiden ohjelmointitaitoja. Haastateltavat näyttivät ajattelevan CAD:n ja ohjelmoinnin olevan perusosaamista, jonka oletetaan olevan hallinnassa. Kuitenkin yritys haastateltavat, joita oli puolet haastateltavista, kokivat oman henkilöstön ohjelmointitaidoissa ja ammatillisessa osaamisessa olevan tarvetta kehittämiseen.

Vastauksia arvioitaessa haastateltavien värien perusteella, kiinnostavuudessa oli vaihtelua ”positiivisesta-negatiiviseen” eri aihealueiden kohdalla. Lähes kaikki haastateltavista olivat antaneet ainakin yhden negatiivisen kiinnostuksen, kahdeksasta eri aihealueesta. Tästä voi päätellä haastateltavien ymmärtävän digitaalisen valmistuksen aihealueiden erot ja tietävänsä omien instanssiensa tarpeet.

Kuvassa 16 arvioitiin digitaalisen valmistuksen mahdollisuuksia, sovellettuna omaan toimintaan. Arviointiskaalassa minimi = 1 ja maksimi = 5. Haastateltavat olivat vaakakselillä ja pystyakselillä oli haastateltavien antamat pisteetykset.

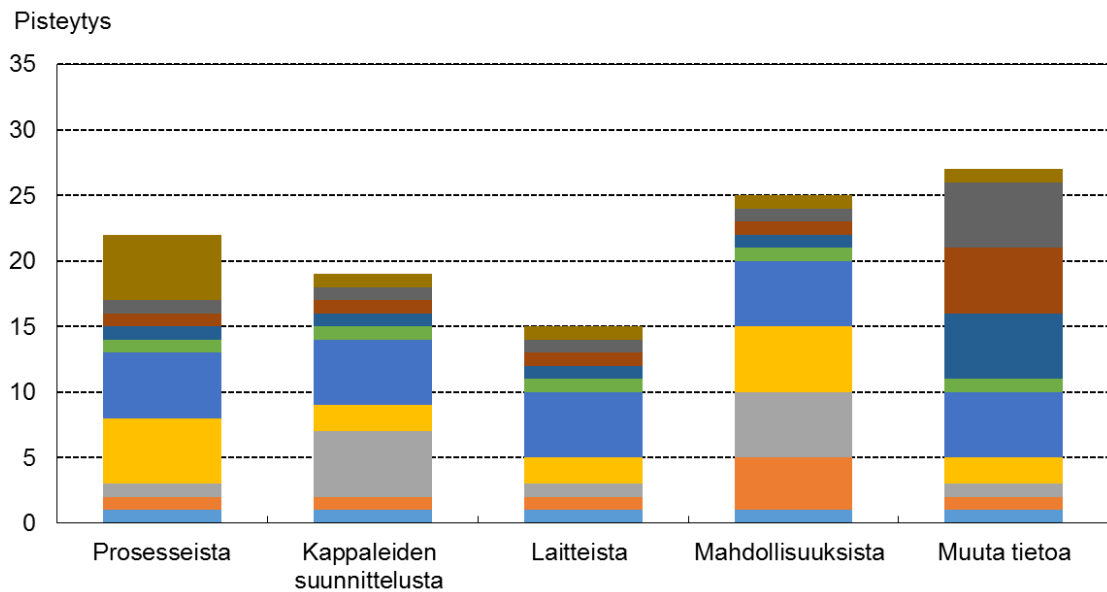


Kuva 16. Digitaalisen valmistuksen mahdollisuudet omassa toiminnassa.

Kaikki vastaajat näkivät digitaalisuuden suurena mahdollisuutena kehittää toimintaansa. Yritysten ja oppilaitosten välillä näkemyksissä ei ollut eroja. Kuvasta 16 voidaan todeta, digitaalisen valmistuksen kehittämisen olevan tärkeää yritysten päivittäisessä toiminnassa, kuten myös oppilaitosten koulutusohjelmissa.

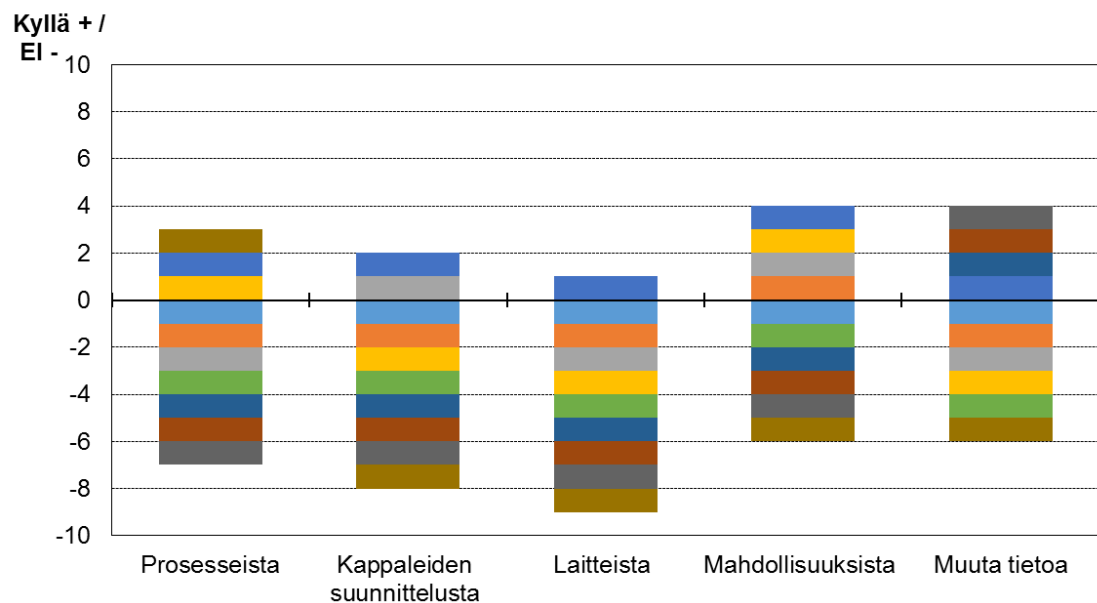
Kuva 17 esittää haastateltavien lisätiedon tarvetta digitaalisesta valmistuksesta. Kokonaisuudessa haastateltavat eivät kokeneet tarvitsevansa lisätietoa. Yksittäisellä haastateltavalla maksimipisteet oli 50. Kaikkien haastateltavien keskiarvo oli 21,6, joka kertoo tiedon tarpeen vähäisyydestä. Mielenkiintoista oli huomata haastateltavien mielipiteiden olleen hyvin kaksijakoisia. Kiinnostusta joko oli, tai sitten sitä ei ollut. Yleistä tietoa kaivattiin ymmärryksen lisäämiseksi, kuten digitaalisuuden mahdollisuuksista eri käyttötarkoituksissa. Lisätietoa kaipasi vain lähes puolet haastateltavista. Tämän perusteella voi päätellä tietämyksen lisäämiselle olevan tarvetta, digitaalisen valmistuksen eri aihealueilla.

Kuvan 17 värien perusteella päättelemällä, yksittäisillä haastateltavilla on erilaisia tarpeita tietämyksen kasvattamiseksi. Johtopäätöksenä voi todeta lisätiedon tarvetta kuitenkin olevan prosesseista, jolloin ymmärtäisi eri prosessien ja laitteiden mahdollisuudet. Tämän jälkeen olisi mahdollista suunnitella valmistettavia kappaleita.



Kuva 17. Lisätiedon tarve.

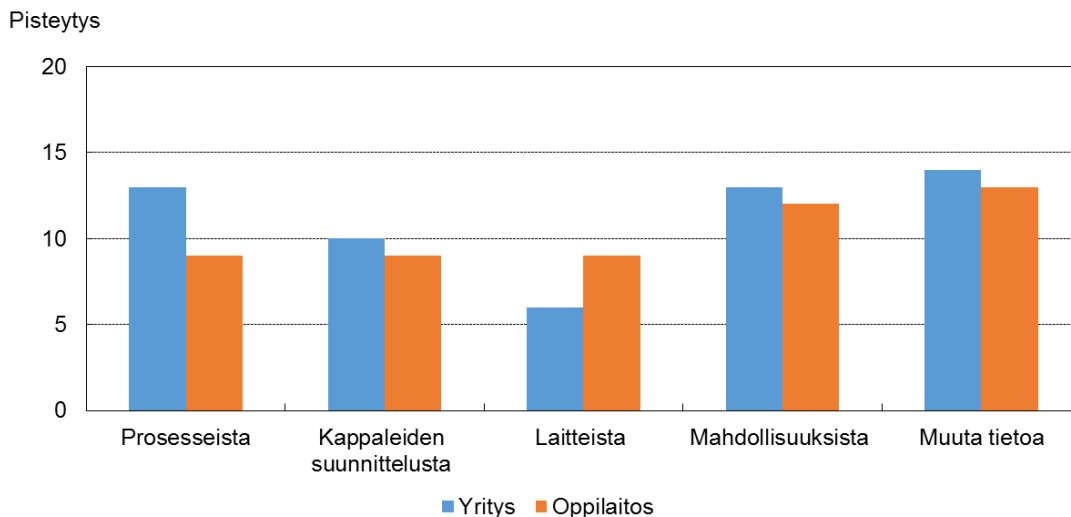
Kuvan 18 tarkastelukulmaa on muutettu niin, että kuvan 17 lähtötiedot välillä 1-2 saivat arvon (-1) ja lähtötiedot välillä 3-5 saivat arvon (1). Näin voitiin arvioida yleistä kiinnostusta.



Kuva 18. Lisätiedon tarve (kyllä /ei) jaottelu.

Kuva 18 osoittaa yli puolen mielestä lisätiedolle ei ollut tarvetta. Tarvetta oli digitaalisen valmistuksen mahdollisuuksista sekä yleistietämyksestä, kuten aikaisemminkin todettiin.

Yritysten ja oppilaitosten tiedon tarpeita on analysoitu kuvassa 19. Merkittäviä eroja yritysten ja oppilaitosten tarpeissa ei ole. Haastateltavat kokivat oman tietämyksensä olevan riittävää, ainakin tässä vaiheessa. Osasyynä voi olla, ettei kaikilla haastateltavilla ollut näkemystä eri sovellusten käyttömahdollisuuksista ja niiden yhteen sovittamisesta

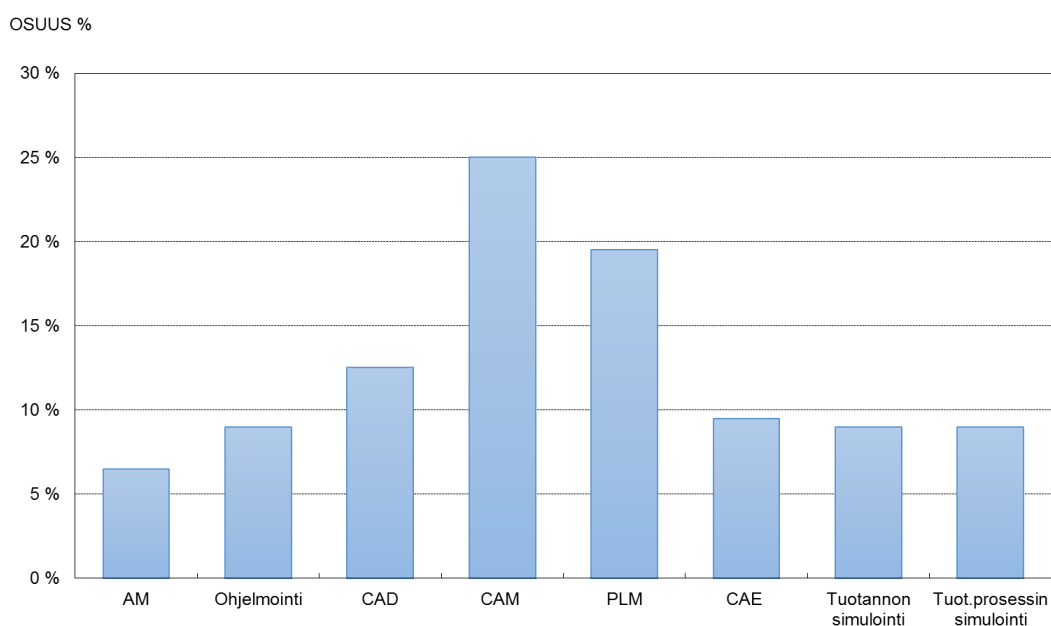


Kuva 19. Lisätiedon tarve oppilaitos/yritys.

