

Tero Karttiala

PLM-järjestelmäosaamisen taso ja opetuksen kehittäminen ammattikorkeakoulussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ylempi AMK-tutkinto

Ajoneuvotekniikka

Opinnäytetyö

31.8.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tero Karttiala PLM-järjestelmäosaamisen taso ja opetuksen kehittäminen ammattikorkeakoulussa 70 sivua 31.8.2018
Tutkinto	Insinööri, ylempi AMK-tutkinto
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	
Ohjaajat	Lehtori Timo Junell Yliopettaja Pertti Ylhäinen
<p>Tämän työn aiheena on tuotteen elinkaarenhallinnan osaamisen tason kartoittaminen valmistavan teollisuuden alihankintaverkostossa ja ammattikorkeakouluissa sekä mahdollisten osaamistarpeiden tunnistaminen.</p> <p>Työn lähtökohtana oli tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen kehittäminen osana Euroopan sosiaalirahaston rahoittamaa PoraKONE-hanketta. Selvityksen tarkoitus oli luoda tietoperustaa Työpakettin 2 tarpeisiin ja kartoittaa, mitä osaamisen päivittäminen voisi tarkoittaa.</p> <p>Työtä tehdessä käytettiin tutkimusmenetelminä kirjallisuusselvitystä, kyselytutkimusta sekä teemahaastatteluja. Kirjallisuusselvitys tehtiin aluksi tietopohjan luomiseksi ja muiden menetelmien avuksi. Kyselytutkimuksen avulla suunniteltiin selvittävän valmistavan teollisuuden näkökulmaa osaamisen nykytasosta ja osaamistarpeista. Teemahaastatteluilla selvitettiin ammattikorkeakoulujen opettajakunnan näkemystä opetuksen nykyisestä tasosta ja opettajien järjestelmäosaamisesta sekä näiden molempien kehitystarpeista.</p> <p>Vastaajien keskuudessa tuotteen elinkaarenhallinnan koettiin olevan tärkeä osa ammattikorkeakouluopetusta. Tuotteen elinkaarenhallinnan suhteellisen lyhyestä historiasta ja järjestelmien jatkuvasta kehityksestä johtuen tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttö opetuksessa aiheuttaa haasteita ja kehitystarpeita.</p> <p>Opetukseen soveltuvan järjestelmän löytäminen onkin avainasemassa hyvin toimivan opetuksen järjestämisessä. Nykyisten järjestelmien käytössä on merkittävää kehitystarvetta järjestelmien käyttöönotossa, ylläpidossa ja hallinnoinnissa. Lisäksi opetuskäyttöä varten järjestelmissä tulisi olla valmiit mallit ja tuoterakenteet jostain konetekniikkaan liittyvästä laitteesta, ja näille tulisi olla käytössä yhtenäinen nimeämispolitiikka.</p>	
Avainsanat	PLM, PDM, tuotteen elinkaarenhallinta, tuotetiedonhallinta

