



Kone- ja energia-alan insinöörien täydennys- koulutustarpeet

PoraKONE-hankkeen väliraportti



Timo Junell &
Pekka Stenfors (toim.)

Kone- ja energia-alan insinöörien täydennys- koulutustarpeet

PoraKONE-hankkeen väliraportti

6Aika



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

 Tampereen ammattikorkeakoulu

 Metropolia

**Turun ammattikorkeakoulun
raportteja 266**

Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2020

Kuvat: kansikuva Shutterstock, s. 24, 63, 72, 82 ja 84
Shutterstock, s. 51 ja 75 Unsplash ja s. 95 Pixabay.

ISBN 978-952-216-762-0 (painettu)
ISSN 1457-7925 (painettu)
Painopaikka: PunaMusta Oy, Vantaa 2020

ISBN 978-952-216-763-7 (pdf)
ISSN 1459-7764 (elektroninen)
Jakelu: <http://loki.turkuamk.fi>



Sisältö

Tiivistelmä	5
Tekijät	6
1 PoraKONE-hanke	7
1.1 Tausta	7
1.2 Tavoitteet	8
1.3 Toteutus	8
2 Tutkimus	11
2.1 Hankkeen tutkimusasetelma	11
2.2 Tutkimusmenetelmät	12
3 Esiselvitykset	18
3.1 Laajennuskoulutuksien kohderyhmien löytäminen	18
3.2 Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen	24
3.2.1 Kirjallisuustutkimus	24
3.2.2 Kyselytutkimus	29
3.2.3 Haastattelututkimus	40
3.3 Meritekniikka	46
3.4 Erikoislujat teräkset ja hitsaus	51
3.5 Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa	54
3.5.1 Kirjallisuustutkimus	54
3.5.2 Kysely- ja haastattelututkimus	59
3.6 Cleantech	63
3.6.1 Kirjallisuustutkimus	63
3.6.2 Kyselytutkimus	68
3.6.3 Haastattelututkimus	70

3.7	Tekniikan alan oppimisen yritysysteistyö, laatu ja menetelmät	72
3.7.1	Virtuaalinen teollisuusysteistyö	72
3.7.2	Yritysklusterin aikaansaaminen	73
3.7.3	Yrityksissä oppimisen viitekehys	74
3.7.4	Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe	74
3.8	Digitaalisen rakennemuutoksen työkalut	75
3.8.1	Talouden ja toiminnan kehittäminen digitaalisin keinoin	76
3.8.2	Teollisuuden digitaalisten toimintatapojen käyttö e-opetuksessa	76
3.8.3	Osaamispotentiaalimalli	77
4	Työpakettien suunnittelu ja toteutus.....	78
4.1	TP1 – Laajennuskoulutuksien kohderyhmien löytäminen	78
4.2	TP2 – Digitaalisen tuotetiedon hallinta – laajennusmoduuli	82
4.3	TP3 – Meritekniikka	84
4.4	TP4 – Erikoislujat teräkset ja hitsaus – laajennusmoduuli	90
4.4.1	Hitsaukseen erikoistava koulutus	90
4.4.2	Erikoislujien ja seostettujen terästen koulutus	92
4.5	TP5 – Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa	93
4.6	TP6 – Cleantech	95
4.7	TP7 - Tekniikan alan oppimisen yritysysteistyö, laatu ja menetelmät	99
4.7.1	Virtuaalinen teollisuusysteistyö	99
4.7.2	Yritysklusterin aikaansaaminen	100
4.7.3	Yrityksissä oppimisen viitekehys	101
4.7.4	Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe	101
4.8	TP8 – Digitaalisen rakennemuutoksen työkalut	102
4.8.1	Talouden ja toiminnan kehittäminen digitaalisin keinoin	102
4.8.2	Teollisuuden digitaalisten toimintatapojen käyttö e-opetuksessa	102
4.8.3	Osaamispotentiaalimalli	103
4.9	TP9 - Hallinto ja viestintä	103
5	Yhteenveto.....	105
6	Lähteet	108

Tiivistelmä

PoraKONE – Paikalliseen rakennemuutokseen vastaaminen insinöörikoulutusta laajentamalla. PoraKONE-hanke (S21148).

Timo Junell & Pekka Stenfors (toim.). Kone- ja energia-alan insinöörien täydennyskoulutustarpeet. PoraKONE-hankkeen väliraportti.

Kirjoittajat: Pekka Hautala, Timo Junell, Tero Karttiala, Kaj Lindedahl, Janne Nuotio, Esa Toukoniitty, Vesa Rahkolin, Sami Hämäläinen, Petri Pohjola, Lauri Kosomaa, Jari Lahtinen, Tommi Paanu, Kai Saarinen, Pekka Stenfors ja Pia Tulimaa.

PoraKONE-hankkeessa kehitetään uudenlainen tapa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin. Hankkeessa kehitettyä toimintamallia sovelletaan pilottikoulutuksissa kone-, energia-, ja meritekniiikan toimittajaverkoston tarpeisiin. Koneala on valittu nopean kokeilun kohteeksi, koska siinä osaavan työvoiman tarve on suuri lähitulevaisuudessa.

Tässä julkaisussa esitellään tarkemmin valittujen alojen täydennyskoulutustarpeita sekä keinoja, joilla hanke pyrkii näihin tarpeisiin vastaamaan. Aiheeseen on perehdytty kirjallisuuskatsausten, kyselyiden sekä haastatteluiden keinoin. Valituissa menetelmissä on hyödynnetty myös teollisuuden esiin nostamia toiveita.

Hankkeen keskeisiä toimenpiteitä ovat insinöörikoulutuksen laajennusmoduulit, jotka suunnitellaan toteutettaviksi kokonaan tai lähes kokonaan etäopetuksena. Moduulit avataan julkaisussa kurssikohtaisesti. Lisäksi kuvataan hankkeen hallinnoinnin toteutusta ja loppuvaiheen toimenpiteitä.

Raportin tekstit on kirjoitettu vuoden 2019 aikana.

Tekijät

Pekka Hautala

TkL, osaamisaluepäällikkö, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Kirjoittajana luvussa 3.7.3.

Timo Junell

DI, lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Kirjoittajana luvussa 2. Julkaisun toimittaja.

Tero Karttiala

insinööri (ylempi AMK), lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Kirjoittajana luvuissa 2.2, 3.2 ja 4.2.

Kaj Lindedahl

DI, lehtori, puhtaat ja älykkäät ratkaisut / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.6.

Janne Nuotio

DI, lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.1 ja 4.1.

Esa Toukoniitty

TkT, lehtori, puhtaat ja älykkäät ratkaisut / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.6 ja 4.6.

Vesa Rahkolin

DI, projektipäällikkö, konetekniikka / Oulun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.4, 4.4 ja 4.7.2.

Sami Hämäläinen

DI, lehtori, projektipäällikkö / Tampereen ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.5.

Petri Pohjola

DI, lehtori, teollisuusteknologia / Tampereen ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.8.3 ja 4.5.

Lauri Kosomaa

DI, lehtori, meritekniikan koulutusvastaava / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.3.

Jari Lahtinen

TkT, yliopettaja, kone- ja meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.3. ja 4.3.

Tommi Paanu

TkL, yliopettaja, moottori- ja energiateknologian koulutusvastaava / Turun ammattikorkeakoulu.
Kirjoittajana luvussa 4.3.

Kai Saarinen

FM, tietojenkäsittelytieteet; insinööri (AMK), laivatekniikka; lehtori,
kone- ja meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.3.

Pekka Stenfors

VTM, projektipäällikkö / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 3.3., 3.7., 3.8., 4.7. ja 4.8.
Julkaisun toimittaja.

Pia Tulimaa

DI, lehtori, meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.3.

1 PoraKONE-hanke

1.1 Tausta

Nopeat muutokset elinkeinoelämän työvoimatarpeessa ja osaamisen vanheneminen ovat tunnistettuja ongelmia työmarkkinoilla. PoraKONE-hankkeessa kehitetään uudenlainen tapa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin. Näin syntyy 6Aika-alueen (Espoo, Helsinki, Vantaa, Oulu, Tampere ja Turku) korkeakoulujen välisen yhteistyön malli, joka voidaan laajentaa koko Suomeen. Hankkeeseen liittyy myös uudenlainen malli digitaaliseen toimintatapaan yritysten kanssa. Sitä sovelletaan pilottikoulutuksissa kone-, energia- ja meritekniikan toimittajaverkostojen tarpeisiin. Koneteknologiasektori on valittu nopean kokeilun kohteeksi, koska siinä osaavan työvoiman tarve on suuri lähitulevaisuudessa (9 ratkaisua Suomelle, 2018, s. 6).

Alueellisia osaamistarpeita on syntynyt pilottina toimivassa konealan koulutuksessa kaikilla 6Aika-alueilla. Oulun seudun kone- ja mekaniikkayritykset ovat toimineet viime vuosikymmeninä pääasiassa alihankkijoina ja paljolti elektroniikka- ja ICT-alan yritysten piirissä. Näiden alojen hiljennyttyä on tarpeen löytää uusia markkinoita ja mahdollisesti uusia vientituotteita. Oulun alueella on noin 80 metallialan yritystä, jotka voivat hyötyä hankkeen tarjoamasta pilottikoulutuksesta ja yritysten keskinäisen toiminnan tehostumisesta. Pirkanmaalla teollisuus on piristymässä ja selkeitä kasvun tunnusmerkkejä on havaittavissa. Alueen koneenrakennus on perinteisesti vahvaa ja monipuolista. Varsinais-Suomessa on käynnissä poikkeuksellisen voimakasta valmistavan teknologiateollisuuden kasvua mm. meri- ja auto-teollisuudessa, ja alueella kaivataan lisää insinöörejä. Pääkaupunkiseudun yritykset ovat luonnollisesti mukana kaikissa Suomen konealan verkostoissa. Viime vuosina pääkaupunkiseudulla on tapahtunut rajuja rakennemuutoksia mm. tieto- ja viestintäteknologia-alalla. Työttömäksi joutuneet ja muut koulutettavat tarvitsevat osaamista etenkin digitalisaation tuomien uusien teknologioiden suhteen.

1.2 Tavoitteet

PoraKONE-hankkeessa kehitetään uudenlainen tapa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin. Uusi toimintamalli parantaa koulutuksen saatavuutta, osuvuutta ja laatua. Toimintamalli sisältää koulutukseen hakeutumistavat, kansainvälisen tason insinööriosaamisen auditoinnit, virtuaaliset yritysvierailut, online-yritysesittelyt, etäopetuksen teollisuuden järjestelmillä verkossa, osaamispotentiaallimallit ja kohdeyritysten virtualisoinnin opetuksen kehittämisessä.

Hankkeessa kehitettyä toimintamallia sovelletaan pilottikoulutuksissa kone-, energia-, ja meritekniikan alan tarpeisiin. Tarkoituksena on, että kunkin alueen ammattikorkeakoulu kehittää oppimismateriaalejaan ja -menetelmiään omilla vahvuusalueillaan, ja tulokset otetaan uusin tavoin käyttöön teollisuudessa ja koulutusorganisaatioissa. Muuttuviin osaamistarpeisiin ja alan rakennemuutokseen pyritään vastaamaan erityisesti niin, että konealan koulutuksen laatu ja saatavuus paranevat hankkeen aikana ja sen jälkeen. Insinööriyöpaikkoihin pyrkivien miesten ja naisten valmiuksia työllistyä alalle edistetään.

Hankkeessa rakennettavat laajennusmoduulit soveltuvat sekä toimialaa vaihtaville insinööreille että perustutkinnon laajentamista kaipaaville opiskelijoille. Näin pystytään pidentämään työuria ja turvaamaan osaavan työvoiman saatavuus työvoimatarpeen nopeissa muutoksissa. Hankkeessa pilotoitavia opintokokonaisuuksia voidaan tarjota normaalin insinöörikoulutuksen laajentamiseen, täydentävän koulutuksen moduuleina, muuntokoulutuksessa, työvoimakoulutuksessa ja kaikille halukkaille avoimessa ammattikorkeakouluopetuksessa. Hankkeessa kehitetään myös korkeakoulujen välisen yhteistyön malli, joka voidaan laajentaa koko Suomeen. Lisäksi hankkeeseen liittyy uudenlainen malli virtuaaliseen toimimiseen yritysten kanssa.

1.3 Toteutus

Hankkeen ohjausryhmä

Ohjausryhmä ohjaa, tukee ja seuraa hankkeen etenemistä. Sen tarkoituksena on auttaa hanketta tavoitteiden saavuttamisessa ja ohjata hankkeen sisällöllistä toteuttamista.

PoraKONE-hankkeen ohjausryhmä (OHRY) on kokoontunut tähän mennessä viisi kertaa. Kokoukset ovat toteutuneet lähes alkuperäisen suunnitelman mukaan.

Ohjausryhmän kokoonpano:

Ari Putkonen	Turun ammattikorkeakoulu
Olavi Kopponen	Tampereen ammattikorkeakoulu
Jukka Säkkinen	Oulun ammattikorkeakoulu
Pekka Hautala	Metropolia Ammattikorkeakoulu
Teemu Launis (pj.)	Elomatic Oy
Antti Simula	Konepaja Häkkinen Oy
Jukka Anttila	Hämeen ELY-keskus
Anna-Mari Sopenlehto-Jokinen	Turun kaupunki

Ohjausryhmässä on syntynyt hyvää keskustelua hankkeen toteutuksesta ja se on antanut arvokkaita neuvoja etenkin hankkeen viestinnästä.

Hankkeen toteuttajakorkeakoulujen roolit

PoraKONE-hanke on jaettu yhdeksään työpakettiin. Työpaketissa 1 kartoitetaan kohderyhmät ja suunnitellaan väylät muiden työpakettien asiakkaiden ja yritysten kohtaamiseen. Työpaketit 2–6 tuottavat kaikille avoimia insinööriosamisen laajennusmoduuleja: Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen; Meritekniikka; Erikoislujat teräkset ja hitsaus; Teollisuustalous; ja Cleantech. Laajennusmoduulit sopivat kaikille kasvuyrityksiin vaihtaville insinööreille tai alan opiskelijoille: kunkin laajennusmoduulin koko on 15 opintopistettä, mikä vastaa opiskelijan 2,5 kuukauden täysipäiväistä työmäärää. Kaikki laajennusmoduulit voidaan toteuttaa lähes täysin etäopetuksena, ja ne tulevat saataville kaikkiin 6Aika-ammattikorkeakouluihin.

Työpaketti 7 kohdistuu oppimisen yritys yhteistyöhön, laatuun ja menetelmiin. Ne tuottavat uudenlaisia toimintatapoja ja täsmäopintokokonaisuuksia teollisuusyhteistyön, yritysklusterien, yrityksissä oppimisen ja insinöörien ammattiosaamisen suhteen. Työpaketti 8 liittyy maailmassa käynnissä olevan digitaalisen rakennemuutoksen

työkaluihin: talouden ja toiminnan kehittämiseen, digitaalisten toimintatapojen käyttöön e-opetuksessa ja yritysten osaamisessa. Työpaketti 9 sisältää hankkeen hallinnon ja viestinnän. Kuvassa 1 on esitetty hankkeen työpaketit ja vetovastuulliset korkeakou-
lut.



KUVA 1.
Korkeakoulujen roolit hankkeessa.

2 Tutkimus

2.1 Hankkeen tutkimusasetelma

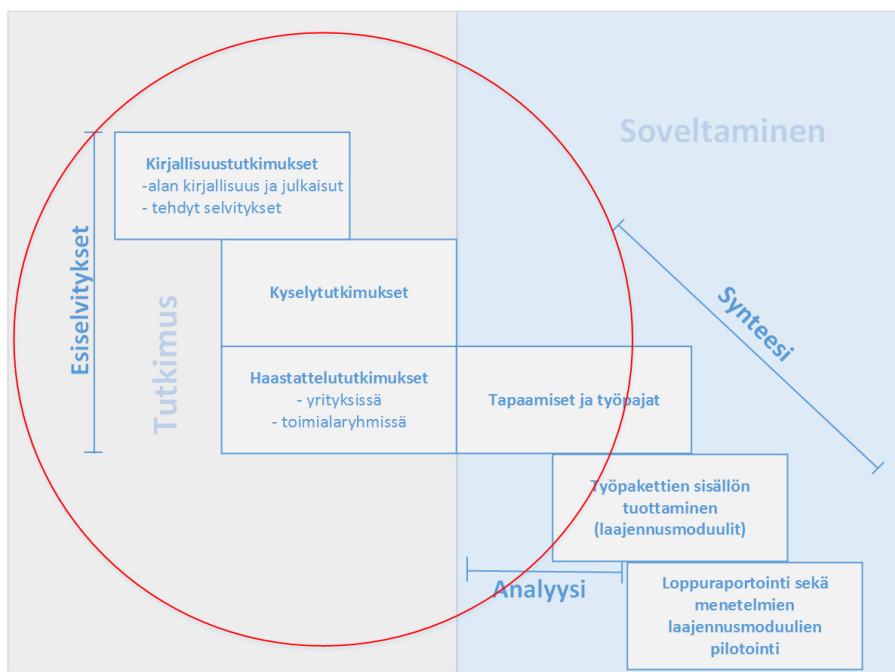
Timo Junell

PoraKONE-hankkeen käynnistyessä aloitettiin työpaketteihin liittyvät esiselvitykset. Näissä lähdettiin liikkeelle kirjallisuustutkimuksilla, joilla selvitettiin työpakettien sisältöihin liittyvien aihepiirien ja asioiden nykytilaa. Pyrkimyksenä oli löytää työpakettien rakentamiseksi tarvittavia keskeisiä asiakokonaisuuksia. Toinen tärkeä tekijä kirjallisuustutkimuksilla oli viitoittaa tietä ja varmistaa kysely- ja haastattelututkimuksien onnistuminen relevantin tiedon saamisen kannalta.

Myöhemmin hankkeessa toteutettiin kysely- ja haastattelututkimuksia työpakettien aiheisältöjen tarkentamiseksi sekä laajennusmoduulien hyvien toteutustapojen löytämiseksi. Haastatteluiden ja kyselyiden tarkoituksena oli täydentää kirjallisuustutkimuksissa syntynyttä aineistoa. Lisäksi tavoitteena oli selvittää työpakettien sisältöjen tulevaisuuden kehityksen suuntaviivoja.

Kysely- ja haastattelututkimuksien jälkeen hankkeen työpaketeissa siirryttiin työstämään syntynyttä aineistoa työpajoissa yhdessä teknologiateollisuuden toimialaryhmien, yritysten sekä 6Aika-alueen korkeakoulujen kanssa. Materiaalia rakennettiin myös PoraKONE-hankkeen hanketapaamisissa. Kirjoitushetkellä työpakettien ja erityisesti laajennusmoduulien rakentaminen esiselvityksien sekä työpajojen jälkeen on aloitettu.

Kuvassa 2 on esitetty tarkemmin PoraKONE-hankkeen tutkimusasetelma. Kuvaan on merkitty punaisella ympyrällä tämänhetkinen edistyminen hankkeessa. Kirjoitushetkellä hankkeen työpaketteihin liittyvät esiselvitykset on tehty. Tällä hetkellä työpakettien esiselvityksissä syntynyttä materiaalia on analysoitu yhdessä kumppaniyrityksien, alan toimijoiden sekä 6Aika-oppilaitoksien yhteisissä tapaamisissa sekä työpajoissa. Myös laajennusmoduulien suunnittelu on aloitettu ja sisällön tuottaminen aloitettiin syksyllä 2019. Moduulien pilotointi opetuksessa käynnistyi vuoden 2020 alussa.

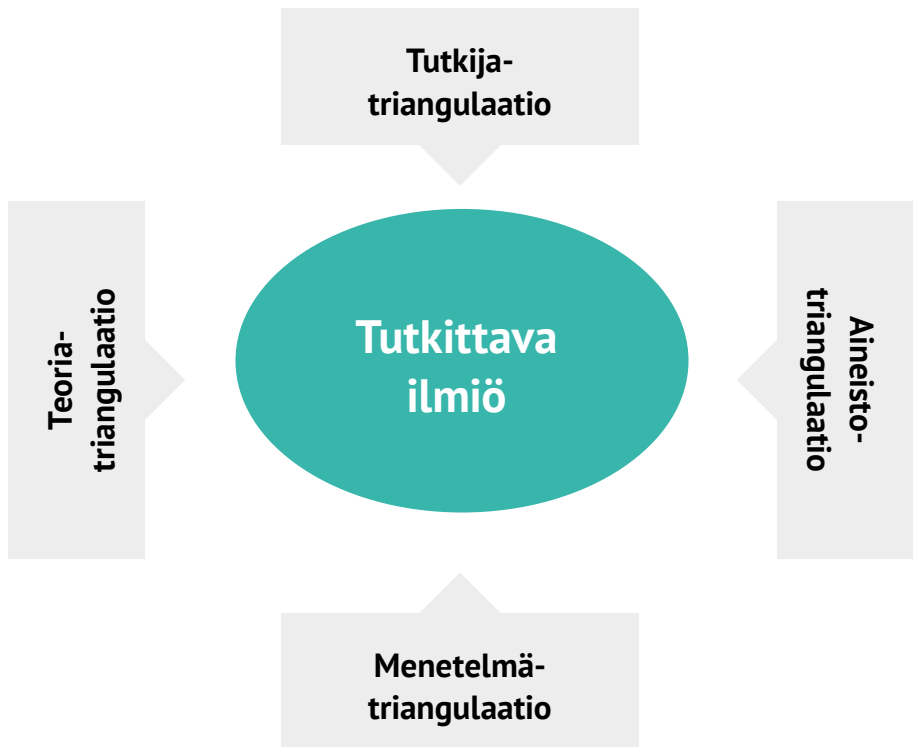


KUVA 2.
PoraKONE-hankkeen tutkimusasetelma.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Timo Junell, Tero Karttiala

Hankkeen esiselvityksissä hyödynnettiin triangulaatiota (kolmiomittausta), joka on Jorma Kanasan mukaan keino, jolla voidaan lisätä tutkimuksen luotettavuutta. Triangulaatiolla tutkittavaa ilmiötä lähestytään useasta eri näkökulmasta ja useampaa tutkimusmenetelmää yhdistellen. Näin toimimalla pyritään vahvistamaan eri menetelmillä saatuja tuloksia. Triangulaatiolla lisätään tutkimuksen validiteettia ilmiön monipuolisen tarkastelun avulla. Näin vältetään myös mahdolliselta yhden menetelmän systemaattiselta virheeltä, kun toinen menetelmä tuo vahvistusta saattuihin tutkimustuloksiin. Kuvassa 3 on havainnollistettu neljä eri triangulaation muotoa. (Kananen 2011, 124–126.)



KUVA 3.
Triangulaatio tutkimustapana (mukaillen Kananen 2011, 124).

Menetelmätriangulaatiolla havaintoyksikköön liittyvä data voidaan kerätä usealla eri tutkimusmenetelmällä, esimerkiksi yhdistelemällä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä, kuten tässä tutkimuksessa yhdistettiin kirjallisuusselvitys, kyselytutkimus ja haastattelututkimus. Ratkaisu voi olla perusteltu silloin, jos yksi menetelmä jättää aukkoja tiedonkeruuseen.

Kyselytutkimus

Hankkeessa toteutettiin eri työpaketteihin liittyvät kyselytutkimukset seuraavaan vaiheistuksen mukaisesti:

1. Mittausvaihe – kysymysten laadinta
2. Aineiston käsittely – kohderyhmän määrittely ja otanta
3. Analyysimenetelmä
4. Luotettavuuden arviointi.



KUVA 4.

Otannan vaiheet (mukaillen Kananen 2011, 65).

Mittausvaihe toteutettiin sähköisellä kysymyslomakkeella. Siinä käytettiin sekä strukturoituja että avoimia kysymyksiä. Aineiston käsittelyssä määritettiin tutkimuksen populaatio (kohderyhmä). Tutkimuksen otoskoon määrittävät käytettävissä olevat resurssit, lähinnä aika ja käytössä oleva rahoitus. Otoskokoon vaikuttaa myös populaation koko. Lisäksi siihen vaikuttaa myös asetettu tarkkuusvaatimus sekä käytettävien analyysien tarkkuus. Kyselytutkimuksessa on otettava huomioon myös kadon vaikutus. Kato vaikuttaa tulosten luotettavuuteen negatiivisesti.

Otoksen pitäisi olla riittävän suuri, jotta se kestäisi kadon vaikutuksen. Kyselytutkimusta suunniteltaessa tulee huomioida myös otantamenetelmä ja sen vaikutukset. Otantamenetelmä on ohjeisto, jonka avulla poimitaan perusjoukosta alkioita siten, että ne edustavat perusjoukkoa mahdollisimman hyvin. Kyselytutkimuksessa pitää olla riittävä tieto perusjoukon rakenteesta ja otantamenetelmistä, jotta voidaan luo-

da yhteys perusjoukon ja otoksen välille. Kyselytutkimuksessa pyritään selvittämään määriä, riippuvuuksia sekä syy-seuraussuhteita. Tilastollisen päättelyn lähtökohtana pidetään sitä, että otoksesta saadut tulokset voidaan yleistää koskemaan koko perusjoukkoa. Analyysimenetelminä käytetään mm. prosenttipohjaista taulukkomuotoa, korrelaatio- tai regressioanalyysia.

Kyselytutkimuksen luotettavuuden arviointiin viitataan käsitteillä validiteetti ja reliabiliteetti. Molemmat kertovat pohjimmiltaan tutkimuksen luotettavuudesta. Validiteetti kertoo, mitataanko ja tutkitaanko tutkimuksessa oikeita asioita. Reliabiliteetti sen sijaan kertoo tulosten pysyvyydestä (Vehkalahti 2008, 25; Kananen 2011, 68–69, 85, 118–119.)

Haastattelututkimus

Hankkeessa toteutettiin eri työpaketteihin liittyvät haastattelututkimukset seuraavaan vaiheistuksen mukaisesti:

1. Haastattelurungon ja kysymyksien laadinta
2. Haastateltavien valinta teemahaastatteluun
3. Teemahaastattelu
4. Tulosten analysointi
5. Haastattelututkimuksen luotettavuuden arviointi – reliabiliteetti ja validiteetti.

Hankkeessa tutkimusmenetelmänä käytettiin myös haastattelua ja tarkemmin teemahaastattelua, jossa haastateltaville esitetään likipitäen samat kysymykset. Oleellisinta on se, että haastattelu etenee ennalta mietittyjen, tutkimuksen liittyvien keskeisten teemojen mukaan. Tämä tuo haastateltavan kuuluviin sen sijaan, että haastattelija ohjaisi haastattelua liiankin tarkasti rajatuilla kysymyksillä. Teemahaastattelussa jo muutamaa henkilöä haastattelemalla voidaan saada kvantitatiivisesti ja kvalitatiivisesti runsas aineisto, kun haastateltavat on valittu oikein. Haastattelun jälkeen aineisto analysoidaan, ja siitä tehdään tulkinta.

Tulosten analysointi toteutettiin viiden kohdan mukaisesti:

1. Analyysin ja havaintojen tekeminen asiasta aloitettiin jo haastattelutilanteessa. Huomiota kiinnitettiin asian toistuvuuteen, määrään ja jakautuvuuteen sekä erityistapauksiin.
2. Haastatteluaineisto analysoidaan sellaisenaan. Aineiston kvalitatiivinen analyysi eroaa kvantitatiivisesta analyysistä siinä, ettei aineistoa muunneta toiseen muotoon, kuten numeroiksi tai pisteiksi.
3. Käytettiin joko induktiivista tai abduktiivista päättelyä. Induktiivisessa päättelyssä on keskeistä aineistolähtöisyys. Abduktiivisessa päättelyssä on olemassa joitain teoriaan pohjautuvia johtoideoita, joita pyrittiin todentamaan aineiston avulla.
4. Tämän jälkeen käytettiin parhaiten soveltuvia työskentely- ja analyysitapoja tulosten käsittelyyn riippuen aineistosta ja haastateltavista.
5. Haastattelujen merkitysanalyysia toteutettiin niin, että lopputuloksena saatiin aikaiseksi joko merkitysten tiivistäminen, merkitysten luokittelu, narratiivi tai merkitysten tulkinta. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 47–48, 58–59, 136, 148.)

Haastattelun luotettavuus riippuu sen laadusta, jonka varmistaminen tulisi aloittaa jo haastattelurungon suunnitteluvaiheessa. Tällöin tulisi varmistaa, että käytössä on hyvä haastattelurunko. Lisäksi tulisi miettiä ennakolta, miten teemoja voidaan syventää ja miten mahdolliset lisäkysymykset voidaan esittää. Haastattelututkimuksen laatua parantaa litteroinnin tekeminen mahdollisimman nopeasti haastattelujen jälkeen. Lisäksi litteroinnin laatua voidaan parantaa antamalla se kahden eri henkilön tehtäväksi tai tarkastelemalla tekstejä ryhmässä. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 184–189.)

Haastattelun laadulla on myös merkitystä haastattelun reliabiliteetille. Tällä tarkoitetaan sitä, että kahdella eri haastattelukerralla saadaan sama lopputulos tai jos kaksi haastattelun arvioitsijaa päätyvät haastattelusta samaan lopputulokseen. Haastattelututkimuksen reliabiliteettiin vaikuttaa myös haastattelun dynaaminen luonne. Haastatteluolosuhteet vaikuttavat haastateltavan antamiin vastauksiin, joten tutkimushetkellä annetut vastaukset voivat olla erilaisia kuin mahdollisesti uudelleen

suoritetussa haastattelussa. Laadulla tarkoitetaan myös aineiston käsittelyssä ja haastattelujen teknisessä toteutuksessa vaadittavaa huolellisuutta. Lisäksi litteroinnin tarkkuus suhteessa haastattelujen luonteeseen vaikuttaa haastattelututkimuksen laatuun. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 184–189.)

Haastattelututkimuksen validiteetista puhuttaessa on tapana kvalitatiivisen tutkimuksen yhteydessä erottaa kaksi eri päätyyppiä: mittausvalidius ja tutkimusasetelmavalidius. Mittausvalidiudesta voidaan käyttää esimerkkinä ennustevalidiutta, joka tarkoittaa, että yhdestä tutkimuskerrasta voidaan ennustaa myöhempien tutkimusten tulos.

Tutkimusasetelmavalidius voidaan jakaa neljään eri muotoon. Tilastollinen validius liittyy tilastollisiin manipulaatioihin, joten teemahaastattelun tapauksessa niitä ei ole tarpeen käsitellä. Rakennevalidius liittyy kysymykseen siitä, koskeeko tutkimus juuri sitä, mitä sen on oletettu koskevan. Lisäksi haastattelujen luotettavuutta voidaan arvioida ottamalla kantaa sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Sisäinen validius tarkoittaa, ettei tutkimuksessa tehtyjen päätelmien riippuvuuksien välillä vaikuta jokin muu kuin tutkittu riippuvuus. Ulkoinen validius tarkoittaa tutkimustulosten yleistettävyyttä. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 184–189.)

3 Esiselvitykset

3.1 Laajennuskoulutuksien kohderyhmien löytäminen

Janne Nuotio

Laajennuskoulutuksien kohderyhmien löytämisen työpaketin esiselvitys aloitettiin kirjallisuustutkimuksella tietopohjan luomiseksi koulutustarpeesta sekä koulutukseen soveltuvista kohderyhmistä. Tämän jälkeen haastateltiin eri ennakointityöryhmiä ja PoraKONE-verkoston toimijoita tiedon varmistamiseksi sekä yksityiskohtaisemman tiedon saamiseksi.

Kirjallisuustutkimus

”Onko Suomella todella varaa tehdä ammattitaidottomia ammattilaisia?” Tätä lähi- ja perushoitajaliiton puheenjohtaja Silja Paavolan esittämää kysymystä on viime aikoina toisteltu mediassa. Tismalleen sama kysymys on akuutti myös tekniikan alalla. Opiskelijoiden osaamistaso ja motivaatio ovat hälyttävästi laskeneet samaan aikaan, kun tarve tekniikan osaajista kasvaa ja vaadittu osaamistaso nousee (ks. esim. 9 ratkaisua Suomelle, s. 3). Muun muassa tämän ristiriidan vuoksi on löydettävä uusia väyliä tekniikan osaajien kouluttamiseksi oikeille aloille. Jo työelämässä olevien motivoituneiden henkilöiden lisä- ja täsmäkoulutus on siksi ensiarvoisen tärkeää.