Kuvan 19 perusteella yrityksillä laitteistot olivat paremmin tiedossa kuin oppilaitoksilla. Yrityksillä digitaalisuus on vahvasti mukana päivittäisessä toiminnassa. Kun tarpeet ovat päivittäisessä toiminnassa, niin on ymmärrettävää, että yritykset kaipaavat tietoa kaikista osa-alueista. Yritysten tarve on jatkuvan kehittämisen ylläpitäminen, kilpailukyvyn turvaamiseksi.

8.3 Digitaalisen valmistuksen aihealueet

Tässä kappaleessa tutkittiin haastatteluaineistossa esiintyneitä eri ilmaisuja tai aihekokonaisuuksia osa-alueiden sisällä (Jokivuori 2007, 158). Näin saatiin laajemmin painotettua lisätietoa yleistä tarpeista osa-alueittain. Lähtötiedot ovat liitteessä 2, sivuilla 3 -5, mukailten (Tuomi 2018, s.100). Esimerkkeinä mainittakoon, koulutus, digitaalisuus, mitaus. Kuvassa 20 on ilmaisujen kiinnostuksen jakauma, esitettyinä Gauss-käyrää mukailten.

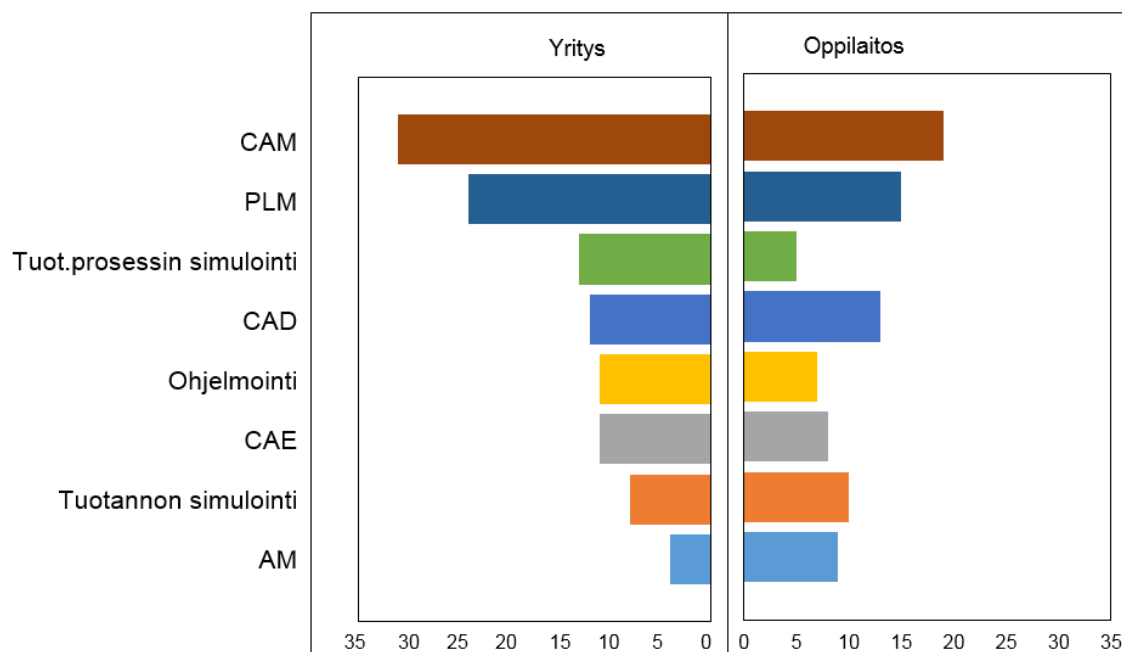


Kuva 20. Kiinnostuksen jakauma.

Kuvasta 20 havaitaan CAM:n liittyvien asioiden ilmaisujen olevan taas suurimman kiinnostuksen kohteena. Toiseksi nousi PLM taas vahvasti esille, kun verrataan aikaisempiin analyysihin. CAM liittyvät ilmaisut esiintyvät kolmanneksi eniten, joka poikkesi aikaisemmista analyysistä. Muiden kohteiden merkityksellisyys oli vähäisempää ja niiden kiinnostukset olivat keskimäärin samanlaista.

Kuvassa 21 on vertailtu yritysten ja oppilaitosten eroja eri aihealueesta. Tavoitteena oli löytää eroja miten yritykset ja oppilaitokset painottavat aihealueita. Tuloksena voi todeta yritysten kiinnostuksen digitaaliseen valmistukseen olevan suuremman, kuin oppilaitosten. Edellisiin analyysihin verrattuna aihealueet ovat tärkeysjärjestyksessä ja painotuksissa lähes samat.

Yrityksillä CAM:n kiinnostus on selkeästi suurempi kuin oppilaitoksilla. Tämä on ymmärrettävää, koska valmistavan teollisuuden yritysten tarve on tuotannon tehokkuuden kasvattaminen, jolloin parannetaan oman prosessin tehokkuutta. PLM:n painotus yrityksillä on selkeästi suurempaa. Yrityksillä on todellinen tarve kerätä tuotetietoa asiakkaiden vaatimuksista ja tuotetun laadun varmistamiseksi. Muita tarpeita PLM:lle on oman tuotannon laaduntuottokyvyn seuranta, hinnoittelun onnistuminen ja jälkilaskelmien seuranta.



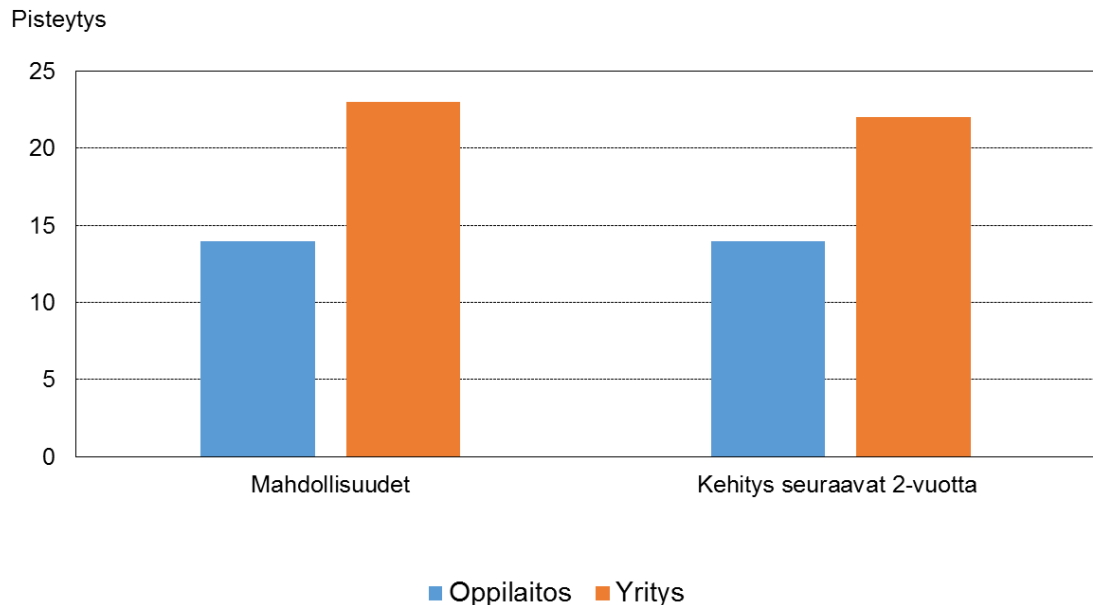
Kuva 21. Yritysten ja oppilaitosten erot eri aihealueittain.

Yrityksillä on tarve tehostaa toimintaa yksittäisen koneen tehokkuuden kasvattamisella, jolloin solun simulointi on tärkeää. CAD ja CAE- osaaminen tulevat esille, koska nykyaikaiset tuotannonohjelmistot voivat suoraan hyödyntää 3D-malleja. Jos järjestelmät eivät ole saman toimittajan toimittamia, vaativat mallit paljon muokkaamista, ennen kuin malleja voidaan kunnolla hyödyntää. Saman toimittajan ohjelmien hyödynnettävyys on jopa 30 % nopeampi kuin eri järjestelmistä saatavan tiedon hyödynnettävyys (Siemens 2020). Mallien valmistelu CAE-simulointiin vie aikaa. Vaikutus on myös yritysten omilla CAD-taidoilla. Vieläkään yritykset eivät aina saa asiakkailta 3D-kuvia, joita voisivat hyödyntää ohjelmoinneissa, tuotannollisissa suunnitteluissa ja analysoinneissa, sekä esimerkiksi kiinnitin suunnittelussa. Tällöin kuvat on piirrettävä uudestaan sopivaan muotoon, omia käyttötarkoituksia varten.

Oppilaitosten kiinnostus oli suurempaa CAD:ssä ja tuotannon simuloinnissa. Tämä johtuu oppilaitosten teoreettisen opetuksen tarpeista. CAD:n oppiminen on oleellista, koska uudet teknologiat perustuvat digitaalisille 3D-kuville. CAD luo perustan muiden digitaalisen valmistuksen sovellusten oppimiselle. Lisäävän valmistuksen (AM) kiinnostus oppilaitoksilla on ymmärrettävää, uuden kiinnostavan teknologian oppimisen tarpeesta. Yrityksissä odotetaan AM-teknologian kehittymistä ja odotetaan konkreettisten sovelluskohteiden löytymistä. AM-kappaleet ovat vielä kohtuullisen pienille kokoluokille ja pienille valmistussarjoille. Suomessa konepajateollisuuden valmistus on raskasta valmistusta

prosessiteollisuuden tarpeisiin ja on pääosin luonteeltaan yksittäis- tai piensarjatuotantoa.

Seuraavaksi tutkittiin ilmaisuja mitä mahdollisuuksia ja tarpeita haastateltavat näkivät tulevaisuudessa. Kuva 22 osoittaa yritysten näkevän digitaalisen valmistuksen mahdollisuudet suurempina, kuin mitä oppilaitokset näkevät. Yrityksillä on usein viimeisin tieto uusista mahdollisuuksista, kiitos aktiivisten konemyyjien.