Author Title Number of Pages Date	Tero Karttiala PLM Competence and Improving Teaching at Universities of Applied Sciences 70 pages 31 August 2018
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	
Instructors	Timo Junell, Lecturer Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer
<p>The objective of this Master's thesis was to examine the level of competence in product lifecycle management (PLM) in the subcontractor network of the manufacturing industry and in universities of applied sciences and to identify possible needs for improvement.</p> <p>This thesis focuses on the development of teaching of product lifecycle management as part of the PoraKONE project that is funded by the European Social Fund. The aim was to create an information base for the needs of work package 2 and to find out possibilities for competence development.</p> <p>This study was carried out using three different research methods. Literature related to the topic was studied in order to create an information base for the study and to support the other research methods. A questionnaire was used to find out the points of view of companies in the manufacturing industry. A personal interview survey was carried out with educational personnel involved in PLM teaching to find out their perspective on the current level of teaching and the teachers' competence in product lifecycle management systems, and the needs for improvement in them.</p> <p>The interviewees found product lifecycle management to be an important part of teaching in universities of applied sciences. Due to the relatively short history of product lifecycle management as well as its continuous evolution, the use of product data management (PDM) and product lifecycle management systems is causing challenges and needs for development in teaching.</p>	
Keywords	PLM, PDM, Product lifecycle management, Product data management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet	1
1.3	Menetelmät	2
2	PDM ja PLM	5
2.1	PDM/PLM-järjestelmien tarkoitus ja periaatteet	5
2.2	PDM/PLM-järjestelmien historia ja kehitys	6
2.3	Muuttuva toimintaympäristö ja vaikutukset koulutustarpeeseen	10
3	Tutkimusmenetelmät	12
3.1	Kyselytutkimus	12
3.2	Haastattelututkimus	16
4	Selvityksen toteuttaminen	21
4.1	Kirjallisuusselvityksen toteuttaminen	22
4.2	Kyselytutkimuksen toteuttaminen	23
4.3	Teemahaastattelujen toteuttaminen	31
4.3.1	Haastattelujen sisältö	33
4.3.2	Haastattelujen litterointi ja luokittelu	37
4.3.3	Haastatteluaineiston analysointi	41
4.3.4	Haastattelujen luotettavuuden analysointi	42
5	Tulokset ja johtopäätökset	45
5.1	Kirjallisuusselvityksen keskeiset tulokset	45
5.2	Kyselytutkimuksen keskeiset tulokset	49
5.3	Teemahaastatteluiden keskeiset tulokset	49
5.3.1	Opiskelijaryhmät ja opettajien määrittelemät kurssisisällöt -luokan tulokset	49
5.3.2	Resurssit-luokan tulokset	52
5.3.3	PLM-järjestelmät-luokan tulokset	56
5.4	Johtopäätökset	60

5.4.1	Kirjallisuusselvityksen johtopäätökset	60
5.4.2	Kyselytutkimuksen johtopäätökset	61
5.4.3	Teemahaastatteluiden johtopäätökset	61
5.5	Kehittämisehdotuksia ja jatkotutkimusaiheita	64
6	Yhteenveto	66
	Lähteet	68

Lyhenteet

AM	<i>Additive Manufacturing.</i> Ainetta lisäävä valmistus.
BIM	<i>Building Information Model.</i> Rakennuksen tietomalli myös rakennuksen tuotetietomalli tai rakennuksen tuotemalli.
CAD	<i>Computer Aided Design.</i> Tietokoneavusteinen suunnittelu.
CAE	<i>Computer Aided Engineering.</i> Tietokoneavusteinen simulointi.
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing.</i> Tietokoneavusteinen valmistus.
CPC	<i>Collaborative Product Commerce.</i> Järjestelmä tuotetiedon jakamiseen.
cPDM	<i>Collaborative Product Definition Management.</i> Järjestelmä tuotetiedon jakamiseen ja yritysten prosessien kehittämiseen.
DFA	<i>Design For Assembly.</i> Suunnittelu kokoonpanon ehdoilla.
DFM	<i>Design For Manufacturing.</i> Suunnittelu valmistettavuuden ehdoilla.
EDM	<i>Electronic/ Engineering Data Management.</i> Elektroninen ja/tai suunnittelu-tiedonhallinta.
ERP	<i>Enterprise Resource Planning.</i> Toiminnanohjausjärjestelmä.
ESR	Euroopan sosiaalirahasto
ICT	<i>Information and Communication Technology.</i> Tieto- ja viestintäteknikka.
IOT	<i>Internet Of Things.</i> Esineiden internet.
JIT	<i>Just In Time.</i> Juuri oikeaan aikaan.
PDM	<i>Product Data Management.</i> Tuotetiedonhallinta.