Teknoliateollisuuden tuoreehkon selvityksen (9 ratkaisua Suomelle, 2018, s. 3) mukaan teknologiayritykset tarvitsevat lähimmän kolmen vuoden aikana jopa 53 000 työntekijää lisää. Samalla raportissa todetaan, että teknologinen kehitys on suurin tekijä, joka muokkaa koulutusta ja osaamista tulevaisuudessa, ja että ripeät ja moninaiset toimet ovat nyt tarpeen. ”Käynnissä oleva muutos vaatii paljon koko yhteiskunnalta, mutta erityisesti koulutusjärjestelmältä”, raportissa todetaan sekä peräänkuulutetaan ketteryyttä, joustavuutta ja ennakointikykyä muuttuvissa tilanteissa. (9 ratkaisua Suomelle, s. 3.) Käsillä olevan hankkeen mukainen insinööri- ja koulutuksen laajentaminen on yksi toimenpide, jolla haasteeseen voidaan tarttua.

Edellä mainitusta selvityksestä ilmenee, että nimenomaan tekniikan alan osaajia tarvitaan vuosittain lisää 9 200 henkeä. Näistä 6 000 työntekijän tulisi olla korkeakoulutettuja ja 3 200 ammatillisen koulutuksen saaneita. Rekrytointitarpeesta noin 60 % kohdistuu korkeakoulututkinnon suorittaneisiin. Prosentuaalisesti eniten kasvaa tarve rekrytoida ylimmistä koulutusasteista valmistuneita. Kone- ja metallituoteteollisuuden ja metallien jalostuksen toimialoille tarvitaan selvityksen mukaan 6 100 uutta osaajaa joka vuosi. (9 ratkaisua Suomelle, s. 6.)

Edelleen raportista on nähtävissä, että nykyinen koulutusjärjestelmä pystyy tuottamaan teknologiateollisuuden korkeakoulutettujen osaajien tarpeesta vain 70 prosenttia. Ammattikorkeakoulusta valmistuneiden osaajien vajeeksi raportti ilmoittaa 1 100 henkeä vuosittain. (9 ratkaisua Suomelle, s. 11.) Samaan aikaan Insinööriunionin tilastot osoittavat päinvastaista: uusia insinöörejä valmistuu vuosittain 5 100, mutta työtä on vain 4 000 uudelle insinöörille vuosittain (Salo 2017, s. 2). Ongelma vaikuttaa siis olevan se, että opiskelijat valmistuvat eri aloille kuin millä olisi kysyntää.

Toinen ongelma on se, että osaaminen vanhenee tänä päivänä nopeasti. Teknologiateollisuuden tekemien selvitysten väli on vain kolme vuotta, mutta siinä ajassa tapahtuneet muutokset huomattavia. Tuoreessa kyselyssä digiosaajien tarve korostui kaikenkokoisissa yrityksissä. Jopa 50 % vastanneista yrityksistä arvioi, että sen käytössä tai myynnissä on tekoälyn sovelluksia 1–4 vuoden kuluessa. Kasvavan tarpeen osaamisalueiksi raportti listaa seuraavat: robotiikka, IoT, koneoppiminen, tekoäly, tehdasautomaatio, data-analytiikka, ohjelmointi, palveludesign sekä asiakkuuksien ja uusien liiketoimintamallien hallinta. Näiden digitaalisten teknologioiden lisäksi yritykset pitävät tällä hetkellä kehittyvinä osa-alueina erityisesti materiaalitekniikoita ja hajautettuja energiatekniikoita ja -järjestelmiä (9 ratkaisua Suomelle, s. 12.)

ETLAn ja Opetushallituksen raportti *Kone- ja metallialan koulutuksen laadullinen ennakointi* (2012) nostaa alan keskiöön asiakasosaamisen ja ratkaisukeskisyyden. Palvelut sekä kestävä kehitys mukaiset ratkaisut asiakkaiden ongelmiin ovat sitä, mitä tulevaisuudessa alan yrityksiltä yhä enemmän kaivataan. Elinkaariajattelu ja kunnossapitopalvelut tulevat yhä tärkeämmiksi. Systemaattinen tutkimus-, tuotekehitys- ja innovointitoiminta on elintärkeää – tulevaisuudessa myös alihankkijoille, joista asiakkaiden tavoin tulee yhä enemmän yrityksen kumppaneita. Aiempaa vahvempaa kumppanuutta raportti peräänkuuluttaa myös yritysten ja koulutus- ja tutkimuslaitosten välille. (Hernesniemi, s. 17–21.)

Kattavin ja tuorein tutkimus tulevaisuuden osaamistarpeista on Opetushallituksen juuri julkaisema raportti *Osaaminen 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia* (2019). Osaamisen ennakointifoorumi on opetus- ja kulttuuriministeriön ja Opetushallituksen yhteinen ennakoinnin asiantuntijaelin. Elimen tarkoituksena on edistää koulutuksen ja työelämän vuorovaikutusta – sen työ on siis mitä oleellisinta käsillä olevan hankkeemme kannalta.

Raportissa ennustetaan, että seuraavien kahden vuosikymmenen aikana uusia työpaikkoja syntyy erityisesti korkean teknologian yrityksiin sekä pitkälle prosessoitujen tuotteiden jalostukseen ja markkinointiin. Jatkuva kehittäminen ja vähittäiset innovaatiot saavat entistä keskeisemmän merkityksen. Tuotannon puolella digitalisaatio korvaa rutiinityöpaikkoja, mutta ”monitaitoisuus ja erikoisosaaminen” kasvattavat sielläkin merkitystään. (Osaaminen 2035, s. 15–16.)

Edellä käsitellyn ETLAn raportin tapaan myös Osaaminen 2035 nostaa esiin kaksi tulevaisuudessa erityisen tärkeäksi nähtyä osaamista (osittain samoja tai samansuuntaisia): asiakaslähtöisen palveluiden kehittämisosaamisen sekä kestäväen kehityksen tuntemuksen. Koko tulevaisuuskuvan keskiössä ovat kaikilla aloilla digitalisaatio ja teknologinen kehitys. Kasvualueiksi tarvittaviksi taidoiksi listattiin pitkälti samankaltaisia seikkoja kuin Teknologiateollisuuden yllä luetellut: etä- ja virtuaalipalveluiden hallinta, tiedon arviointitaidot, digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen sekä tutkimus ja kehittäminen, monialaisten verkostojen johtaminen, IoT-osaaminen, bioturvallisuuteen liittyvä osaaminen ja digitaalisten toimintojen hallinta- ja ohjaustaidot. (Osaaminen 2035, s. 5–6, 43.)

Uusien osaamisalueiden hallitsemisen lisäksi teknologiateollisuuden yritykset painottivat vastauksissaan valmistusmenetelmien ja perinteisten insinööritieteiden osaamisen tärkeyttä sekä ammattitaidon merkitystä (9 ratkaisua Suomelle, s. 12). Vaadittua osaamista on siis kaiken kaikkiaan aikaisempaa enemmän, mikä asettaa koulutukselle suuria haasteita.

Koulutusta kehitettäessä on varottava sortumasta pelkkien trendien haistelun helpos-
ti mukanaan tuomaan poukkoilevuuteen. Teknologian tutkimuskeskus VTT:n tutkija Anssi Laukkanen moittii suomalaista tiedemaailmaa nimenomaan lyhytjänteisyydestä artikkelissa (YLE 11.1.2018), jossa todetaan teknillisen mekaniikan osaamisen rapistumisen uhkaavan jo Suomen kilpailukykyä. Suomen tavaraviennistä noin

puolet perustuu artikkelin mukaan teknilliseen mekaniikkaan. ”Jos meillä ei ole teknillisen mekaniikan osaajia, olemme erittäin huonossa kilpailuasemassa”, Laukkanen sanoo ja toteaa kilpailijamaiden – kuten Ruotsin, Saksan, Ranskan, Ison-Britannian ja Yhdysvaltojen – panostavan alaan ja sen koulutukseen pitkäjänteisesti.

Artikkelissa tuodaan esiin se epäkohta, että suomalaisilla teknologia-alan vientiyrityksillä on hankaluuksia löytää osaajia. ”Konetekniikan, materiaalitekniikan ja teräksen tutkimusten taso ja opiskelijamäärät eivät ole enää moneen vuoteen vastanneet siihen kysyntään, mitä Suomen teollisuudella on.” Tutkija Laukkanen painottaa, että menestyksellisiä innovaatioita syntyy ainoastaan, jos perusasiat koulutuksessa ja tutkimuksessa ovat kunnossa ja jos yritykset saavat päteviä insinöörejä tuotekehitykseen. (Yle 11.1.2018.)

Teknillisen korkeakoulutuksen kansallisen profiilikartan (2009) laatinut Tekniikan yhteistyöryhmä tarttuu laajasti tunnettuun ongelmaan, koulutuksen rahoitukseen kyseenalaisin perustein. Määrällisiin rahoituskriteereihin nojaava systeemi ei takaa tai edesauta korkeakouluista valmistuneiden korkeaa osaamistasoa. Yhteistyöryhmä esittää, että yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen budjettirahoitukseen ”tulee määrällisten rahoituskriteerien rinnalle nostaa laajasti laadullisia kriteereitä niin, että 40 % budjettirahoituksesta perustuu koulutuksen ja tutkimuksen laatuun” (Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen profiilikartta, s. 20). Koulutuksen laadun säilyttäminen ja jopa nostaminen samalla kun on nopeasti reagoitava monenlaisiin muutoksiin, onkin olennaisesta olennaisinta; muuten koulutus menettää merkityksensä ja olemassaolon oikeutuksen.

Laatukriteerien ja opiskelijakohtaisen rahoituksen lisäämisen sekä korkeakouluyksiköiden määrän vähentämisen lisäksi Tekniikan yhteistyöryhmä korostaa alan korkeakoulutuksen kehittämisessä ammattimaisen viestinnän ja brändäyksen merkitystä, opetuksen kehittämistä ennakoitujen osaamistarpeiden perusteella, kansainvälistä liikkuvuutta molempiin suuntiin ja yhteistyötä sidosryhmien kanssa. (Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen profiilikartta, s. 4–5.)

Aivan samantyyppisiä huomioita Suomen korkeakoulutuksen tilasta tekee Arenen eli Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston asettaman rakenteellisen kehittämisen työryhmän raportti *Kohhti maailman parasta korkeakoululaitosta* (2016). Siinä todetaan huolestuttavasti, että Suomen menestys kansainvälisissä vertailuissa

”koulutuksen, osaamisen, tutkimuksen ja uuden tiedon eliittimaana” on heikentynyt. Edelleen: Korkeakoulujen rakenteisiin, monimuotoisuuteen ja kansainväliseen kilpailukykyyn kohdistuu muospaineita. Elinkeino- ja työelämän uudistumisen tarve heijastuu vahvasti korkeakouluihin. Ansaintalogiikka, osaaminen ja ammatit ovat muutoksessa. Johtopäätökset ovat samassa linjassa aiemmin esiteltyjen kanssa: Korkeakoulujen on reagoitava nopeasti. On luotava uutta, on ennakoitava. On otettava huomioon työelämän muuttuvat tarpeet. (Kohti maailman parasta korkeakoululaitosta, s. 2.)

Ammattikorkeakouluilla on erityisen edullinen asema vastata näihin haasteisiin, koska – kuten raportissa huomautetaan – ammattikorkeakoulutuksen profiili on jo valmiiksi vahvasti käytäntö- ja työelämälähtöinen. Tällä hetkellä ammattikorkeakouluista valmistuneet myös työllistyvät hyvin. (Kohti maailman parasta korkeakoululaitosta, s. 39–48.) Jatkossa työelämän murros näkyy, ja sen on näytävä, selvemmin siinä, mitä ja miten opetetaan – ja kenelle.

Teknologiaeollisuuden linjaus 2018 peräänkuuluttaa joustavia opintopolkua ja jatkuvaa oppimista, jotta tulevien vuosien osaajatarpeeseen pystytään vastaamaan. ”Tavoitteena on oltava, että muutostilanteissa henkilö työllistyy sujuvasti työstä toiseen.” Ratkaisuksi esitetään, että oppilaitokset ja korkeakoulut lisäävät työelämässä oleville suunnattua koulutustarjontaa. Linjauksessa tuodaan esiin tämänhetkisen koulutusjärjestelmämme tutkintokeskeisyys hieman kriittiseen sävyyn ja nähdään, että uuteen osaamiseen keskittyvät moduulit tai tutkinnon osat tukisivat työntekijöiden jatkuvaa oppimista parhaiten. Sen mukaan ketterä ja joustava lisä- tai muun- tokoulutus lisääisi koulutusjärjestelmänkin tehokkuutta, kun useampia rinnakkaisia tutkintoja ei enää tarvitsisi suorittaa. (9 ratkaisua Suomelle, s. 18.)

Vuoden 2018 kehysriihessä Suomen hallitus päätti käynnistää jatkuvan oppimisen reformin. Tavoitteena on nimenomaan tarjota uusia mahdollisuuksia työuran aikaiselle oppimiselle. Tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaiset joustavat moduulit. Oppiminen voi lisäksi tapahtua aiempaa enemmän digitaalisten alustojen kautta. (Ks. 9 ratkaisua Suomelle, s. 19.)

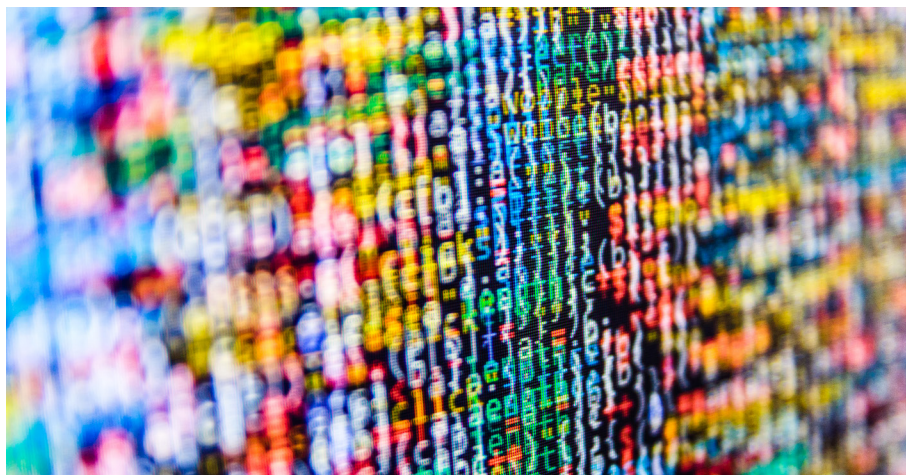
Luonnollisesti myös laaja raportti Osaaminen 2035 pohtii tulevaisuuden koulutuksen roolia, luonnetta ja muutostarpeita. Työmarkkinoiden osaamisrakenteiden muutokset heijastuvat myös koulutuksen kehittämiseen ”sekä laadullisesta että määrällisestä näkökulmasta”. Raportissa korostetaan jatkuvan oppimisen merkitystä ja todetaan, että on tärkeää havaita varhaisessa vaiheessa, missä tehtävissä työskentelevien osaamisen ”päivittämiseen, laajentamiseen tai jopa uusintamiseen” on tarjottava ”osaamispalveluita”, jotka ovat oikein ajoitettuja ja määrällisesti riittäviä ja vahvistavat sisältönsä kautta oppijoiden työmarkkinakilpailukykyä. (Osaaminen 2035, s. 9.)

Raportin laatinut Oppimisen ennakointifoorumi itse asiassa ehdottaa Suomeen jatkuvan oppimisen reformia toteutettavaksi 2020-luvulla. Reformi sisältäisi muun muassa henkilöä seuraavan rahoitusmallin, jonka ansiosta kukin voisi päättää, miten, missä ja milloin opiskelee. Uudistus vaatisi nykyistä suurempaa panostusta rahoitukseen. Laadukkaan henkilökohtaisen ohjauksen merkitystä korostetaan. Osaamisen tunnistamiseen ja tunnustamiseen ehdotetaan uusia keinoja kuten näyttötutkintojärjestelmän hyödyntämistä myös korkeakoulutuksessa sekä työntekijän henkilökohtaista osaamisportfoliota. (Osaaminen 2035, s. 37–38.)

Foorumi näkee, että tarvetta on erityisesti koulutusratkaisuille, jotka tukevat jo työelämässä olevien osaamisen päivittämistä ja kehittämistä. Tämän vuoksi se esittää korkeakoulujen lisä- ja täydennyskoulutuksen laajentamista. ”Tarvitaan lisää varsinkin modulaarisia täsmäkoulutuksia eikä niinkään tutkintoon tähtääviä koulutuskonaisuuksia”, raportissa linjataan. (Osaaminen 2035, s. 38.)

3.2 Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen

Tero Karttiala



Digitaalisen tuotetiedon hyödyntämisen laajennusmoduulin rakentaminen aloitettiin aiheen tietopohjan luomisella tekemällä erilaisia esiselvityksiä. Ne aloitettiin perehtymällä aiheen kirjallisuuteen. Lisäksi toteutettiin yleinen kyselytutkimus aiheesta digitaalista tuotetiedon hallintaa hyödyntäville yrityksille. Tämän jälkeen suoritettiin haastattelututkimus digitaalista tuotetiedon hallintaa opettavien oppilaitoksien opettajille sekä digitaalisten tuotetiedon järjestelmien toimittajille.

3.2.1 Kirjallisuustutkimus

Kyselytutkimusta ja teemahaastatteluja varten luotiin tietopohja osin kirjallisuustutkimuksen avulla ja osin tutustumalla aiempiin selvityksiin sekä nykyisin käytössä oleviin opetussuunnitelmiin. Lisäksi kirjallisuusselvityksen avulla saatiin osittaisia vastauksia tutkimuskysymyksiin ja sen tuloksena voidaan esittää opetuskäyttöön soveltuvia lähdeoteoksia. Näiden teosten avulla tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin liittyvän tiedon ja teorian jakaminen onnistuu helposti.

Starkin mukaan tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmät yleistyivät 2000-luvun alussa. Immosen ja Sääksjärven mukaan historia juontaa juurensa pidemmälle Yhdysvaltain sotilas- ja lentokoneollisuuteen ja sen kehitykseen. Selvityksessä käytetyn

kirjallisuuden mukaan tuotteen elinkaarenhallinnan yleistyminen alkoi kuitenkin 2000-luvun alussa, kun kiristynyt kansainvälinen kilpailu markkinaosuuksista pakotti yritykset tehostamaan tuotantoaan. Tuolloin myös alkoi olla teknisiä valmiuksia toteuttaa laajoja, useita yksittäisiä järjestelmiä yhteen kokoavia järjestelmiä.

Terzin ym. mukaan järjestelmätoimittajien tausta vaikuttaa siihen, minkälainen tekninen toteutus kullakin toimijalla on. Terzi ym. jakavatkin tutkimuksessaan järjestelmätoimittajat kolmeen ryhmään riippuen niiden taustasta. Tausta vaikuttaa lähinnä tekniseen toteutukseen, eikä välttämättä järjestelmien sisältämiin toiminnallisuuksiin.

Kaikilla järjestelmätoimittajilla on pyrkimys tehdä järjestelmä, joka kattaa yrityksen kaikki toiminnot. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän tarkoitus on siis hallita yrityksen tietojärjestelmiä keskitetysti siten, että yrityksen tuote on pääosassa. Kaikki mahdolliset päällekkäisyydet yrityksen prosesseissa, dokumentaatiossa ja tukitoiminnoissa pyritään tuotannon tehokkuuden ja tuotteen kilpailukyvyn varmistamiseksi poistamaan.

Kirjallisuus

Yksi kirjallisuusselvityksen tuloksista vastaa tutkimuskysymykseen, mitkä ovat opeuksen kehittymismahdollisuudet. Sen pohjalta voidaan esittää kehitysehdotus, että seuraavia teoksia voidaan hyödyntää esimerkiksi oppimateriaalina tai lähdeteoksina.

Hyvän yleiskatsauksen tuotteen elinkaarenhallinnan periaatteisiin tarjoaa Antti Sääksvuoren ja Anselmi Immosen kirjoittama teos *Tuotetiedonhallinta PDM*. Teos määrittelee tuotetiedonhallinnan käsitteistön selkeästi ja helposti ymmärrettävästi. Teos havainnollistaa esimerkein tuotetiedon hallinnan strategista merkitystä ja liiketoiminnan kehittämistä. Vaikka kirja on kirjoitettu jo vuonna 2002 ja käsittelee tuotetiedonhallintaa, se sopii hyvin nimenomaan perusteiden ymmärtämiseen. Kirja antaa monipuolisen kuvan tuotetiedonhallintajärjestelmien arkkitehtuurista ja perusfilosofiasta. Kirja on kirjoitettu CAD/CAM-ohjelmistotoimittajien tarjoamien järjestelmien näkökulmasta. Kirja on jäsennelty siten, että se sopii kurssikirjaksi, ja siitä on saatavilla suomen- ja englanninkieliset versiot. Varsinkin jälkimmäistä on käytetty laajasti lähdeteoksena eri tutkimuksissa.

Asko Martion teos *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta* on toinen suomeksi julkaistu kirja, jota voi käyttää opetusmateriaalina tai lähdeoteoksena. Se pureutuu hie- man syvemmälle kuin Sääksjärven ja Immosen kirja *Tuotetiedonhallinta PDM*. Kirja kertoo varsin tarkasti, minkälaisia ominaisuuksia ja toimintoja tuotetiedon- hallintajärjestelmän tulee sisältää sekä antaa esimerkkejä toteutustavoista. Lisäksi teos kuvaa konfiguroitavien tuotteiden suunnitteluprosessin ja kertoo, miten voi- daan automatisoida projektitoimitusten suunnittelu tai lisätä tuotteiden variointi- mahdollisuuksia. Se antaa kuvan siitä, kuinka monimutkainen ja monisäikeinen tuotetiedonhallintajärjestelmä voi olla.

John Starkin teos *Product Lifecycle Management Devil is in the Details* sen sijaan sopii tuotteen elinkaarenhallinnan periaatteen hahmottamiseen. Teos on englanninkie- linen kuten suurin osa alan julkaisuista ja tutkimuksista. Se on hyvin jäsenneily ja etenee loogisessa, helposti ymmärrettävässä järjestyksessä. Lukija saa kirjan avulla hyvän kokonaiskuvan tuotteen elinkaarenhallinnan kokonaisuudesta ja siitä, mitä kaikkea tuotteen elinkaareen liittyy ja minkälainen filosofia tuotteen elinkaarenhal- linnan taustalla on.

Aiemmat selvitykset

CAD/CAM-yhdistys teki vuosina 2011, 2012 ja 2013 CAD/CAM/PLM/BIM- aluetta kartoittavan käyttäjätutkimuksen. Viimeisin tutkimus julkaistiin Valokynä- lehdessä 2/2013 (Valokynä 2013, 56–64). Tutkimus toteutettiin sähköisenä kysely- nä käyttäjäkunnan piirissä. Siihen osallistui 515 henkilöä 493 ohjelmistojä käyttä- västä yrityksestä ja lisäksi 50 oppilaitosten edustajaa.

Tuotetiedonhallinta, tuotteen elinkaarenhallinta ja rakennuksen tietomalli (BIM) käsiteltiin tutkimuksessa laajasti siten, että esimerkiksi dokumenttienhallintasovel- lukset laskettiin mukaan. Kyselyssä kartoitettiin järjestelmien tilannetta yrityksissä, käytössä olevia järjestelmiä, arvioitua käyttäjämäärän muutosta kahdentoista kuu- kauden aikana, mitä tietoa järjestelmillä hallitaan ja mihin järjestelmät on integroi- tu. (Valokynä 2013, 64.)

Kyselyn mukaan vuonna 2013 tiedonhallintajärjestelmä oli käytössä 47 %:ssa kyselyyn vastanneista yrityksistä. Vuoteen 2012 nähden järjestelmien käyttö oli lisääntynyt 6 %. Vastaajista 30 % ilmoitti, ettei heidän edustamallaan yrityksellä ole tarvetta tiedonhallintajärjestelmiin. Noin 23 % vastaajista ilmoitti, että heillä on järjestelmä käyttöönottovaiheessa tai harkinnassa. Tutkimuksen vastausten perusteella tehtiin päätelmä, jonka mukaan tiedonhallintajärjestelmät ovat laajemmin suurten ja keskiuurten, yli 500 henkeä työllistävien yritysten käytössä. Suurten ja keskiuurten yritysten edustajista yli 60 % ilmoitti, että heidän yrityksessään on käytössä tiedonhallintajärjestelmä. Samalla alle 20 % saman ryhmän vastaajista oli sitä mieltä, ettei tiedonhallintajärjestelmälle ole tarvetta. Pienissä, 1–20 henkilöä työllistävissä yrityksissä vastaajista noin 50 % oli sitä mieltä, ettei tiedonhallintajärjestelmälle ole tarvetta. 20 % vastaajista ilmoitti, että tiedonhallintajärjestelmä on käytössä. (Valokynä 2013, 64.)

Opetussuunnitelmat

Opetussuunnitelmat antavat selvityksessä tutkittavissa ammattikorkeakouluissa melko yleisluontoisen määritelmän siitä, mitä pitäisi opettaa. Kurssien opettajien vastuulle jääkin varsinaisen kurssisisällön luominen.

Metropolia Ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmassa mainitaan tuotetiedonhallinta konetekniikan tutkinto-ohjelmassa. Tuotetiedonhallintaa opetetaan syventävissä ammattiopinnoissa, ja se sijoittuu opintojen päivätoteutuksen kolmannen vuoden syyslukukaudelle. Kurssi on nimeltään *3D-CAE-jatkokurssi ja tuotetiedonhallinta*, ja sen laajuus on viisi opintopistettä. Kurssin kuvauksessa mainitaan opintojakson osaamistavoitteiksi ja opintojakson sisällöksi tuotetiedonhallinnan osalta:

Opiskelija tuntee tuotetiedon hallinnan tekniikat ja osaa soveltaa niitä tuotteen nimikkeistöön, hallintaan, roolituksiin sekä tuoterakenteen määrittelyyn ja jäsentelyyn.

(Metropolia AMK 2018.)

Tampereen ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmassa mainitaan PLM-kurssi. Kurssi kuuluu konetekniikan koulutukseen suuntautumispolun 3 tuotekehityksen syventävän osaamisen kursseihin. Sen laajuus on kolme opintopistettä, ja se sijoittuu opintojen päivätoteutuksen kolmannen vuoden kevätlukukaudelle.

Kurssin osaamistavoitteet on määritelty seuraavasti:

Tietää tuotetiedon, tuoterakenteen ja tuotteen elinkaaren hallinnan ja näiden merkityksen koneteknisten tuotteiden suunnittelu- ja kehitystehtävissä sekä osaa soveltaa tuotetiedon, tuoterakenteen ja tuotteen elinkaaren hallinnan vaatimuksia koneensuunnittelussa. Tuntee tuotetiedonhallinnan merkityksen, mahdollisuudet ja vaatimukset osana sekä koneensuunnittelua että tuotehallintaa. Opiskelija ymmärtää tietojärjestelmien ja tietoverkkojen digitaalisen tiedonsiirron ja -hallinnan merkityksen globaalissa liiketoiminnassa.

(Tampereen ammattikorkeakoulu 2018.)

Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ammattikorkeakoulututkinnon konetekniikan tutkinto-ohjelman opetussuunnitelmassa ei mainita tuotetiedonhallintaa eikä tuotteen elinkaarenhallintaa. (Oulun ammattikorkeakoulu 2018.)

Turun ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksen opetussuunnitelmassa on *Tuotetiedonhallinta*-kurssi, jonka osana opetetaan tuotetiedonhallintaa. Kurssin laajuus on viisi opintopistettä, ja se järjestetään opintojen päivätoteutuksen ensimmäisenä lukuvuonna. Tavoitteissa mainitaan, että opiskelija osaa opinnot suoritettuaan PDM-järjestelmien periaatteet tuotetietojen hallinnointiin. Lisäksi opetussuunnitelmassa mainitaan *Digitaalinen tuoteprosessi* -moduuli, joka koostuu *Suunnittelu*-, *Valmistus*- ja *Käyttö, huolto ja kierrätys* -nimisistä kursseista. Moduulin laajuus on viisitoista opintopistettä, ja sijoittuu opintojen päivätoteutuksen kolmannelle lukukaudelle.

Moduulin osaamistavoitteet on määritelty seuraavasti:

Ymmärtää tuotteen koko elinkaaren tuoteideasta tuotteen suunnitteluun, valmistukseen, käyttöön, huoltoon ja aina loppusijoitukseen asti. Osaa yhdistää tuotteen muotoiluun liittyvät suunnitteluseikat asiakastarpeet täyttävän ja valmistusmyötäisen tuotteen suunnittelemiseksi. Ymmärtää tuotetiedon hallinnan merkityksen osana suunnittelua. Osaa rinnakkaisuunnittelun periaatteet

(Turun ammattikorkeakoulu 2018.)

3.2.2 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen avulla oli tarkoitus selvittää valmistavan teollisuuden näkökulmaa tutkimuskysymyksiin. Sen päämääränä oli kartoittaa valmistavan teollisuuden tuotetiedon- ja tuotteen elinkaarenhallinnan osaamistarpeita sekä osaamisen nykytilaa. Vastausta haettiin kvantitatiivisen tutkimusotteen kyselyllä. Tätä varten kysely pyrittiin suuntaamaan yritysten tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien kanssa toimiville henkilöille.

Metropolia Ammattikorkeakoulun aiemmissa tutkimuksissa käytettyä kontaktiverkostoa lähestyttiin sähköpostitse ja pyydettiin osallistumaan kyselyyn. Se lähetettiin 136 sähköpostiosoitteeseen. Kyseiset kontaktit edustavat suomalaista valmistavan teollisuuden alihankintaverkostoa.

Alustavan suunnitelman mukaan kyselytutkimuksen lähettämiseen olisi hankittu ulkopuolista apua siten, että se olisi lähetetty yli 1 600 Teknologiateollisuus ry:n jäsenyritykseen. Tämä suunnitelma jäi toteutumatta lukuisista yrityksistä huolimatta.

Kyselytutkimuksen laadinta

Kyselytutkimus oli jaettu neljään kysymysosiioon. Ensimmäisessä osiossa vastaajilta kysyttiin järjestelmien käytöstä yrityksessä. Toisessa osiossa pyydettiin vastaajia antamaan arvio omasta osaamisestaan. Kolmannessa osiossa vastaajia pyydettiin arvioimaan yritykseksensä osaamista ja neljännessä osiossa kysyttiin yrityksen näkemystä alihankkijoidensa osaamisen tasosta.

Osio 1 – Järjestelmien käyttö

Ensimmäisenä vastaajilta kysyttiin, onko heidän edustamassaan yrityksessä käytössä PLM- tai PDM-järjestelmää. Vastaus kysymykseen kertoo, kuinka monessa kyselyyn vastanneessa yrityksessä on käytössä jokin tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä. Lisäksi kysymyksen avulla pyrittiin validoimaan vastaaja. Vastauksesta voidaan päätellä, kuinka monessa yrityksessä ei ole tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää käytössä. En tiedä -vastauksista voidaan päätellä, että vastaaja joko ei tiedä mistä on kysymys, ei ole tekemisissä järjestelmien parissa tai ei vain tunne yrityksen järjestelmiä.