Kuva 22. Digitaalisen valmistuksen mahdollisuudet oppilaitos/yritys.

Yritykset odottavat panostavansa digitaalisen valmistuksen kehittämiseen selkeästi enemmän kuin oppilaitoksen edustajat. Yritykset joutuvat päivittäin miettimään kilpailukykyään, jonka johdosta uusia investointeja ja teknologioita suunnitellaan otettavaksi käyttöön.

Oppilaitoksilla kehittäminen on haasteellisempaa. Opetussuunnitelmien radikaali muuttaminen vuosittain ei ole mielekästä, eikä vuosittaiset investoinnit viimeisempään teknologiaan ja laitteisiin ole aina mahdollista.

8.4 Tutkimuksen ja koulutuksen palvelutarpeet

Tässä kappaleessa tuodaan esille kyselytutkimuksen jälkeen muutaman haastateltavan kanssa käydyissä neuvotteluissa esiin tulleita asioita tutkimus- ja koulutuspalvelujen

osalta. KTK:lla on vahva ja monipuolinen valmistustekniikan osaaminen ja osaavat operaattorit, joita voidaan hyödyntää palvelujen kehittämisessä. Tulevaisuudessa on huomioidava suunnitteluvaiheessa olevat Turun yliopiston koulutusohjelmat ja mitä koulutustarpeita ne tuovat KTK / TuAMK kone- ja valmistustekniikan laboratorio ympäristöön. Hyvin suunnitelluilla palveluilla saadaan teknologiakampuksen toimijat sitoutumaan paremmin KTK-ympäristön ja resurssien käyttöön. Yhteisten resurssien ylläpito vaatii investointeja. On mietittävä keinoja, miten korkeakoulut saadaan investoimaan uusiin teknologioihin, jotka sijoitettaisiin KTK-ympäristöön yhteiseen käyttöön.

Laserteknologiaosaaminen on KTK:lla perinteisesti vahvaa LUT-yliopiston yhteistyön, kehityshankkeiden ja yritysprojekteista saatujen kokemusten kautta. Viimeiset investoinnit KTK-ympäristössä robottiasemiin ja hitsauksen monitorointiin avaavat uusia mahdollisuuksia tutkimukselle. Lisäävän valmistuksen (AM) teknologioita on jo nyt käytössä, kuten robotilla tehtävä metallien suorakerrostustulostus (DED) ja laser-hybridihitsaus. Muovitulostimia on useita ja hankinnassa on parhaillaan metallin jauhepetitulostimia (PDF). Turun seudulla toimii useita 3D-tulostus yrityksiä, joiden osaamista kannattaa hyödyntää lisäävän valmistuksen kehittämisessä. Yhteistyö yritysten kanssa auttaa tutkimuksessa ja koulutuksessa. Laserteknologioissa digitaalisuus ja adaptiivisuus ovat oleellinen osa prosessien laadunvarmistusta. Turun alueen yliopistojen vahvaa signaalinkäsittelyosaamista tulee hyödyntää digitaalisessa valmistuksessa.

Yrityskehityksen haasteena on tehdä tutkimusta ja julkaista tutkimustuloksia, kuitenkin loukkaamatta yrityssalaisuuksia. Tutkimusprosessit on suunniteltava niin, etteivät yrityssalaisuudet paljastu. Käytettävänä keinoina ovat salassapitosopimukset, tutkimusten tekeminen osissa tai muilta suljetuissa tiloissa.

Tutkimusten toteuttamismalli KTK:lla olisi seuraava. Tutkijat ovat alkuvaiheessa käynnistämässä tutkimusta. KTK operaattorit käyttävät laitteita ja kirjaavat tulokset tutkijoiden käyttöön. Tutkijat voivat keskittyä muun kirjallisuusaineiston etsimiseen ja tulosten julkaisemiseen. Toisena etuna KTK-ympäristössä on mahdollisuus samankaltaisten tutkimusten yhdenaikaiseen tekemiseen. Edellä mainituilla toimilla tutkimusresurssit olisivat tehokkaassa käytössä (resurssitehokkuus). Toimistotiloja on tutkijoille suunniteltava, jolloin tutkimusta tehdessä ei tarvitse poistua KTK-ympäristöstä. Näin toimien tutkijat tulisivat tututuiksi keskenään tehdessään omia tutkimuksia tai yhteisiä projekteja.

Materiaalitekniologiaa palvelevia toimintoja ovat aineenkoetuslaitteet vetomurtolujuuden ja iskusitkeyden testaamiseen, kovuuden mittaus sekä heiden tekeminen ja mikroskopia. Lisäksi yliopistoilta ja lähialueen yrityksiltä löytyy lisää laitteistoja materiaalien ominaisuuksien tutkimiseen, kuten elektronimikroskooppeja. Materiaalitutkimukselle on alueella hyvät ja monipuoliset mahdollisuudet. Nyt jokainen toimija on pääosin omissa oloissaan. Synergiaetuja olisi voitava hyödyntää.

Perinteisten valmistusmenetelmien, kuten koneistuksen, hitsauksen, taivutuksen, leikkauksen sekä robotiikan ympärille on mahdollista rakentaa digitaalista tutkimus- ja koulutusympäristöä. Monitorointi- ja anturointi ja laserteknologiat avaavat myös uusia mahdollisuuksia perinteisen valmistuksen laadunvarmistuksessa, sekä eri teknologioiden risteyttämisessä.

Metrologian mittaus-, tarkastus- ja testauspalvelut ovat KTK:lla olevia palveluja. Mittavälineiden tarkastuslaitteet ja mittauspalvelut koordinaattimittakoneella kestävät kansainvälisen vertailun.

Laitesuunnittelua pohdittiin tutkimuksen uutena palveluna käytettäväksi tutkimuslaitteiden suunnittelussa. Laitesuunnittelu tarvitsee osaavia ja kokeneita henkilöitä, jotka kykenevät auttamaan uusien laiteinnovaatioiden kehittämisessä ja suunnittelussa. Haasteena on riittävän laajalla kokemustaustalla olevien henkilöiden löytyminen. Tällaisia henkilöitä ei helposti löydy oppilaitosmaailmasta.

Digitaalisen valmistuksen yhtenä osana puhutaan hybridivalmistuksesta. KTK-ympäristö luo mahdollisuudet suunnitella kappaleet virtuaalisesti ja valmistaa todelliset konkreettiset kappaleet. Tämä on erittäin hyödyllistä opiskelijoille ja tutkijoille ja havainnollistaa digitaalista valmistusta.

Digitaaliseen valmistukseen liittyy oleellisena osan tiedon hallinta. Informaatiota syntyy paljon ja nykyisin tiedosta hyödynnetään vain murto-osa. Ohjelmistojen keskusteleminen keskenään ja datan hyödyntämisen kehittäminen on oma tutkimuskohteensa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavissa luvuissa arvioidaan tämän tutkimuksen luotettavuutta ja käsitellään keskeisiä havaintoja ja niiden hyödynnettävyyttä KTK:n tutkimus-, koulutus ja kehittämis-ympäristössä.

9.1 Luotettavuus

Tutkimuksessa on pyritty käyttämään lähdeaineistona tutkimuksellisten artikkelien osalta tietoa viimeisen 10-vuoden ajalta. Vanhempiakin lähteitä on käytetty, koska niihin on viitattu uusissa artikkelissa. Tällöin on käytetty alkuperäisiä lähteitä ja sitä kautta pyritty varmistamaan tiedon oikeellisuus. Kaupallisia aineistoa on käytetty, silloin kun tiedettiin laitevalmistajilla olevan viimeisin tieto. Kaupallisen aineiston vaatimuksena oli, että tieto on yleinen ja esiintyy muillakin toimittajilla. Kyselytutkimuksessa haastateltavat oli valittu KTK:n sidosryhmistä, jolloin he toivat oman näkemyksenä KTK:n kehittämisestä. Haastattelutilanteessa haastateltavia ei johdateltu, vaan pyrittiin kirjaamaan ylös tarkastikin heidän viestinsä. Lähdeaineistoa ja haastatteluaineistoa on arvioitu kriittisesti. Tulokset on pyritty esittämään johtopäätöksissä loogisena kokonaisuutena.

9.2 Keskeiset havainnot ja hyödynnettävyys

Tässä tutkimuksessa on havaittu seuraavia Koneteknologiakeskuksen oppimis- ja kehittämisympäristöä tukevia kehityskohteita. Ensimmäisenä havaintona on oppimis- ja koulutuspalvelut yrityksille sekä oppilaitoksille. Toisena havaintona tulivat esille tutkimuspalvelut korkeakouluille. Kolmanneksi tarve kehittää kehitys- ja testauspalveluja yrityksille ja korkeakouluille. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin oppilaitosten ja yritysten erilaiset odotukset ja ajatukset, digitaalisen valmistuksen kehittämisestä.

Yritykset ja oppilaitokset korostivat koulutus- ja osaamistason nostamista. Lähestymistavoissa ja painotuksissa oli löydettävissä eroja digitaalisen valmistuksen eri aihepiireissä. Oppilaitosten ja yritysten tarpeet erosivat toisistaan käytännön konkretian ja yleisluontoisen tiedon mukaan.

Oppilaitosten näkemykset olivat enemmän teoreettisia ja yleisluontoisia. Oppilaitokset haluavat mennä uusien muoti-ilmiöiden mukaan nopeastikin, usein perustietojen kustannuksella. Kaupungistumisesta johtuen, yhä useampi nuori tulee korkeakouluihin, ilman liittymäpintaa hakemaansa koulutukseen. Perustietoja voi hankkia opiskelemalla asioita teoriassa, mutta oleellisena osana on käytännössä tekeminen ja kokeileminen, jotka avaavat teoriassa opittuja tietoja. Perustiedot ja käytännön taidot ovat tärkeä osa syvälistä osaamista. Oman haasteensa tuo opettajien oman käytännön kokemuksen puutteellisuus. Vaikka kokemusta olisi hankkinut työelämässä, niin tiedon ylläpidossa on haasteita, kun opetustehtävät vievät pääosan päivittäisestä työstä. On haasteellista opettaa asioita pelkän kirjatietämyksen varassa.

Digitaalisesta valmistuksesta on KTK oppimisympäristössä oppilailta ja opettajilta mahdollista saada käytännöllinen lähestymistapa opiskeluun ja opettamiseen. Hyvin suunniteltuun teoriaopetukseen soveltavat laboratorioharjoittelut, laajentavat opiskelijoiden osaamista ja tukevat teoriaopetusta.

Yritysten tarpeet olivat kovan osaamisen kehittämisessä ja uusien sovellutusten nopeassa käyttöönotossa yritysten omassa toiminnassa. Kovalla osaamisella tarkoitetaan vahvaa käytännön kokemusta ja tehokkuutta, jota voidaan hyödyntää uusien menetelmien käyttöönotossa. Yritysten omalle henkilökunnalle on tarve järjestää täsmäkoulutuksia ammattitaidon ylläpitämiseksi ja uusien menetelmien oppimiseksi. Lisärekrytoinneissa yritysten on vaikea löytää ammattitaitoista henkilökuntaa eri tehtävien hoitamiseen. Valmistavan teollisuuden yrityksiin opiskelijoiden on vaikea saada harjoittelupaikkoja, ilman käytännön osaamista. Yrityksissä ei enää ole harjoittelijoiden töitä, jonka seurauksena opiskelijat eivät pääse opiskeluaikanaan kehittämään käytännön osaamistaan. Poikkeuksina ovat ammatillisen peruskoulutuksen kautta tulleet korkeakouluopiskelijat, joilla käytännön osaamisen perusteet ovat osin hallinnassa.