- PIM *Product Information Management.* Tuotetiedonhallinta.
- PLM *Product Lifecycle Management.* Tuotteen elinkaarenhallinta.
- VA *Value Analysis.* Arvoanalyysi.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tuotteen elinkaarenhallinnan merkitys on kasvanut nykyisessä alati kiristyvässä liiketoimintaympäristössä. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttö on yleistynyt 2000-luvun alusta lähtien suomalaisessa ja kansainvälisessä teollisuudessa. Myös opetuksen on kyettävä vastaamaan kiristyvän kilpailun luomiin haasteisiin. Konetekniikan ammattikorkeakouluopetusta aihe koskettaa läheisesti, sillä tuotteen elinkaarenhallinnan koetaan kuuluvan koneinsinöörien perusosaamiseen.

Yksi tärkeimmistä syistä tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien yleistymiselle on tuotteiden hallintaympäristön jatkuva monimutkaistuminen sekä kiristyvä kilpailu, joka pakottaa yritykset tehostamaan tuotteidensa kehitystä ideasta lopputuotteeksi. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien avulla yritykset pyrkivät kasvattamaan tuottavuutta pienentämällä tuotteeseen liittyviä kustannuksia ja maksimoimaan nykyisten ja tulevien tuotteiden arvon.

Tuotteen elinkaarenhallinta tarkoittaa tapaa varastoida tietoa järjestelmällisesti tuotteen tai tuoteperheen koko elinkaaren ajan. Nimestään huolimatta tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä käsittää pelkän tuotteen sijaan koko yrityksen olemassaolon.

1.2 Työn tavoitteet

Tämä selvitys on tehty osana Turun, Tampereen, Oulun ja Metropolia ammattikorkeakoulujen yhteistä PoraKONE-hanketta. Hanke liittyy Helsingin, Espoon, Vantaan, Tampereen, Turun ja Oulun yhteiseen kestävään kaupunkikehitykseen tähtäävään 6Aika-strategiaan. PoraKONE-hanke on Euroopan sosiaalirahaston (ESR) rahoittama.

PoraKONE-hankkeen kuvauksessa määritellään, että *Työpaketti 2: Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostossa – Laajennusmoduulin* tavoitteena on ”laajentaa ja päivittää osaamista digitaalisen tuotetiedon hyödyntämisessä yhdessä alihankintaverkoston yritysten kanssa sekä luoda koulutuksen laajennusmoduuli”.

Tässä työssä tutkitaan, mikä on digitaalisen tuotetiedon eli tuotetiedon hallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan osaamisen taso tutkimushetkellä ja mikä on yritysten edustajien sekä oppilaitosten henkilökunnan näkemys osaamistarpeista. Selvitys keskittyy hankkeen kuvauksen mukaisesti konetekniikan alan yrityksiin ja oppilaitoksiin. Laajennusmoduuli luodaan selvityksen tuloksia hyödyntäen, joten se ei sisälly tähän selvitykseen.

Työn tarkoitus oli kartoittaa, mitä osaamisen päivittäminen voi tarkoittaa, ja selvittää, miten ja mihin suuntaan ala on eri toimijoiden näkemyksen mukaan kehittymässä.

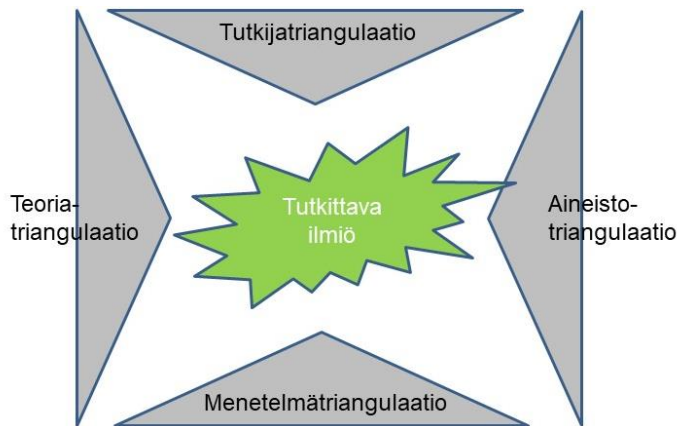
Työn tavoitteena oli selvittää seuraavat kysymykset:

- Mitkä ovat kehitystarpeet sekä yritysten että ammattikorkeakoulujen näkökulmasta?
- Mitkä ovat opetuksen kehitysmahdollisuudet?
- Mikä on nykytilanne yritysten järjestelmäosaamisessa?