Toinen kysymys oli jatkokysymys ensimmäiseen kysymykseen. Siinä kysyttiin, mikä tai mitkä järjestelmät ovat vastaajan edustaman yrityksen käytössä. Vastaajaa pyydettiin valitsemaan listasta jokin tai joitakin vaihtoehtoja. Tuloksista voidaan laskea yrityksissä käytössä olevien järjestelmien määrät ja käytössä olevien ohjelmistojen määrän painotukset. Kysymykseen valittiin Suomessa CAD/CAM ry:n julkaiseman CAD/CAM/CAE/BIM/AM-alan yritykset Suomessa -listan pohjalta Suomessa toimivien tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien toimittajien sekä palveluntarjoajien edustamat ohjelmistot (Valokynä 2017, 60–61). Mikäli valintaruuturyhmästä ei löytynyt vastaajan yrityksessä käytössä olevaa järjestelmää, vastaajalla oli mahdollisuus kirjoittaa vapaaseen tekstikenttään jonkin muun ohjelmiston nimi.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, onko vastaajan edustaman yrityksen asiakasyrityksissä PLM- tai PDM-järjestelmää, johon vastaajan edustaman yrityksen työntekijöillä on jonkinlaiset käyttöoikeudet. Kysymyksellä kartoitettiin yritysten välistä tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttöä. Vastauksista voidaan päätellä, onko vastaajien joukossa yrityksiä, jotka tekevät yhteistyötä järjestelmien avulla.

Neljäs kysymys oli jatkokysymys kolmanteen kysymykseen. Mikäli vastaaja vastasi kysymykseen kolme Kyllä, häntä pyydettiin vastaamaan kysymykseen mikä tai mitkä PLM- tai PDM-järjestelmät asiakasyrityksessä ovat käytössä. Kysymys tarkentaa edellistä vastausta. Mikäli vastauksissa on ristiriitaa edelliseen vastaukseen nähden, otettiin vastauksia analysoidessa huomioon virheen mahdollinen aiheuttaja. Vastauksista voidaan laskea yrityksissä käytössä olevien järjestelmien jakaminen sekä se, mitkä järjestelmät ovat tyypillisesti jaettuina.

Viidennessä kysymyksessä kysyttiin, onko vastaajien edustamissa yrityksissä käytössä jokin muu tiedonhallintajärjestelmä kuin PLM- tai PDM-järjestelmä. Valintaruuturyhmässä oli lueteltu tyypilliset järjestelmät, joita yrityksissä käytetään tiedonhallintaan ja tiedonvaihtoon. (Martio 2015) Lisäksi vastaajalla oli mahdollisuus kertoa avoimessa tekstikentässä, jos yrityksessä on käytössä jokin muu kuin valintaruuturyhmässä esitetty järjestelmä sekä mahdollisuus vastata En osaa sanoa.

Osio 2 – Vastaajan arvio omasta osaamisestaan

Toisessa osiossa kartoitettiin vastaajan suhdetta tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin. Näillä kysymyksillä haluttiin validoida vastaaja sekä kartoittaa vastaajan omaa kokemusta osaamisestaan ja sen kehittämistarpeesta.

Toisen osion ensimmäinen kysymys oli, käyttääkö vastaaja itse jotain PLM- tai PDM-järjestelmää. Valittavana vastaajalla oli Kyllä tai Ei. Kysymys validoi vastaajan. Kun hän vastasi Kyllä, voidaan päätellä, että vastaajalla on omakohtaista kokemusta järjestelmistä. Ei-vastauksesta voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

- a.) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin 1.1 tai 1.3 *Kyllä*, hänellä on tietoa jonkin muun kuin tuotetiedonhallinnan- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien tyypillisten roolien kautta tai aiempaa kokemusta järjestelmistä.
- b.) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin 1.1 tai 1.3 *Ei* tai *En tiedä*, arvioitiin, kuuluuko vastaaja kyselyn kohderyhmään.

Toisen osion toinen kysymys oli, kuinka usein vastaaja käyttää PLM- tai PDM-järjestelmää. Vastausvaihtoehdot valintaruuturyhmästä olivat: Päivittäin, Muutaman kerran viikossa, Muutaman kerran kuukaudessa, Harvemmin, En ollenkaan. Vastaaja pystyi tekemään vain yhden valinnan.

Vastaus validoi vastaajan ja vahvistaa aiempien kysymysten luotettavuutta. Päivittäin-vastaus kertoo vastaajan työskentelevän järjestelmän parissa usein, samoin kuin Muutaman kerran viikossa -vastaus. Nämä kaksi vastausta ovat siis identtisiä, mutta ne antoivat vastaajalle useamman mahdollisuuden. Muutaman kerran kuukaudessa ja Harvemmin -vastaukset kertovat vastaajan tekevän töitä järjestelmien parissa, mutta ei kovin usein. Vastauksista voidaan päätellä, että vastaajalla on kuva järjestelmän toiminnasta.

En ollenkaan -vastauksesta voidaan päätellä, että:

- a.) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin 1.1 tai 1.3 *Kyllä*, hänellä on tietoa jotain muuta kautta tai aiempaa kokemusta.
- b.) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin 1.1 tai 1.3 *Ei* tai *En tiedä*, arvioitiin, kuuluuko vastaaja kyselyn kohderyhmään.
- c.) Jos vastaaja vastasi kysymykseen 2.1 *Kyllä*, on vastauksissa 2.1 ja 2.2 ristiriita. Tällöin vastauksia arvioitiin uudelleen tai hylättiin vastaukset.

Toisen osion kolmas (2.3) kysymys oli, missä roolissa tai toimessa vastaaja käyttää tällä hetkellä järjestelmää. Valintaruuturyhmän valinnat jakautuivat yrityksen tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien tyypillisiin rooleihin. Valintaruuturyhmässä oli valittavana: Tuotekehitys ja suunnittelu, Alihankinta ja yhteistyökumppanit, Hankintatoimi ja osto, Myynti ja markkinointi, Jälkimarkkinat, Järjestelmänvalvoja, ja avoimen vastauksen salliva Jokin muu, mikä -kenttä. Vastauksista voidaan päätellä, mihin ryhmään vastaaja kuuluu. Vastausten perusteella voidaan lajitella tarvittaessa vastaajat työnkuvan perusteella.

Toisen osion neljäs kysymys (2.4) oli: Oletko ollut jossain toisessa roolissa aiemmin? Valintaruuturyhmässä oli valintoina samat valinnat kuin edellisessä kysymyksessä. Vastaaja pystyi valitsemaan usean eri valinnan. Vastauksista voidaan päätellä, kuinka kokenut vastaaja on ja minkälaisissa rooleissa hän on toiminut aiemmin.

Toisen osion viides kysymys (2.5) kartoitti, mitä toimintoja vastaaja käyttää järjestelmässä. Valintaruuturyhmän valinnat olivat tyypillisiä toimintoja, joita tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä on. Näitä ovat: Tiedon haku ja etsintä, Nimikkeiden hallinta, Dokumenttien hallinta, Tuoterakenteiden hallinta, Muutosten hallinta, Konfiguraatietietämyksen hallinta, Käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallinta, Työnkulku ja jakelun hallinta sekä Liittymät suunnittelu-, dokumentointi ja tuotannonohjausohjelmiin. Lisäksi vastaajalla oli mahdollisuus kertoa jokin muu toiminto avoimessa Jotain muuta, mitä -kentässä.

Vastaaja saattoi valita usean eri valinnan. Vastaus on lämmittelevä kysymys seuraavaan kysymykseen, joka kartoittaa vastaajan omaa kokemusta osaamisestaan. Vastaus kertoo myös vastaajan roolista yrityksessä. Vastauksesta voidaan yhdessä kohtien 2.6, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2 ja 3.3 kanssa tulkita, minkälaista osaamista koetaan tarvittavaksi ja korreloivatko vastaukset vastaajan oman roolin kanssa. Vastausten painotuksen ja lukumäärän perusteella voidaan tulkita, minkälaisia käyttöoikeuksia vastaajilla on ja mitkä ovat vastaajien tyypillisimmin käyttämät toiminnot.

Toisen osion kuudennessa kysymyksessä (2.6) pyydettiin vastaajaa arvioimaan oman osaamisensa taso järjestelmien käytössä. Kysymyksessä haluttiin vastaajan kertovan oma näkemyksensä osaamisestaan tiedon haussa ja etsinnässä, nimikkeiden hallinnassa, dokumenttien hallinnassa, tuoterakenteiden hallinnassa, muutosten hallinnassa, konfiguraatietietämyksen hallinnassa, käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallinnassa, työnkulun ja jakelun hallinnassa sekä rajapintojen hallinnassa suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmiin. Lomakkeessa hyödynnettiin viisiportaista Likertin asteikkoa.

Toisen osion seitsemännessä kysymyksessä (2.7) kysyttiin, mitkä asiat vastaaja kokee erityisen haastaviksi. Kysymys toteutettiin valintaruuturyhmänä, jossa vastaajalla oli mahdollisuus vastata useaan kohtaan. Valinnat olivat samoja kuin kuudennessa kohdassa. Lisäksi vastaajalla oli mahdollisuus vastata avoimeen Jokin muu, mikä? -kenttään jokin muu valintaruutukentästä puuttuva toiminto. Kysymys validoi edellisen kysymyksen. Mikäli vastauksissa havaittiin ristiriita edellisen kysymyksen kanssa, vastauksia tulosten käsittelyssä arvioitiin tarkemmin. Vastausten perusteella voidaan etsiä painopistettä haastaviksi koetuille toiminnoille. Tästä on hyötyä erityisesti uutta opintojaksoa suunniteltaessa.

Toisen osion kahdeksannessa (2.8) kysymyksessä kysyttiin, mistä vastaaja haluaisi itse lisää osaamista. Valintaruuturyhmä oli sama kuin edellisessä, seitsemännessä kysymyksessä. Vastauksista voidaan etsiä vastausta kysymykseen, mitä pitäisi vastaajien mielestä opettaa. Vastauksista voidaan tehdä tulosten käsittelyvaiheessa regressioanalyysi.

Osio 3 – Arvio yrityksestä

Kolmannessa osiossa vastaajia pyydettiin arvioimaan osaamista yrityksessä, jossa vastaaja työskentelee.

Kolmannen osion ensimmäisessä kysymyksessä (3.1) vastaajalta kysyttiin arviota yrityksen yleisestä osaamisen tasosta. Kysymys toteutettiin viisiportaisella Likertin asteikolla, jossa kysyttiin arviota tiedon hakuun ja etsintään sekä nimikkeiden, dokumenttien, tuoterakenteiden, muutosten, konfiguraatietietämyksen, käyttäjätunnuksien ja käyttöoikeuksien hallintaan. Lisäksi pyydettiin arvioimaan työnkulun ja jakelun hallintaa sekä rajapintojen suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmien hallintaa.

Toisessa kysymyksessä (3.2) vastaajalta kysyttiin, mistä vastaajan mielestä yrityksessä tarvitaan lisää osaamista. Vastaajaa pyydettiin valitsemaan kolme tärkeintä kehittämiskohdetta. Valintaruuturyhmässä oli samat vaihtoehdot kuin edellisessä kysymyksessä. Lisäksi valittavissa oli Jokin muu, mikä? -vaihtoehto avoimena tekstikenttänä. Kysymyksellä haluttiin vastausta tutkimuksen kysymykseen siitä, mitä pitäisi opettaa. Vastausten perusteella voidaan etsiä korrelaatiota siihen, mitä pitäisi opettaa.

Kolmannessa kysymyksessä (3.3.) kysyttiin, mitä toimintoja uusien työntekijöiden olisi hyvä hallita. Valintaruuturyhmän kysymykset olivat samoja kuin kahdessa edellisessä kysymyksessä. Vastauksista haluttiin kartoittaa, mitä vastaajien mielestä insinöörikoulutuksessa pitäisi opettaa ja mikä koetaan tärkeäksi perusosaamiseksi.

Osio 4 – Arvio alihankkijoista

Neljännessä osiossa (4) kysyttiin alihankkijoiden pääsystä yrityksen järjestelmiin sekä vastaajan näkemystä alihankkijoiden osaamisesta.

Neljännän osion ensimmäinen kysymys (4.1) selvitti, onko vastaajan edustaman yrityksen alihankkijoilla pääsy yrityksen tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmään. Valintaruuturyhmässä oli vastausmahdollisuuksina Kyllä, Ei ja En tiedä. Vastaajalla oli mahdollisuus valita vain yksi vaihtoehto. Kysymyksellä haluttiin kartoittaa, kuinka monessa yrityksessä on järjestelmä, johon alihankkijoilla on pääsy.

Neljännän osion toisessa kysymyksessä (4.2) kysyttiin, onko alihankkijoilla riittävä osaaminen yrityksen järjestelmien käytöstä. Vastausvaihtoehtoina oli Kyllä, Ei ja En osaa sanoa. Vastajalla oli mahdollisuus valita vain yksi vaihtoehto. Kysymyksellä haluttiin kerätä tietoa, onko vastaaja mahdollisesti havainnut puutteita alihankkijoiden osaamisesta.

Neljännän osion kolmas kysymys (4.3) oli jatkokysymys edelliseen kysymykseen. Siinä kysyttiin, miten alihankkijat saivat tarpeelliset tiedot, jos heillä ei ole pääsyä tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmään. Valintaruuturyhmässä oli samat vaihtoehdot kuin ensimmäisen osion viidennessä kysymyksessä (1.5). Kysymyksellä haluttiin tarkastella, miten yritykset ovat järjestäneet tiedonkulun, mikäli tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää ei ole jostain syystä käytössä.

Neljännän osion neljännessä kysymyksessä (4.4) kysyttiin vastaajan mielipidettä siitä, mistä aiheista yrityksen alihankkijat tarvitsevat lisäosaamista. Valintaruuturyhmässä oli samat vaihtoehdot kuin toisen osion viidennessä kysymyksessä (2.5). Vastajalla oli mahdollisuus valita monta eri vaihtoehtoa. Kysymyksellä haluttiin selvittää, kuinka hyvin alihankintaketjun toimijat osaavat päämiestensä järjestelmien käytön.

Tulokset

Kyselytutkimus suoritettiin lähettämällä vastaajille sähköinen lomake. Kyselyyn saatiin sinnikkästä yrittämisestä huolimatta vain noin 30 vastausta. Vastauksia odotettiin huomattavasti suuremmalta joukolta. Kyselytutkimuksen kvalitatiivisen luonteen huomioon ottaen ja populaatioon nähden vastaajia oli liian vähän luotettavien tulosten saamiseksi. Näin ollen kyselyn yleistettävyyteen on suhtauduttava varauksella.

Taustatyö kyselytutkimusta varten on kuitenkin tehty, ja sähköinen kysely on valmiina. Kyselylomaketta voidaan hyödyntää mahdollisissa jatkotutkimuksissa sellaisenaan tai muokaten sitä sopivaksi.

Osio 1 – Järjestelmien käyttö

Vastaajista 21 kertoi, että heidän edustamassaan yrityksessä on käytössä jokin PLM- tai PDM-järjestelmä. Neljä vastaajaa vastasi, ettei järjestelmiä ole käytössä. Kukaan vastaajista ei vastannut En tiedä. Vastauksesta voidaan päätellä, kuinka monessa yrityksessä ei ole tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää käytössä. En tiedä -vastausten puuttumisesta voidaan päätellä, että vastaajat tiesivät, mistä on kysymys ja tuntevat yritysten järjestelmät riittävällä tarkkuudella.

Vastaajien edustamissa yrityksissä yhdeksässä kahdestakymmenestä yhdestä oli käytössä useampi kuin yksi järjestelmä. Kahdessatoista yrityksessä vastaajien mukaan oli vain yksi järjestelmä käytössä. Kyselyn perusteella ENOVIA PLM-järjestelmää on käytössä yhdeksän vastaajan edustamassa yrityksessä, mutta vain kahden vastaajan mukaan ainoana järjestelmänä. Teamcenter-järjestelmä on käytössä seitsemän vastaajan edustamassa yrityksessä. Se oli myös vastanneiden keskuudessa ainoa järjestelmä, jonka rinnalla ei ollut muita järjestelmiä. Kolmanneksi yleisin järjestelmä vastaajien edustamissa yrityksissä oli Aton. Sen kohdalla merkittävä seikka oli, ettei Aton ollut ainoa käytössä oleva järjestelmä, vaan sen lisäksi yrityksissä on myös muita järjestelmiä.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, onko vastaajan edustaman yrityksen asiakas-yrityksissä PLM- tai PDM-järjestelmää, johon vastaajan edustaman yrityksen työntekijöillä on jonkinlaiset käyttöoikeudet. Viiden vastaajan mukaan näin on, kahdentoista vastaajan mukaan ei ole ja kahdeksan vastaajaa ei tiennyt. Kysymyksellä kartoitettiin yritysten välistä tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttöä. Vastauksista voidaan päätellä, että joukossa on yrityksiä, jotka tekevät yhteistyötä järjestelmien avulla.

Seuraavaksi kysyttiin, onko vastaajien edustamissa yrityksissä käytössä jokin muu tiedonhallintajärjestelmä kuin PLM- tai PDM-järjestelmä. Kaikkien vastaajien mukaan käytössä on sähköposti ja jaettu verkkolevy. Toiminnanohjausjärjestelmä oli kuudentoista vastaajan mukaan käytössä, neljäntoista vastaajan mukaan heidän edustamissa yrityksissä oli jokin muu dokumenttienhallintajärjestelmä.

Vastausten perusteella voidaan päätellä, että kyselyyn osallistuneiden henkilöiden edustamissa yrityksissä on tyypillisesti käytössä useita eri menetelmiä tiedon hallitsemiseksi. Vastauksien mukaan tuotetiedonhallinnan lisäksi käytössä on myös ns. perinteisempiä menetelmiä. Sähköposti ja jaettu verkkolevy oli kaikkien kyselyyn osallistuneiden keskuudessa käytössä. Lisäksi kuudentoista vastaajan mukaan toiminnanohjausjärjestelmä on käytössä heidän edustamassaan yrityksessä. Vastajien keskuudessa ei myöskään ollut tavatonta, että yrityksessä on rinnakkaisia tuotetiedonhallintajärjestelmiä käytössä samanaikaisesti.

Osis 2 – Vastaajan arvio omasta osaamisestaan

Toisessa osiossa kartoitettiin vastaajan suhdetta tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin. Näillä kysymyksillä haluttiin validoida vastaaja sekä kartoittaa vastaajan omaa kokemusta osaamisestaan ja sen kehittämistarpeesta.

Vastaajista kaksikymmentäkaksi käyttää jotain PLM- tai PDM-järjestelmää. Kysymys validoi vastaajan. Kun hän vastasi Kyllä, voidaan päätellä, että vastaajalla on omakohtaista kokemusta järjestelmistä. Yksi vastaaja vastasi kohtaan 1.1 Ei. Tämän vastaajan kohdalla arvioitiin, ettei vastaaja kuulu kyselyn kohderyhmään.

Kahdeksantoista vastaajaa vastasi käyttävänsä PLM- tai PDM-järjestelmää päivittäin ja kaksi vastaajaa kertoi käyttäjäjuuden olevan muutaman kerran viikossa. Viiden vastaajan vastauksia ei otettu huomioon aiempien validoivien kysymysten avulla tehtyjen johtopäätösten perusteella. Vastaus validoi vastaajan ja vahvistaa aiempien kysymysten luotettavuutta. Päivittäin-vastaus kertoo vastaajan työskentelevän järjestelmän parissa usein, samoin kuin Muutaman kerran viikossa -vastaus. Nämä kaksi vastausta ovat siis identtisiä, mutta ne antoivat vastaajalle useamman mahdollisuuden. Muutaman kerran kuukaudessa - ja Harvemmin- vastaukset kertovat vastaajan tekevän töitä järjestelmien parissa, mutta ei kovin usein. Vastauksista voidaan päätellä, että suurella osalla vastaajista on kuva järjestelmän toiminnasta ja heidän vastauksiaan voidaan pitää luotettavina.

Omakohtaisessa arviossa kartoitettiin myös, mitä toimintoja vastaaja käyttää järjestelmässä. Valintaruuturyhmän valinnat olivat tyypillisiä toimintoja, joita tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä on (Sääksvuori & Immonen 2002, 48; Martio 2015, 48–50).

Tiedon haku ja etsintä -toimintoa käyttivät kaikki vastaajat. Nimikkeiden hallintaa ja dokumenttien hallintaa käytti niin ikään suurin osa käyttäjistä. Vastauksista voidaan päätellä, että tiedon hakeminen sekä nimikkeiden ja dokumenttien hallinta järjestelmässä ovat perustoimintoja, jota kaikki järjestelmien parissa työskentelevät käyttävät.

Tuoterakenteiden hallinta sekä muutosten hallintaominaisuuksia vastaajien joukosta käytti kuusitoista vastaajaa kahdestakymmenestäyhdestä. Konfiguraatietämyksen hallintaominaisuuksien käyttäjiä vastaajien keskuudessa oli viisi.

Liittymiä suunnittelu-, dokumentointi ja tuotannonohjausohjelmiin käytti vastaajista kaksitoista. Työnkulkuun ja jakelun hallintaan järjestelmiä käytti kolme vastaajaa. Käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallintaa käytti kymmenen vastaajaa.

Toisen osion kuudennessa kysymyksessä (2.6) pyydettiin vastaajaa arvioimaan oman osaamisensa taso järjestelmien käytössä. Tiedon haku ja etsintä, nimikkeiden, dokumenttien ja tuoterakenteiden hallinta sekä muutosten hallinta osataan vastausten perusteella erinomaisesti tai hyvin vastaajien keskuudessa. Rajapinnat suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmiin osataan hyvin. Konfiguraatietämyksen hallinta koettiin haastavaksi ja käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallinta sekä työnkulku ja jakelun hallinta olivat vastausten perusteella vieraita suurimmalle osalle vastaajista.

Ensisijaisen tulkinnan (primääri) lisäksi vastauksista voidaan tehdä lisätulkinta:

1. Vastauksista voidaan tehdä primääri tulkinta, joka kertoo miten käyttäjät arvioivat osaamistaan.
2. Vastauksista voidaan tehdä myös lisätulkinta, joka erottelee vastaajista tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää käyttävät ja ne, jotka eivät järjestelmiä käytä.

Erityisen haastaviksi asioiksi vastaajat kokivat konfiguraatietämyksen hallinnan. Kysyttäessä yhdeksän kahdestakymmenestäyhdestä vastasi sen olevan haastavaa.

Myös muutosten hallinta ja tiedon haku ja etsintä koettiin vastaajien keskuudessa haastavaksi. Seitsemän vastaajaa kahdestakymmenestäyhdestä vastasi sen olevan haastavaa. Kysymys toteutettiin valintaruuturyhmänä, jossa vastaajalla oli mahdollisuus vastata useaan kohtaan. Vastausten perusteella voidaan etsiä painopistettä haastaviksi koetuille toiminnoille. Tästä on hyötyä erityisesti uutta opintojaksoa suunniteltaessa.

Toisen osion kahdeksannessa (2.8) kysymyksessä kysyttiin, mistä vastaaja haluaisi itse lisää osaamista. Näissä vastauksissa nousi esille suurimpana osaamistarpeena konfiguraatietietämyksen hallinta. Lisäksi kaikki perustoiminnot olivat edustettuina vastauksissa. Tästä voidaan päätellä, että yrityksissä on osaamistarpeita perustoimintojen kehittämisessä sekä konfiguraatietietämyksen hallinnassa. Aineistosta voidaan etsiä vastausta kysymykseen, mitä vastaajien mielestä pitäisi opettaa.

Osio 3 – Arvio yrityksestä

Kolmannessa osiossa vastaajia pyydettiin arvioimaan osaamista yrityksessä, jossa vastaaja työskentelee. Kolmannen osion ensimmäisessä kysymyksessä (3.1) vastaajalta kysyttiin arviota yrityksen yleisestä osaamisen tasosta. Vastausten perusteella tiedon haku ja etsintä sekä seuraavien aihealueiden hallinnat ovat kaikki hyvällä tai melko hyvällä tasolla: nimikkeet, dokumentit, tuoterakenteet, muutos, konfiguraatietietämys, käyttäjätunnistus ja käyttöoikeudet, työnkulku ja jakelu sekä rajapintojen suunnittelu-, dokumentointi ja tuotannonohjausohjelmat. Vastaajien mielestä toimintoja osataan siis käyttää, mutta ei vastaajaa miellyttävällä tavalla tai täydellisesti. Vastaajien mielestä järjestelmien käytössä on vielä kehitettävää.

Kysyttäessä, missä asioissa vastaajan mielestä yrityksessä tarvitaan lisää osaamista, painottuivat vastauksissa tuoterakenteiden hallinta, muutosten hallinta sekä konfiguraatietietämyksen hallinta. Nämä kolme asiaa toistuivat noin puolessa kyselyn vastauksessa. Lisäksi tiedon haku ja etsintä katsottiin tärkeäksi kehityskohteeksi. Kysymyksellä haluttiin vastausta tutkimuksen kysymykseen siitä, mitä pitäisi opettaa. Vastausten perusteella voidaan tulkita että, peruskäyttöä on syytä opettaa. Lisäksi osaamistarve on selkeä konfiguraation hallinnan osaamisessa.

Osio 4 – Arvio alihankkijoista

Neljännessä osiossa (4) kysyttiin alihankkijoiden pääsystä yrityksen järjestelmiin sekä vastaajan näkemystä alihankkijoiden osaamisesta.

Neljännens osion ensimmäinen kysymys (4.1) selvitti, onko vastaajan edustaman yrityksen alihankkijoilla pääsy yrityksen tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmään. Kymmenen vastaajaa kahdestakymmenestäyhdestä vastasi alihankkijoiden pääsevän heidän järjestelmiinsä. Viisi vastasi, ettei alihankkijoilla ole pääsyä yrityksen järjestelmiin ja kuusi vastasi, ettei tiedä.

Jatkokysymyksenä esitettiin, onko alihankkijoilla riittävä osaaminen yrityksen järjestelmien käytöstä? Tähän vastaajista vain kaksi vastasi alihankkijoilla olevan riittävä osaaminen järjestelmien käyttöön. Seitsemän vastaajaa vastasi, ettei alihankkijoilla ole riittäviä valmiuksia järjestelmien käyttöön ja kaksitoista vastaajaa ei osannut sanoa.

Jatkokysymyksenä edelliseen tiedusteltiin, miten alihankkijat saivat tarpeelliset tiedot, jos heillä ei ole pääsyä tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmään. Vastausten perusteella ilmeni, että sähköposti oli suosituin tapa kommunikoida, jos tiedonvälitysprosesseja ei ollut tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmässä jostain syystä käytössä.

Vastausten perusteella voidaan päätellä että, alihankintaketju toimii osin tuotetiedonhallintajärjestelmien välityksellä. Tiedonkulku nojaa silti sähköpostiin ja muihin ns. perinteisiin menetelmiin. Kyselyn perusteella vastaajien mielestä yrityksen alihankkijat tarvitsevat lisäosaamista erityisesti tiedon haussa ja etsinnässä, nimikkeiden hallinnassa, dokumenttien hallinnassa ja muutosten hallinnassa.

3.2.3 Haastattelututkimus

Haastattelulla haluttiin saada taustatietoa tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen nykytilasta, tietoa opettajien näkemyksistä opetuksen sisällöstä sekä näkemystä siitä, millaista tulevaisuuden opetussisällön tulisi olla. Lisäksi sen avulla haluttiin saada tietoa opettajien omasta koulutustarpeesta sekä pyrittiin kartoittamaan myös yri- tisyhteistyön laatua ja määrää.

Haastattelut järjestettiin hankkeessa mukana olevien ammattikorkeakoulujen tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen osallistuville opettajille ja henkilökunnalle. Ne toteutettiin henkilökohtaisina haastatteluina sekä puhelinhaastatteluina.

Haastatteluissa kysymykset oli jaettu kolmeen ryhmään, joista ensimmäisessä selvitettiin opetuksen yleistä tasoa ja miten opetuksen käytännön toteutus on rakentunut. Toisessa osiossa haastateltavilta kysyttiin opetuksen sisällöstä, teorian opetuksesta ja käytännön harjoitusten toteutuksesta. Kolmannessa osiossa kysyttiin näkemyksiä henkilökunnan koulutustarpeista ja tuotteen elinkaarenhallinnan tulevaisuudesta sekä jätettiin tilaa vapaalle keskustelulle.

Lisäksi haastattelututkimuksessa haastateltiin tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien edustajia. Heiltä selvitettiin järjestelmien käytön nykytilaa, ja sitä minkälainen tilanne, järjestelmätoimittajien näkemyksen mukaan, tuotteen elinkaarenhallinnan suhteen teollisuudessa tutkimuksen tekohetkellä vallitsee. Samalla saatiin arvokasta tietoa, siitä miten yrityksissä on hoidettu tuotteen elinkaarenhallinta ennen järjestelmän käyttöönottoa.

Haastattelujen avulla haluttiin myös saada tietoa järjestelmätoimittajien mielestä tärkeistä asioista, joita opetuksessa tulisi painottaa. Lisäksi haluttiin päästä selville teollisuuden mahdollisista osaamistarpeista. Myös haastateltavan edustaman järjestelmän soveltuvuutta opetuskäyttöön pyrittiin selvittämään. Haastattelut järjestettiin kolmelle eri henkilölle, joista jokainen edusti eri tuotetiedonhallintajärjestelmää. Haastateltavien roolit tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien parissa painotuivat käyttöönottoprojekteihin ja asiakkaiden koulutukseen. Haastattelut toteutettiin kasvokkain sekä puhelinhaastatteluina.

Teemahaastattelu tuotetiedon hallintaa oppilaitoksissa opettaville opettajille

Tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan teorian osaaminen ja sen soveltaminen opetuksessa näyttää olevan haastattelujen perusteella hyvällä tasolla. Opetuksen sisällön avulla opiskelijat saavat käsityksen tuotetiedonhallinnan periaatteesta ja järjestelmien tärkeimmistä toiminnallisuuksista.

Vastaajat olivat yksimielisiä siitä, että tuotteen elinkaarenhallinnan opettaminen on erittäin tärkeää tuleville koneinsinööreille. Vahvistusta tälle käsitykselle vastaajat ovat saaneet myös kontakteiltaan valmistavasta teollisuudesta.

Kaikki haastateltavat ovat jossain vaiheessa työuraansa olleet teollisuudessa tuotetiedonhallinnan kanssa tekemisissä. Lisäksi kaikilla haastatelluilla heillä on ollut mahdollisuus päästä koulutuksiin ja alan seminaareihin. Kaikkien haastateltavien näkemykset perustuivat pitkälti omiin kokemuksiin teollisuuden palveluksessa. Lisäksi oppia ja näkemyksiä oli ammennettu teollisuudesta omien kontaktiverkostojen kautta.

Oppilaitoksiin soveltuvan tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän löytäminen koettiin haastateltavien keskuudessa pulmalliseksi. Lähes poikkeuksetta vastaajat kertoivat eritasoisista ongelmista järjestelmien hallinnoinnissa tai käyttöönnotossa.

Opetuskäytössä vastaajien mukaan ylivoimaisesti suurimmaksi ongelmaksi koettiin järjestelmien raskas ylläpito ja hallinnointi. Huonoin tilanne oli Metropolia Ammattikorkeakoulussa, jossa järjestelmiä on yritetty ottaa käyttöön useaan otteeseen siinä onnistumatta. Oulun ammattikorkeakoulussa tilanne on vain hieman parempi, sillä haastateltavan mukaan mitään tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää ei ole ollut käytössä muutamaan vuoteen. Tosin uusi järjestelmä oli haastattelujen tekohetkellä käyttöönottovaiheessa. Tampereen ammattikorkeakoulussa on opetuksessa käytössä toimiva tuotetiedonhallintajärjestelmä.

Vastaajien mukaan opetuskäyttöön tarvitaan järjestelmä, joka mahdollistaa satojen käyttäjien yhtäaikaista käytön. Nykyiset järjestelmät toimivat tällä tavoin, mutta järjestelmien ylläpito vaatii opettajien työaikaan ja kurssien resursseihin nähden valtavasti panostusta. Erään vastaajan mukaan:

PDM-järjestelmän opetuksessa ei ole olennaista, millä järjestelmällä sitä opetetaan. Järjestelmän pitäisi olla sellainen, että sitä pitäisi pystyä kohtuullisella vaivalla ylläpitämään ja sitä pitäisi pystyä räätälöimään.