KTK voi auttaa yritysten henkilöstöä ammatillisissa täsmäkoulutuksissa. KTK:n palveluna on mahdollista suunnitella yhteistyössä oppilaitosten ja yritysten kanssa ”koulutuspolut”. Yksittäiset opiskelijat erikoistuisivat yritysten tarpeisiin jo opiskeluaikana. Tällöin yritysten ei tarvitse käyttää omaa, usein vähäistä henkilöstöään, opetustehtävissä ja ohjaamisessa.

PLM (Product Lifecycle Management) tietojen keruu on vielä monellakin yrityksellä ja oppilaitoksilla alkutekijöissä. Yksittäisiä osa-alueita on suunnittelun tukiprosesseissa

käytössä, mutta kokonaisuudessa on vielä kehitettävää. Tutkimuksessa havaittiin suunnittelun lisäksi tarvetta valmistuksen aikaisen tiedon keräämiseen ja hyödyntämiseen. Esimerkkeinä mainittakoon suunnittelun lähtötiedot, mittapöytäkirjat, materiaalitiedot, asennusraportit ja muut tuotteisiin liittyvät tiedot. Lisätietoa kaivattiin koneiden anturoinneista ja niitä tukevien ohjelmistojen kehittämisestä. Opetuksessa olisi mielekästä hyödyntää simulaatioympäristöä mahdollisimman oikean kaltaisilla harjoitteilla.

Yritykset voivat hyödyntää KTK:ta testausympäristöä omien toimintojensa kehittämisessä ja teknologioidensa käyttöönoton varmistamisessa.

Korkeakoulujen tutkimuksessa KTK alustaa voidaan käyttää tutkimusprojektien datan keräämisessä ja analyysiohjelmien rakentamisessa. Kehityskohteina koettiin tutkimuksellisesti tarpeellisena eri ohjelmistojen tietojen yhteensovittaminen ja hyödyntäminen.

CAD / CAE / CAM-ohjelmistoilla on vahva liittymäpinta toisiinsa. CAD 3D-suunnittelu on tullut yhä tärkeämpään rooliin. Ohjelmistoja on monia ja periaatteessa nykyiset ohjelmat ovat samankaltaisia. Kun on yhdellä oppinut suunnittelemaan, oppii toisen paljon helpommin. Oppilaitoksilla on käytössään erilaisia CAD-ohjelmia, joita olisi voitava käyttää KTK-ympäristössä monipuolisesti. Tulevaisuuden konepajakuviin tulee lisättäväksi valmistusinformaatio 3D-malleihin (Model Based Definition, MBD), jolloin mitoitukset on sisällytetty 3D-malleihin. Suunnitteluosaamisen ymmärrystä on kehitettävä ja se sopisi KTK:lle käytännössä sovellettavaksi palveluksi.

CAE hyödyntää CAD-kuvia, esimerkiksi liikemekanikassa, FEM-analyyseissä, rikkoutumisanalyyseissä ja nestemekanikassa. Uutena osaamisena topologia optimointi, jossa tarvitaan 3D-kuvia analyysien mallinnukseen. CAE hyödyntäminen on käytössä monellakin suunnittelutoimistolla. Alan osaajia on kuitenkin vähän yrityksissä. KTK:n oppimisympäristössä CAE osaaminen olisi nostettava esille omana kehittämisalueena.

CAM hyödyntää CAD-kuvia. Ilman kunnollisia CAD-kuvia ei nykyaikaisten tuotannon työstökoneiden uusia ominaisuuksia voida hyödyntää. Työkaluvalmistuksen kiinnittinsuunnittelua helpottaa, jos valmistettavasta kappaleesta on 3D-kuva. Työkappaleen ympärille on helppo suunnitella tarvittavat kiinnittimet. Oleellista on myös työstöratojen ohjelmoinnissa hyödyntää 3D-kuvaa. Kappalekuvaa voi käyttää robotiikassa, sekä muissa lastuavan työstön ja leikkaavien koneiden työstöratojen ohjelmoinneissa.

Robottiikan kehittäminen tuotannon sovellutuksissa koettiin tärkeäksi, lähes kaikkien haastateltavien mielestä. Käyttökohteina ovat työkappaleiden ja työkalujen vaihto ja laadunvarmistus sovellutukset. Kehitettävänä olisivat miehittämättömät asetukset, jotka mahdollistavat miehittämättömän ajon työöstökoneilla.

Lisäävä valmistus (AM, 3D-tulostus) ei tässä tutkimuksessa saanut kovinkaan suurta mielenkiintoa, verrattaessa muihin digitaalisen tekniikoiden sovelluksiin. Tämä johtuu Suomessa olevan laitekannan vähäisyydestä, sekä hyötyjen oivaltamisen puutteesta. Tarve tulee Suomessakin kasvamaan, kun konkreettisia kappaleita saadaan valmistettua. Tiedon lisäämisen ja koulutuksen kasvattamisen on tärkeässä roolissa, jota KTK-ympäristössä voisi hoitaa. Aikaisempien tutkimusten perusteella 3D-koulutuksen ja tutkimuksen palveluihin on panostettava (Virkki 2018, s.39).

Simulointien tarve on kasvussa. Digitaalisia malleja tarvitaan tuotantosoluista sekä koko tehdasympäristöstä. Kokonaisten toimitusketjujen mallinnus koettiin tärkeäksi, kun toimintoja virtaviivaistetaan. Simulointiohjelmistojen koulutus sopii hyvin KTK oppimisympäristössä testattaviksi sekä myytäväksi yrityspalveluksi.

Ohjelmoinnissa on pulaa osaajista. Ammattitaitoa on kehitettävä jatkuvasti ja yritysten on harrastettava työkiertoa. Näin yritykset saavat edes välttävästi tyydytettyä ohjelmointien tarpeen. Yritykset tekevät pääosin CAM:llä ohjelmat, mutta usein on helpompi muokata vanhoja ohjelmia suoraan koneilla. Kaikilta tekijöiltä ei ohjelmointi, eikä vanhojen ohjelmien muokkaus onnistu. Yritykset haluaisivat koulutuksessa huomioitavan ohjelmoinnin eri alustoilla ja ohjelmistoilla. Etäkoulutus ja offline-ohjelmointi kiinnostivat oppilaitoksia sekä yrityksiä. Yhteistyössä oppilaitosten kanssa, ohjelmoinnin koulutukselle on kysyntää ja koulutus sopisi osaksi KTK:n palveluja.

Liitteessä 5 on esitetty tulevaisuuden kehitettäviä digitaalisen valmistuksen palveluja Koneteknologiakeskuksen oppimisympäristössä. Mahdollisuuksina tutkimuksessa havaittiin, tiedon hallinnan kehittäminen sekä robotiikan sovellutukset. Digitaalisuutta olisi hyödynnettävä läpi koko valmistusketjun. Kerran syötettyä tai saatua tietoa ei tarvitse uudelleen käsitellä. Virtaviivaistamisen lyhentää ”Asiakas – Toimitusketjun” läpimenoaikoja ja parantaa laadunvarmistusta. Lisäävän valmistuksen (AM) tiedon ja mahdollisuuksien lisääminen, auttaa yrityksiä löytämään konkreettisia tuotteita hyödynnettäväksi.

Palveluissa on huomioitu myös teknologiakampanuksen tarpeet, jotka on eritelty tarkemmin kunkin osa-alueen alla.

KTK:lla on mahdollisuus toimia oppilaitosten, tutkijoiden ja yritysten näkemysten yhteen sovittajana, tiedon välittäjänä uusista menetelmistä. Tämä vaatii KTK:lla laaja-alaista osaamista digitaalisuudesta, valmistuksen käytännön osaajia ja henkilöstön innovatiivisuutta.

9.3 Jatkotutkimuskohteet

Seuraavia tutkimuskohteita voisi yhteistyössä korkeakoulujen kanssa KTK-ympäristössä valmistella, koska valmiudet ovat tutkimuksien nopeaan käynnistämiseen.

Laserhitsauksessa laadunvarmistusmenetelmien tutkiminen ja kartoitus. Sovelluskohteita ”online monitoring” eli reaaliaikainen avaimenreiän mittaus, sekä laserhitsauksen skannaus ennen ja jälkeen hitsauksen. Edellisiin menetelmiin liitetään myös kamernäkö, kuvantamista varten. Mahdollisuuksia kehittää adaptiivista tutkimusta.

Laadunvarmistusmenetelmien kehittäminen ääntä ja laseria hyödyntäen. Tutkimukset on sovellettavissa myös koneistukseen ja perinteiseen hitsaukseen.

Mittauskoneilta saatavan tiedon takaisinkytkentä työstökoneiden ohjauksiin.

Tuotantosolujen kehittäminen robotiikkaa, tarttujia, anturointeja, kameranäkösovelluksia ja adaptiivisuutta hyödyntäen.

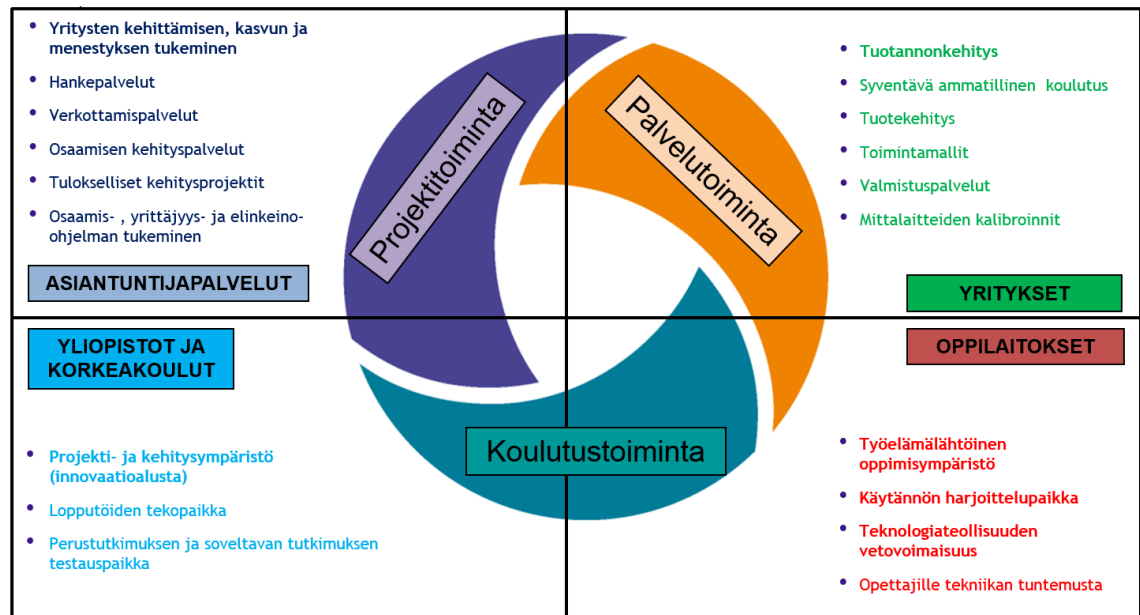
Lisäävän valmistuksen käytännön sovellusten kehittäminen. Laserhitsauksen tutkiminen lisäävän valmistuksen tuotteille, sekä niiden materiaaliominaisuuksien tutkiminen.