1.3 Menetelmät

Tässä selvityksessä käytettiin tutkimusotteena triangulaatiota eli ”kolmiomittausta”, joka on Jorma Kanasen 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 saatuihin tutkimustuloksiin. Kuvasssa 1 on havainnollistettu neljä eri triangulaation muotoa. (Kananen 2011: 124–126.)



Kuva 1. Triangulaatio tutkimusstrategiana (mukaillen Kananen 2011: 124)

Menetelmätriangulaatiolla havaintoyksikköön liittyvä data voidaan kerätä usealla eri tutkimusmenetelmällä, esimerkiksi yhdistelemällä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä. Ratkaisu voi olla perusteltu silloin, jos yksi menetelmä jättää aukkoja tiedonkeruuseen. (Kananen 2011: 124–126.) Tässä selvityksessä yhdistettiin kirjallisuusselvitys, kyselytutkimus ja haastattelututkimus.

Tutkimusmenetelmiksi valittiin kirjallisuusselvitys tietoperustan luomiseksi, kyselytutkimus alihankintaverkoston näkökulman selvittämiseksi sekä teemahaastattelut opetus henkilökunnan näkemyksen selvittämistä varten. Näillä kartoitettiin nykyisen osaamisen tasoa, opetuksen tämänhetkistä sisältöä ja sitä, miten sisältö on määritelty konetekniikan oppilaitosten opetussuunnitelmiin.

Osaamisen laajentamiseksi on syytä myös selvittää, mikä on osaamistarve yrityksissä, jotka ovat todennäköisiä PoraKONE-hankkeen sisältämän laajennusmoduulin opiskelien oppilaiden tulevia työnantajia. Osaamistarpeen lisäksi selvitettiin näkemyksiä siitä, millainen painotus sisällön suhteen opetuksessa tulisi olla, jotta se vastaisi yritysten tarpeita mahdollisimman hyvin. Hankkeen kuvauksessa mainitaan myös, että osaamista halutaan kehittää yhdessä alihankintaverkoston kanssa. Kyselytutkimuksen populaatioon kuului sekä alihankintaa tekeviä että käyttäviä yrityksiä.

Alihankintaverkoston suunnattua kyselytutkimusta luodessa käytettiin perustana kirjallisuusselvitystä. Kyselytutkimus toteutettiin sähköisenä kyselynä. Kyselytutkimuksella pyrittiin selvittämään, mitä järjestelmiä yrityksillä on käytössä, mikä on järjestelmäosaamisen taso yrityksissä ja niiden alihankkijoilla sekä minkälaista osaamista tarvitaan lisää.

Teemahaastattelut suunnattiin valikoiduille PoraKONE-hankeessa mukana olevien ammattikorkeakoulujen tuotetiedonhallinnan opettajille. Haastattelun suunnittelussa käytettiin hyväksi aiemmin luotua tietopohjaa. Haastattelujen avulla haluttiin saada tietoa tuotetiedonhallinnan selvityksen tekohetken opetustilanteesta ja opetusmenetelmistä.