Selvityksen perusteella korostuu, miten avainasemassa opetuksessa toimivan järjestelmäratkaisun löytäminen on tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen järjestämisessä. Haastateltaessa tuli ilmi myös toimivan tuoterakenteen tarve. Tuotteen

elinkaarenhallintajärjestelmässä tulisi olla opetuskäyttöä varten jonkin tuotteen koko valmistusdokumentaatio tilavuusmalleista ohjekirjoihin sekä toimivat rajapinnat. Tuoterakenne tulisi olla myös dokumentoitu opetusta silmällä pitäen.

Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien laajempi soveltaminen tulevaisuudessa opetuksessa nousi haastatteluissa esille. Yksittäisten piirustusten, 3D-mallien ja tuoterakenteen lisäksi järjestelmien ominaisuuksia voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa käsittämään myös valmistusdokumentaatio sekä rajapinnat yrityksen muihin tarpeellisiin tietojärjestelmiin.

Tuotannon simulointiin toivottiin myös parannusta. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä on tyypillisesti mahdollisuus simuloida eri asioita tehokkaastikin. Tuotannon simulointia varten järjestelmään voi luoda niin sanotun digitaalisen kaksosen (engl. digital twin). Digitaalisen kaksosen on tarkoitus vastata ominaisuuksiltaan tuotannon käytössä olevia koneita ja laitteita.

Yhtenäinen tuoterakenteiden ja mallien nimeämispolitiikka koettiin tärkeäksi ja luontevaksi kehityskohteeksi. Tampereen ammattikorkeakoulussa, jossa on käytössä toimiva tuotetiedonhallintajärjestelmä, on havaittu tarve yhtenäistää tuoterakenteiden ja mallien nimeämistä. Nykyisin jokainen järjestelmää opetuskäytössä käyttävä opettaja päättää itse parhaaksi katsomansa tavan nimetä tuoterakenteita ja malleja. Tässä käytännössä on ongelmana se, että yhtenäisen nimeämiskäytännön puutteen takia tuoterakenteet ja opiskelijoiden tuottama tieto eivät ole käytettävissä toisen opettajan kursseilla.

PoraKONE-hankkeen kannalta tämä on yksi tarpeellisista kehityskohteista. Hankkeen aikana olisi hyödyllistä luoda jokin hyvin dokumentoitu nimeämiskäytäntö yhdessä kaikkien hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen kanssa.

Yritysyhteistyötä on ollut kaikissa vastaajien oppilaitoksissa. Tyypillinen yhteistyömalli on ollut opiskelijoiden projektikurssien yhteyteen järjestetty toteutus yritysten kanssa. Tyypillisesti projektien aiheet ovat tulleet suoraan yritysten kautta tai oppilaitosten hankkeiden kautta. Nykyinen tiedonhallinta-alusta yritysten kanssa on tyypillisesti ollut jokin yleinen dokumenttien jako-ohjelma tai oppilaitoksen käyttämä opetusalusta, johon on avattu pääsy yrityksille.

Tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä on tyypillisesti mahdollisuus niin sanottuun alihankkijarooliin, jonka avulla voidaan jakaa tietoa ja rajoittaa oikeuksia järjestelmän käytössä. Tällaisen roolituksen avulla yritysyhteistyö voidaan järjestää tuotteen elinkaarenhallinnan periaatteiden mukaisesti joko oppilaiden pääsynä yritysten järjestelmiin tai yritysten pääsynä oppilaitosten järjestelmiin.

Haastatteluissa nousi lisäksi esille, ettei kovin moni haastateltava käytä opetusmateriaalina alan kirjallisuutta. Kirjallisuuden koettiin olevan vaikeaselkoista ja pääosin englanninkielistä, joten sitä ei pidetty sellaisenaan sopivana opetusmateriaalina. Vastaajat tukeutuivat mieluummin omiin kokemuksiinsa opetusmateriaalin laatuksessa. Oppikirjoiksi soveltuvia suomenkielisiä kirjoja on kuitenkin julkaistu.

Parhaiten tuotetiedonhallinnan periaatteiden opetuksen avuksi voisi sopia Antti Sääksvuoren ja Anselmi Immosen teos *Tuotetiedonhallinta PDM*. Kirja on hyvin jäsennelty ja sisältää kaiken tarpeellisen informaation tuotetiedonhallinnan periaatteiden sisäistämiseksi. Toinen suomenkieliseksi opetusmateriaaliksi sopiva kirja voisi olla Asko Martion kirjoittama *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta*. Teos menee hieman pidemmälle kuin Sääksjärven ja Immosen kirja, ja sitä voikin käyttää edellisen jatkona. Opetusmateriaalina voi käyttää myös Eeva Järvenpään ja Minna Lanzin tutkimusta *LeanMES: Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä*. Se soveltuu erinomaisesti materiaaliksi tuotetiedon ja tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen.

Teemahaastattelu tuotetiedon hallintajärjestelmien toimittajille

Haastateltujen järjestelmätöimittäjien edustajien mukaan opetuksessa olisi hyvä aloittaa tuotetiedon ja tuotteen elinkaarenhallinnan perusteista. Tulevan käyttäjän olisi hyvä ymmärtää järjestelmien perustarkoitus ja mihin kaikkea järjestelmiin tallennettavaa tietoa on tarkoitus käyttää. Lisäksi perustoiminnallisuuksien kuten muutostenhallinnan, versioinnin, valmistuksen ja suunnittelun rajapinnan opettaminen sekä ERP- vs. PDM-järjestelmien tehtävien ja toimintojen läpikäyminen olisi tarpeen. Myös järjestelmien eri käyttäjäroolit on haastateltavien mukaan hyvä ymmärtää.

Haastateltavat saavat kysymyksiä tyypillisesti asiakkailta siitä, miten järjestelmä toimii tai miten jokin asia on tarkoitus tehdä kussakin järjestelmässä. Erään haastateltavan mukaan ihmisillä on usein vakiintuneita tapoja tehdä asioita. Tämä aiheuttaa joskus tarvetta perustella, miksi uusi järjestelmä on parempi kuin vanha tapa tehdä. Esimerkiksi, kun henkilön työmäärä kasvaa, tehdyn työn tarpeellisuus pitää tehdä näkyväksi.

Pääasiassa vastauksista on tulkittavissa, että tärkein yksittäinen opetettava asia on tuotteen elinkaarenhallinta-ajatusmaailman opettaminen. Tämän jälkeen tärkeänä pidettiin järjestelmien perustoiminnallisuuksien opettamista. Erään vastaajan mukaan hyödyllinen tapa opettaa opiskelijoille tuotteen elinkaarenhallintaa voisi olla järjestelmän käyttöönottoprojekti. Siinä joudutaan tyypillisesti pohtimaan kaikkia osa-alueita ja ottamaan kantaa niiden toiminnallisuuksiin.

Toisen kysymyskokonaisuuden avulla saatiin vahvistus sille, että tuotteen elinkaarenhallinnan ajatusmaailman opettaminen palvelee yrityksiä myös ajan mittaan. Järjestelmien käyttämän logiikan ja peruseräiteiden ymmärtäminen auttaa henkilöstöä suhtautumaan myönteisesti tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin. Tässä yhteydessä tuli useassa haastattelussa ilmi yritysten nykyiset tai aiemmat, ennen tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttöönottoa, käytössä olleet prosessit tiedon varastointia varten. Yrityksen koosta tai taustasta riippuen tietoa oli varastoitu tallentamalla se jollekin serverille tai yksittäiselle kovalevyllä. Tiedon välittämiseen on käytetty taulukkolaskenta- ja tekstinkäsittelyohjelmia sekä sähköpostia.

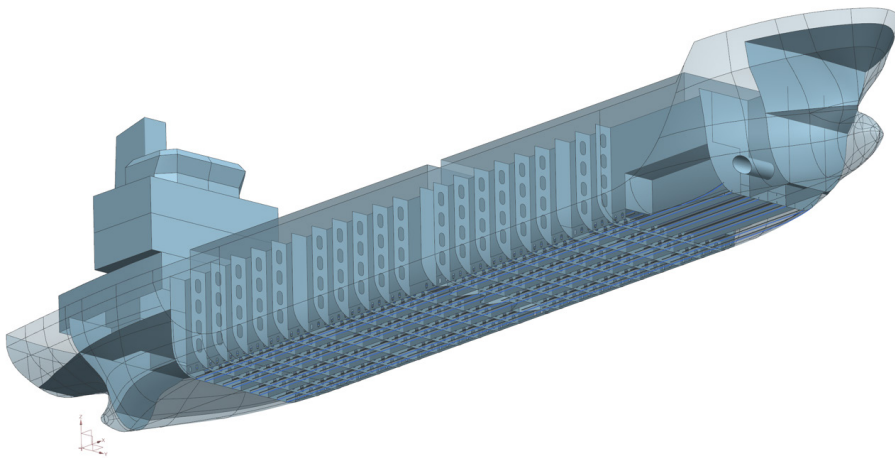
Niissä yrityksissä, joissa on ollut käytössä jokin tiedonhallintajärjestelmä, on taas haasteena ollut eri osastojen erilaiset prosessit. Tästä johtuu tyypillisesti niin sanottu ”siiloutuminen”, jolloin eri osastojen väliset prosessierot estävät yhteistyön ja aiheuttavat mahdollisesti päällekkäisen työn tekemistä. Tuotteen elinkaarenhallintaa opetettaessa onkin haastateltavien mukaan hyödyllistä tehdä näkyväksi juuri ”vääräntaisten prosessien” muuttaminen PLM-ajatusmaailman mukaisiksi.

Asiakkaista kysyttäessä haastateltavat nostivat usein esille tunnettuja suomalaisia sekä kansainvälisiä yrityksiä. Kysymyksen avulla saatiin esimerkkejä eri yritysten prosesseista ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käytöstä. Esimerkeissä toistuva teema oli tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän käyttöönoton yhteydessä yritysten prosessien yhdenmukaistaminen ja tiedon aiempaa parempi hallittavuus.

Aiemmassa oppilaitosten henkilökunnalle suunnatussa selvityksessä ilmi tulleet vaatimukset järjestelmän suhteen otettiin haastattelujen aikana puheeksi ja kysyttiin, miten haastateltavan edustama järjestelmä suoriutuu kyseisistä haasteista. Haastattelujen aineistoa analysoitaessa kuitenkin huomattiin, että haastattelun kohderyhmän suhde haastattelijaan saattoi vaikuttaa vastauksista muodostuvaan kuvaan järjestelmien sopivuudesta opetuskäyttöön. Haastattelijan rooli tutkijana saattoi sekoittaa vastaajien mielestä asiakkaan rooliin, sillä samat henkilöt ovat sidoksissa myös järjestelmähankintojen kanssa. Näin ollen voidaan epäillä haastateltavan motiivia kertoa mahdollisista opetuskäyttöä hankaloittavista ominaisuuksista avoimesti niitä vähättelemättä.

3.3 Meritekniikka

Jari Lahtinen, Pekka Stenfors



KUVA 5.

Rahtilaivan runko – karkea teräs rakenne
(kuvaruutukaappaus Siemens NX Ship Designista).

Meritekniikan osaajien tarve on ollut otsikoissa viime aikoina, kun alan teollisuuden on sadellut tilauksia. Esimerkiksi Meyerin Turun tilauskirjat ovat täynnä vuoteen 2025. Lisäksi Rauman telakan uusi alku on tuottanut merkittävän tilauksen. Sekä telakoiden toimituksiin että alan muuhun vientiin tarvitaan nyt työvoimaa.

Lisäksi on huomattava, että Teknologiateollisuus ry:n selvitysten perusteella korkeakoulutetun työvoiman tarve esimerkiksi Varsinais-Suomessa tulee lähivuosina kaksinkertaistumaan muutaman alan erityistarpeen vuoksi. Meriteollisuus on näistä ehkä merkittävin yksittäinen ala ja tämä johtuu Meyer Turun sekä laajemmin risteilijöiden rakentamis- ja suunnitteluverkoston tarpeista.

Kirjallisuusselvitys

Turun yliopiston Brahea-keskus ja kauppakorkeakoulu ovat toteuttaneet 2016 työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta meriklusteritutkimuksen, jossa luodattiin Suomen meriklusterin tilaa ja tulevaisuudennäkymiä (*Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016*). Tutkimukseen kerättiin aineistoa taloudellisten tunnuslukujen lisäksi laajalla kyselyllä sekä kohdennetuilla haastatteluilla. Yhtenä tärkeänä osana klusteria on meriteollisuus, johon liittyvää tutkimuksen osaa on alla kuvattu lyhyesti.

Meriteollisuuden kehitys vuoden 2008 jälkeen ja nykytilanne

Rakennemuutos on koskettanut voimakkaasti meriteollisuusalaa koko Euroopassa vuoden 2008 jälkeen. Yleinen taloustaantuma on heijastunut erityisesti telakoille vähentäen laivatilauksia ja laivanrakennuksen painopiste maailmassa on siirtynyt yhä vahvemmin Kaukoitään. Eurooppalaisia telakoita on suljettu ja työntekijöiden määrä on edelleen merkittävästi vähentynyt.

Suomessa meriteollisuuden rakennemuutos kosketti erityisen lujasti Raumaa, kun STX Finland päätti vuonna 2013 lopettaa Rauman telakan toiminnan. Rauman kaupunki toimi aktiivisesti rakennemuutoksen vaikutusten lieventämiseksi muun muassa hankkimalla telakka-alueen rakennuksineen ja irtaimistoineen omistukseensa ja perustamalla sinne teollisuuspuiston Seaside Industry Park Rauman, jossa niin meri- kuin muiden teollisuusalojen yritykset voivat toimia hyödyntäen puiston infrastruktuuria ja keskinäistä yhteistyötään.

Meriteollisuuden verkostoyritykset eli suunnittelutoimistot sekä osa- ja kokonaistomittajat ovat joutuneet etsimään uusia asiakkaita sekä uusilta aloilta kotimaassa että yhä enemmän ulkomaisia asiakkaita muiden maiden laivanrakennusteollisuudesta ja varustamoista. Eurooppalaiset laivalaitevalmistajat ovat kuitenkin sopeutuneet muutokseen hyvin ja pystyneet pääsääntöisesti lisäämään erikoistumistaan ja mukauttamaan liiketoimintansa.

Vastaavasti myös monet suomalaiset laitevalmistaja- ja palveluyritykset, varustamot, jopa satamatoimijat ovat kasvaneet ja kansainvälistyneet myös siten, että yhä useampi yritys on osin tai kokonaan ulkomaisessa omistuksessa. Suomalaisessa meriklusterissa toimiikin yhä enemmän ulkomaisia yrityksiä ja ulkomaista työvoimaa. Meriklusterin yritys kentässä on tapahtunut myös suuria muutoksia yrityskauppojen, konkurssien ja kokonaan muille liiketoiminta-aloille siirtymisen vuoksi. Toisaalta myös kokonaan uusia yrityksiä on syntynyt meriklusteriin. (Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016)

Suomi toimintaympäristönä

Meriteollisuuden näkemykset Suomesta toimintaympäristönä keskittyvät etenkin kahteen pääteemaan: työn kilpailukyvyn ja tukijärjestelmän rakenteeseen liittyviin haasteisiin. Työn kilpailukyvyn keskeisimpänä ongelmakohtana eivät ole palkkakustannukset, vaan työn kokonaiskilpailukyky. Siihen vaikuttavat esimerkiksi työehtosopimukset ja ylipäätään työvoiman käytön joustavuus, joka on yrityksille tärkeää projektityyppisessä liiketoiminnassa. Etenkin nähdään, että työvoiman kilpailukyvyn kehityssuunta on viime vuosina ollut vääränlainen ja jatkuessaan se johtaa toimialalla todennäköisesti muun muassa alihankinnan siirtymiseen enenevässä määrin ulkomailla.

Myös osaavan työvoiman saatavuus on ongelmana monissa meriteollisuusyrityksissä. Yleisesti ottaen toimistotehtäviin on helppoa saada työvoimaa, mutta tuotannollisiin tehtäviin se on vaikeampaa. Yrityksissä, joissa liiketoiminta on kasvanut nopeasti, on saatettu joutua hyödyntämään vuokratyövoimaa ja vuorotyötä, jotta projektit on saatu toteutettua suunnitellusti. Työvoiman joustavuuden näkökulmasta vuokratyövoiman käyttö nähdäänkin usein houkuttelevampana verrattuna itse palkattuun työvoimaan, vaikkakin sopivien erikoisosajien löytäminen vuokratyöyritysten kautta on haastavaa. (Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016)

Uuden liiketoiminnan kehittämisen näkökulmasta nähdään, että julkisella tuella toteutetut pilottihankkeet ovat tärkeitä referenssejä kaupallistamisprosessissa. Meriteollisuuden yritykset ovat myös havainneet, että viranomaiset pyrkivät aktiivisesti järjestämään seminaareja ja verkostoitumistilaisuuksia, mutta monet näkevät, että tilaisuuksiin käytetyt resurssit voitaisiin luultavasti käyttää tehokkaamminkin. Joissain tapauksissa julkisten organisaatioiden edustajia on saattanut olla tilaisuuksissa puhumassa enemmän kuin paikalla on yrityksiä kuulijoina tai toisaalta tilaisuudet eivät ole onnistuneet osallistamaan yrityksiä aktiiviseen keskusteluun. Yritysten itse järjestämässä pienemmissä tilaisuuksissa sitä vastoin on usein onnistuttu saamaan paikalle hyvä ”porukka”, ja keskustelut ovat olleet antoisia. (Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016)

Alan yritykset arvostavat suomalaista yrityskulttuuria, jossa toimijoiden välillä vallitsee keskinäinen luottamus tehdä ja kehittää asioita yhdessä. Suomalaisten vahvuuksina nähdään muun muassa insinööritaito ja tapa hoitaa asiat sovitulla tavalla määräajassa. Kotimaisilla yrityksillä voisi olla mahdollisuuksia menestyä, jos tietoisesti tavoiteltaisiin johtajuutta maailmanlaajuisilla palveluliiketoimintamarkkinoilla soveltaen meriteollisuudessa kotimaista huipputason digitaalista osaamista.

Koulutusjärjestelmän kehittäminen

Kyselyssä tiedusteltiin meriklusteriyritysten näkemystä siitä, vastaako Suomessa tarjottava meriklusterialojen koulutus oman yrityksen työvoimatarpeita. Vastaajista 44 prosenttia katsoi, että koulutus vastaa omia tarpeita, kun taas 27 prosenttia oli sitä mieltä, että tarjottava koulutus ei vastaa niitä.

Meriteollisuusyrityksiltä ei tullut yhtä paljon näkemyksiä koulutusjärjestelmän kehittämisestä kuin varustamoalalta. Osin tämä johtunee siitä, että pääosa alan koulutuksesta ei ole alusta alkaen juuri meriteollisuuteen erikoistunutta (pois lukien esim. laivainsinöörikoulutus), vaan yleisempää teknisen alan koulutusta, jota sitten täydennyskoulutuksen kautta tarkennetaan meriteollisuusyritysten erikoistarpeisiin. Vastauksissa mainittiin, että tilastotieteen ja datan analysoinnin merkitys kasvaa laivainsinöörien tehtävissä, mikä pitäisi huomioida myös koulutuksessa. (Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016)

Meriteollisuusyrityksissä kaivataan myös lisää panostusta projektinjohtokoulutukseen sekä levyseppä-hitsaajien koulutukseen. Kyselyn mukaan huolinta-alan koulutukselle olisi tarvetta, samoin työnjohtajakoulutukselle eri toimialojen tehtävissä. Useammassakin vastauksessa toivottiin lisää kieliopintoja eri koulutuslinjoille kuten myös talousasioihin liittyvää koulutusta. Nämä koskevat kaikkia meriklusterin eri toimialoja. (Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, 2016)

Meriklusterin osaamis- ja koulutustarpeita on selvitetty viime aikoina myös muun muassa Helsingin kaupungin MERIT – älykäs meriteollisuus -hankkeen teettämässä selvityksessä (Mahdollisuuksien meri – 23 suositusta Suomen meriklusterin osaamisen kehittämiseksi, Oravasaari et al. 2015). Siinä nostettiin esille seuraavat viisi osaamistarvetta:

1. Monialainen osaaminen ja oppiminen työssä
2. Kansainvälisyys, kieli- ja kulttuuriosaaminen
3. Merenkulkutalouden ja merisektorin kaupallinen osaaminen
4. Merioikeuden osaaminen
5. Digitalisaatio ja automaatio.

Tuorein telakkaverkoston aluetaloudellisia vaikutuksia koskevista tutkimuksista on Turun yliopiston Brahea-keskuksen laatima, tilaajina Turun kaupunki ja Meyer Turku Oy. Tässä todettiin, että telakka on erittäin merkittävä paikallinen toimija Turun talousalueella ja Varsinais-Suomessa, mutta sen vaikutukset ulottuvat koko maahan ja liiketoiminnan globaalista luonteesta johtuen myös ympäri maailmaa. (Grönlund & Ranti & Karvonen 2019, TY)

Telakan ja sen suorien toimittajayritysten telakan tuotantoon liittyvä yhteenlaskettu liikevaihto on noin 1,9 mrd. euroa (+ 46 %). Telakalle tehtyjen toimitusten arvo on kasvanut erittäin voimakkaasti, lähes kaksinkertaistunut kahdessa vuodessa (+ 84 %). Telakan toiminta työllistää suoraan noin 4 100 (+ 28 %) ja välillisesti 4 000 (+ 54 %) henkilöä henkilötyövuosina. Toimittajista kolme neljäsosaa on suomalaisyrityksiä ja toimitusten arvosta 68 % tulee kotimaisilta toimittajilta. Suurin osa verotulo-vaikutuksista kohdistuu Varsinais-Suomen kuntiin, mutta suurin yhteisöveropotti tulee Uudellemaalle.

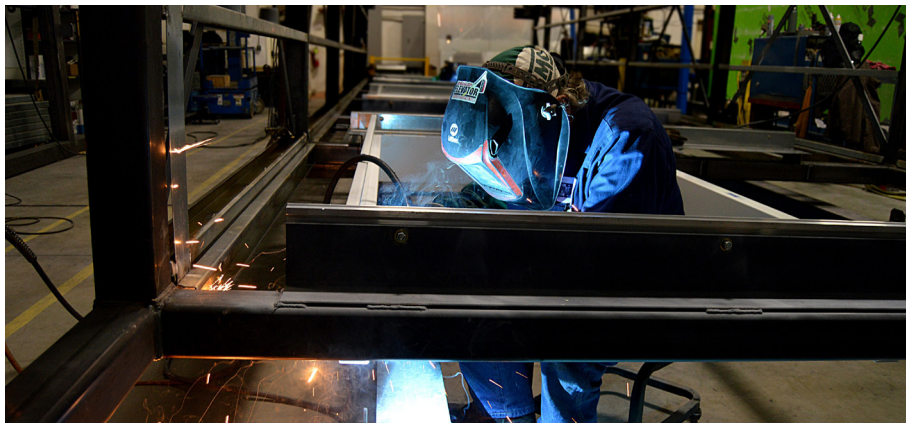
Kasvaneen tuotannon myötä myös eri alojen erikoisosaajia tarvitaan lisää sekä telakalla että toimittajayrityksissä. Enemmistöllä koulutustarvekyselyyn vastanneista yrityksistä oli tarvetta kehittää työntekijöiden osaamista ja siinä nousivat esille kaikkien eri tasojen koulutukset. Eniten osaamistarpeita liittyy lvi-tekniikkaan, hitsausosaamiseen sekä projektinjohtotaitoihin; lisäksi yleisemmällä tasolla mainittiin digitalisaatioon liittyvä osaaminen. Monikulttuurisessa työympäristössä toimimiseen liittyvät kieli- ja kulttuuritaidot mainittiin myös parissa vastauksessa. Kaiken kaikkiaan isolla osalla yrityksistä on haasteita löytää eri alojen erikoisosaajia telakan työtehtäviin. (Grönlund & Ranti & Karvonen 2019, TY)

Meriteollisuuden kanssa käydään myös jatkuvaa keskustelua Varsinais-Suomessa toimivassa epävirallisessa keskusteluorganisaatiossa eli ns. Laivakoneistoklubissa. Tässä on jäseninä meriteollisuuden yritysten edustajia, lisäksi järjestöt ja oppilaitokset ovat mukana. Turun AMK:n opettajia on myös jäseninä ja tätä kautta on saatu melko suoraan tietoa alan tarpeista, mm. osaamisesta.

Turun ammattikorkeakoulu kehittää PoraKONE-hankkeessa valtakunnalliseen käyttöön sopivan meritekniikan opetusmoduulin, jonka suorittamiseen opiskelija käyttää noin 400 työtuntia. Moduuli toteutetaan lähes täysin etäopetuksena, ja se tulee muiden PoraKONE-laajennusmoduulien lailla saataville kaikkiin 6Aika-ammattikorkeakouluihin.

3.4 Erikoislujat teräkset ja hitsaus

Vesa Rahkolin



Hitsauksen opetus ammattikorkeakouluissa

Tällä hetkellä Suomessa toimii 25 ammattikorkeakoulua. Näistä oppilaitoksista kuudessa on suoraan hitsaukseen liittyvä opintojakso. Näitä ovat Hämeen, Jyväskylän, Lapin, Oulun, Satakunnan ja Seinäjoen ammattikorkeakoulut. (Kauppi 2016, s.17)

Jokaisessa kuudessa ammattikorkeakoulussa ko. opintojaksojen sisällöt ovat kehittyneet vuosien varrella omaan suuntaansa. Tämä tarkoittaa, että opetus ei ole yhtenäistä eri oppilaitoksissa.

Hitsauksen päteväntikoulutukset

Kansainvälinen hitsausjärjestö IIW (International Institute of Welding) ja eurooppalainen EWF (European Welding Federation) ovat luoneet yhteisen hitsaushenkilöstön koulutus- ja pätevyimisjärjestelmän. Tällä järjestelmällä saavutetut pätevyudet ovat voimassa kaikissa järjestön jäsenmaissa. (Shy-hitsaus.net)

Suomessa järjestelmän toimivuudesta ja koulutuksen hyväksymisestä vastaa Suomen hitsausteknillinen yhdistys (SHY). SHY myöntää Suomessa koulutus- ja tutkinto-oikeuden vaatimukset täyttävälle koulutuksen järjestäjille. (www.ewf.be)

Suomessa ammattioppilaitoksissa annetaan kansainvälisen hitsaajan (IW) tutkintoon johtavaa koulutusta. Kun tarkastellaan insinööritasoisten hitsauskoulutusten sisältöä, tulisi koulutusten olla hitsausinsinöörin (IWE), hitsausteknikon (IWT) tai hitsausneuvojan (IWS) tutkinnon mukaisia. Nämä ovat myös suosituksia teollisuuden hitsauskoordinoitihenkilöstölle.

Ammattikorkeakoulujen hitsauksen opetuksen yhtenäistämiseksi olisi järkevää, että opintojaksojen sisältö olisi päteväntikoulutusten mukaista. Niiden sisältö on suunniteltu teollisuuden tarpeisiin ja toteutus on käytännönläheistä.

Vaatimukset koulutuksen järjestäjälle

Hitsaushenkilöstön pätevänti perustuu kansainvälisiin vaatimuksiin. Näissä määritetään yksityiskohtaiset vaatimukset koulutuksen rakenteesta ja sisällöstä. Lisäksi päteväntikoulutuksen järjestäjälle on asetettu vaatimuksia. (Shy-hitsaus.net)

Hyväksyminen päteväntikoulutuksen järjestäjäksi on monivaiheinen. Ensimmäisenä vaiheena on vaatimusten selvittäminen. Tätä varten on luotu dokumentti ”standardivaatimukset koulutuksen järjestäjälle”. (www.ewf.be)

Dokumentti antaa tietoa mm. seuraavista vaatimuksista:

- Koulutusohjelma
- Koulutuksen sisältö
- Koulutustilat ja -laitteet
- Opettajakunta
- Menettelyohjeet.

Päteväntikoulutus on perinteisesti toteutettu täysin luokkaopetuksena. Se on mahdollista toteuttaa myös monimuoto-opetuksena ns. eLearning-koulutusohjelmalla. Molemmissa tapauksissa opiskelijoiden läsnäolovaatimus on 90 %.

Opettajakunnan vaatimuksena on, että IWS-koulutusoikeutta hakevalla oppilaitoksella tulee olla palveluksessaan ”astetta” korkeampi hitsauskoordinoija kuin mitä oikeuksia se hakee. Oulun ammattikorkeakoulun vastuupettaja osallistuu IWE-koulutukseen, jotta tämä vaatimus täytyy. Käytännön hitsauksen opettajalta vaaditaan pätevyudet (”luokat”) opetettavilta hitsausprosesseilta ja liitosmuodoilta. Tämä asettaa haasteita oppilaitoksille, kuten ammattikorkeakouluille, joissa ei anneta hit-saajan päteväntikoulutusta.

Haastavimmat vaatimukset liittyvät käytännön jakson toteutukseen koulutustiloissa. Tässä asetetaan vaatimukset hitsaamolle, näytepaloille ja menettelyohjeille. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys tekee esiauditoinnin ennen ensimmäistä opintojaksoa koulutuksen edellytysten varmistamiseksi. Esiauditoinnissa oppilaitos saa tärkeää tietoa asioista, joita tulee kehittää ennen varsinaista auditointia.

Ensikertaisauditointi suoritetaan esimerkiksi pilottikoulutuksen yhteydessä. Auditoinnin tuloksena oppilaitos saa koulutusoikeudet neljäksi vuodeksi. Koulutuksen aloittamisen jälkeen toimintaa seurataan seuranta-auditoinneilla.

3.5 Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa

Sami Hämäläinen, Petri Pohjola

3.5.1 Kirjallisuustutkimus

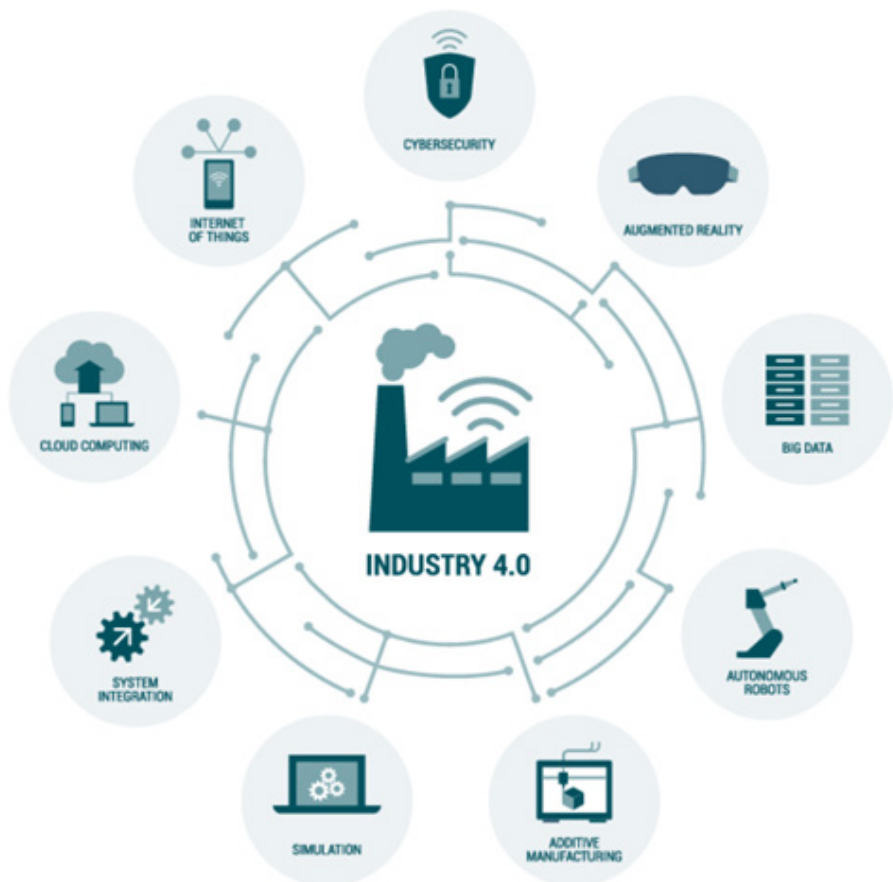
Teollisuustalous murroksessa

Teollisuuden digitaalinen rakennemuutos on toteutunut vauhdilla, ja samalla perinteisten toimialojen murros digitaalisessa palvelutuotannossa on synnyttänyt uusia osaamistarpeita teollisuuden logistiikkaprosesseihin. Digitaalinen murros on synnyttänyt uuden kaupallisen alustatalouden, jossa tehokkaat verkostoa tukevat digitaali-alustat ovat saatavilla. Niiden hyödyntäminen uusien virtuaalisovellusten ja -palveluiden jakelussa, markkinoinnissa ja myynnissä on vielä varhaisessa kehitysvaiheessa, ja erityisesti näin on pk-sektorilla. Samoin useissa yrityksissä on jo meillä kehitystoimenpiteitä hyödyntäen IoT-teknologioita (Internet of Things) ja yritysten prosesseistaan keräämää dataa, mutta datan hyödyntämisessä on vielä paljon myös kartoittamattomia liiketoimintamahdollisuuksia. (EU Briefing 2015.)