Digitalisuuden hyödyntäminen perinteisillä valmistusmenetelmillä.

Aineenkoestuksen tutkimukset eri valmistusmenetelmille.

10 SUOSITUKSET

KTK:n koulutus- ja kehityspalvelut ovat olleet modernien tuotantoteknologioiden hyödyntämistä. Kuvassa 23 on esitetty KTK:n nykyinen palvelumalli.



Kuva 23. KTK:n toimintojen palvelut (KTK: esitysmateriaali 2020)

Kuvassa 23 on esitetty nykyiset strategian mukaiset palvelut yrityksille ja oppilaitoksille. käytettävät teknologiat ovat seuraavat. CNC-koneistus työstökeskuksilla FMS-järjestelmää hyödyntäen sekä monitoimisorvilla tapahtuva robottipanostus työkappaleiden vaihdoissa. Ohutlevyteknologioissa yhdistelmäkoneella CNC-laserleikkaus- ja lävistys sekä CNC-taivutus. Teollisuusrobotiikkaa käytetään hitsauksessa (MIG/MAG/laser) sekä kappaleenkäsittely harjoituksissa. Automaatiolaboratoriossa harjoitellaan anturi- ja väyläteknikoiden käyttöä.

Tulevaisuudessa korkean osaamisen tarpeet kasvavat kaikilla teknologiateollisuuden koulutusasteilla. Teollisuus 4.0 on esillä koulutuksessa ja kehityksessä, mutta käytäntöön soveltamisessa on vielä kehitettävää. Digitaalisuus on jokapäiväistä ja opintoasteiden rajapinnoilla tarvitaan samankaltaista tieto-taitoa. Oppilaitoksilla ei käytännön harjoittelussa ole isoja eroja, jolloin harjoitteet ovat hyvin samankaltaisia. Erot tulevat har-

joittelujen esivalmisteluissa, esimerkiksi korkeakouluilla etukäteen teorian tietojen hankinnassa ja jälkeenpäin tehtävissä raportoinneissa. Ammatillisessa koulutuksessa valmistelut ja raportoinnit ovat keveämpiä.

KTK:lla on merkittävä rooli koulutusasteita yhdistävänä toimijana, työelämälähtöisen osaamisen kehittämisessä ja harjoittelujen toteuttamisessa. Yhteisten resurssien hyödyntäminen tulee oppilaitoksille ylläpidollisesti ja kustannuksiltaan halvemmaksi, kuin omiin resursseihin investoimalla. Haasteena tulee olemaan tilojen yhteiskäytön hallinta, lukujärjestysten yhteensovittaminen sekä tutkimuksellisten resurssien käyttö. Vastuu yhteiskäytön hallinnasta on toteutettava puolueettomasti keskitetysti koordinoimalla. Tällöin yksittäisten oppilaitosten omat edut aja ohi muiden tarpeiden.

Oppilaitosten suunniteltaessa KTK-ympäristössä tapahtuvia tutkimus- tai kehitysprojekteja, hankesuunnitelmissa on otettava huomioon palvelujen hankinnat/ostot KTK:lta. Tällöin saadaan oppilaitokset sitoutumaan yhteiseen oppimisympäristöön ja voidaan turvata KTK:n toimintaa rahoituksellisesti. Vuosisopimukset eivät normaalisti kaikkia kuluja kata.

Yrityksillä tarve on jatkuvan oppimisen palveluihin. Yrityskoulutukset eivät saa viedä paljon aikaa. Lyhyet, yritysten kanssa suunnitellut ammatilliset koulutukset tulevat vastaamaan paremmin yritysten tarpeisiin. Nämä palvelut on hoidettava yhteistyössä oppilaitosten kanssa, kunkin oman osaamisalueen perusteella. Uutena koulutusmuotona on harkittava maksullisia etäkoulutuksia.

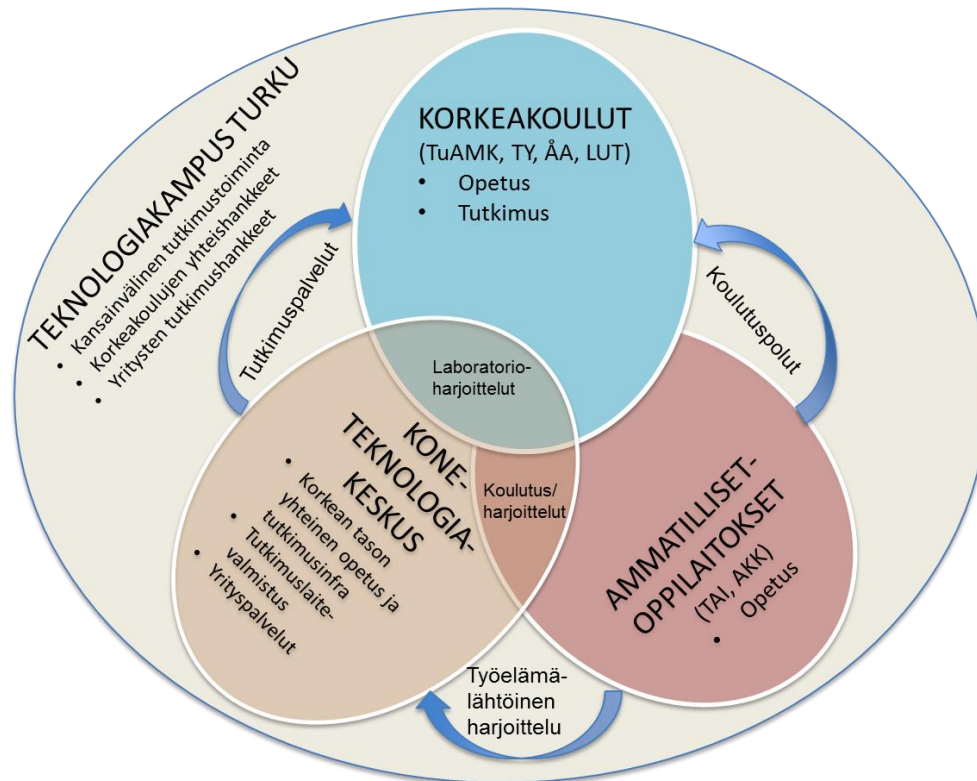
Kuvassa 24 on ehdotetut KTK:n uudet palvelut Teknologia kampus Turku sateenvarjon alla. Palvelut voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Uudet palvelut ovat tarkemmin eriteltyinä liitteessä 3.

Ensimmäisenä ovat oppimispalvelut korkeakouluille ja ammatillisille oppilaitoksille. Digitaalisen oppimispalveluille on tärkeää, jokaisen oppilaitoksen sitoutuminen KTK oppimisympäristön ja laitekannan ylläpitoon. Investointisuunnitelmissa on huomioitava toisten oppilaitosten tavoitteet ja omat oppimistavoitteet. Oppilaitosten on mietittävä keskinäiset tavoitteet laitteiden ja ohjelmistojen hankinnassa. Yhteiskäytössä on kaikkien kannettava vastuunsa investoinneista. Tämä mahdollistaa ja varmistaa oppimisympäristön tasapuolisen käytön ja vaikuttamisen hankintoihin ja oppimisympäristön kehittämiseen.

Toisena ovat tutkimuspalvelut korkeakouluille. Perusvalmiudet KTK:lla tehtävässä digitaalisen valmistuksen ja materiaalien tutkimuksen tukemiseksi ovat teknologioiden näkökulmalta erittäin hyvät. Ympäristö kestää kansainvälisen vertailun ja uusien tulevien

investointien toteutuessa ei ole esteitä kansainväliselle tutkimukselle. Suurimpana haasteena on tutkijoiden saaminen KTK-kehitysympäristöön tekemään tutkimustyötä ja ymmärtämään KTK:n mahdollisuudet. Konepajaympäristönä KTK voi olla haastava tutkijoille, joilla ei useinkaan ole käytännön osaamista. Korkeakoulujen hankesuunnittelussa on huomioitava KTK:n mahdollisuudet tukea ja toteuttaa tutkimusta. Tutkijoilla ei ole osaamista käyttää laitteistoja, eikä se ole tavoitekaan. Tutkijat voivat keskittyä tiedon hakemiseen, tutkimustulosten analysointiin sekä raportointiin. KTK henkilökunta auttaa tutkimuksen tekemisessä ja tietojen tallentamisessa tutkimusta varten. Hankerahoituksessa on varattava KTK:lle rahoitusta investoinneille ja palvelujen ostoille.

Kolmantena ovat yrityspalvelut, KTK:n omana palveluna tai yhteistyönä oppilaitosten kanssa. Yrityksillä on tarve nopeaan lyhytkestoiseen koulutukseen ja kehitystoimintaan, johon olisi pystyttävä vastaamaan. Etäkoulutusohjelmille yrityksillä on tarvetta, koska koulutukset olisi helpompi toteuttaa työn ohessa. Uusien menetelmien toimivuuden testaus antaa varmuutta yritysten investoinneille. Materiaalien ja metrologian laadunvarmistuspalveluille on tarvetta yritysten kehittäessä omia tuotteitaan. Samoja testauspalveluja voidaan käyttää myös tutkimuksessa. Yritysvetoisessa tutkimuksessa on varsinkin pienillä ja keskisuurilla yrityksillä haasteensa. Nyt hankkeita tehdään veturiyritysten mukana. Pk-yrityksillä ei useinkaan ole riittävän tottuneita henkilöitä tekemään tutkimusta. Toisena esteenä ovat muut työkiireet, jolloin tutkimukselle ei ole aikaa. KTK:n henkilöstö voi osaamisellaan tukea yrityksiä tutkimuksen soveltamisessa käytäntöön.



Kuva 24. KTK:n uuden mallin mukaiset palvelut (Virkki 2020).

Kuvassa 24 on esitetty periaatteellinen toimintamalli Teknologiaakampus Turku toiminnolle. Jokaisella toimijalla on oma perinteinen roolinsa koulutuksen ja tutkimuksen toteuttamisessa. Leikkaavina yhteisinä koulutustoimintoina ovat KTK:lla tapahtuvat koulutus- ja laboratorioharjoittelupalvelut. Nuolet kuvaavat mahdollisuuksia ja polkuja yhteistyölle ja sen kehittämiseksi. Teknologiaakampus Turku koordinoi toimijoiden tutkimushankkeistyötä, auttaa kansainvälisen tutkimustoiminnan koordinoinnissa, esimerkiksi EU:n Horizon-hankevalmisteluissa sekä Fraunhofer-yhteistyössä. Teknologiaakampuksella olisi vahva rooli suurempien yritystutkimushankkeiden koordinoinnissa.