2 PDM ja PLM

Tämän työn teoreettinen viitekehys eli tietoperusta luotiin alan kirjallisuuteen tutustumalla. Tietoperustaa luodessa käytettiin apuna alan tutkimusjulkaisuja, lehtiartikkeleita ja kirjallisuutta. Tietoperustan luomisen tarkoitus tässä työssä oli kartoittaa, mitä tuotetiedonhallinta (PDM) ja tuotteen elinkaarenhallinta (PLM) pohjimmiltaan ovat ja mihin niitä käytetään. Tietoperustaa luodessa kartoitettiin järjestelmiin liittyvää toimintaympäristöä, minkälaisista lähtökohdista ja taustoista järjestelmät ovat kehittyneet, minkälaisia järjestelmien kehitys ja tulevaisuus sekä tulevaisuuden tarpeet ovat, sekä miten nämä heijastuvat koulutustarpeisiin, joita tämä työ pyrkii kartoittamaan.

2.1 PDM/PLM-järjestelmien tarkoitus ja periaatteet

Yksinkertaisimmillaan tuotetiedonhallinta (engl. Product Data Management eli PDM) sekä tuotteen elinkaarenhallinta (engl. Product Lifecycle Management eli PLM) tarkoittavat tapaa varastoida tietoa järjestelmällisesti. Tuotetiedonhallinnalla tarkoitetaan yksittäisen tuotteen tai tuoteperheen suunnittelu- ja valmistusdokumentaation hallinnointia ja varastointia. Tuotteen elinkaaren hallinnalla tarkoitetaan taas tuotteen tai tuoteperheen koko elinkaaren aikaisen dokumentaation hallintaa tuoteidean esiselvityksistä tuotteen poistumiseen markkinoilta. Tuotteen elinkaaren hallinnalla tarkoitetaan joidenkin lähteiden mukaan myös laajempaa yrityksen tietojärjestelmien integraatiota (Terzi ym. 2010; Stark 2016: 1–3). Tuotetiedonhallinta taas käsittää vain ydintoiminnot, kuten tuotteen suunnittelu- ja valmistusdokumentaation hallinnan.

John Stark määrittelee kirjassaan *Product Lifecycle Management Devil is in the Details*, että korkealla tasolla tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän perimmäinen tarkoitus on kasvattaa tuottavuutta pienentämällä tuotteeseen liittyviä kustannuksia, maksimoida tuoteportfolion arvo sekä maksimoida nykyisten ja tulevien tuotteiden arvo asiakkaille ja osakkeenomistajille.

Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä koskettaa eri tavoin miltei kaikkia yrityksen resursseja. Näitä ovat tyypillisesti muun muassa yrityksen käyttämät prosessit, sovellukset, tuotetiedot, tuotteet, koneet ja laitteet, työskentelytavat ja mittausmenetelmät. Ihmiset liittyvät jokaisella tasolla yrityksessä toimitusjohtajasta ja tuotannon työntekijöihin tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmään.

Termi *tuotteen elinkaarenhallinta* antaa hieman harhaanjohtavan kuvan järjestelmästä. Pelkän tuotteen sijaan tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä käsittää koko yrityksen olemassaolon. Se on ainoa olemassa oleva tapa hallita tuotteen koko elinkaarta. Järjestelmä ratkaisee erilaisia ongelmia ja tarjoaa monia etuja tuotteen elinkaaren aikana. Etuihin kuuluvat taloudellinen suorituskyky, ajankäytön tehostuminen ja laadun paraneminen. (Stark 2016: 2.)

Tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan lisäksi muita suunnilleen samaa tarkoittavia käsitteitä ovat muun muassa PIM (Product Information Management), EDM (Electronic/ Engineering Data Management), cPDm (Collaborative Product Definition Management) ja CPC (Collaborative Product Commerce). Martion mukaan käsitteiden sekavuus on syntynyt kaupallisista paineista, kun järjestelmätoimittajat ja konsultit ovat edistäneet erottautumista keksimällä uusia käsitteitä. Edellä mainitut termit sisältävät painotuseroja, mutta silti niiden perusajatus ja perustoiminnallisuus ovat samankaltaisia. Alaa heikosti tuntevilla termit *PLM* ja *PDM* saattavat mennä helposti sekaisin. Siksi nykyisin alalla puhutaankin yleisesti PLM-järjestelmästä, mikä termi kuvaa järjestelmää, joka hallitsee koko tuotteen elinkaaren aikaisen tiedon. (Martio 2015: 47.)