Industry 4.0 ja sen tuomat mahdollisuudet

Frost & Sullivan (2019) esittelevät näkemyksensä tulevista megatrendeistä ja niiden vaikutuksesta tulevaisuuteen ja teolliseen toimintaan. Valmistuksen ja automaation osalta muutoksia nähdään usealla eri kehitysalueella, kuten kenttälaitteet, anturointi ja tilannetietoisuus, joiden kehittymisen kautta saadaan jalostettua prosessin tuotantoa lisäarvoa ja ymmärrystä operaatioiden tilasta. Uutena vahvana trendinä nähdään myös elinkaarenhallinta ja siihen liittyvä palvelumyynti laitemyyntin sijaan. Tulevat muutokset vaativat teolliselta valmistukselta uudistumista niin laitteiden, toimintojen kuin osaamisen suhteen. Nimenä tälle muutokselle on annettu 'neljäs teollinen vallankumous' tai teknisemmin Industry 4.0. (www.frost.com)

Industry 4.0 on termi, jolla tarkoitetaan maailmassa meneillään olevaa neljättä teollista vallankumousta, joka tuo merkittäviä lähiajan muutoksia mm. suunnitteluun, valmistusjärjestelmiin sekä tuotteiden valmistukseen, käyttöön ja huoltoon (i-scoop.com). Industry 4.0 on teollisuustuotannon kokonaisvaltainen muutos, jossa digitaalitekniikka ja internet yhdistyvät perinteisen teollisuuden kanssa. Kaikki valmistuksessa ja sen ympärillä (toimittajat, tehdas, jakelijat ja tuote itse) on digitaalisesti yhdistetty erittäin integroituun arvoketjuun. Kaiken mahdollistajana on tietojärjestelmäteknologian ja operationaaliseen toimintaan liittyvän teknologian integroituminen. Kuvassa 6 esitetään eri avainteknologiat Industry 4.0 -kehityksen mahdollistajana.



KUVA 6.
Industry 4.0 teknologiat (i-scoop.com).

Tunnettu kansainvälinen asiantuntija- ja konsulttiryitys McKinsey määrittelee Industry 4.0 valmistavan teollisuuden digitalisaation seuraavaksi vaiheeksi, jota ohjaa neljä disruptiivista tekijää:

1. Datan määrän kasvu lisääntynee yhdessä laskentatehon ja laitteiden liitettävyyden kanssa.
2. Kehittyneen data-analytiikan mahdollistaman tietojohdamiskyvykkyyden yleistymisen ja kasvu.
3. Uusien ihmisen-konerajapintojen lisääntyminen yhdistettynä lisätyn todellisuuden järjestelmiin.
4. Digitalisaation integroituminen osaksi reaali maailman teollisuutta, kuten edistynyt robotiikka ja 3D-tulostaminen.

Mainituista tekijöistä voidaan Industry 4.0 -taustalta tunnistaa anturien määrän voimakas kasvu ja toisaalta anturointiin liittyvien kustannusten alentuminen, langattoman viestinnän (4G -> 5G) ja verkkojen laajentaminen sekä älykkäiden robotien ja koneiden käyttöönotto. (www.mckinsey.com)

Digitaalinen teollinen vallankumous lupaa lisää joustavuutta valmistukseen ja masaräätlöintiin sekä parannettua tuottavuutta niin laadun, ennakoinnin kuin lisääntyneen valmistus- ja toimitusnopeudenkin suhteen. Tätä ei kuitenkaan saavuteta ilman yritysten ja työvoiman jatkuvaa, uudistunutta osaamista ja Industry 4.0 -tarpeisiin suunnattua myös elinikäistä oppimista tukevaa koulutusta niin sisältöjen kuin pedagogisten ratkaisujen suhteen. Tähän haasteeseen on Tampereen ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksessa tartuttu, kuten Puurtinen & Pohjola (2018) artikkelissaan *Brokering Talent – Digital Competences 4.0 Leveraging Growth Potential of Finnish and European Machine Industry* tuovat esille.

Teknologian kehityksen ja käyttöönoton sekä siihen tarvittavan osaavan työvoiman saatavuuden lisäksi Industry 4.0 -haasteina voidaan tunnistaa myös aihealueita, kuten maailmanlaajuiseen arvo- ja valmistusketjun toimintaan liittyvät kehitys- ja investointivastuut sekä erilaiset immateriaaliset oikeudelliset ja omistuskysymykset.

Teknologioiden laaja käyttöönotto vaatii myös yhteisiä standardeja ja niiden laajaa käyttöönottoa sekä tukea uudistuvilta liiketoimintamalleilta. (EU Briefing 2015)

Virtuaalitekniologiat

Lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR) ja virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR) mahdollistavat yrityksille uusia palvelumuotoja mm. myyntiin ja markkinointiin, huoltotoimintaan sekä koulutukseen. Näiden lisäksi puhutaan myös MR (Mixed Reality) -tekniikoista, joista suomeksi käytetään esimerkiksi termejä yhdistetty tai sekoitettu todellisuus.

Virtuaalitodellisuudella tavoitellaan tilannetta, jossa käyttäjän aistihavainnot, kuten näkö- ja kuulohavainnot, voidaan tuottaa keinotekoisesti. Yleisimmin nämä tuotetaan virtuaalitodellisuuslaseilla, joita on saatavilla useita erilaisia.

Augmented Reality voi olla Virtual Reality -teknologioita helpommin ja kustannustehokkaammin implementoitavissa yritysten toimintaan. Sen avulla voidaan nähdä todellinen maailma ja siihen keinotekoisesti yhdistetyt virtuaaliset objektit, jotka tuottavat käyttäjälle hyödyllistä tietoa tai tarjoavat jotain muuta lisäarvoa. Lisätty todellisuus mahdollistaa sovelluksia esimerkiksi huoltotoimintoihin. Nämä sovellukset voivat nopeuttaa työntekoa ja varmistaa sen tasalaatuisuutta, esim. kun huoltomies voi ottaa kädet vapaana olevan videopuhelun ja saada jatkuvaa palautetta tekemisistään sekä tarvittaessa ohjausta. Kokenut työntekijä puolestaan voi tukea kollegaa toiselta puolelta maailmaa, koska kummallakin on sama näkymä edessään. Kuvan ja äänen välitys on jo arkipäivää, mutta lisätty todellisuus tekee tilanteesta konkreettisemmän. (Eatech.fi)

VR- ja AR-kehitysalustat ovat vielä aika tuoreita, mutta valikoima laajenee jatkuvasti. Alustoja hyödyntämällä on mahdollista kehittää käyttöliittymiä ja AR-sovelluksia mm. mobiililaitteille, puettaville laitteille, kuten VR-laseille sekä PC:lle. Perinteisen kameran lisäksi AR tarvitsee toimiakseen sekä syvyyttä että liikettä mittaavat kamerat, joiden avulla mallinnus luodaan ja sen kanssa voidaan olla vuorovaikutuksessa digitaalisesti.

Kaupalliset alustat

Alustatalous on internetin kehityksestä kummunnut, nopeasti vakiintuva liiketoiminnan organisointimalli, jota käytetään erityisesti nopeasti skaalautuvien palvelukokonaisuuksien toteuttamiseen. Alustatalouden myötä on löydetty tuottavat tavat soveltaa tietotekniikkaa ja ohjelmisto-osaamista kokonaisvaltaisesti koko yrityksen tai organisaation toiminnan alustana. Tämä mahdollistaa systeemiset muutokset, uudet liiketoimintamallit ja aiempaa tuottavampia rakenteita. (Viitanen Jukka et al. 2017)

Digitaalitalous ja digitalisaatio antavat vauhtia kehitykselle kohti alustataloutta, jossa datan määrä kasvaa ja sen arvo lisääntyy tiedon jakamisen myötä. Digitaalitalous voi muuttaa yhteiskunnallisia ja taloudellisia rakenteita lähitulevaisuudessa. Erityistä huomiota on kiinnitetty siihen, että tämä johtaa digitaalisten alustojen tai infrastruktuurien, merkityksen korostumiseen. Useimmille suomalaisille yrityksille tulee keskeiseksi liiketoimintamalliksi alustoihin liittyminen ja kyky hyödyntää alustoja pikemmin kuin luoda ja omistaa niitä. (Matti Rossi et al. 2019)

Alustan hyödyntäjät ovat digitaalisten palvelujen tuottajia tai koostajia, jotka eivät itse määritä alustaa, vaan ovat riippuvaisia siitä. Niiden on mukauduttava ja kyettävä toimimaan alustan ekosysteemissä. Vastineeksi tästä useimmilla alustoilla saadaan lähes rajaton globaali skaalautuvuus ja niiden tarjoamat palvelut. Samanaikaisesti arvonluonti siirtyy fyysisen toimintaketjun ja tehtaiden tehokkuuden maksimoinnista kohti toiminta- ja arvoketjussa syntyvän tiedon hyödyntämistä. Esim. huolto-data auttaa yrityksen omaa toimintaa ja liikkumisesta saatava data luo mahdollisesti kokonaan uusia paikka- ja liikkumistietoon perustuvia palveluita ja liiketoimintamalleja. (Matti Rossi et al. 2019)

Alustatalous kehittyy jatkuvasti ja sen soveltamiselle löydetään uusia tapoja. Sitä opitaan käyttämään liiketoiminnan edistämisen työkaluna. Esimerkiksi Amazon keskittyi aluksi kirjojen myyntiin verkossa, mutta eteni siitä nopeasti laajemmin verkkokauppaan, kaupallisti sen vaatiman tietotekniikan pilvialustaksi ja jatkoi syvälle varastoautomaatioon ja logistiikkaan. Tänäpäin pilvilaskenta ja alustatalouden toimintamallit ovat Amazonin ydiosaamista. Tämän kehityksen on mahdollistanut ohjelmisto-osaaminen, joka on kaiken alustaliiketoiminnan ytimessä, sillä suurin osa digitaalisilla alustoilla toteutettavista ratkaisuista tuotetaan ohjelmistoilla. (Viitanen Jukka et al. 2017)

3.5.2 Kysely- ja haastattelututkimus

Osaamistarvekartoitus

Hankkeessa on selvitetty, minkälaista tilannetietoa teknologia-alan yritykset keräävät, miten dataa hyödynnetään ja kuinka sen kerryttäminen IoT-ympäristössä tapahtuu. Lisäksi hankkeessa on kartoitettu yritysten käyttökokemuksia ja uusia osaamistarpeita, jotka liittyvät robotiikkaan ja kaupallisten alustojen sekä lisätyn (AR) ja virtuaalitodellisuuden (VR) hyödyntämiseen liiketoiminnassa. Tavoitteena on ymmärtää yritysten talouden ja toiminnan kehittämisen mahdollisuuksia digitaalisiin keinoihin esimerkiksi virtuaalialustoilla tapahtuvan markkinoinnin, tuotetiedon hallinnan (PDM), tuotteen elinkaarenhallinnan (PLM) sekä virtuaalitekniologioiden tukeman laitekoulutuksen tai huollon kannalta.

Kartoituksia toteutettiin sekä haastatteluin että sähköisellä kyselylomakkeella, jota lähetettiin hankkeen kohderyhmään kuuluviin yrityksiin. Tapaamisten yhteydessä toteutetut haastattelut olivat vapaamuotoisia, mutta sähköisen kyselylomakkeen kysymykset muodostivat rungon myös näille haastatteluille.

Taulukossa 1 on esitetty sähköisen kyselylomakkeen kysymykset sekä kysymyskohtaiset tarkentavat ohjeet. Kysymykset jakaantuivat neljään teemaan: kokemuksiin ja hyötyihin, esteisiin ja riskeihin, tulevaisuuden suunnitelmiin ja kilpailijoiden tilanteeseen. Lisäksi tiedusteltiin mahdollista kiinnostusta yhteistyötä kohtaan.

TAULUKKO 1. Sähköisen kyselylomakkeen kysymykset selitteineen.

Millaisia kokemuksia teillä on seuraavista uusista tekniikoista? Mitä hyötyjä tavoitellaan?	
Lisätty todellisuus ja virtuaalito- dellisuus (AR-/VR-tekniikat)	Kuvaa lyhyesti, kuinka AR-/VR-tekniikoita on hyödynnetty tuotteissanne ja toiminnoissanne. Mitä hyötyjä ja tuloksia on saavutettu/tavoitellaan?
Esineiden internet, IoT	Kuvaa lyhyesti, kuinka IoT-tekniikoita on hyödynnetty tuotteissanne ja toiminnoissanne. Mitä hyötyjä ja tuloksia on saavutettu/tavoitellaan?
Kaupalliset alustat, pilvipalvelut, alustatalous	Kuvaa lyhyesti, kuinka tuotteissanne, palveluissanne tai toiminnoissanne on hyödynnetty kaupallisia alustoja (alustatalous). Mitä hyötyjä ja tuloksia on saavutettu/tavoitellaan?
MyDataa hyödyntäminen	Kuvaa lyhyesti, mitä MyDataa keräätte yrityksessänne ja kuinka sitä on hyödynnetty tuotteissanne, valmistuksessa tai muissa toiminnoissanne. Mitä hyötyjä ja tuloksia on saavutettu/tavoitellaan?
Robotiikka/koneoppiminen/ tekoäly	Kuvaa lyhyesti, kuinka tuotteissanne, palveluissanne tai toiminnoissanne on hyödynnetty robotiikkaa/koneoppimista/tekoälyä. Mitä hyötyjä ja tuloksia on saavutettu/tavoitellaan?
Mitkä ovat suurimmat syyt, jos teillä ei vielä ole kokemuksia em. tekniikoiden hyödyntämisestä? Millaisia riskejä näiden tekniikoiden käyttöönottoon voisi sisältyä?	
Toteutuksen esteet ja riskit	Kuvaa lyhyesti, mikä on estänyt teitä toteuttamasta em. tekniikoita tuotteissanne, palveluissanne ja/tai toiminnoissanne (esim. koulutus, rahoitus jne.). Mitä riskejä olette käyttöönotossa tunnistaneet?
Millaisia tulevaisuuden suunnitelmia teillä on em. tekniikoista?	
Tulevaisuuden suunnitelmat	Kuvaa lyhyesti tulevaisuuden suunnitelmianne em. tekniikoiden käyttöönotosta/hyödyntämisestä.

Miten kilpailijanne ovat hyödyntäneet uusia tekniikoita?	
Lisätty todellisuus ja virtuaalitodellisuus (AR-/VR-tekniikat)	Kuvaa lyhyesti, kuinka AR-/VR-tekniikoita on hyödynnetty kilpailijoiden tuotteissa tai toiminnoissa.
Esineiden internet, IoT	Kuvaa lyhyesti, kuinka IoT-tekniikoita on hyödynnetty kilpailijoiden tuotteissa tai toiminnoissa.
Kaupalliset alustat, pilvipalvelut, alustatalous	Kuvaa lyhyesti, kuinka kilpailijoiden tuotteissa, palveluissa tai toiminnoissa on hyödynnetty kaupallisia alustoja (alustatalous).
MyDataan hyödyntäminen	Kuvaa lyhyesti, kuinka MyDataa on hyödynnetty kilpailijoiden tuotteissa, valmistuksessa tai muissa toiminnoissa.
Robotiikka/koneoppiminen/tekoäly	Kuvaa lyhyesti, kuinka kilpailijoiden tuotteissa, palveluissa tai toiminnoissa on hyödynnetty robotiikkaa/koneoppimista ja/tai tekoälyä.
Oletteko kiinnostuneita yhteistyöprojektista kanssamme ja mihin alueeseen kehitysprojekti liittyisi?	
Lyhyt kuvaus kehitysprojekti-tarpeesta.	Kuvaa lyhyesti kehitysprojektin tarpeet, tavoitteet ja mahdollinen aikataulu.
Muuta palautetta, kommentteja.	Kirjaa vapaasti palautetta, kommentteja.

Tulokset

Vastauksia haastatteluihin ja sähköiseen kyselyyn on artikkelin kirjoittamiseen mennessä saatu yhteensä 17 kappaletta. Haastattelujen tulokset esitellään tässä siten, että vastaajat tai heidän edustamansa yritykset eivät tule tunnistetuiksi missään yhteydessä. Hankkeessa hyödynnetään vastaajien yhteystietoja vain siinä tapauksessa, että vastaaja itse on ilmoittanut olevansa kiinnostunut yhteistyöstä.

Kokemuksia uusista teknologioista oli ennestään etenkin suuremmissa yrityksissä. Lisättyä ja virtuaalitodellisuutta hyödynnettiin mm. suunnittelun, tuotekehityksen ja koulutusten apuna sekä erilaisissa simulaattoreissa. Käyttö oli vielä vähäistä tai sitä ei ollut lainkaan etenkin pienemmissä yrityksissä. Useissa yrityksissä kuitenkin tunnistettiin tarve näiden teknologioiden käytölle tai käyttöönoton suunnittelussa oli jo edetty pitkälle.

Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen huollon sovelluksissa tuotiin esille kiinnostavana mahdollisuutena, joka voi nopeuttaa työntekoa ja parantaa työn tasalaatuisuutta. Kun tietoa voi jakaa useamman käyttäjän kesken, parantuvat mahdollisuudet huollon sovelluksissa entisestään. Kokeneempi kollega voi auttaa toista jopa toiselta puolelta maailmaa, kun kumpikin saa saman näkymän huollettavasta kohteesta eteensä.

IoT:ta hyödynnettiin esimerkiksi etävalvonnassa, koneiden käyttöasteiden valvonnassa sekä datan keräämisessä ja analysoimisessa prosessien optimointitarkoituksissa. Vastanneista seitsemän yritystä ei kuitenkaan tunnistanut IoT:ta yritystensä prosesseihin kuuluvaksi. Myös robotiikkaa hyödynnettiin vastauksen antaneiden henkilöiden yrityksissä kohtalaisen paljon. Robotiikka liittyi joko yritysten tuotteisiin itsessään tai tuotantoon, jossa sitä käytettiin esimerkiksi rutiininomaisten tehtävien suorittamiseen. Tekoälyn hyödyntämistä esiintyi selvästi vähemmän, mutta sen käytöstä oltiin kiinnostuneita. Suurimmat yritykset jo hyödynsivät sitä tai olivat tehneet kokeiluja sen soveltamiseksi liiketoiminnassaan.

Lähes kaikki vastaajat käsittivät kaupalliset alustat pitkälti pilvipalveluiksi. Niiden käyttäminen nähtiin lähes pakolliseksi tiedonhallinnan ja tiedon helpon saatavuuden turvaamiseksi. Selvästi haastavin kohta vastanneille oli kysymys MyDatan hyödyntämisestä. Useat vastasivat, että eivät tiedä, mitä termillä tarkoitetaan tai asiasta ei ole mitään kokemusta. Muutamat vastanneet kertoivat hyödyntävänsä MyDataa keräämällä sitä tuotannosta ja näin pyrkimällä esimerkiksi ennakoimaan laiterikkoja tai tehostamaan toimintaansa.

Kyselyjen perusteella MyData, tietovarantojen ja datahallinnan käyttö ja hyödyntäminen on alue, joka voisi tuoda nopeasti hyötyä yrityksille. Esimerkkinä tästä on asiakkailta saatavan datan hyödyntäminen oman liiketoiminnan kehittämiseen.

3.6 Cleantech

Esa Toukoniitty



3.6.1 Kirjallisuustutkimus

Cleantech-teknologiat ja -ratkaisut ovat soluttautuneet tärkeäksi osaksi monien perinteisten yritysten toimintaa. Ne ovat tuoneet mm. selkeää kilpailuetua liiketoimintaan tai muodostuneet jopa elinehdoksi tietyillä aloilla. Cleantech-osaaminen ja -ratkaisut ovat keskeisiä myös kone- ja konepajateollisuuden alan toimijoiden keskuudessa sekä energiatekniikassa, jotka ovat työpaketin fokusyrityksiä. Työpaketissa pyritään kokoamaan energia- ja ympäristötekniikan täydennyskoulutuspaketti kone- ja tekniikan insinööreille tukemaan heidän työllistymistään sekä vastaamaan kone- ja tekniikan cleantech-osaamistarpeisiin.

Cleantech määritelmä on laaja. Se sisältää mm. perinteistä ympäristötekniikkaa (päästöjen hallintaa, ympäristöanalytiikkaa) ja uusiutuvan sekä hajautetun energian ratkaisuja (älykkäät sähköverkot ja energian varastointiratkaisut). Energiatehokkuus sekä raaka-aineiden hyödyntäminen eli kiertotalousajattelu ovat vahvasti mukana cleantechissa kuten myös IoT ja tekoäly uusina työkaluina. Varsinkin ulkomailla jakamistalouden ratkaisut (esim. Uber) sekä kaupungistuminen sekä näihin liittyvät digitaaliset ratkaisut ovat vahvasti mukana cleantechissa. Työpaketissa käsitellään

myös ympäristölainsäädäntöä, mikä on edesauttanut monien cleantech-ratkaisuiden kaupallista käyttöönottoa (esim. jätteiden hyödyntäminen polttoaineiden valmistuksessa tai laivojen savukaasujen rikkipesurit).

Yritysten toimintaa ohjaavat useat tekijät, joista ympäristöasiat kuuluvat pitkälti cleantechin keskiöön. Tässä työpaketissa selvitetään cleantech-sektorin nykytilaa, mm. mitkä teknologiat ja toimintatavat ovat vakiintuneet tai ovat tulevaisuudessa tärkeässä roolissa. Yrityksille ja yhteisöille suunnatuilla kyselyillä pyritään selvittämään, millä cleantech-sektorin osa-alueilla on pulaa osaavasta työvoimasta sekä minkälaista täydennyskoulutustarvetta on. Alkuvaiheessa kartoitimme, mitä energia- ja ympäristötekniikan osa-alueita tai kokonaisuuksia on tarpeen sisällyttää koneinsinööreille suunnattuun cleantech-täydennyskoulutukseen. Lisäksi kartoitettiin, mitä lakimuutoksia tai uusia teknologioita on tulolla, joita kannattaisi huomioida täydennyskoulutuksessa.

Cleantech Suomessa

Cleantech ymmärretään hyvin laajasti ja termit voivat vaihdella, vaikka sisällöllisesti puhutaankin cleantechistä. Samassa yhteydessä voidaan puhua cleantechin lisäksi mm. energia- ja ympäristöliiketoiminnasta tai yleisesti vihreästä taloudesta (EK). Cleantech ei ole varsinaisesti oma teollisuudenalansa (Suomenmaa, 2017), vaan pitää sisällään luonnonvarojen kestävästä käytöstä edistäviä tuotteita, palveluita, prosesseja ja teknologioita. Cleantech tuo ratkaisuja globaaleihin ympäristöhaasteisiin, kuten ympäristön pilaantumiseen, ilmastonmuutokseen ja resurssien riittävyyteen. Lisäksi se parantaa teollisuuden ja palveluiden kilpailukykyä materiaalien ja energian tehokkaan käytön myötä.

Ympäristöliiketoiminnan yritykset Suomessa kytkeytyvät usein ns. perinteisiin toimialoihin kuten metsäteollisuuteen, energiantuotantoon tai konepajateollisuuteen. Kysynnän laajentuminen ja uusien innovatiivisten kasvuyritysten mukaantulo on myös monipuolistanut yrityskenttää. Esimerkkeinä suomalaisesta cleantech-osaamisesta (EK) mainitaan mm. uusiutuva energia (Neste NEXTBL-teknologia, UPM BioVerno, St1 etanolia jätteistä, Gasum-biokaasu), biotalous, vesiosaaminen, energiatehokkaat prosessit, koneet ja laitteet, jätehuolto ja kierrätys, kestävä kaupunkirakentaminen (Helsingin Eko-Viikki tai Kuninkaantammi) sekä luontomatkailu.

Ympäristötekniikka perinteisimmillään kattaa mm. päästöjen hallintaa, ympäristöanalytiikkaa, uusiutuvan energian tekniikoita sekä mm. veden käsittelyä. Näistä esimerkkeinä mm. erilaiset savu- ja pakokaasujen puhdistusratkaisut teollisuuden ja meriliikenteen tarpeisiin. Ympäristöanalytiikkaan uusina tulokkaina mm. edulliset anturit, joilla voidaan tehdä online-mittauksia ja seurata ympäristön tilaa tarkemmin mm. maatalouden tehostamisessa. Uusiutuva energia käsittää monenlaisia teknisiä ratkaisuja mm. perinteisimmillään erilaiset aurinkosähkö- ja aurinkoenergiaratkaisut, tuulivoima, vesivoima sekä fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biomassalla tai biomassan osuuden lisääminen.

Hajautetun energian ratkaisuihin liittyvät uusiutuvan energian tuotantotekniikka sekä älykkäät sähköverkot, jotka mahdollistavat perinteisen sähkön kulutuksen lisäksi myös energian tuottamisen ja ylijäämäenergian syöttämisen sähköverkkoon (eng. prosumer) muiden kuluttajien käyttöön.

Cleantech koostuu osin perinteisistä teknologioista ja innovaatioista, joiden sovelluksia laajennetaan uusille käyttöalueille (maa- ja metsätalouden sensorit ja data-analyysit tuotannon ja logistiikan tueksi) sekä suurelta osin täysin uusista innovaatioista ja liiketoiminnoista, joita ei ole aiemmin ollut olemassa missään muodossa, kuten jakamistalous tai vaikka IoT.

Cleantech-trendejä Suomessa ja maailmalla

Cleantech liittyy vahvasti tämän hetken megatrendeihin (Sitra 102): ilmastonmuutos ja sen tuomat hiilineutraalit teknologiat, energiatehokkuuden lisääminen, kiertotalousajattelun tuoma jätteen hyötykäyttö ja vähentäminen. Energiantuotannon siirtyminen kohti hiilivapaata energiaa tuo mukanaan mm. sähköautojen roolin liikenteessä sekä uusiutuvien polttoaineiden käytön lisääntymisen siirtymävaiheessa. Paljon huomiota saanut sähkön tai energian varastointi on ollut pullonkaulana jo vuosikymmeniä uusiutuvan sähkön tuotannon ja käytön esiinmarssissa. Kaupungistuminen on maailmalla yksi megatrendi ja arviolta jopa 70 % ihmisistä asuu vuonna 2050 kaupungeissa (Sitra 102). Jotta hiilidioksidipäästöt pysyvät kurissa ja rajalliset resurssit riittävät kaikille, vaaditaan merkittäviä cleantech-panostuksia kaupungistumisen kontrolloituun kasvuun.

Alexander Lidgren (Kauppalehti 2015) mainitsee cleantech-markkinoilla olevan kolme trendiä: energiantuotannon hajautuminen, esineiden internet eli verkon yli toteutettavat ratkaisut, joilla voidaan optimoida vaikka valmistavan teollisuuden prosesseja energiatehokkaiksi sekä jakamistalous (esim. taksipalvelu Uber ja majoituspalvelu Airbnb).

Juha Markkasen mukaan cleantech-kehityksen trendien kärjessä ovat Yhdysvalloissa energian varastointi ja älykkäät sähköverkot, jätteiden parempi hyödyntäminen energian ja biopolttoaineiden tuotannossa, veden säästämisen ja tehokkaamman hyödyntämisen teknologiat. Liikkumisessa megatrendinä on sähköautot, mutta myös biokaasu ja vety (fuell cell) ovat kasvavia trendejä. Raskaassa liikenteessä biodieselkin on vielä kartalla, mutta esim. linja-autoissa sähköbussit ovat yhä tärkeämpiä. Jakamistalous sekä sähköiset skootterit, mopot ja polkupyörät ovat kaupunkiliikenteessä kovassa kasvussa. Kuljettajaa vailla olevien autojen uskotaan myös olevan merkittäviä lähitulevaisuudessa.

Pohjoismaiden suurin cleantech-pääomasijoitustapahtuma Cleantech Venture Day Lahdessa keskittyi ruokaan ja älykkääseen asumiseen. Ruokaan ja ravintoon liittyy mm. puhtaus ja turvallisuus sekä kasvipohjaisten proteiinilähteiden esiinmarssi ja kaupunkiviljely.

Wärtsilä on kehittänyt biokaasun ja nesteytetyn maakaasun (LNG) hyödyntämistä mm. laivadieseileissä ja voimalaitoksissa korvaamaan fossiilisia vaihtoehtoja (mm. kivihiili sekä laivojen raskaat polttoaineet). Wärtsilän mukaan myös digitalisaatio voi tuoda merkittäviä päästövähennyksiä tehostamalla laivojen reitinvalintaa sekä lastin purkua ja lastausta satamissa. Uusiutuvan energian laajempaa käyttöä varten tarvitaan myös uusia akkuihin ja energian varastointiin liittyviä ratkaisuja.

Cleantech-osaamisen ytimessä on myös vesihuolto. Se kattaa juomaveden tuotannon eri raakavesilähteistä (pohja-, pinta- ja tekopohjavesi sekä merivesi), jakelun sekä jätevesien käsittelyn. Hajautetut jätevedenkäsittelyjärjestelmät ovat viime vuosina tulleet ajankohtaisiksi mm. loma-asunnoissa Suomessa sekä toisena esimerkkinä mm. risteilyaluksissa, joiden jätevesien käsittelyyn kiinnitetään enenevässä määrin huomiota. Vuodesta 2016 alkaen risteilyalusten käymäläjätevesien laskeminen Itämereen on ollut kiellettyä.

Liikenteen pakokaasupäästöjä sekä teollisuuslaitosten, jätteenpolttolaitosten ja voimalaitosten savukaasupäästöjä on jo vuosia puhdistettu monilla eri tekniikoilla. Tämä on perinteistä cleantech-osaamista, jolle on maailmalla myös paljon kysyntää. Vastaavaa puhdistustekniikkaa tulee myös uusille alueille, kuten laivojen rikkipäästöjen hallintaan.

Cleantech Group (CTG) on julkaissut jo kymmenen vuoden ajan Global Cleantech 100 -listaa yrityksistä, joilla on oletettavasti merkittävää maailmanlaajuista kaupallista merkitystä tulevan 5–10 vuoden sisällä. Lista antaa hyvin viitteitä siitä, mitkä trendit ovat viimeisenä vuosikymmenenä nousseet osaksi cleantech-sektoria. Listauksista nousevat seuraavat teemat ja teknologiat:

- 2010 energiatehokkuusratkaisut nousseet aurinkoenergian rinnalle. Osana energiatehokkuutta ovat mm. LED-valaistusratkaisut, yritysten energiankulutuksen hallinta ja rakennusten energiatehokkuus. Energian kemialliset, akkuteknologiaan perustuvat sekä mekaaniset varastointiteknologiat ovat keskeisiä.
- Biopolttoaineet tulivat uutena trendinä ja myöhemmin myös biopohjaiset materiaalit ja kemikaalit. Hienokemikaalien ja uusien materiaalien soveluksista mainitaan pinnoitteet ja energian varastointiteknologiat. Lisäksi nousussa ovat Power to X -teknologiat, jotka hyödyntävät hiilidioksidia ja uusiutuvaa energiaa (esim. aurinkosähköä) kemikaalien valmistuksessa (Tekniikka & Talous 8.2.2019).
- Circular economy survey (Business Finland, 2018) kyselyn tuloksissa mainitaan mm. muovin kemiallinen ja mekaaninen kierrätys sekä korvaaminen biopohjaisilla materiaaleilla. Lisäksi nostetaan esille uudet pakkausmateriaalit ja -ratkaisut, rakennusten elinkaaren pidentäminen, purkumateriaalien kierrätys ja logistiikka sekä puurakentaminen. Nämä ovat kaikki teemoja, jotka osuvat hyvin cleantechin piiriin.