Koneteknologiakeskuksen markkinointiviestintää ja tiedottamista on kehitettävä. Korkeakouluilla ei ole tietoa mahdollisuuksista, joita KTK:n yhteisessä koulutus- ja tutkimus- alustassa voidaan toteuttaa. Korkeakoulut miettivät usein vain omia resurssejaan toimintojen toteuttamiseksi, vaikka yhteistyöllä ja yhteisten resurssien käytöllä saisi enemmän aikaa. Suositeltavaa ja hyödyllistä on toiminnan kehittäminen yhteisillä seminaareilla ja workshoppeilla. Yhdessä keskusteleminen ja tekeminen lisäävät yhteistyömahdollisuuksia.

LÄHTEET

Aaltola, J. & Valli, R. (toim.). 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Metodien valinta ja aineiston keruu: virikkeitä aloittelevalla tutkijalle. Jyväskylä: PS-kustannus, (106 – 108).

Aaltola, J. & Valli, R. (toim.). 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalla tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus, (252 – 259).

Aapaoja, A. Kujala, J. & Pesonen, L. 2012. Productization of University Services. Researchgate.https://www.researchgate.net/publication/288266449_Productization_of_university_services, (14).

Bijnens, J. , Kellens, K. & Cheshire, D. 2018. Accuracy of geometry data exchange using STEP AP242. [www.sciencedirect.com/Procedia CIRP 78 \(2018\), \(219-224\)](http://www.sciencedirect.com/Procedia CIRP 78 (2018), (219-224)).

Blythe, J. 2005. Essentials of Marketing. Essex: Pearson Education Limited, (126 - 127).

Broman, J. 2019. Technical Sales. Luentomateriaali 2.12.2019. Asiakkuuksien hallinta ja myyntitoiminta. Turun Ammattikorkeakoulu.

Burke, R. Laaper. S. Mussomeli, A. Hartigan, M. & Sniderman, B. 2017. The smart factory. Responsive, adaptive, connected manufacturing. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html#>. (2-5).

Burk Wood, M. 2004. Marketing Planning: Principles into practice. Essex: Pearson Education Limited, (7, 14 - 26).

Chong, L. Ramakrishna, S. & Singh, S. 2017. A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. Int J Adv Manuf Technol (2018) 95:2281–2300. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1345-3>, (2282 - 2283).

Cooper, J. Budd, C. 2006. Tying the pieces together: A normative framework for integrating sales and project operations. [www.sciencedirect.com/Industrial Marketing Management 36 \(2007\) 173–182, \(174 - 175\)](http://www.sciencedirect.com/Industrial Marketing Management 36 (2007) 173–182, (174 - 175)).

DIMECC Final report 2/2016. MANU - Future Future Digital Manufacturing Technologies and Systems. https://www.dimecc.com/wp-content/uploads/2019/06/DIMECC_Final_report_10_MANUebook.pdf. (74).

Elia, V. Gnoni, M.G. & Tornese, F. 2019. Exploring the Benefits of Productization in the Utilities Sector. [www.mdpi.com/journal/sustainability, \(3\)](http://www.mdpi.com/journal/sustainability, (3)).

Finlex. Tietosuojalaki.1050/2018. (29§). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20181050?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=tietosuoja>.

Finlex. Liikesalaisuuslaki.595/2018. (4 §). <http://finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180595>.

The European Code of Conduct for Research Integrity (2017), Revised ed. ALLEA: Berlin. <http://www.allea.org/wp-content/uploads/2017/05/ALLEA-European-Code-of-Conduct-for-Research-Integrity-2017.pdf>

Heikkerö, T. 2009. Tekniikka ja etiikka. Johdatus teoriaan ja käytäntöön. TEK: Helsinki, (97-98).

Heininen, A., Siren, M., Hillman, L., & Koskinen, K. (Toimittajat) (2020). ÄVE - Älykäs Valmistus-Ekosysteemissä. Tulosraportti 2019. VTT Technical Research Centre of Finland (s.14),

- Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi, (129, 136, 154 – 155, 160 – 161, 226).
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2011. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: HYY yhtymä, (42 - 47, 141, 186 - 187).
- Kostal, P. Velisek, K. 2011. Flexible manufacturing system. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol:53 2011-05-28, (726).
- Hänti, s. Kairisto-Mertanen, L. & Kock, H. 2016. Oivaltava myyntityö. Asiakkaana organisaatio. Helsinki: Edita Publishing Oy, (10, 24).
- Harkonen, J. Haapasalo, H. & Hanninen, K. 2015. Productisation: A review and research agenda. www.elsevier.com/locate/ijpe/Int. J. Production Economics 164 (2015) 65–82, (74).
- Helsingin yliopisto. Tutkimuseettisten näkökulmien check list yritysyhteistyönä tehtävään ihmistieteelliseen tutkimukseen (pois lukien lääketieteellinen tutkimus). 5.4.2019. (https://www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/check_list_yritysyhteistyona_tehtavassa_ihmistieteellisessa_tutkimuksessa_fi.pdf).
- Holopainen, T. 2019. Technical Sales. Luentomateriaali 14.1.2019. Turun Ammattikorkeakoulu, (10).
- Jaakkola, E. 2011. Unraveling the practices of “productization” in professional service firms. www.sciencedirect.com/Scandinavian Journal of Management Volume 27, Issue 2, June 2011, Pages 221-230, (224).
- Jituri, S. Fleck, B. & Ahmad, R. 2018. Lean OR ERP – A Decision Support System to Satisfy Business Objectives. www.sciencedirect.com/Procedia CIRP 70 (2018) (422).
- Jobber, D. Lancaster, G. 2015. Selling and Sales Management. Edinburgh: Pearson Education Limited, (129).
- Jokivuori P. & Hietala R. 2007. Määrällisiä tarinoita. Monimuuttujamenetelmien käyttö ja tulkinta. Helsinki: WSOY, (158).
- Johnston, R. Clark, G. & Sulver, M. 2012. Service Operations Management. Improving Service Delivery. Edinburgh: Pearson Education Limited, (197).
- Jovane, F. Yoshikawa, H. Alting, L. Boër, C.R. Westkamper, E. Williams, D. Tseng, M. Seliger, G & Paci, A.M. The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. <http://ees.elsevier.com/cirp/default.asp/CIRP Annals - Manufacturing Technology> 57 (2008) 641–659, (652-653).
- Koneteknologiakeskus Turku Oy:n ”EU:N TIETOSUOJA-ASETUKSEN MUKAINEN TIETOSUOJASELOSTE”. 17.3.2019. http://www.koneteknologiakeskus.fi/files/upload_pdf/3133/KTK%20tietosuojaseloste%20verkkosivulle_V2.pdf.
- Kotler, P. Keller, K. Brady, M. Goodman, M. & Hansen, T. 2012. Marketing Management. Essex: Pearson Education Limited, (658).
- Li, L. Zheng, Y., Yang, M, Leng, J., Cheng, Z. Xie, Y, Jiang, P. & Ma, Y. 2020. A survey of feature modeling methods: Historical evolution and new development. www.elsevier.com/locate/rcim. doi:10.1016/j.rcim.2019.101851, (4).
- Lämsä, A-M. Uusitalo, O. 2012. Palvelujen markkinointi esimiestyön haasteena. Helsinki: Edita Prima Oy, (36, 100 - 101).

Meier, H. Roy, R. & Seliger, G. 2010. Industrial Product-Service Systems—IPS². <http://ees.elsevier.com/cirp/default.asp>. CIRP Annals - Manufacturing Technology 59 (2010) 607–627, (620, 624).

Montreal Statement on Research Integrity in Cross-Boundary Research Collaborations (2013). World Conference on Research Integrity WCRI: Montreal, Canada. <http://www.researchintegrity.org/Statements/Montreal%20Statement%20English.pdf>

Paritala, P.K. Manchikatta, S. & Yarlagadda, P. 2016. Digital Manufacturing - Applications Past, Current, and Future Trends. Science Direct. www.sciencedirect.com/ Procedia Engineering 174 (2017), (984).

Prashanth, B. N. Venkataram, R. 2017. www.sciencedirect.com/Materials Today: Proceedings 4 (2017). (2270).

Pihlaja, J. 2001. Tutkielmaa tekemään. Lahti: Soceda, (40).

Pihlaja, J. 2004. Tutkielman ongelmia ratkaisemaan. Lahti: Soceda, (152).

Rackham, N. 1988. SPIN Selling. McGraw-Hill. New York, (67 - 99).

Rapinoja, J-P. 2016. Malliperustaisen tuotemäärittelyn (MBD) mahdollisuudet. METSTA. Julkaisumiston Eteläranta Oy, (6).

Ruusuvuori J. & Tiittula, L. (toim.). 2005. Haastattelu. Tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Tampere: Osuuskunta Vastapaino, (13).

Scheidel, W. Mozgova, I. & Lachmayer, R. 2017. Product Data Management in the Context of Industry 4.0. 59th ILMENAU SCIENTIFIC COLLOQUIUM. Technische Universität Ilmenau, 11 – 15 September 2017. URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-2017iwk-092:4, (3 - 4).

Siemens web-seminaari 11.3.2020.

Syrjälä, L.; Ahonen, S.; Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1994. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Helsinki: Kirjayhtymä, (164).

Teknoliateollisuus ry. 2019. Työtä on – mistä osaajat? Teknoliateollisuuden näkökulmia tekniikan korkeakoulutukseen. (22). <https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/2019-10/Tekniikan%20korkeakoulutuksen%20selvitys%202019%20-%20Teknoliateollisuus.pdf>,

TENK 2009. Humanistisen, yhteiskuntatieteellisen ja käyttäytymistieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet ja ehdotus eettisen ennakoarvioinnin järjestämiseksi (Tutkimuseettinen neuvottelukunta). 6.4.2019, (2). <https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf>.

TENK 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012, (6 – 9). https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf.

Tukker, A, 2015. Product services for a resource-efficient and circular economy e a review. www.scienceDirect/Journal of Cleaner Production 97 (2015) 76-91, (76).

Tuomi, J. Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, (100).

Valtakoski, A. Järvi, K. 2016. Productization of knowledge-intensive services. Enabling knowledge sharing and cross-unit collaboration. www.emeraldinsight.com/1757-5818.htm. Journal of Service Management Vol. 27 No. 3, 2016 pp. 360-390, (370-371).

Virkki, E. 2018. Opinnäytetyö. Materiaalia lisäävän valmistuksen kehittäminen Koneteknologiakeskus Turku Oy:n ympäristöön. Turun ammattikorkeakoulu, (39).

Wright, J, 1999. The Management of Service Operations. London: Cassel, (15).

Kyselypohja KTK:n digitaalisen valmistuksen palvelut

DIGITAALISEN VALMISTUKSEN (DM, Digital Manufacturing) KEHITTÄMISEN TARVE ETELÄ-SUOMEN ALUEELLA:

Valmistuksen digitalisaatio on tulossa yhä enemmän kaiken kokoisiin yritykseen. Erilaisia käyttösovellutuksia ja teknologioita näkyy julkaisuissa kukkaisittain. Esimerkkeinä teknologioista mainittakoon Digitaalinen kaksoinen ”Digital Twin” ja lisäävä valmistus kansankielellä ”3D-tulostus.