- Lisäksi raporteissa nousevat esille mm. esineiden internet (IoT) ja hajautetut, digitaaliset ja joustavat energiajärjestelmät. Teollisen tuotannon parissa tärkeäksi nousevat teollinen asioiden internet (Industrial Internet of Things), mikä tarkoittaa mm. lukuisten tuotannossa olevien sensorien keräämän datan analysointia ja hyödyntämistä tuotannon ja liiketoiminnan ohjauksessa ja tehostamisessa. Toinen merkittävä nousija IoT:n lisäksi on 3D-tulostus, joka on teknisesti kehittynyt varteenotettavaksi välineeksi tuotannossa, ei vain prototyyppien ja pienten sarjojen valmistuksessa. Teollinen tuotanto ja alihankintaketju muuttuvat merkittävästi tehokkaan ja nopean 3D-tulostuksen myötä.
- Maatalouden piirissä cleantech tarkoittaa mm. turvallisempaa ja laadukkaampaa ravintoa, keinoja kasvattaa satoa/saantoa sekä kerätä mittaustietoa maataloustuotannon tehostamiseksi. Maatalous kattaa puolet asuttavasta maaperästä. Maatalouden tuotantoa pyritään tehostamaan mm. geenimani-puloinnilla sekä maaperän parannuksella. Kasvien kasvuolosuhteita, maaperän sekä ilman tilaa seurataan antureilla, joiden keräämää dataa hyödynnetään tuotannon optimoinnissa. Uudet ja kestävät kasvi- ja esim. hyönteis-pohjaiset proteiinilähteet ovat nousussa (The 2019 Global Cleantech 100).
- Liikkumisessa ja liikenteessä sekä logistiikassa korostuvat ajoneuvojen sähköiset ratkaisut, itsenäiset, ilman kuljettajaa toimivat ajoneuvot sekä erilaiset liikkumisen palvelukonseptit. Toisaalta myös uusiutuvat jätteistä ja sivuvirroista valmistetut nestemäiset polttoaineet tai hiilidioksidin talteenoton kautta valmistetut hiilivedyt pysyvät vielä pitkään varteenotettavina vaihtoehtoina.
- Myös kiertotalousajattelu on laajemmin nousemassa merkittäväksi teemaksi eli miten hyödyntää jätevirtoja tehokkaammin ja jatkossa pyrkimys kohti teollista tuotantoa ja toimintaa, jossa jätettä syntyy entistä vähemmän tai ei ollenkaan.

3.6.2 Kyselytutkimus

Yrityksille ja alan yhdistyksille suunnatun kyselyn pohjalta kartoitettiin mm. toimijoiden näkemyksiä siitä, millä cleantech-sektorin osa-alueilla on pulaa osaavasta työvoimasta ja minkälaista täydennyskoulutustarvetta mahdollisesti on ilmennyt? Mitä energia- ja ympäristötekniikan osa-alueita tai kokonaisuuksia kannattaisi sisällyttää insinöörielle suunnattuun koulutukseen? Onko odotettavissa esim. lakimuu-toksia tai uusia teknologioita, joita kannattaisi huomioida täydennyskoulutuksessa.

Kyselyssä lähestyttiin noin 50 yritystä ja yhteisöä sekä cleantech-alan toimijaa puhelimitse ja sähköpostilla. Vastauksia saatiin reilulta kymmeneltä toimijalta eli vastausprosentti jäi melko alhaiseksi.

Alla muutamia kyselystä poimittuja täydennyskoulutustarpeiden aiheita:

- kiertotalous
- kemian osaaminen (sivuvirtojen hyödyntäminen ja uusien tuotteiden kehitys)
- materiaaliosaaminen (suljettujen kiertojen prosessit)
- muovien kierrätys (Muovitiekartta)
- jakamistalous
- liikkumisen murros (erityisesti sähköiset ratkaisut)
- maatalouden uudet tuotteet ja mm. geeniteknologian hyödyntäminen
- väestönkasvu
- kaupungistuminen
- älykäs rakentaminen
- rakennusjätteen kierrätys ja hyödyntäminen
- energiamurros ja sen tuomat uudet teknologiat mm. hiilivapaa energia eri muodoissaan
- päästöjen hallinta
- korjausrakentaminen
- kaksisuuntainen energian syöttö eli kulutus ja tuotanto mm. rakennuksissa
- energiatehokkuus
- cleantech-liiketoimintaosaaminen.

Vaikka vastauksia saatiinkin varsin vähän, heijastavat ne kuitenkin yllä kuvattuja, muista lähteistä poimittuja cleantech-trendejä varsin hyvin. Seuraavaksi ilmeisen laajaa cleantech-osaamista ja teemoja karsitaan ja valitaan kohdeyritysten kannalta keskeisimmät sisällöt koulutuspakettien perustaksi.

3.6.3 Haastattelututkimus

Cleantech-alalla toimivien järjestöjen, yhdistysten ja oppilaitosten edustajia haastateltiin ja tarkoituksena oli tulevaisuudessa tarvittavan osaamisen selvittäminen. Esille nousi seuraavanlaisia osaamistarpeita:

- Teollisuuspuistoissa kaivataan kemian osaajia. Kun sivuvirroista halutaan kehittää uusia tuotteita, jätteestä halutaan päästä eroon ja uusia biopohjaisia materiaaleja kaivataan markkinoille, on kemian osaaminen keskeisessä osassa uusien ratkaisujen kehittämisessä. Monella yrityksellä pääkaupunkiseudun ulkopuolella on ollut haasteita löytää kemian osaajia.
- Laajemmin koko materiaaliosaaminen sekä elinkaari vaikutusten arviointi on noussut esille siirryttäessä kohti suljettuja kiertoja. Tieto siitä, mitä materiaalia missäkin kannattaa käyttää, millä teknologioilla sitä voi työstää ja miten se kierrätetään, on olennaista.
- Muovien kierrätykseen ja koko ketjun sulkemiseen liittyvä osaaminen on ollut pinnalla viime vuonna. Tänä vuonna on aika tarttua toimeen ja ryhtyä edistämään Suomelle tehtyä muovitiekarttaa. Tämä vaatii uusia investointeja sekä keräilyyn, lajitteluun että mekaaniseen ja kemialliseen kierrätykseen sekä osaamista näistä teknologioista ja niiden kehittämisestä.
- Jakamistalouden lisääntyminen, liikenteen digitalisoituminen ja tuotteiden ja rakennusten materiaalien kierron seuraaminen vaatii merkittävää panostusta osaamisen kehittämiseen (ohjelmointi, alustojen kehitystyö, lohkoketjut, tekoäly).
- Maatalouden ja ruuankasvatuksen murros vaatii osaamista uusiin kasvatusteknologioihin sekä uusien kasvilajien prosessointimenetelmiin sekä materiaaliksi että ruuaksi.
- Väestönkasvu ja kaupungistuminen yhdistettynä väheneviin raaka-aineisiin sekä kierrätettävyyteen luo uutta osaamistarvetta rakennusteollisuuteen. Kuinka rakennetaan älykäs, hiilineutraali / hiiltä sitova rakennus, joka pystytään tehokkaasti kierrättämään elinkaaren lopussa ja kuinka tieto saadaan kulkemaan suunnittelusta purkuun saakka rakennuksen mukana? Miten nykyrakennusten materiaalit saadaan hyödynnettyä tehokkaasti, kun usein ei edes tiedetä, mitä ne sisältävät?

- Energiamurros tarvitsee osaamista niin aurinkokennojen, tuulivoimaloiden kuin akkujen kehitykseen. Suomessa nähdään suuri potentiaali akkujen koko elinkaaren aikaisten yritysten kehityksessä ja siihen on näkyvissä panostuksia eri puolilta.
- Biotekniikan hyödyntäminen on vielä lapsenkengissä ja sen yleistyminen teollisuuden prosesseissa, jätteiden käsittelyssä ja sivuvirtojen hyödyntämisissä vaatii osaajia. Geenitekniikan nopea kehitys tarjoaa aivan uudenlaisia mahdollisuuksia.
- Purkuprosessin ymmärrys. Purkujätteen hallinta, käsittely ja kierrätys sekä ympäristövaikutukset.
- Korjausrakentaminen: kosteuden hallintaan ja homeongelmien ehkäisemiseen liittyvät teknologiat. Miten estetään homeongelman paluu kalusteiden mukana?
- Ennen teollisuuden hukkalämpö keskiössä, nyt myös kerrostalojen hukkalämpö ja lämmön talteenotto kustannustehokkaasti (2017/2018) – teknologian ymmärrys.
- Lainsäädäntö: Energian pientuotanto kerrostaloissa (pientuottaja) / kaksisuuntainen energian syöttö ja kaukolämpö.
- Sääntötekniikka.
- Sähköautotrendi.
- Päästöjen hallinta diesel-/polttomoottoriautoissa.
- Päästöjen katalyyttinen hallinta laivamoottoreissa/kuorma-autoissa.
- Yleistajuinen esitys mm. Euro 6 -normin täyttävän auton päästönhallinnan periaatteista.
- Simulointi ja simulointiohjelmat.

3.7 Tekniikan alan oppimisen yritys yhteistyö, laatu ja menetelmät

Pekka Hautala, Vesa Rahkolin, Pekka Stenfors



3.7.1 Virtuaalinen teollisuus yhteistyö

Virtuaaliset työtavat kuten etäkokoukset, laadukkaan videokuvan reaaliaikainen välitys ja virtuaaliset tehdasmallit ovat yleistyneet yritysmaailmassa ja oppilaitoksissa. Tälle perustalle voidaan kehittää uusia yhteistyötapoja.

Laivojen konetekniikan parissa työskentelevien yritysten, oppilaitosten sekä alan järjestöjen yhteisessä keskusteluverkostossa eli Laivakoneistoklubissa käydyissä keskusteluissa on mainittu, että toimivissa ja käytössä olevissa aluksissa tarvittaisiin koulutustarpeisiin video- ja ääninyhteys konehuoneen tiloista muualle alukseen esim. konferenssihuoneeseen. Näin voitaisiin välttää hankalaksi koettua ryhmien viemistä konehuoneeseen. Tavoitteena on ollut selvittää, olisiko tähän tarkoitukseen mahdollista luoda langaton yhteys.

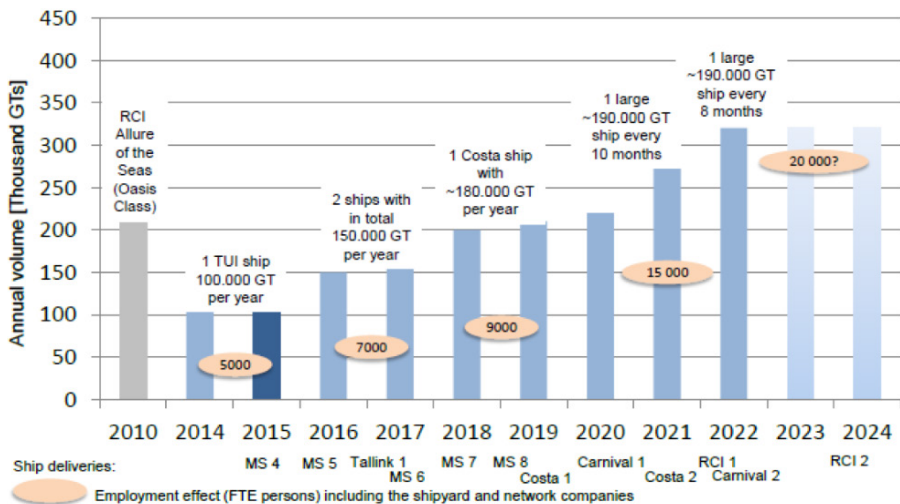
Laitteiston tarvitsee olla helposti ja turvallisesti väliaikaisesti asennettavissa mahdollisesti jopa akkukäyttöisenä ilman mitään kaapelointeja. Näin laitteisto olisi siirrettävissä ja sitä voisi hyödyntää eri aluksilla.

3.7.2 Yritysklusterin aikaansaaminen

PoraKONE-hankkeen tärkeänä ajurina on Varsinais-Suomessa oleva poikkeuksellisen voimakas valmistavan teknologiateollisuuden kasvu meri- ja autoteollisuudessa. Tämän positiivisen rakennemuutoksen vaikutukset säteilevät myös muille toimialueille alueellisesti ja koko Suomeen.

Esimerkiksi Varsinais-Suomessa, erityisesti laivanrakennuksessa, on poikkeuksellisen pitkät tilauskannat. Tästä seuraa merkittävä työvoiman, osaamisen ja alihankinnan lisätarve.

Order book with Carnival and RCI MoU's



KUVA 6.

Mayer telakan tilauskanta 2010–2024 ja työvoiman tarve telakalla ja sen verkostossa. (Lähde: Meriteollisuus.fi).

Telakoiden hankintastrategiaan kuuluu ostaa suuria kokonaistoimituksia. Suurin osa, noin 85 %, risteilijätalauksen valmistuksesta tehdään alihankintaverkostoissa. Tämä luo kysyntää myös kone- ja metallialan alihankintayrityksille.

3.7.3 Yrityksissä oppimisen viitekehys

Tässä toimenpidetekonaisuudessa koneala on jaettu yrityskoon perusteella kahteen eri ryhmään, pieniin ja keskisuuriin yrityksiin (pk-yritykset) ja suuriin yrityksiin. Rajaksi on otettu yleisesti käytetty 250 työntekijää. Pk-yrityksissä ei yleensä ole käytössä erillistä henkilöstöyksikköä, joka vastaisi työntekijöiden urakehityksestä ja koulutustarpeista. Työntekijät joutuvat usein oma-aloitteisesti hakeutumaan koulutuksiin täydentääkseen osaamistaan. Pk-yrityksissä yhden työntekijän pidempiaikainen työstä sivussa olo haittaa tuotantoa herkemmin kuin suuremmissa yrityksissä. (Luoma & Viitala, 2017)

Pk-yrityksissä työntekijätarpeet ovat yksittäisiä ja usein akuutteja erikoisosaamisen tarpeita. Pk-yritykset toimivat alihankintaketjussa suorittaen toimeksiantoja tiettyihin erityisosaamisiin, jolloin osaamistarpeetkin osuvat usein kapealle sektorille. Tästä syystä ne eivät kuulu ammattikorkeakoulujen konetekniikan tavanomaiseen opetustarjontaan, joka on tehty tyydyttämään paikallisia osaamistarpeita konetekniikan toimialalla. Tämä luo osaltaan puitteet kaikkien ammattikorkeakoulujen opetustarjonnan yhtenevyydelle ja yleistasoiselle perusteiden ja yleisten asioiden opettamiselle.

Suurissa yrityksissä on omat henkilöstöyksikkönsä, jotka huolehtivat työntekijöiden osaamisen kehittämistarpeista. Yksiköt pystyvät myös vaikuttamaan ammattikorkeakoulujen koulutustarjontaan ja -sisältöihin, koska uusien työntekijöiden työllistyminen voidaan luvata. Suurilla yrityksillä on myös paremmat resurssit hankkia kaupallisten tarjoajien erityiskoulutuksia. Suurempi organisaatio mahdollistaa myös tiedon ja osaamisen siirron työntekijöiden välillä. Valtakunnalliset osaamiskartoitukset ja osaamistarpeiden tilastoinnit palvelevat paremmin suuria kuin pk-yrityksiä, koska raportointi suurissa yrityksissä on systemaattista. Suurissa yrityksissä työvoiman tarpeen syklit noudattavat konetekniikan alan suhdanteita. Kun työvoimasta on pula, se näkyy myös suurissa yrityksissä työvoiman saatavuusongelmana.

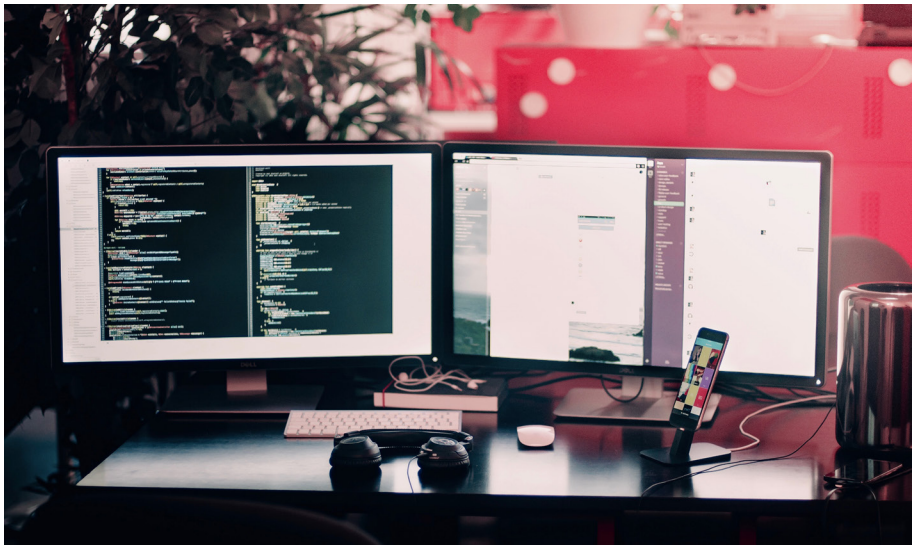
3.7.4 Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe

Tässä kokonaisuudessa lähdettiin liikkeelle selvittämällä suomalaisten koneinsinöörien osaamista opetussuunnitelmien ja -määrien avulla. Työssä tarkastellaan koulutusaineistoja vasta opintojaan aloittavan ja 20–30 vuotta työelämässä olleen

insinöörin välillä. Lisäksi tilannetta verrattiin Suomessa rakennusosalalla käytössä oleviin pätevyysvaatimuksiin. Pohjatyötä jatkettiin selvittämällä Suomen kilpailijamaista etenkin Ison-Britannian, Kanadan ja Yhdysvaltojen auditointi- ja sertifiointijärjestelmiä.

3.8 Digitaalisen rakennemuutoksen työkalut

Petri Pohjola, Pekka Stenfors



Työpaketti sisältää kolme toimenpidekokonaisuutta, joilla vastataan digitaalisen rakennemuutoksen tuomiin osaamishaasteisiin, erityisesti uusien teknologioiden tuomiin mahdollisuuksiin ja niiden parempaan hyödyntämiseen. Työpaketissa selvitetään ja kehitetään digitaalista alustataloutta ja sen tuomia uusia mahdollisuuksia ja vaadittavia osaamisia.

Tavoitteena on luoda opintokokonaisuus, jota käytetään pitkään hankkeen jälkeen. Tämä tukee OKM-rahoituksella toimivan eAMK-hankkeen tavoitteita keskittymällä digitaaliseen tuotemallinnukseen kone-, energia- ja meriteollisuudessa.

3.8.1 Talouden ja toiminnan kehittäminen digitaalisin keinoin

Digitaalinen murros on synnyttänyt uuden kaupallisen alustatalouden, jossa tehokkaat verkostoa tukevat digitaali-alustat ovat saatavilla. Niiden hyödyntäminen uusien virtuaalisovellusten ja -palveluiden jakelussa, markkinoinnissa ja myynnissä on vielä varhaisessa kehitysvaiheessa ja erityisesti näin on PK-sektorilla. Samoin useissa yrityksissä on jo meneillään IoT-teknologioita hyödyntäviä kehitystoimenpiteitä, mutta datan hyödyntämisessä on vielä paljon liiketoimintamahdollisuuksia. TAMK:n tavoite on kehittää tässä hankkeessa yritysten kykyä soveltaa uusia teknologioita sekä auttaa uusien liiketoiminta-avausten luomisessa käyttämällä kaupallisia digitaalisia alustoja paremmin hyväksi.

3.8.2 Teollisuuden digitaalisten toimintatapojen käyttö e-opetuksessa

Hankkeen parissa on selvitetty yritysten kanssa käydyissä keskusteluissa niiden käyttämiä koulutusmenetelmiä ja digitaalisia toimintatapoja. Tämän jälkeen on käyty huolellinen keskustelu vaihtoehtoisista e-opetusmenetelmistä. Teollisuuden käyttämät menetelmät on todettu tässä vaiheessa melko hintaviksi. Koska kaikilla toteuttajilla on jo valmiiksi käytössään omat, kilpailutetut verkko-oppimisalustansa, päädyimme käyttämään useimpien kurssien toteutuksessa näitä ja vertailemaan siten saatuja kokemuksia.

Poikkeuksena tähän ovat Turun AMK:ssa ja Metropoliasissa opetuskäytössä testattavat Siemensin NX (Laivan rakenteiden mallinnus 4 op) ja Teamcenter (Tuotetiedon hallinta 5 op) -suunnittelutyökalut, joilla on tarkoitus mahdollistaa opiskelijoiden suunnittelutehtävät heidän omalta koneeltaan käsin ja näin ollen paikasta riippumatta.

Myös käytettävissä verkko-opetuksen menetelmissä päädyttiin kokeilemaan hieman erilaisia ratkaisuja (monivalintatehtävät, oppimispäiväkirja, esseetehtävät, Skype- ja Teams-kokoukset) ja vertailemaan sitten saatujen kokemusten hyviä ja huonoja puolia. Oppimateriaaleissa on myös kokeiltu sekä tekstejä että videoita.

3.8.3 Osaamispotentiaalimalli

Yrityksillä ja yksityishenkilöillä on paljon kaupallisesti hyödyntämätöntä osaamis-
potentiaalia. Samaan aikaan kaupallisten alustojen markkinoille tulo on kiihtynyt
ja tarjonta laajentunut, mikä on mahdollistanut laajemman kohdeyleisön tavoitta-
misen ja matalamman kynnyksen uusille liiketoiminta-avauksille. Tähän mahdol-
lisuuteen tulisi tarttua nykyistä aktiivisemmin. TAMK:n tavoite on kehittää tässä
hankkeessa yritysten ja yksityishenkilöiden kykyä tunnistaa, hyödyntää ja kauppal-
listaa omaa osaamispotentiaaliaan.

4 Työpakettien suunnittelu ja toteutus

4.1 TP1 – Laajennuskoulutuksien kohderyhmien löytäminen

Janne Nuotio

Kohderyhmänä ovat syventäviin opintoihin edenneet opiskelijat sekä etenkin jo työelämässä mukana olevat lisä-, täsmä- ja täydennyskoulutusta tarvitsevat insinöörit. Perusopintoihin tässä yhteydessä ei oteta kantaa, sillä insinööriopinnoissa välttämättömät perustiedot – matematiikka, fysiikka ja niiden johdannaiset, kuten lujuusoppi ja dynamiikka – on joka tapauksessa opittava ennen kuin opinnoissa on mahdollisuus edetä. Näkemys voisi olla, että perusopinnot voisivatkin olla yhdenmukainen kokonaisuus jopa eri tekniikan alojen opinnoissa. Kirjallisuustutkimukseen viitaten laadukkaalla alan perusasioiden opettamisella vältettäisiin liiallisen poukkoilun vaara ja taattaisiin tulevien insinöörien riittävä tietämys ja ymmärrys, jonka avulla omaksua ja soveltaa uutta muuttuvissa tilanteissa.

Syventävissä opinnoissa sekä erilaisissa lisäkoulutuspaketeissa on sen sijaan mielekästä ja tarpeellista seurata ajankohtaisia osaamistarpeita ja mukauttaa opintoja muuttuviin tilanteisiin yhteiskunnassa ja teollisuudessa. Koska ammattikorkeakoulutus tuottaa osaajia yritysten tarpeisiin, myös tekniikan alan yritykset ovat tässä mielessä hankkeen kohderyhmää.

Seuraavassa on hahmoteltu ennakointimalleja.

Matemaattinen malli useilla globaaleilla ja kansallisilla muuttujilla

Tarkoituksena on hahmotella selittäviä muuttujia ja selitettäviä muuttujia. Malli yksinkertaisesti pyrkii kuvaamaan selittävillä muuttujilla selitettävät muuttujat. Sekä selittävät että selitettävät muuttujat ovat luonteeltaan samanlaisia; niillä on samoja ominaisuuksia ja niitä on voitava analysoida aikajanalla historiasta nykyhetkeen ja ennakoituun tulevaisuuteen.

Esimerkkejä selittävistä muuttujista:

- ihmisten (työntekijöiden, mahdollisten asiakkaiden) taloudellinen ja sosiaalinen tilanne
- barometrit (subjektiiviset kyselyt)
- verotustiedot taloudellisesta tilanteesta
- ikäluokkien koko, syntyvyys
- oleellista, että on tietoa historiasta

Esimerkkejä selitettävistä muuttujista:

- globaalit trendit
 - sadan markkina-arvoltaan tärkeimmän raaka-aineen hinnat ja volyymit
 - ostovoimaindeksit
 - terästullit
 - brexit
 - öljyn hinta ja volyymi
 - pakotteet
- Google-indikaattorit
- TE-keskus
 - avoimet työt aloittain

- yritysten lukumäärä
 - rekrytointi
 - osaamisen tarve nyt
 - osaamisvaje
 - alihankkijoiden lukumäärä
 - tilauskanta
- kasvuennuste
 - Suomen Pankki
 - liitot
- opiskelijoiden kiinnostuksen kohteet
 - ammattikoulun jälkeen
 - lukion jälkeen
 - hakumäärät aloittain
 - sisäänottomäärät
- valmistuneet opiskelijat aloittain
- tuotekehitysyövoiman (tarve muutossuure, muutoksen pystynee päättelemään) määrä
 - jaottelu alueellisesti, alakohtaisesti.

Muuttujista on saatava ajallista tietoa, yhdestä muuttujasta aina useamman vuoden (tai kuukauden) luku. Tietyistä muuttujista on hyvä saada myös maantieteellinen sijainti. Haasteena on, että useinkaan saatavilla olevat tiedot eivät ole riittävän tarkkoja. Tässä mallissa vielä suurempi haaste on se, mitä väylää pitkin tietoja voidaan saada jatkuvasti niin, että mallia voidaan säännöllisesti päivittää.

Näiden haasteiden vuoksi esitämme yksinkertaisemman mallin, jossa kumpaankin haasteeseen on vastattu konkreettisella lakimuutosehdotuksella.

Ennakointimalli, jossa hyödynnetään tilastotietoja ja vastuutetaan yrityksiä

Valtio sijoittaa vuosittain valtavia summia koulutukseen, jonka eräänä päätehtävänä on tuottaa työvoimaa yrityksiin – ja sijoitus on tarkoitus saada takaisin verotuloina. Kaikkien etu siis olisi se, että koulutus vastaisi mahdollisimman hyvin niihin tarpeisiin, joita yrityksillä on. Näistä syistä yrityksiä olisi kohtuullista vastuuttaa nykyistä enemmän tiedon tuottamiseen ennakointia varten.

Tilastolaki edellyttää tälläkin hetkellä paitsi valtion viranomaisia, myös elinkeinonharjoittajia ja muita työnantajia ”salassapitosäännösten estämättä Tilastokeskukselle tilastojen laatimisen kannalta välttämättömät henkilötiedot henkilöstönsä palkoista, työajoista, ammatista ja toimipaikoista” (Tilastolaki, 15 §). Ei siis olisi suurikaan muutos velvoittaa yritys antamaan tarkempaa tietoa työntekijöiden työnkuvista ja ennakoimastaan osaamistarpeesta lähitulevaisuudessa. Raportointivelvollisuuden laajennus koskisi erityisesti suuria työnantajia, ja sen noudattamista luonnollisesti seurattaisiin.

Kuten edellä on todettu, tällä hetkellä saatavilla oleva tieto ei ole osaamistarpeiden ennakoinnin kannalta tarpeeksi tarkkaa. Esimerkiksi Tilastokeskuksen ammattiluokituslistauksessa (Tilastokeskus, AmmattiExpertti-palvelu) on paljon päällekkäisyyksiä: sama työntekijä voi olla sekä insinööri että koneensuunnittelija, todennäköisesti onkin; kuitenkin vain yksi vaihtoehto on valittavissa. Tätä systeemiä kannattaisi kehittää esimerkiksi alavetovalikoin: ensin valittaisiin koulutusaste, sitten työnimike, siitä edelleen tarkka työnkuva ja lopulta osaamistarve. Työnantajien olisi ilmoitettava nämä sekä nykytilanteen että tulevan vuoden osalta.

On huomattava, että muutoksia tapahtuu nopeassa syklissä. Ilmoitusten pohjalta olisi kuitenkin mahdollista laatia ennusteita ja tarkastella trendejä sekä reagoida ennakoituun tilanteeseen opintosisällöissä. Lisä-, täsmä- ja täydennyskoulutuspaketteja olisi myös entistä luontevampi myydä yrityksille, ja ylipäätään ammattikorkeakoulujen ja yritysten yhteistyö muuttuisi hedelmällisemmäksi, hyödyllisemmäksi ja tuottavammaksi.

4.2 TP2 – Digitaalisen tuotetiedon hallinta – laajennusmoduuli

Tero Karttiala



Laajennusmoduulin kooksi on suunniteltu 15 opintopistettä, joka jakaantuu kolmeen viiden opintopisteen kurssiin. Tällöin opiskelijan työmäärä on yhteensä noin 405 tuntia. Kokonaisuuden on suunniteltu koostuvan verkkoluentoista, tehtävistä sekä projektista.

Kurssit on suunniteltu etenevän järjestyksessä, jossa ensin luodaan teoriapohja ja tehdään siihen liittyviä harjoituksia. Seuraavassa kurssissa tutustutaan johonkin PLM- tai PDM-järjestelmään verkkoluentojen ja harjoitustehtävien avulla. Kolmannessa kurssissa toteutetaan kuvitteellinen tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti.

Opintojakso – Perusteet (5 op)

Ensimmäisen kurssin oppimistavoitteena on luoda ymmärrystä tuotteen elinkaaren hallinnan (engl. PLM Product lifecycle management) ja tuotetiedonhallinnan (engl. PDM Product data management) periaatteista ja perustoiminnallisuuksista.

Kurssin aikana perehdytään tuoterakenteiden, tuotetiedon määrittelyn ja eri käyttäjäröolien teoriaan ja oppimista vahvistetaan käytännön harjoittein eri käyttäjäröoleissa. Kurssin laajuus on viisi opintopistettä.

Opintojakso – Jatkokurssi (5 op)

Työpaketin tavoitteena on valita opetuskäyttöön jokin tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä. Valittua järjestelmää on tarkoitus käyttää opetusalustana tässä jatkokurssissa. Sen tavoite on syventää käytännön harjoitusten ja esimerkkien avulla opiskelijoiden edellisessä kurssissa hankkimaa teoriaosaamista ja soveltaa sitä käytännössä. Lisäksi tuotekonfiguraatiota sivutaan tämän kurssin sisällä. Kurssin laajuus on viisi opintopistettä.

Opintojakso - Case (5 op)

Kurssin kolmannessa osuudessa opiskelijat tekevät tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojektin. Sen lähtökohtana on kuvitteellisen yrityksen tietopääoman siirtäminen valittuun tuotetiedonhallintajärjestelmään.

Projektin tavoitteena on simuloida tilannetta, jossa yrityksen tietopääoma on tallennettu esimerkiksi yksittäiselle kovalevyille eri tiedostomuodoissa, kuten CAD/CAM-, Excel- ja Word-tiedostoina, sähköposteina tai näiden yhdistelminä. Tilanteen korjaamiseksi kuvitteelliseen yritykseen hankitaan jokin tiedonhallintajärjestelmä ja siirretään tiedot sinne. Projektin tietopääomana voidaan käyttää Metropolia Ammattikorkeakoulun Formula Student -projektissa kertynyttä suunnittelu- ja valmistusmateriaalia. Projekti toteutetaan joka vuosi uuden ryhmän kanssa ja ryhmät ovat tuottaneet suunnitteludokumentaatiota 2000-luvun alusta saakka.

Käyttöönottoprojektissa opiskelijoille selviää tuotetiedonhallinnan ajatusmaailma ja sen myötä tuotetiedon varastointiin liittyvät käytännöt ja reunaehdot. Kurssin laajuus on viisi opintopistettä.

4.3 TP3 – Meritekniikka

Lauri Kosomaa, Jari Lahtinen, Tommi Paanu,
Kai Saarinen, Pia Tulimaa



Moduulin suunnittelu on lähtenyt liikkeelle teollisuuden tarpeista: Meritekniikkaa palvelevia yrityksiä on koko maassa, mutta amk-insinöörikoulutusta on ollut tarjolla vain Turussa. Uuden opetusmoduulin avulla koulutusta tulee saataville laajemmin Suomeen, mikä helpottaa yritysten liittymistä meritekniikan toimittajaverkostoon.

Moduulin sisältö ja tavoitteet suunnitellaan yhdessä alan yritysten kanssa. Tämä on tärkeää, sillä meriteollisuudessa noudatetaan monipuolisesti alan omia standardeja, sääntöjä ja toimintatapoja, joihin perehtyminen ilman koulutusta on työlästä. Suuri osa alan toiminnasta Suomessa kohdistuu kansainvälisille markkinoille, mikä luonnollisesti näkyy moduulin sisällössä.

Meriympäristö tuo yritysten tuotteille ja palveluille myös fysikaalisia lisävaatimuksia, esimerkiksi korroosion, värähtelyjen, painorajoitusten ja laivan kiihtyvyyksien kautta. Tämän vuoksi meritekniikassa käytettävät rakenneratkaisut ja materiaalit poikkeavat konepaja- tai rakennusteollisuuden vastaavissa sovelluksissa käytettävistä. Moduulin suunnittelussa oletetaan, että opiskelijalla on hyvä peruskoulutus insinööritieteissä, ja toteutuksessa tätä perustaa laajennetaan meritekniikan teknisiin erityispiirteisiin päin.

Tämä laajennusmoduuli koostuu seuraavista opintojaksoista: laivanrakennuksen perusteet ja säännöt, laivan rakenteiden mallinnus, harjoitustyö, laivan lämpö, vesi ja ilmastointi sekä laivan ympäristövaikutusten hallinta. Viimeisin aihe valikoitui Laivakoneistoklubin jäsenille lähetetyn kyselyn vastausten perusteella.

Laivanrakennuksen perusteet (3 op)

Laivanrakennuksen perusteet -kurssilla käydään läpi laivan suunnittelun ja rakentamisen vaiheita, säännöstöä sekä alan sanastoa. Opiskelijan on tarkoitus ymmärtää laivanrakennuksen eri toimijat ja heidän erilaiset näkökantansa. Tämän lisäksi opiskelija ymmärtää laivanrakennusprosessin ja siihen liittyvät toiminnot niin myynnin, suunnittelun kuin rakentamisen näkökulmasta. Kurssilla annetaan teoriavalmiuksia, joiden avulla opiskelija pystyy suoriutumaan kahden opintopisteen laajuisesta harjoitustyökurssista. Tavoitteena on luoda yleiskatsaus laivanrakentamiseen liittyviin alakohtaisiin käytäntöihin.

Kurssissa opiskellaan laivan suunnittelua sekä rakentamista ja näiden eri vaiheita. Laivasuunnittelun iteratiivisuuden ymmärtäminen on yksi kurssin keskeinen asia. Tämän lisäksi tutustutaan laivanrakentamisessa käytettäviin sääntöihin ja niiden merkitykseen sekä prosessiin osallistuviin toimijoihin ja heidän rooleihinsa. Laivan fyysiikkaan ja turvallisuuteen luodaan lyhyt katsaus tutustumalla laivan vastukseen, tehontarpeeseen ja ohjailuun sekä pohtimalla laivan vakavuuteen sekä painoon liittyviä asioita. Tämän lisäksi laivan eri pääjärjestelmät esitellään lyhyesti. Tarkoitus on luoda katsaus laivanrakentamisen eri haasteisiin ja keskeisiin osa-alueisiin.

Kurssi on tarkoitus pitää verkkokurssina, jossa saattaa olla muutama lähipäivä tarpeen mukaan. Tässä vaiheessa on tutustuttu verkko-oppimisympäristön mahdollisuuksiin ja on todettu, että opetusvideot ovat ainakin yksi lähde oppimateriaaleille. Videoiden suunnittelu on käynnissä ja videoiden editointi on opettelussa. Kurssin haasteena on laivanrakennuksen kansainvälisten sääntöjen saatavuus etäyhteyden päässä oleville oppilaille.

Tähän kurssiin liittyy läheisesti Harjoitustyö-kurssi (2 op), jossa perehdytään erityisesti meritekniikassa käytettävien kansainvälisten sääntöjen soveltamiseen.

Laivan rakenteiden mallinnus (4 op)

Yhdeksi tavoitteeksi PoraKONE-hankkeessa asetettiin tutustuttaa opiskelija toimimaan nykyaikaisessa digitaalisessa suunnitteluympäristössä, jossa työn tulokset taltioidaan ja niiden eri versioita käsitellään dokumenttienhallintajärjestelmässä. Opintojakso toteutetaan Siemens NX Ship Tools -työkalujen avulla. Ne sisältävät laivojen rakenteiden suunnitteluun tarkoitettut mallinnusominaisuudet. NX Ship Tools -työkalujen avulla mallinnettaessa suunnittelun tulokset tallentuvat Siemens Teamcenter -järjestelmään.

Opintojakson tavoitteena on edellä mainitun lisäksi tutustuttaa opiskelija pienehkön rahtilaivan teräsrakenteiden mallintamiseen ja rakenneosien keskinäiseen hierarkiaan.

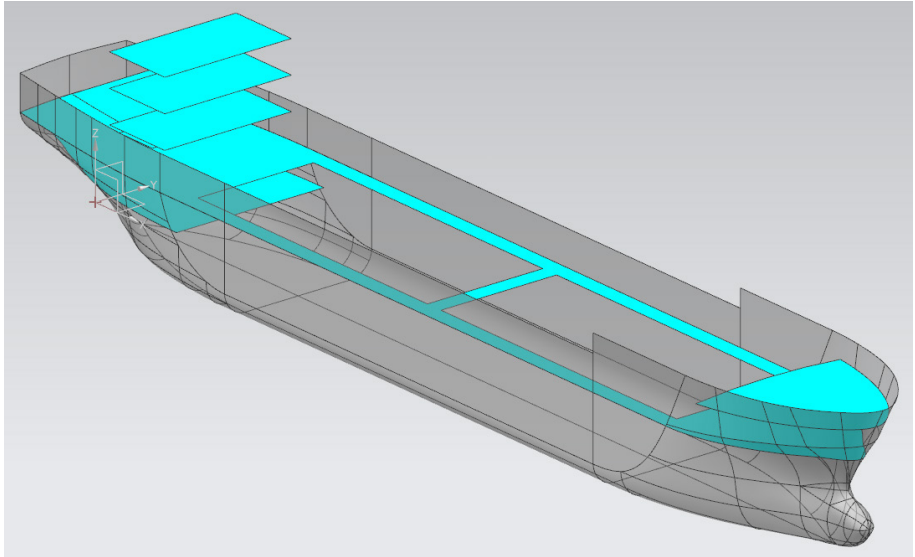
Opintojakson tehtävissä mallinnetaan annettuun laivanrunkoon:

- kannet
- poikittaiset ja pitkittävät laipiot
- pitkittävät ja poikittaiset jäykisteet
- polviot.

Opintojakson toteutus perustuu opiskelijan itsenäiseen työskentelyyn, jota tukee laadittu harjoitustilanne ja siihen liittyvä ohje. Siinä kuvataan, miten ko. rakenneosia mallinnetaan. Lisäksi verkko-opetuksessa hyödynnetään Turun ammattikorkeakoulussa käytössä olevaa Optima-verkko-oppimisympäristöä.

Opintojakso aloitetaan mallintamalla 3D-malli esimerkkilaivan rungosta. Se voidaan tehdä Siemens NX -ympäristössä tai jollakin siihen tarkoitettulla erikoissoveltuksella. Hankkeessa esimerkkilaivan runkogeometria mallinnettiin NAPA-järjestelmällä. Tarvittaessa valmis runkogeometria siirretään Siemens NX -ympäristöön, jossa varsinainen mallinnustyö tehdään. Ennen mallinnuksen aloittamista on NX-ympäristössä tehtävä laivakohtaiset määritykset, esimerkiksi on määritettävä kansi- ja kaarijaot. Tämän jälkeen aloitetaan rakenneosien mallintaminen laivan runkoon. Kuvassa 7 voidaan nähdä pienehkön rahtilaivan runkoon sijoitetut ylemmät kannet.

Raportin kirjoitushetkellä on työn alla vielä harjoitustilanteen tekeminen. Sen perusteella toteutuvat itsenäisen työskentelyn ohje ja Optima-verkko-opetusympäristö.



KUVA 7.
Ylempien kansien sijoitus rahtilaivassa.

Laivan ympäristövaikutusten hallinta (4 op)

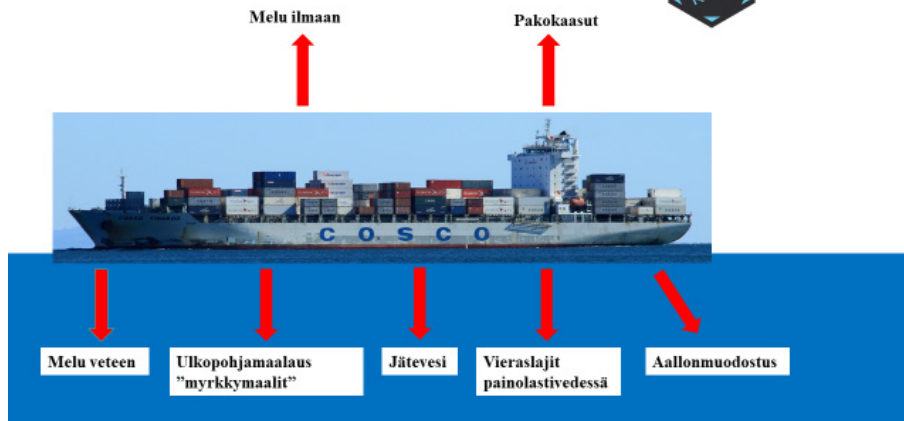
Ympäristönsuojelun merkitys on tärkeää kaikessa toiminnassa, myös merenkulussa. Laivoilla kuljetetaan pääosa kansainvälisen kaupan raaka-aineista, energiasta ja valmiista tuotteista. Tuotteiden kokonaishiilijalanjälki pitää sisällään myös kuljetuspäästöt ja tästä seuraa paine muuttaa totuttuja logistiikan toimintatapoja. Laivaliikenteen päästöttömyys tulee toteutumaan teknologian kehittymisen myötä ja esimerkiksi perinteisiin purjelaivakuljetuksiin ei ole enää paluuta.

Merellä liikkuvan laivan pääasiallinen ympäristökuormitus on esitetty alla olevassa kuvassa, jossa ylöspäin suuntautuvat nuolet kuvaavat ilmakehän kuormitusta ja alaspäin suuntautuvat nuolet vesistön kuormitusta. Näiden lisäksi laiva luovuttaa satamassa maihin käsiteltäväksi kiinteää ja nestemäistä jätettä.

Laivan keskeisin ympäristökuormitus



TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES



KUVA 8.

Merellä liikkuvan laivan pääasiallinen ympäristökuormitus.

Laivan ympäristövaikutusten hallinta -opintojakson toteutus

Kurssille osallistuvien opiskelijoiden tavoitteena on oppia tuntemaan perusteet seuraavista aihekokonaisuuksista:

- laivojen päästöjä koskeva sääntely
- laivan aiheuttaman ympäristökuormituksen lähteet ja tärkeimmät päästöyhdisteet
- päästöyhdisteiden vaikutukset ympäristöön
- laivojen aiheuttaman ympäristökuormituksen määrä ja laivapäästöjen suhde muuhun kuormitukseen
- yleisimmät päästöjenhallintamenetelmät ja teknologiat
- päästöjen ja niiden hallinnan aiheuttamat kustannukset
- päästöttömään laivaliikenteen mahdollisuudet ja haasteet.

Opintojakson toteutustapa on monimuoto-opetus, jolloin suurin osa opiskelusta tapahtuu verkossa. Oppimisympäristönä käytetään Optima-ohjelmaa. Keskeinen osa opiskelua on etätehtävien tekeminen. Tehtävälustana käytetään projektilaivaa, jo-

hon valitaan ympäristöteknologisia laitteita ja arvioidaan niillä saavutettavia hyötyjä. Etätehtävistä muodostuu kurssin loppuraportti, joka arvioidaan. Lähipäivien aikana tehdään vierailu laivaan tai vaihtoehtoisesti esitetään videoitua aineistoa laivaan asennetusta ympäristöteknologiasta.

Suomessa toimii useita laivateknologiaa valmistavia yrityksiä, joiden toiminnassa ympäristökuormituksen hallinta on keskeinen toimintaa ohjaava vaatimus (esim. Meyer Turku Oy, Wärtsilä Oy, Evac Oy). Nämä teknologiayritykset tarvitsevat jatkuvasti osaavaa työvoimaa, joilla tulisi olla laitespesifistä asiantuntemusta, ymmärrys kansainvälisestä laivaregulaatiosta (saastumisessa MARPOL-säädökset) sekä käsitys laivaympäristöstä. Näihin sisältöihin Turun ammattikorkeakoulun tuottama moduuli pyrkii vastaamaan.

Syksyllä 2019 tätä opintojaksoa pilotoitiin ja saavutettuja tuloksia arvioitiin yhdessä Laivakoneistoklubin edustajien kanssa. Tehtyjen johtopäätösten perusteella opintojaksoa jatkokehitetään.

Laivan LVI (2 op)

Opintojakson tavoitteena on tarjota ei-laivanrakennustaustaisille insinööreille ja insinööriopiskelijoille katsaus joihinkin laivan LVI-järjestelmiin eli eräänlainen peruskurssi aiheeseen. Toisaalta tarkoitus on myös tarjota Turun AMK:n meritekniikan opiskelijoille ”jatkokurssi” laivan LVI-järjestelmiin.

Laivan LVI-tekniisten järjestelmien laajasta kattavuudesta ja opintojakson rajallisesta laajuudesta johtuen tässä käsitellään ainoastaan kahta aihepiiriä: alipaineviemärijärjestelmän putkistosuunnittelua sekä vesisumusammutusjärjestelmää.

Oppimateriaalina on Evac Oy:n laatima *Evac Piping Guide* sekä vesisumusammutukseen liittyviä artikkeleja ja kirjallisuutta. Opintojakso toteutetaan kokonaisuudessaan verkko-opintoina Optima-oppimisalustalla, jonka kautta opintojakson ohjaus toteutetaan. Se sisältää kolme itsenäisesti suoritettavaa oppimistehtävää, jotka palautetaan tehtäväkohtaisiin palautuskansioihin.

4.4 TP4 – Erikoislujat teräkset ja hitsaus – laajennusmoduuli

Vesa Rahkolin

Oulun ammattikorkeakoulu rakentaa hankkeessa laajennuskoulutuspaketin hitsausosaamisen kehittämiseksi. Laajennusmoduuliin kuuluu kansainvälisen hitsausneuvojan pätevyyteen tähtäävä IWS-tasoinen koulutus, joka toteutetaan hyödyntämällä etäopetusmahdollisuuksia. Lisäksi Oulun ammattikorkeakoulu luo etäopiskeluun soveltuvan erikoislujien ja seostettujen terästen käyttöön koneenrakennuksessa keskittyvän monimuotoisen opintojakson. Siinä hyödynnetään terästen valmistajien viimeisintä materiaali- ja käytettävyystietoa.

4.4.1 Hitsauksen erikoistava koulutus

Laatu on yksi tärkeimmistä kilpailutekijöistä hitsaavassa tuotannossa. Hitsauksen laatuvaatimukset ovat nousseet merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Vaatimustason nosto koskettaa ensikädessä hitsaavaa teollisuutta niin konepajoilla kuin suunnittelussakin. Myös hitsauskoulutusta antavissa oppilaitoksissa tulee vastata tähän haasteeseen.

Tämän työpaketin tavoitteena on vastata tähän tarpeeseen insinöörikoulutuksen näkökulmasta. Kansainväliset pätevyyskoulutukset (IWS, IWT, IWE) tai niiden sisältörakenteeseen pohjautuvat kurssit ovat varteenotettavia tapoja toteuttaa laadukas hitsausopetus ammattikorkeakouluissa.

IWS-pätevöntikoulutus

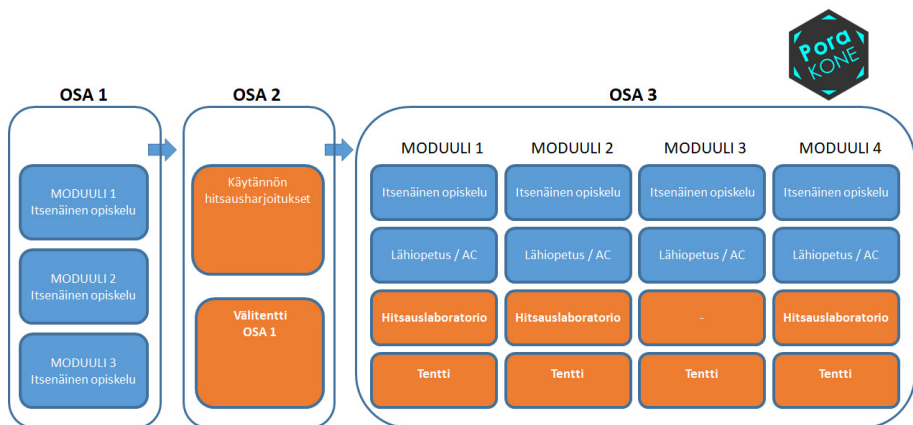
Työpaketissa kehitetään hitsausopetusta ja rakennetaan IWS-koulutusympäristö Oulun ammattikorkeakoululle. Laajennusmoduulin toteutustapa on monimuoto-opetus, jolloin suurin osa teoriaopetuksesta tapahtuu verkko-opintoina. Oppimisympäristönä käytetään Moodle-ohjelmaa.

Kaikkien insinööritasoisten päteväntikoulutusten (IWS, IWT, IWE) sisältörakenne on samankaltainen, ainoastaan sisällön laajuus poikkeaa toisistaan. Opetuksen sisältö ja tavoitteet on jaettu neljään moduuliin:

- Moduuli 1. Hitsausprosessit ja -laitteet
- Moduuli 2. Materiaalit ja niiden käyttäytyminen hitsauksessa
- Moduuli 3. Hitsatun rakenteen suunnittelu
- Moduuli 4. Tuotanto ja laatu.

Jokainen moduuli koostuu teoriaopetuksesta ja siihen liittyvistä käytännön laboratorioharjoituksista. Näiden moduulien lisäksi IWS-, IWT- ja IWE-koulutukseen sisältyy käytännön hitsausharjoitukset. Jokainen moduuli arvioidaan kirjallisella tentillä.

Hankkeen opintojakson toteutustapa on monimuoto-opetus, ja opintojakso rakentuu kolmesta osasta (Osa 1, 2 ja 3) alla olevan kuvan mukaisesti.



KUVA 9.
International Welding Specialist -koulutuksen rakenne.

Ensimmäisessä osassa opiskelija opiskelee itsenäisesti Moodle-oppimisympäristössä. Osiossa käsitellään perusteet edellä mainituista moduuleista 1, 2 ja 3. Itsenäinen opiskelu arvioidaan kirjallisella kokeella. Koulutusosan 1 hyväksytyt suorittaminen on edellytys, jotta opiskelija voi jatkaa etenemistään osaan 3.

Toinen osa sisältää käytännön hitsausharjoituksia ja demonstraatioita. Tässä osassa opiskelija hitsaa opettajan ohjaamana eri kaarihitsausprosesseilla. Tämän osion tavoitteena on, että opiskelija tutustuu käytännössä hitsausprosesseihin sekä osaa tunnistaa ja ratkaista hitsaukseen liittyvät tyypillisimmät ongelmatilanteet. Tämä osio voidaan vapaasti sijoittaa opintojakson aikajänteelle. Pilottikoulutuksessa käytännön jakson lähipäivät ovat perjantaisin, jotta opintojen ja työn yhteensovittaminen helpottuu.

Kolmas osa sisältää sekä itsenäistä opiskelua (Moodle) että lähiovetusta (luokka, laboratorio ja webinaarit). Osiossa käsitellään syvemmin moduulien 1, 2, 3 ja 4 aiheet. Jokaisen moduulin osaaminen arvioidaan erillisellä tentillä.

Pilottikoulutus

Opintojakso pilotoitiin syksyn 2019 aikana ja se toteutetaan monimuoto-opetuksena. Opintojakson aikana tehdään ensikertaisauditointi IWS-pätevointikoulutuksen aikaansaamiseksi.

4.4.2 Erikoislujien ja seostettujen terästen koulutus

Lujien terästen kehitystä on vauhdittanut vaatimus saavuttaa yhä kevyempiä ja lujempia rakenteita. Lujien terästen käytössä sekä suunnittelussa pätevät samat perusasiat kuin rakenneteräksellä. Teräksen lujuuden kasvaessa tietyt erityisasiat tulevat kuitenkin kriittisemmiksi. Laajennusmoduulin tarkoituksena on tuoda esille asioita, joita tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa ja käytettäessä lujia teräslaatuja.

Erikoislujilla teräksillä tarkoitetaan teräksiä, joiden myötölujuus on vähintään 460 Mpa. Seostetuilla teräksillä tarkoitetaan ruostumattomia teräksiä.

Opintojakson toteutus

Hankkeen aikana on keskusteltu lujien terästen ja ruostumattomien terästen valmistajien kanssa. Heiltä on saatu tietoa ja kirjallisuutta ko. terästen käytöstä suunnittelussa sekä konepajavalmistuksessa. Näitä tietoja on tarkoitus käyttää opintojakson opetusmateriaalina.

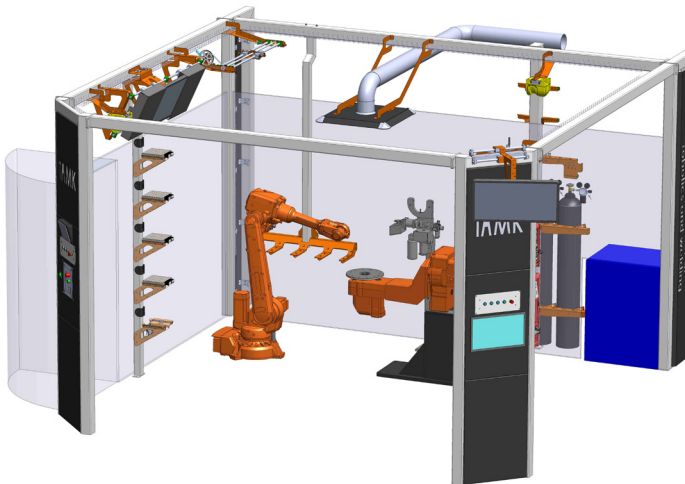
Opintojakson toteutustapa on monimuotoista, ja se perustuu suurelta osin opiskelijan itsenäiseen työskentelyyn. Itsenäisen opiskelun runko muodostuu projektityöstä, joka voi olla joko kehitystehtävä opiskelijan omalta työpaikalta tai kurssin alussa valitusta aiheesta. Moodle-oppimisympäristöä hyödynnetään verkko-opiskelun toteutuksessa.

Opintojakson tavoitteena on, että

- opiskelija tuntee erikoislujiin teräsiin liittyvät ominaispiirteet ja
- opiskelija osaa ottaa ne huomioon suunnittelussa ja konepajavalmistuksessa.

4.5 TP5 – Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa

Sami Hämäläinen, Petri Pohjola



Digitaalinen rakennemuutos on toteutunut ja samalla perinteisten toimialojen murros digitaaliseen palvelutuotantoon on synnyttänyt uusia osaamistarpeita esimerkiksi teollisuuden logistiikkaprosesseihin, tuotesuunnitteluun, laadunhallintaan sekä yleisemminkin kansallista teknis-taloudellista osaamistarvetta.

Teollisuustalouden laajennusmoduulilla *Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa* pyritään vastaamaan mm. kuljetusten ja kuljetusvälineiden kehitykseen sekä alihankintaketjujen kehittämiseen mukaan lukien konetekniikan logistiikkatoimintojen uudistaminen ja toimitusprosessien virtaviivaistaminen, jossa huomioidaan yritysten tietojärjestelmäkehitys ja niiden mahdollistama toiminnan tuottavuuden lisääminen.

Laajennusmoduuli koostuu neljästä teoriapainotteisesta verkko-opintokokonaisuudesta sekä digitaalista valmiutta kehittävästä digitaalisuusharjoitteista. Tavoitteena on johdattaa opiskelijat jokaiseen aihepiiriin ja tarjota myös käytännönläheinen harjoituskokonaisuus, jolloin opiskelija saa kokemuksia kolmesta erilaisesta digitalisaation mahdollisuudesta.

Johdatus tilaus-toimitusketjun hallintaan (3 op)

Tilaus-toimitusketjun hallinnan pääperiaatteet ja keskeiset tavoitteet. Suunnittelun ja teknologiavalintojen merkitys teollisten logistiikkaketjujen muodostukseen. Logistiset strategiset yhteenliittymät ja toimintamallit.

Tekninen myynti- ja ostotoiminta (3 op)

Hinnoittelu- ja markkinointistrategiat sekä ostosopimukset ja hankintatyöhön liittyvän aikaisen vaiheen yhteistyön merkitys. Asiakkaan prosessien, standardien ja liiketoiminnan ymmärrys ja arvontuotto, esim. toimittajan hallinta (supplier management) sekä sisältäen aiheita mm. teollisuuden alustataloudesta ja niiden hyödyntämisestä.

Teollisuuden tietojärjestelmät ja tietojohdaminen (3 op)

Teolliset tietojärjestelmät kuten ERP, PDM, PLM. Yrityksen oman MyData-tiedon hyödyntäminen. Tietojärjestelmien ja datan hyödyntämiseen liittyvä analytiikka ja tiedolla johtaminen yhdistettynä liiketoimintajohtamiseen ja perinteiseen operatiiviseen laskentatoimeen sisältäen mm. yrityksen IT-järjestelmän rakenteen, liiketoimintatiedon hallinnan ja Big Datan.

Teollinen laadunhallinta ja toiminnan kehittäminen (3 op)

Teollisuudessa yleisesti käytetyt laatufilosofiat ja toiminnan kehittäminen mukailen teemoja kuten 6 Sigma, MAIC, SMART, LEAN. Perehdytään keskeisiin laatu-järjestelmäsältöihin kuten ISO 9000 ja ISO 14000.

Digitaalisuusharjoitukset ryhmille (3 op)

Koostuu kolmesta erilaisesta digitaalista valmiutta kehittävstä käytännön harjoit-teesta.

Ensimmäisenä harjoituksena on etähallinta Raspberry Pi:llä, toisena Arduino-oh-jelmointiympäristön käyttö prosessiohjauksessa, jossa hyödynnetään Python-ohjel-mointitukea.

Viimeinen harjoitus sisältää MyData-demonstraation IoT-alustalla (IoT-Ticket ja ThingSpeak).

4.6 TP6 – Cleantech

Kaj Lindedahl, Esa Toukoniitty



Tehdyissä selvityksissä nousi esiin monia trendejä ja teknologioita, joita on kuvattu tarkemmin raportin alkuosassa. Läheskään kaikki cleantech-sektoriin ja -termiin liitetty osaaminen ja teknologiat eivät ole relevantteja työpaketin kohdealoille ja yrityksille eli kone-, konepaja- ja energiatekniikkaan. Tekeillä olevassa koulutuspaketissa koostetaan energia- ja ympäristötekniikan täydennys- ja muuntokoulutusta vastaamaan kohdealojen insinöörin cleantech-osaamistarpeita. Koulutusten laajuus on 15 opintopistettä, mikä vastaan noin 2–3 kuukauden opiskelua. Johtuen fokuksesta sekä työpaketin rajatusta laajuudesta, joudumme keskittymään muutamiin cleantechin ydinalueisiin. Huolellisen arvioinnin perusteella olemme päätyneet siihen, että koulutuspaketti rakennetaan kolmen pääteeman ympärille. Näitä teemoja ovat hajautettu energian tuotanto ja teknologiat, vesihuolto sekä lainsäädännön ja tulevaisuuden haasteiden tuomat uudet cleantech-ratkaisut.

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat (5 op)

Hajautettu energiantuotanto tarkoittaa tuotantomallia, jossa suhteellisen pienikokoiset sähkön-, lämmön- ja kylmäntuotannon laitokset ovat hajautuneena ympäri siirtoverkkoa. Hajautettuun energiantuotantoon liittyy läheisesti uusiutuva energia ja erilaiset biopolttoaineet sekä tulevaisuudessa hiilivapaa energiantuotanto. Rakentamisen ratkaisut, kuten nolla- tai plusenergiatalot, hyödyntävät laajasti hajautetun energian eri tekniikoita.

Hajautettu energiantuotanto kattaa mm. aurinkosähkön, aurinkolämmön, tuuli-voiman, pienvesivoiman, lämpöpumput, hajautetut lämpölaitokset ja pien-CHP-laitokset eli sähkön ja lämmön yhteistuotannon (Syke 2015). Hajautettuun energiaan liittyy älykkäät sähköverkot ja mm. pientuottajien mahdollisuus syöttää ylijäämä-sähköä verkkoon. Toisaalta erilaisen energian varastointiratkaisut ovat osana hajautetun energiaan teknologioita (mm. akkuteknologia sekä kemialliset ja mekaaniset energian varastointiratkaisut). Energian varastointia tarvitaan tasaamaan energian kulutus- ja tuotantohuippujen eroja (esim. aurinkoenergian tuotanto päivällä vs. yöllä tai tuulien energian saatavuus vähätuulisina aikoina).

Hajautetun energian tuotannon ja käytön ratkaisuja on käsitelty laajemmin VTT:n *Energy visions 2030 for Finland* -yhteenvedossa. Hajautetun energian integrointi osaksi energiajärjestelmää kattaa mm. uusiutuvien energioiden tuotantomenetelmiä (aurinko- vesi- ja tuuli-voiman), seospoltoa voimalaitoksissa, CHP-laitoksia, energi-

an varastointia sekä mm. polttokennojen käyttöä sähkön tuotantoon. Biopolttoaineet kuten vety, etanoli, metanoli, bio-öljy, biokaasu (metaani), polttokaasu ja pelletti ovat myös osa hajautettua energian tuotantoa ja kulutusta erityisesti liikenteen ratkaisuihin.

Ymmärrys hajautetun energian teknologioiden erityispiirteistä on tärkeää kone- ja konepajateollisuuden insinööreille, koska näiden tekniikoiden käyttö on yleistymässä monissa liikkumisen, asumisen ja teollisuuden tuotannon ratkaisuihin, joihin kone- ja konepajateollisuus valmistaa tuotteita.

Vesihuolto (5 op)

Seuraavaksi on kuvattu, mitä kone- ja ajoneuvotekniikan insinööriksi opiskelevien olisi hyvä ymmärtää ja osata vesihuoltotekniikasta. Kappaleiden lopussa on mainittu kyseiseen aihepiiriin liittyviä keskeisiä toimijoita.

Vesihuolto on yksi oleellinen osa ympäristöteknologia- ja cleantech-osaamista. Näiden kahden kuvauksessa erehdytään joskus ajattelemaan, että ne ovat yhtä ja samaa. Tämä ei pidä paikkaansa, sillä cleantech-käsite on paljon laajempi kuin pelkästään vesihuoltotekniikka ja läheskään kaikki vesihuoltoon sisältyvä teknillinen osaaminen ei ole cleantechiä. Yritykset ja yhdistykset: Finnish Water Forum, AQVA Finland.