Koneteknologiakeskus Turku Oy:ssä kartoitetaan Etelä-Suomen alueen digitaalisen valmistuksen tämän hetkistä tietämystä sekä sen tuomista tulevaisuuden mahdollisuuksista yritysten ja oppilaitosten tarpeisiin. Tarkoituksena on kartoittaa mitä toimenpiteitä ja investointeja Koneteknologiakeskus Turku Oy:ssä olisi tehtävä, jotta voisimme tuoda lisätietämystä yrityksille sekä oppilaitoksille lisäävän valmistuksen eri teknologioiden mahdollisuuksista. Samalla miten voisimme auttaa tuotteidenne prototyyppien kehittämisessä, testauksessa sekä oppilaitoksille, korkeakouluille ja yliopistoille opetuksen ja tutkimuksen kehittämisessä.

Tutkimuksen tavoitteena on Koneteknologiakeskuksen digitaalisen valmistuksen kehittämisympäristön kehittäminen, joita voisi hyödyntää korkeakoulujen ja yliopistojen tutkimuksen tukena. Tutkimuksen tavoitteena on löytää yrityksille käytännönläheisiä digitaalisen valmistuksen palveluja sekä pienimuotoisia kehitystöitä, jotka auttavat yrityksiä hyödyntämään yliopistojen ja korkeakoulujen palveluja.

Edelliset vaativat Koneteknologiakeskukseen monipuolisen palvelutarjonnan kehittämistä, jotka tukevat osaltaan Teknologiakampus Turku käynnistymistä.

Kyselyyn vastaamiseen menee aikaa noin 5 – 10 min aikaa. Tietojanne käsitellään anonymisti, yhteenvedosta ei voi tunnistaa yksittäisiä vastajia. Voitte vasta myös nimettömänä. Toivottavasti teillä olisi aikaa vastata kysymyksiin ja olla osaltanne tukemassa alueen kehitystä.

Jos ette itse ehdi vastaamaan, niin välittätkö jollekin toiselle sopivalle henkilölle yrityksessänne. Voitte myös jakaa kyselyä eteenpäin henkilöille, joilla voisi olla tietämystä annettavana selvitykseen.

Kiitoksia Teille vaivannäöstänne etukäteen.

Koneteknologiakeskus Turku Oy

Erkki Virkki

Toimitusjohtaja

Kyselypohja lisäävän digitaalisen valmistuksen tarpeen kartoittamisesta oppilaitoksille, korkeakouluille, yliopistoille sekä yrityksille.

1. Vastaajan tiedot:

Edustatko? 1. Yritystä 2. Korkeakoulua 3. Yliopistoa

Postitoimipaikka:

Vastaajan nimi:

Vastaajan ammattinimike:

Vastaajan puhelinnumero:

Vastaajan sähköposti:

2. Henkilöstön määrä

- 1) <10 henkilöä
- 2) 10-50 henkilöä
- 3) 50-250 henkilöä
- 4) >250 henkilöä

3. Kuinka kiinnostavaksi koette digitaalisen valmistuksen?

a. PLM (Product Lifecycle Management) Ei Kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

- Käsittelee tuotteen tuotetietoa läpi sen elämänkaaren.

Mitkä ohjelmistot: _____

b. CAD Ei Kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

Mitkä ohjelmistot: _____

c. CAE Ei kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

- Analysohjelmitot (FEM, FEA, CFD)
- Topologia optimointi

Mitkä ohjelmitot: _____

e. CAM Ei kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

- Koneistus
- Levyleikkaus
- Levytaivutus
- Robottihitsaus
- Koordinaattimittakone mittaus

Mitkä ohjelmitot: _____

f. AM Lisävä valmistus (3D-tulostus) Ei Kiinnosta [1-5]
Kiinnostaa paljon

Mille materiaaleille tulostusta käytetään?

- | | |
|-------------|-----------|
| 1) Metallit | Kyllä/Ei |
| 2) Muovit | Kyllä/Ei |
| 2) Hiekka | Kyllä/ Ei |
| 3) Muut | Kyllä/Ei |

Mikä materiaali? _____

g. Tuotannon simulointi
jon Ei kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

- 2D- simulointi

- 3 D-simulointi

Mikä kohde? _____

Mitkä ohjelmistot? _____

h. Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu)
Kiinnostaa paljon Ei Kiinnosta [1-5]

Mikä prosessi? _____

Mitkä ohjelmistot? _____

i. Ohjelmointi:
jon Ei Kiinnosta [1-5] Kiinnostaa paljon

- Offline-ohjelmointi

Mikä prosessi? _____

Mitkä ohjelmistot? _____

4. Kuinka suurena mahdollisuutena näette digitaalisen valmistuksen omassa toiminnassanne?

Erittäin pieni [1-5] Erittäin suuri

a. Millaisia hyödyntämismahdollisuuksia?

5. Mitä digitaalista valmistusta ajattelette kehittää seuraavan kahden vuoden aikana?

a. Missä kohteissa? _____

6. Mistä digitaalisen valmistuksen alueelta lisätietoa kaipaatte?

- | | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------|
| a. Tietoa prosesseista | Erittäin vähän [1-5] | Erittäin paljon |
| b. Tietoa kappaleiden suunnittelusta | Erittäin vähän [1-5] | Erittäin paljon |
| c. Tietoa laitteista | Erittäin vähän [1-5] | Erittäin paljon |
| d. Tietoa mahdollisuuksista | Erittäin vähän [1-5] | Erittäin paljon |
| e. Muuta tietoa, mitä? | Erittäin vähän [1-5] | Erittäin paljon |

7. Saako yrityksenne nimeä mainita kyselyn tuloksia analysoitaessa? Yritystänne ei tulla suoraan yhdistämään mihinkään kyselyn vastauksista?

Kyllä / Ei

8. Onko teillä kiinnostusta tarkempaan henkilökohtaiseen haastatteluun koskien digitaalista valmistusta?

Kyllä / Ei

9. Mitä hyödyntämismahdollisuuksia näette opetuksen kehittämisessä?

10. Minkälaista tukea tarvitsette digitaalisen valmistuksen opetuksen kehittämisessä?

Tutkimuksen taulukkoanalyysit ja kuvien lähtötiedot

Kuva 14.	KUINKA KIINNOSTAVAKSI KOETTE DIGITAALISEN VALMISTUKSEN?										Summa	Keskiarvo	Keskiahajonta	Varianssi
	O	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	O = Oppilaitos; Y = Yritys													
	HAASTATELTAVAT													
a. PLM (Product Lifecycle Management)	4	3	3	5	4	5	5	5	4	5	43	4,3	0,823	0,678
b. CAD	5	4	4	3	4	4	4	5	2	1	34	3,4	1,350	1,822
c. CAE	5	1	4	4	4	3	1	2	5	4	33	3,3	1,494	2,233
e. CAM	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	48	4,8	0,422	0,178
f. AM Lisävä valmistus (3D-tulostus)	5	4	1	5	4	4	5	1	1	1	31	3,1	1,853	3,433
g. Tuotannon simulointi	1	4	4	4	5	3	5	4	5	1	36	3,6	1,506	2,267
h. Tuotantoprosessin simulointi	5	4	1	4	3	3	4	1	5	1	31	3,1	1,595	2,544
i. Ohjelmointi:	3	5	4	4	3	4	5	1	5	1	35	3,5	1,509	2,278
Keskiarvo	4,1	3,8	3,3	4,3	3,9	3,8	4,4	2,6	4,0	2,4	36,4	3,6	0,678	0,460
Summa	33	30	26	34	31	30	35	21	32	19				
	Kuva 15.													
	HAASTATELTAVAT													
	O	O	Y	Y	O	O	O	Y	Y	Y				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
a. PLM (Product Lifecycle Management)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
b. CAD	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1				
c. CAE	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1				
e. CAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
f. AM Lisävä valmistus (3D-tulostus)	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1				
g. Tuotannon simulointi	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
h. Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu)	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1				
i. Ohjelmointi:	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1				
	[-1 = Eri mieltä (1-2), 1 = Samaa mieltä (3-5)]													

DIGITAALISEN VALMISTUKSEN OSA-ALUEET	Haastateltavien ilmaukset												Yhteensä	Kumulta tiivinen kertymä	Oppi- laitokset	Yritykset
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
O = Oppilaitos edustaja; Y = Yritys edustaja	O	O	Y	Y	O	O	O	Y	Y	Y	Y	O				
PLM (Product Lifecycle Management)	2	0	3	4	3	2	2	3	5	4	5	6	39	39	15	24
Digitaalisuus	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	10			
Koulutus	1				1	1	1	1			1	1	7			
Hyödynnettävyys					1			1	1	1	1	1	6			
Projektihallinta			1	1					1	1	1	1	5			
Mittatulokset			1	1					1	1	1		5			
Raportointi									1	1		1	3			
Siemens NX-ympäristö hyödyntäminen							1					1	2			
Käyttöönotto				1									1			
CAD	2	1	4	0	3	1	2	0	4	1	3	4	25	64	13	12
Koulutus	1	1			1	1					1		5			
Uuden tiedon hallinta			1						1	1	1	1	5			
Innovatiivisuus			1						1		1	1	4			
3D-suunnittelu			1		1							1	3			
Solid works							1		1				2			
Valmistettavuus			1									1	2			
Valmistus	1								1				2			
Perustaidot					1								1			
Siemens NX							1						1			
CAE	2	1	1	1	2	0	0	0	4	3	2	3	19	83	8	11
FEM- ja topologiaoptimointi, analyysit			1		1				1	1	1	1	6			
Suunnittelun vaikutus valmistukseen	1			1					1	1		1	5			
Koulutus	1	1									1		3			
3D-näkökulma					1				1			1	3			
Automaattinen mittaus koneille. Takaisinkytkentä									1	1			2			
CAM	1	2	6	4	2	1	10	1	12	6	2	3	50	133	19	31
Eri teknologiat		1		1	1		1		1	1	1	1	7			
Ohjelmointi		1	1				1	1	1	1			6			
Robottiikka		1	1	1	1					1	1		6			
Robottihiatus	1		1				1		1				4			
Koulutus						1	1		1			1	4			
Simulointi							1	1				1	3			
Mittaus							1		1	1			3			
Valmistuksen laatu			1						1				2			
Osaajapula			1						1				2			
Tehokkuus			1							1			2			
Levyleikkaus				1			1						2			
3D-skannaus				1					1				2			
Koneistus							1			1			2			
Kameranäkösovellukset									1	1			2			
Käänteinen suunnittelu							1						1			
Kiinnitykset									1				1			
Visuaalisuus									1				1			
AM Lisävä valmistus (3D-tulostus)	2	1	0	1	2	1	3	0	0	0	3	0	13	146	9	4
Koulutus	1	1			1	1	1		1		1		6			
Tutkimus	1						1				1		3			
Materiaalit							1				1		2			
Mallinnus				1									1			
Laitteistojen ylläpito					1								1			
Tuotannon simulointi	1	1	2	2	2	0	2	1	0	3	0	4	18	164	10	8
Virtaviivaistaminen			1		1					1		1	4			
Toiminnan ohjaus				1			1	1				1	4			
Opetus	1	1					1						3			
Materiaalivirrat				1						1		1	3			
Lay-out muutokset			1							1			2			
Logistiikkavirrat					1							1	2			
Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu)	1	1	1	2	0	0	0	3	4	3	0	3	18	182	5	13
Lean käyttöön			1					1	1	1			4			
Lay-out suunnittelu				1				1	1	1			4			
Materiaalivirrat				1				1				1	3			
Robottisolu	1									1			2			
Opetus		1										1	2			
Toimitusketjun mallinnus									1			1	2			
Törmäystarkastelu									1				1			
Ohjelmointi:	0	1	1	1	2	1	3	1	4	2	2	0	18	200	7	11
Etäohjelmointi					1		1	1	1	1			4			
CAM-teknologiat							1		1	1	1		4			
Koulutus		1							1		1		3			
Datan hallinta				1					1	1			3			
Etäkoulutus					1	1	1						3			
Robottihiatus			1										1			