Vesihuollossa ja cleantech-osaamisessa pitäisi suunnata nimenomaan vesilaitosten prosessi- ja laitesuunnitteluun, huoltoon ja ylläpitoon. Tämän lisäksi on syytä ymmärtää vesihuoltoon kuuluvia haja-asutusalueiden ratkaisuja sekä erityisesti teollisuutta palvelevia erityisratkaisuja. Yritykset ja toimittajat; Pöyry, FCG, Ramboll, Sweco, HSY, Suomen vesilaitosyhdistys.

Vesihuollossa ja prosessiratkaisuihin puhutaan useimmiten eri puhdistus- ja käsitteilyteknologioista, joita ovat mekaaniset, kemialliset sekä biologiset prosessit. Kaikki tämä on tärkeä osa vesihuollon ja cleantechin osaamiskokonaisuutta. Erityisesti mekaaniseen puhdistukseen kuuluvat erilaiset suodatus tekniikat: nano-, mikro-, ja ultrasuodatus, lisäksi perinteiset hiekkasuodatustekniikat ja -teknologia ovat keskeisiä cleantech-osaamisessa. Yritykset ja toimittajat; Outotec, Metso, Fortum.

Teollisuuslaitoksilla tulee yhä enemmän esille erilaisia teknologisia ratkaisuja, jotka ovat joko makeaa vettä tai energiaa säästäviä, myös näissä tapauksissa näiden toimintot ja prosessit tulisi olla insinööreille tuttuja ja tunnistettavissa. Yritykset ja toimittajat; Elomatic, World Footprint Network, Lamor.

Jokaisen kone- ja ajoneuvotekniikan insinöörin peruslähtökohta tulisi olla, että hänellä on hyvä käsitys veden ominaisuuksista, ja kaiken kaikkiaan siitä, miten yhteiskunta toimii eri vettä vaativissa prosesseissa ja toiminnoissa.

Monessa cleantech-ratkaisussa vesi on myös keskeinen media, esimerkiksi erilaisissa kaasujen pesureissa, huuhtelu- ja pesulaitteissa elintarviketeollisuudessa, ja metalliteollisuudessa jäähdytysmedianana eri käsittelyvaiheiden välissä ja jälkeen. Yritykset, ratkaisut, ja toimittajat; Wärtsilä, Fiskars, Scanfil, Etteplan, Sitra.

Tärkeää on oivaltaa, että prosesseissa likaantunutta vettä ei enää ole eettisesti eikä lakisääteisesti hyväksyttävää päästää luontoon puhdistamatta. EU:n ja Suomen lait ja säädökset ovat viimeisten 10–20 vuoden aikana muuttuneet oleellisesti ja niihin on tullut huomattavasti enemmän ja tarkemmin määrittelyä sisältöä. Tämä on myös johtanut uusiin innovaatioihin ja prosessiratkaisuihin.

Lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut (5 op)

Lainsäädäntö on aina ollut keskiössä, kun halutaan edistää ympäristöteknologioita. EU:lla on ollut merkittävä rooli uusien cleantech-ratkaisujen kaupalliseen hyödyntämiseen eikä vähiten uusiutuvan lainsäädännön kautta. Viime vuosina ympäristölle haitallisia päästöjä on rajoitettu tiukentuneen lainsäädännön myötä (esim. laivojen rikkipäästöjen tai fossiilisten polttoaineiden kulutuksen, kivihiilen käytön ja CO₂-päästöjen vähentämisessä). Viime vuosien dieselautojen päästöhuijaukset sekä Euroopan kaupungeissa suunnitellut käyttörajoitukset dieselautoille ovat osaltaan vauhdittaneet siirtymistä kohti polttomootoreja korvaavia vaihtoehtoja kuten sähköautot tai vetypolttokennot, joihin mm. Hyundai investoi 6,7 mrd. (TT, 2019).

EU-säädöksillä on ollut merkittävä rooli uusiutuvien energioiden esiinmarssissa sekä mm. energia- ja materiaalitehokkuuden paranemisessa. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä tullaan jatkuvasti vähentämään ja korvaamaan hiilettömällä sekä uusiutuvalla energialla. Jätteiden kierrätys ja sivuvirtojen hyödyntäminen sekä kiertotalous-

ajattelu tulevat lisääntymään. Rakennusten ja liikkumisen energiatehokkuutta tullaan parantamaan. Tuotanto- ja valmistusprosessit hyödyntävät kierrätysmateriaalia sekä uusia tuotteita kehitetään mm. sivuvirtojen pohjalta.

4.7 TP7 - Tekniikan alan oppimisen yritys yhteistyö, laatu ja menetelmät

Pekka Hautala, Jari Lahtinen, Vesa Rahkolin, Pekka Stenfors

4.7.1 Virtuaalinen teollisuusyhteistyö

Toimenpidekokonaisuus 7.1:n osalta tarvittavaa laitteistoa suunniteltiin yhdessä Turun AMK:n tietoliikenne ja tietoturva -tutkimusryhmän Juhani Hallion ja Tibor Laknerin kanssa. Samalla yhteistyöllä toteutettiin myös testaaminen Turun jokirannassa vanhalla matkustaja-alus S/S Borella, joka toimii nykyään museo-, hotelli- ja ravintola-aluksena.

Mitatut tiedonsiirtonopeudet konehuoneesta vaihtelivat 5–30Mbits/s välillä ja mahdollistavat kuvan ja äänen siirtämisen. Kuvaa tarkkailtiin myös ulkokannella tietokoneen näytöltä. Kuva pääosin näkyi laadullisesti riittävänä.

Kuuluvuutta ei voitu toteuttaa tässä testissä kaikissa konetiloissa, vaan lisää Mesh-toistimia tarvittaisiin jopa Boren konehuoneessa.

Testauksessa käytetyn aluksen rakenne on meriliikennekelpoinen vielä nykyäänkin, mutta edustaa vanhaa rakennustekniikkaa. Havaitut osastoivien metalliovien ja rakenteiden rf-tiiviydet voivat uudemmissa aluksissa haitata radioliikenteen sujuvuutta. Nyt esitelty ratkaisu ei myöskään välttämättä toimi ilman mukana olevaa teknistä henkilöstöä sen asentamiseen ja toiminnan varmistamiseen.

Lisäkehitykseen tarvittaneen useampia Mesh-toistimia. On myös mietittävä soveltuvampi, paikalliseen palvelimeen asennettava videoneuvotteluohjelmisto, jolla sekä videokuvan siirto että kaksisuuntainen kommunikointi onnistuisivat samalla kertaa. Laitteiston saaminen asennetuksi ja testatuksi muissa olosuhteissa vaatii laitehankintoja sekä kehitystyötä.

Järjestelmän saaminen kouluttajan yksin siirtämäksi ja käyttöön otettavaksi vaatii suurempia panostuksia, kuten myös sen liittäminen yleisten viestintäverkkojen kautta etäkoulutettaville aluksen ulkopuolelle.

Kehityshaasteita aiheuttavat myös erilaiset ympäristöt ja niiden yksilökohtaiset asennustarpeet. Esimerkiksi koneilojen painevesitiiviit osastoivat metalliset ovet pitää joka kerta pystyä läpäisemään radioaalloilla joko tiivisteiden, kaapeliläpivientien jne. kautta käyttäen, jopa muita langattomia tekniikoita kuin wifiä, esim. 60 GHz-linkkiä tms.

Järjestelmän jatkokehittäminen tarkoittaisi testaamista nykyaikaisella ja tuotantokäytössä olevalla aluksella nykyisellä laitteistolla, jota olisi laajennettu 3–6 toistimella.

4.7.2 Yritysklusterin aikaansaaminen

Toimenpidekokonaisuuden 7.2 tavoitteena on edesauttaa Oulun seudun kone- ja metallialan yritysten pääsemistä osaksi Varsinais-Suomen meri- ja autoteollisuuden kasvua sekä vahvistaa yritysten välistä yhteistyötä.

Ensimmäisenä vaiheena kartoitettiin tiedot alueen kone- ja metallialan yrityksistä, jotka soveltuvat tukitoimien kohteeksi. Tämän jälkeen yritysten johdon kanssa keskusteltiin yritysten näkymistä ja hankkeen tavoitteista.

Osa yrityksistä on toimittanut tuotteita meriteollisuuden alihankintaverkostolle. Kaikilla yrityksillä on kuitenkin kiinnostusta selvittää mahdollisuuksia uusille avuksille meriteollisuussektorilla. Yritysryhmän tapaamisissa on keskusteltu mm. vaatimuksista, joita edellytetään alihankintayrityksiltä. Tärkeimpinä ovat kaikille tutut laatu, toimitusaika ja hinta.

Yritysten toiveena oli verkostoitua ja vieraila Turun ja Rauman telakoilla sekä muutamissa mielenkiintoisissa yrityksissä alihankintaverkostossa. Yritysvierailut toteutettiin keväällä 2019 ja niistä yritykset saivat ajantasaista tietoa telakoiden tilanteesta, vaatimuksista sekä hankintaorganisaation kontaktihenkilöistä. Tämä vierailu edesauttaa pilottiryhmän yrityksiä verkostoitumaan oikeiden henkilöiden kanssa ja sitä kautta mahdollistaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

4.7.3 Yrityksissä oppimisen viitekehys

Alustavan selvityksen perusteella Toimenpidekokonaisuus 7.3:n teema, yrityksissä oppimisen viitekehys, voidaan jakaa kahteen pääongelmaan: osaamisen erityistarpeen kouluttaminen ja henkilöstön osaamisen lisääminen/muuntaminen työn ohessa.

Osaamisen erityistarpeen kouluttaminen on tietyn keihäänkärkiosaamisen tuottamista hyvinkin rajatulle opiskelijamäärälle. Koulutuksen malli voisi olla mentori-malli, jossa osaamista siirretään mestarilta oppilaalle. Tässä mallissa oppiminen tapahtuisi pitkälti työn teon oppinollistamisena. Opettajan rooli tässä koulutuksessa on pitkälti työnjohdollinen ja oppimisen laatuun keskittyvä. Oppimisen tuloksia osaamisen erityistarpeen kouluttamisessa voidaan mitata näyttöjen avulla.

Henkilöstön osaamisen muuntamisessa painopiste on yrityksen oman henkilöstön tai muiden henkilöiden aiemman osaamisen täydentämisessä tai muuntamisessa työelämän tarpeita vastaavaksi. Tässä mallissa haasteeksi muodostuu koulutettavien henkilöiden oppimistaidot, koska aiempi koulutus on toiselta asteelta tai opiskelusta on kulunut jo pitkä aika. Tässä mallissa selvitetään erityisesti opiskelutaitojen tukemismenetelmiä.

Toimenpidekokonaisuuden ja yrityksissä oppimisen viitekehysten piiriin saatiin kaksi pilotointikohdetta: yksi pk-yritys ja yksi suuri yritys. Pk-yritys edustaa tietyn sektorin alihankintatoimintaa, jossa työvoiman osaamistarpeet ovat erittäin kohdennettuja. Tässä pilotissa tavoitteena on kehittää toimintamalli kapean sektorin osaamisen kouluttamiseen yrityksen erityistarpeen tyydyttämiseksi.

Suuressa yrityksessä on kyse oman henkilöstön urakehityksen mukaisesta HR:n organisoimasta tutkintotavoitteisesta koulutuksesta. Tässä koulutuksessa haasteita aiheuttavat osallistujien vuorotyö ja heidän suhteellisen suuri määränsä – tuotanto ei saa häiriintyä koulutuksen takia.

4.7.4 Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe

Toimenpidekokonaisuudessa 7.4 tavoitteena on kehittää koulutusorganisaatioiden ja yritysten yhteistyössä suomalaisille konealan insinööreille yleinen auditointimalli, joka testataan ja pilotoidaan. Tuloksia voidaan käyttää suoraan käytännön auditoinneissa, ja niitä voidaan laajentaa myös muille insinöörialoille.

Hankkeessa on juuri valmistunut raportti, jossa selvitettiin insinöörien osaamista opetussuunnitelmien ja -määrien avulla. Lisäksi vertailtiin eri maiden tapoja pyrkiä varmistamaan insinöörien riittävä osaaminen haastavien suunnitteluprojektien yhteydessä. Tuloksista ja näihin pohjautuvista suosituksista raportoidaan hankkeen loppujulkaisussa.

4.8 TP8 – Digitaalisen rakennemuutoksen työkalut

Petri Pohjola, Pekka Stenfors

4.8.1 Talouden ja toiminnan kehittäminen digitaalisin keinoin

Kaupallisen alustatarjonnan hyödyntäminen uusien teknologioiden sekä virtuaalisovellusten ja -palveluiden jakelussa, markkinoinnissa ja myynnissä on vielä varhaisessa kehitysvaiheessa ja erityisesti näin on pk-sektorilla. Yrityksissä IoT-tekniikoita otetaan käyttöön, mutta datan hyödyntämisessä on vielä paljon liike- ja toiminnankehitysmahdollisuuksia. TAMK kehittää tässä hankkeessa matalan kynnyksen kyvykkyyttä soveltaa uusia teknologioita sekä auttaa uusien liiketoiminta-avausten luomisessa kaupallisia digitaalisia alustoja paremmin hyödyntämällä. Tähän TAMK on tuottanut laajennusmoduuleihin liitetyt erilliset digitalisuusharjoitteet, jotka toimivat osallistujille matalan kynnyksen väylänä eri alustapalveluiden ja laitteiden tarjontaan.

4.8.2 Teollisuuden digitaalisten toimintatapojen käyttö e-opetuksessa

Turun AMK:ssa ja Metropoliasissa testataan opetuskäytössä Siemensin NX- ja Teamcenter-suunnittelutyökalut opintojaksoissa Laivanrakenteiden mallinnus (4 op) ja Tuotetiedon hallinta (5 op). Niillä on tarkoitus mahdollistaa opiskelijoiden suunnittelutehtävät heidän omalta koneeltaan käsin ja näin ollen paikasta riippumatta. Toistaiseksi tässä on kuitenkin törmätty useisiin haasteisiin ja vaikka järjestelmä onkin Turussa jo käytössä, ongelmia esim. toimivuuden ja tietoturva-asioiden suhteen riittää vielä.

Myös käytettävissä verkko-opetuksen menetelmissä päädyttiin kokeilemaan hieman erilaisia ratkaisuja (monivalintatehtävät, oppimispäiväkirja, esseetehtävät, Skype- ja Teams-kokoukset) ja vertailemaan sitten saatujen kokemusten hyviä ja huonoja puolia. Oppimateriaaleissa on myös kokeiltu sekä tekstejä että videoita.

4.8.3 Osaamispotentiaalimalli

Yrityksillä ja yksityishenkilöillä on paljon kaupallisesti hyödyntämätöntä osaamis- potentiaalia. TAMK kehittää hankkeessa mallia, jossa yritysten uusien tuoteominaisuuksien tai toiminnankehityksen ideointiin saadaan valjastettua paremmin myös yrityksen omaa osaamista. Mallin rakentamisessa hyödynnettiin TAMKin hackathon-tapahtumaa, jossa ideointiin ja toteutukseen osallistui opiskelijoita, mutta myös korkeakoulun henkilökuntaa, yrityksiä edustajia ja yksittäisiä toimijoita.

Näin hankkeessa kehitetään yritysten ja yksityishenkilöiden kykyä tunnistaa, hyödyntää ja kaupallistaa omaa osaamispotentiaaliaan. Malli on jatkokehitystä Näyttämöt ja kasvunpajat -hankkeen osallistavasta pajamallista (Näyttämöt ja kasvunpajat – 6Aika).

4.9 TP9 - Hallinto ja viestintä

Koska hanke toteutetaan Euroopan sosiaalirahaston (ESR) tuella, on hankkeen hallinto hoidettava rahoitusmuodon edellyttämällä tavalla. Hallinnon ja viestinnän osalta hankkeen aloituspalaverissa on käyty läpi toteuttajien tehtävät hankkeessa sekä vaadittavat hallinnolliset ja raportointiin liittyvät seikat.

Hankkeen toiminnasta raportoidaan puolivuositain ESR-rahoittajalle maksatushakemusten yhteydessä toimitettavien seurantaraporttien muodossa. Lisäksi hankkeen ohjausryhmä kokoontuu noin kaksi kertaa vuodessa ja seuraa hankkeen etenemistä sekä lukumääräisten indikaattoreiden (osallistuneet henkilöt, henkilötyöpäivät sekä yritykset) että toimenpiteiden laadun osalta. Ohjausryhmä on osoittautunut hyvin keskusteleväksi ja tarjonnut uusia näkökulmia sekä neuvoja hankkeen toimijoille.

Hankkeessa on laadittu viestintäsuunnitelma, joka on esitelty hanketoimijoille. Suunnitelman pohjalta on avattu hankkeen verkkosivut, johon kukin osatoteuttaja on toimittanut sisältöä blogien muodossa. Sivuilta löytyy myös perustietoa hankkeesta sekä tapahtumista, joihin on osallistuttu. Sosiaalisen median kanavaksi on valikoitunut LinkedIn, jossa kerrotaan myös tapahtumista ja hankkeen aikaansaannoksista. Lisäksi on laadittu juliste sekä esite käytettäväksi tapahtumissa.

Tapahtumat

Hanke oli esillä Navigate-messuilla Turussa 16.–17.5.2018 sekä 22.–23.1.2020. Myös Naantalin meriverkostot -tapahtumassa oltiin mukana 2.4.2019. Tampereella hanke oli läsnä Alihankintamessuilla 24.–26.9.2019. Pääkaupunkiseudulla osallistuttiin Teknologia 19 -tapahtumaan 5.–7.11.2019.

Koska hanke on osa 6Aika-hankeperhettä, osallistuimme Turun SHIFT-messuille 29.–30.8.2019 osana 6Aika-osastoa. Lisäksi Turun AMK:n projektipäällikkö osallistui Turun seudun 6Aika-tapaamisiin säännöllisesti.

5 Yhteenveto

PoraKONE-hankkeessa kehitetään uudenlainen tapa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin. Hanke aloitettiin selvityksillä, joiden tavoitteena oli osaamisen kohdistaminen todettuun, ajankohtaiseen ja verifioituun tarpeeseen. PoraKone-hanke on kartoittanut kone-, energia-, ja meritekniikan toimittajaverkostojen tarpeita kirjallisuus- ja tutkimusselvityksin sekä asiakas- ja yrityskohtaisesti toteuttanut kyselyjä tilannekuvan aikaansaamiseksi.

Tehtyjen selvityksien ja esiin nostettujen tarveemojen pohjalta on hankkeessa luotu opintomoduuleja laajentamaan insinöörikoulutuksen opintosisältöjä. Lisäksi on kehitetty eri malleja ja toimenpideohjelmia yritysten ja korkeakoulujen välille.

Työpaketissa 1 on selvitetty eri menetelmiä, joiden avulla laajennuskoulutuksien tarjoajat ja koulutettavat sekä työnantajat ja työnhakijat löytävät toisensa. Lisäksi työpaketissa on kehitetty koulutuksen ennakointimalli monimuuttujalähtöisesti sekä yritys- ja vastuuttavan tilastointimallin pohjalta.

Työpaketissa 2 kehitetään digitaalisen tuotetiedon hyödyntämiseen liittyvää opetuksen laajennusmoduulia. Moduuliin sisältyy kolme viiden opintopisteen täysin verkko-opetuksena toteutettavaa opintojaksoa. Opintojaksojen verkkototeutuksien pilotointi käynnistyy vuoden 2020 aikana.

Meritekniikan työpaketissa 3 pilotoidaan kevään 2020 aikana verkkokoulutuksina kehitettyä koulutusmoduulia, joka sisältää viisi eri laajuista kurssia. Pilottitoteutuksia arvioidaan ja kehitetään iteratiivisesti. Tulosten mukaisesti korjattu moduuli tulee tarjolle avoimeen ammattikorkeakouluun. Lisäksi hankkeen tuloksia levitetään laivakoneiston osaamiskeskittymän kautta sekä hankkeen loppuaikana että sen päätyttyä.

Työpaketin 4 Erikoislujat teräkset ja hitsaus - laajennusmoduulin opintojaksot pilotoitiin syksyn 2019 aikana. Opintojaksoja oli kaksi, toinen kymmenen opintopisteen laajuinen IWS-pätevointikoulutus ja toinen viiden opintopisteen erikoislujien terästen koulutus. Molemmat opintojaksot toteutettiin monimuoto-opetuksena.

IWS-pätevointikoulutuksen toinen pilotointikoulutus käynnistyi kevään 2020 aikana. Kevään toteutusta kehitetään ensimmäiseltä pilottikurssilta saatujen palautteiden ja kokemusten perusteella.

Työpaketissa 5 Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa -moduulin opintojaksot sisältävät neljä teoriapainotteista verkko-opintokokonaisuutta sekä digitaalisuusharjoitteista muodostuvan kurssin. Kokonaisuuden verkkototeutuksien pilotointi käynnistyy vuoden 2020 aikana.

Työpaketissa 6 kehitetään energia- ja ympäristötekniikan opetuksen laajennusmoduuleja erityisesti cleantechiin. Moduuliin sisältyy kolme viiden opintopisteen täysin verkko-opetuksena toteutettavaa opintojaksoa. Opintojaksojen verkkototeutuksien pilotointi käynnistyy vuoden 2020 aikana.

Työpaketin 7 toimenpidekokonaisuudet viedään loppuun ja analysoidaan kehittämisen kohteet jatkoa varten.

Raportti *Konetekniikan insinöörien ammattiosaamisen auditoinnin mahdollisuuksista Suomessa* valmistuu. Se sisältää suosituksia toiminnasta osaamisen varmistamiseksi konetekniikan alalla Suomessa.

Yritysklusterin aikaansaamisen tarkoituksena oli edesauttaa PK-yritysten verkostoitumista ja edistää alueen yritysten kehitystä. Pilottiyritysryhmän toiminta on käynnistetty vuoden 2019 aikana.

Yrityksissä oppimisen viitekehyksen rakentamisen tarkoituksena on lisätä osaamista tiedonvaihtoa korkeakoulun ja yritysten välillä sekä kehittää yhteisiä oppimisen käytäntöjä. Luodun toimintatavan pohjalta on toteutettu syksyllä 2019 pilotointi kahden case-yrityksen kanssa.

Työpaketissa 8 jatketaan edelleen vuoropuhelua yritysten kanssa ja pyritään varmistamaan, että hankkeessa kehitetyt koulutusmoduulit tulevat eAMK-hankkeessa kehitetyn CampusOnline.fi-palvelun kautta saataville koko maahan.

Työpaketin 9 osalta hankkeen hallinnointi viedään loppuun suunnitellusti. Hankkeen tuloksista tiedotetaan nettisivujen, sosiaalisen median (LinkedIn) sekä toteuttajien omien kanavien kautta (mm. Talk-verkkolehti). Lisäksi julkaisut, kuten tämä väliraportti ja laadittava loppujulkaisu, tulevat helpottamaan hankkeen tulosten välittämistä. Lisäksi tullaan selvittämään hankkeen tulosten hyödyntämistä sekä jatkokehittämistä.

6 Lähteet

Kirjallisuus

Allt Sanna, Korhonen-Yrjänheikki Kati, Savolainen Jarna (toim.), 2009. Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen profiilikartta. Tekniikan Akateemisten liitto TEK: Helsinki.

CAD/CAM/CAE/PLM/BIM/AM-alan yritykset. 2017. Valokynä. 2/2017, s. 60–88.

Kananen, Jorma. 2011. Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kauppi Timo. 2016. Hitsauksen korkeakouluopetusta. Hitsaustekniikka-lehti, vol. 2016:6. S. 17–20.

Innala, Minna. 2013. CAD/CAM/PLM/BIM-kyselyn 2013 tulokset. Valokynä 2/2013, s. 56–64.

Järvenpää, Eeva ja Lanz, Minna. 2014. LeanMES: Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä – Nykytila, haasteet ja tarpeet. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Luoma Mikko, Viitala Riitta (toim) 2017. Katveesta kilpailukyvyyn ytimeen - Kehittyvä henkilöstöjohtaminen pk-yrityksissä. Books on Demand.

Martio, Asko. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Kurikka: Amartekno Oy. Osaaminen 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia. Opetushallitus, Raportit ja selvitykset 2019: 3.

Oravasaari, Tomi & Paavola, Juho-Matti & Nissilä, Jussi. 2015. Mahdollisuuksien meri – 23 suositusta Suomen meriklusterin osaamisen kehittämiseksi. Kotka. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Puurtinen H.G., and Petri Pohjola 2018. Brokering Talent - Digital Competences 4.0 Leveraging Growth Potential of Finnish and European Machine Industry, University Industry Innovation Network Conference 2018, London, UK, June 2018.

Sitra Studies 102: Benefits of Carbon Neutrality in a Rapidly Changing Business Environment. 2015. Sitra.

Stark, John. 2016. Product lifecycle management Devil is in the details. Geneve: Springer International Publishing AG.

Sääksvuori, Antti ja & Immonen, Anselmi. 2002. Tuotetiedonhallinta PDM. Jyväskylä: Talentum Media Oy.

Terzi, Sergio; Bouras, Abdelaziz; Dutta, Debashi; Garetti, Marco & Kiritsis, Dimitris. 2010. Product lifecycle management - From its history to its new role. International journal of product lifecycle management No. 4. 11.2010. s. 360–381.

Grönlund, Mikko, & Ranti, Tuomas & Karvonen Tapio, 2019. Turun telakan ja sen verkoston aluetaloudelliset vaikutukset. Turun yliopiston Brahea-keskus.

Vehkalahti, Kimmo. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Verkkomateriaali

9 ratkaisua Suomelle. Teknologiateollisuuden Koulutus ja osaaminen -linjaus 2018. Teknologiateollisuus: Helsinki. 2018. https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/teknologiateollisuus_koulutus_ja_osaaminen_linjaus_2018_final.pdf

Manufacturing's next act, Baur Cornelius & Wee Dominik <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act> (accessed May 2019).

Digitaalinen alustatalous, Matti Rossi et al. <https://docplayer.fi/41516885-Digitaalisuus-alustojen-mahdollistajana.html> , accessed May 2019.

www.eatech.fi accessed May 2019.

EU Briefing. "Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth," 2015. [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI\(2015\)568337.pdf](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2015)568337.pdf), accessed May 2019.

<https://ww2.frost.com/research/industry/industrial/automation/>, accessed May 2019.

Hernesniemi, Hannu: Kone- ja metallialan koulutuksen laadullinen ennakointi. Etlatieto Oy, 21.6.2012. http://www.oph.fi/download/141883_Koneteollisuuden_ennakointiraportti_21_6_2012.pdf, Tieto haettu 21.4.2019.

Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>, accessed May 2019.

Kohti maailman parasta korkeakoululaitosta – ammatillinen korkeakoulutus keskeinen osa korkeakoululaitosta. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto ry:n strategia vuosille 2016–2020. Arene 17.3.2016. http://www.arene.fi/wp-content/uploads/PDF/2018/Arenen-strategia-2016_2020_05_2018.pdf Tieto haettu 21.4.2019.

Maailmanpelastusbisnes kannattaa – suomalaisilla cleantech-yrityksillä on mahdollisuuksia rajuun kasvuun (Suomenmaa-lehden artikkeli 4.2.2017 2017) <https://www.suomenmaa.fi/uutiset/maailmanpelastusbisnes-kannattaa-suomalaisilla-cleantechyrityksilla-on-mahdollisuuksia-raluun-kasvuun-6.3.202119.b6ec09c5f9>

Meriteollisuuden tietopaketti. https://meriteollisuus.teknologiateollisuus.fi/sites/meriteollisuus/files/file_attachments/meriteollisuuden_tietopaketti.pdf

Metropolia AMK. 2018. Verkkoaineisto. 3D-CAE-jatkokurssi ja tuotetiedon hallinta TX00BV12. <http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/in-dex.php/fi/88094/fi/70332/TXC18S1/1934/year/2018> Luettu 3.4.2019.

Introduction to the International Institute of Welding (IIW) qualification & certification system: <http://iiwelding.org/qualification-certification>, tieto haettu 4.6.2019.

List of ANBs approved to develop Education, Training and Qualification activities: <https://www.ewf.be/qualifications-international-scope.aspx>, tieto haettu 4.6.2019.

Suomen Hitsausteknillisen Yhdistyksen koulutusmateriaaleja: <http://www.shy-hitsaus.net/IIWEWFkoulutus/tabid/3095/Default.aspx>, tieto haettu 4.6.2019.

Salo, Samu: ”Muutostarpeet insinöörikoulutuksessa.” Insinööriliitto. 15.8.2017. http://www.inske.fi/files/9115/0451/8409/Muutostarpeet_Insinoorikoulutuksessa_uusimaa.pdf. Tieto haettu 21.4.2019.

Yle 11.1.2018. Perinteinen teknillinen osaaminen on rapistumassa ja se uhkaa jo Suomen kilpailukykyä – Vientiteollisuus on hyvinvointimme perusta. <https://yle.fi/uutiset/3-9990976> Tieto haettu 21.4.2019.

Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua, Tapio Karvonen et al. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja - Yritykset 32/2016. <https://docplayer.fi/28461531-Tyo-ja-elinkeinoministerion-julkaisuja-yritykset-32-2016-suomen-meriklusteri-kohti-2020-lukua.html>, tieto haettu 14.8.2019.

Oulun ammattikorkeakoulu. 2018. Verkkoaineisto. Opetussuunnitelmat. <https://www.oamk.fi/opinto-opas/opintojen-sisalto/opetussuunnitelmat#amk> Luettu 8.8.2018.

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2018. Verkkoaineisto. PLM - 5K00BH16. 2018. Verkkoaineisto. <http://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49529/16112/year/2018> Luettu 3.4.2019.

Tilastokeskuksen AmmattiExpertti-palvelun nimikkeistö, konetekniikan luokitukset.
<https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/luokitusekspertti/query.xq>

Turun ammattikorkeakoulu. 2018. 2018. Verkkoaineisto. Opetussuunnitelmat.
https://ops.turkuamk.fi/opsnet/disp/fi/ops_KoulOh-jOps/tab/tab/sea?ryhma_id=22784511&koulohj_id=8357423&valkiel=fi&stack=push Luettu 3.4.2019.

Viitanen Jukka et al. 2017. Digitaalisen alustatalouden tiekartasto https://www.businessfinland.fi/globalassets/julkaisut/alustatalouden_tiekartasto_web_x.pdf



Työmarkkinoilla tunnistettuja ongelmia ovat nopeat muutokset elinkeinoelämän työvoiman tarpeessa ja osaamisen vanheneminen. PoraKONE-hankkeessa kehitetään uusi toimintamalli, jolla vastataan insinööri-osaamistarpeiden muutoksiin ja luodaan uudenlaista yhteistyötä korkeakoulujen kesken.

Hankkeen pilottitoteutuksissa koulutetaan insinöörejä kone-, energia- ja meritekniiikan yritysten tarpeisiin. Hanke on osa 6Aika-strategiaa eli Suomen kuuden suurimman kaupungin – Helsingin, Espoon, Vantaan, Tampereen, Turun ja Oulun – yhteistä kestävästä kaupunkikehittämisestä strategiaa. Hankkeen toteuttavat ammattikorkeakoulut Metropolia, Oulu, Tampere ja Turku, mutta sen tulokset tulevat avoimen ammattikorkeakoulun kautta käytettäväksi insinööriosuamisen laajentamiseen koko Suomessa hankkeen jälkeen.

Tässä julkaisussa esitellään tarkemmin valittujen alojen täydennyskoulutustarpeita sekä keinoja, joilla niihin vastataan. Tarpeisiin on perehdytty kirjallisuuskatsausten, kyselyiden sekä haastatteluiden avulla. Myös valituissa menetelmissä on hyödynnetty teollisuuden esiin nostamia toiveita.

Hankkeen keskeisiä toimenpiteitä ovat insinöörikoulutuksen laajennusmoduulit, jotka suunnitellaan toteutettaviksi kokonaan tai lähes kokonaan etäopetuksena. Moduulit avataan julkaisussa kurssikohtaisesti. Lisäksi kuvataan hankkeen hallinnoinnin toteutusta ja loppuvaiheen toimenpiteitä.

6Aika



Viprinäitä
EU:lta
2014–2020



OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampereen ammattikorkeakoulu

Metropolia

ISBN 978-952-216-762-0

ISSN 1457-7925

www.turkuamk.fi



ISBN 978-952-216-762-0