DIGITAALISEN VALMISTUKSEN OSA-ALUEET	Haastateltavien ilmaukset												Yhteensä	Kumutla- tiivinen kertymä	Oppi- laitokset	Yritykset
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
O = Oppilaitos edustaja; Y = Yritys edustaja	O	O	Y	Y	O	O	O	Y	Y	Y	Y	O				
Kuinka suurena mahdollisuutena näette digitaalisen valmistuksen omassa toiminnassanne?	1	2	3	3	2	1	1	4	5	4	4	7	37	237	14	23
Tuotanto			1	1				1	1	1		1	6			
Tietovirran hallinta					1			1	1	1	1	1	6			
Prosessit				1				1	1	1			5			
Asiakastoimitusketjun virtaviivaistaminen					1				1		1	1	4			
Virtuaalinen oppimisympäristö		1									1	1	3			
Koneistus		1							1	1			3			
Koulutus						1					1	1	3			
Robotisointu hitsaus	1		1										2			
Suunnittelu			1	1									2			
Digital TWIN							1					1	2			
Hitsaus								1					1			
Mitä digitaalista valmistusta ajattelette kehittää seuraavan kahden vuoden aikana?	3	0	0	3	1	0	4	4	7	6	2	6	36	273	14	22
Datan hallinta	1						1	1	1	1	1	1	7			
Anturiteknologia /IOT	1						1	1	1	1	1		6			
FMS							1	1	1			1	4			
Hienokuormitus							1	1	1			1	4			
Tuotanto				1					1	1			3			
ERP							1			1		1	3			
Toimitusketjun mallinnus									1	1		1	3			
Suunnittelu				1	1								2			
Koneoppiminen	1												1			
Oppimisympäristö												1	1			
Projektitoiminta				1									1			
Reaaliaikainen virtuaalinen seuranta									1				1			
Mistä digitaalisen valmistuksen alueelta lisätietoa kaipaatte?	0	1	1	1	5	0	0	0	4	1	0	0	13	286	6	7
Prosessit				1	1				1				3			
Mahdollisuudet		1			1				1				3			
Tuotesuunnittelu			1		1								2			
Laitteet					1				1				2			
Reaaliaikaisuus									1	1			2			
Käänteinen mallinnus					1								1			
Aineenkoetus													0			
Mitä hyödyntämismahdollisuuksia näette opetuksen kehittämisessä?	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	289	3	0
Digitaalinen oppimisympäristö		1											1			
Näytöt etänä (video)		1											1			
Robotti etäkurssit (ABB, Motoman)		1											1			
Minkälaista tukea tarvitsette digitaalisen valmistuksen opetuksen kehittämisessä?	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6	295	4	2
KTK:n osaamisen palveluja	1	1	1				1						4			
Prosessit				1									1			
Yhteistyö opetuksessa					1								1			

Kuva 19.		MISTÄ DIGITAALISEN VALMISTUKSEN ALUEELTA KAIPAAVAT	
	Yritys	Oppilaitos	
a. Tietoa prosesseista	13	9	
b. Tietoa kappaleiden suunnittelusta	10	9	
c. Tietoa laitteista	6	9	
d. Tietoa mahdollisuuksista	13	12	
e. Muuta tietoa, mitä?	14	13	

Kuva 20.		KIINNOSTUKSIEN JAKAUMA	
	kpl		
AM Lisäävä valmistus (3D-tulostus)	13	7 %	
Ohjelmointi	18	9 %	
CAD	25	13 %	
CAM	50	25 %	
PLM (Product Lifecycle Management)	39	20 %	
CAE	19	10 %	
Tuotannon simulointi	18	9 %	
Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu)	18	9 %	
Yhteensä	200	100 %	

Kuva 21.		YRITYSTEN JA OPPILAITOSTEN EROT AIHE-ALUEITTAIN					
	Kpl	%	Oppilaitokset		Yritykset		
Yhteensä	200	100 %	86	43 %	114	57 %	
PLM (Product Lifecycle Management)	39	20 %	15	8 %	24	12 %	
CAD	25	13 %	13	7 %	12	6 %	
CAE	19	10 %	8	4 %	11	6 %	
CAM	50	25 %	19	10 %	31	16 %	
AM Lisäävä valmistus (3D-tulostus)	13	7 %	9	5 %	4	2 %	
Tuotannon simulointi	18	9 %	10	5 %	8	4 %	
Tuotantoprosessin simulointi (esim. robottisolu)	18	9 %	5	3 %	13	7 %	
Ohjelmointi	18	9 %	7	4 %	11	6 %	

Kuva 22.		DIGITAALISEN VALMISTUKSEN MAHDOLLISUUDET					
	Kpl	%	Oppilaitokset		Yritykset		
Yhteensä	95	100 %	41	43 %	54	57 %	
Kuinka suurena mahdollisuutena näette digitaalisen valmistuksen omassa toiminnassanne?	37	39 %	14	15 %	23	24 %	
Mitä digitaalista valmistusta ajattelette kehittää seuraavan kahden vuoden aikana?	36	38 %	14	15 %	22	23 %	
Mistä digitaalisen valmistuksen alueelta lisätietoa kaipaatte?	13	14 %	6	6 %	7	7 %	
Mitä hyödyntämismahdollisuuksia näette opetuksen kehittämisessä?	3	3 %	3	3 %	0	0 %	
Minkälaista tukea tarvitsette digitaalisen valmistuksen opetuksen kehittämisessä?	6	6 %	4	4 %	2	2 %	

KTK:n uudet palvelut

KTK:n palvelut	Kohteet
<u>Oppimispalvelut:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Uuden teknologian opetuksen mahdollistaja • Monipuolisen laitekannan ylläpito • Oppilasprojektien tukeminen • Digitaalisten valmiuksien ylläpito • Operaattorit tukemassa opetusta • Operaattorit esivalmistelevat laboratorioharjoitukset • Etäkoulutukset eri teknologioille
<u>Tutkimuspalvelut:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkimusalustan ylläpito • Tutkimuksissa avustaminen • Digitalisaatio • Signaalien käsittely • Laserteknologia. Monitorointi • Lisäävä valmistus (AM) <ul style="list-style-type: none"> ○ Robotilla suorakerrostus jauhe- ja lankateknologioilla ○ Jauhepeti • Metrologia • Hybridivalmistus. Virtuaalimallista valmistettavaan kappaleeseen.
<u>Yrityspalvelut:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Mittauspalvelut • Materiaalientestaus • Menetelmättestaus • Laserteknologiat <ul style="list-style-type: none"> ○ Leikkaus ○ Hitsaus ○ Pinnoitus • Lyhyet ammatilliset koulutukset yrityksille • Ammatilliset etäkoulutukset

KTK:n digitaalisen valmistuksen palvelut

Digitaalinen valmistus	Tarpeet / Tuotteet
PLM:	<ul style="list-style-type: none"> ● Koulutus <ul style="list-style-type: none"> ○ Teknologioiden ymmärrys ○ Tiedon hyödyntämisen mahdollisuudet (suunnittelu, valmistus, huolto) ● Simulaatioympäristö todellisilla harjoitteilla -> data oikeasta maailmasta ● Datan hallinta ● ERP:n hyödyntäminen ● Digital Twin
CAD:	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D-suunnittelu ● Valmistettavuuden ymmärtäminen ● Mitoitus, pinnanalaadut ● Hyödynnettävyys
CAE:	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D-mallien hyödyntäminen ● Käänteinen suunnittelu ● Osaamisen kehittäminen eri alustoilla. ● Laskentatyökalut (FEM, ● Opitointityökalut (topologia, lämpöanalyysit, virtaukset)
CAM:	<ul style="list-style-type: none"> ● Eri valmistusteknologioiden ymmärrys ● Virtuaalisuus ● Etäohjelmointi ● Mittatoleranssien ymmärtäminen ● Kameranäkösovellukset (mittaus, pinnalaatu, terärikot) ● Robotiikka <ul style="list-style-type: none"> ○ Kappaleiden vaihto ○ Asetusten tekeminen ○ Hitsaus ○ Asennus ● Laadunvarmistus <ul style="list-style-type: none"> ○ 3D-skannaus ○ Konenäkösovellukset (mittaus, pinnalaatu, terärikot) ○ Metrologia ○ Mittausten takaisinkytkentä koneille. ○ Datan hyödyntäminen ● Automaatio (Anturiteknologia) ● IoT ● Kiinnitinsuunnittelu ● Laserteknologioiden hyödynnettävyyden kasvattaminen

	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotantodatan keräämien valmistuksesta, esim. Weld-Eye, konetiedot ym.
AM:	<ul style="list-style-type: none"> • Laitteistoja opetuskäyttöön • Koulutuksen lisääminen sovelluskohteiden ymmärtämiseksi • Toiminnallisuuden kannalta suunniteltava 3D-tu- lostettavaksi tuotteeksi • Materiaalitekniologioiden ymmärtäminen (testau- slaitteistot) • Prototypointi
TUOTANNON SIMULOINTI:	<ul style="list-style-type: none"> • Simulointi koulutuskäyttöön <ul style="list-style-type: none"> ○ Läpimenoajat ○ Etäkoulutus • Materiaalivirtojen simulointi <ul style="list-style-type: none"> ○ Odotusaikojen ("Hukan") simulointi tuotannon tehostamiseen ○ Tuotannon solukohtaisen tehokkuuden pa- rantaminen ○ Vihivaunut • LEAN- koulutus • Layoutien toimivuuden tarkastelu / muutokset
TUOTANTOPROSESSIN SIMULOINTI:	<ul style="list-style-type: none"> • Simulointi koulutuskäyttöön <ul style="list-style-type: none"> ○ Robotiikka ○ FMS • Törmäystarkastelut työstökoneet, robotit • LEAN koulutus • Uusien käyttöönotettavien prosessien tarkistus
OHJELMOINTI:	<ul style="list-style-type: none"> • Koneohjelmoinnit yleensä • Etäkoulutus • Off-line ohjelmointi • CAM / CAE / CAD teknologioiden ymmärrys •

KTK:n digitaalisen valmistuksen tulevaisuuden kehitys.

Digitaalisen valmistuksen tulevat toimet	Kohteet
Mahdollisuudet	<ul style="list-style-type: none"> • Tiedon hallinta • Robotiikka • Digitalisuuden hyödyntäminen koko valmistusketjussa • Asiakastoimitusketjun virtaviivaistaminen • AM tiedon lisäämisellä enemmän konkreettisia tuotteita.
Kehityskohteet:	<ul style="list-style-type: none"> • Koneiden anturoinnit • Datan keräämien ja hyödyntäminen • Tuotannon reaaliaikainen seuranta • Tuotannon reaaliaikainen virtuaalinen seuranta • Hyödyntäminen laitesuunnittelussa • Etäkoulutus • Kurssien videointi
Tarpeita:	<ul style="list-style-type: none"> • Resurssit • Osaajat • Laajemman näkemyksen ymmärtäminen