2.2 PDM/PLM-järjestelmien historia ja kehitys

John Starkin mukaan käsite tuotteen elinkaarenhallinta syntyi noin vuonna 2001. Sitä ennen tuotteen elinkaarenhallinnan tyyppistä lähestymistapaa ei tarvittu riittävästi liiketoiminnassa eikä teknisestä näkökulmasta se edes ollut mahdollista. Tällä hetkellä tuotteen elinkaarenhallinta on käytössä eri toimialoilla tuotekehityksessä, tuotannossa ja jälkimarkkinoinnissa ja sitä käyttävät kaikenkokoiset yritykset.

Jotkin tuotekehitykseen, valmistukseen ja jälkimarkkinoihin keskittyneet yritykset aloittivat tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttöönoton vuoden 2001 ja nykyhetken välillä. Starkin ennustuksen mukaan suurin osa yrityksistä ottaa käyttöön tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän vuoteen 2025 mennessä. (Stark 2016: 1.)

Ennen tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien yleistymistä yrityksissä oli käytössä erilaisia ja eri tarkoituksiin soveltuvia järjestelmiä. Tuotteen elinkaaren aikana sitä hallitsi joukko eri vaiheisiin soveltuvia järjestelmiä. Yleensä tällaiset järjestelmät oli nimetty jollain kolmikirjaimisella lyhenteellä. Tyypillisesti käytössä olleita järjestelmiä olivat muun

muassa Just In Time (JIT), Computer Aided Design (CAD), Value Analysis (VA), Computer Aided Engineering (CAE), Computer Aided Manufacturing (CAM), Design For Manufacturing (DFM), Enterprise Resource Planning (ERP), ja Design For Assembly (DFA).

Tuotteen elinkaarenhallinta koostui eri palasista, jotka toimivat omalla tontillaan eivätkä olleet toisiinsa kytkettyjä. Esimerkiksi tuotekehityksessä saattoi olla jokin järjestelmä käytössä, kun taas markkinoinnissa oli omansa. Järjestelmät palvelivat kutakin toimintoa, mutta niiden välillä ei ollut suoraa molempiin suuntiin toimivaa linkkiä. Jokaisella osastolla oli oma henkilöstönsä ja heillä omat johtajansa. Jokainen osasto loi omat prosessit ja toimintatavat, määritteli tuotteeseen liittyvän tiedon ja dokumentoinnin omalta kannaltaan ja valitsi omia toimintojaan parhaiten palvelevat tietotekniikkaratkaisut. Jokainen osasto tallensi tietoa hieman eri tavalla ja eri ohjelmistoilla. Tämä johti siihen, että tietoa saatettiin luoda päällekkäin ja useampaan kertaan eri osastojen toimesta jokaisen toimiessa omasta näkökulmastaan helpoimmalla tavalla. Läpinäkyvyyden puutteessa tuotteen hallinta oli tehotonta ja aiheutti turhia kustannuksia. (Stark 2016: 42–43.)

Tuotetiedonhallintajärjestelmät ovat *Product lifecycle management, from its history to its new role* -tutkimuksen mukaan jaettavissa kolmeen eri kategoriaan järjestelmätoimittajien taustan perusteella (Terzi ym. 2010).

Ensimmäisen kategorian valmistajat tulevat valmistavan teollisuuden piiristä. Valmistavassa teollisuudessa on ollut tuotetiedonhallintaa jo pitkään ennen kuin on alettu puhua tuotetiedonhallintajärjestelmistä tai tuotteen elinkaaren hallinnasta. Aimo Pere viittaa jo vuonna 1974 julkaistussa kirjassaan *Koneenpiirustus 2* keskikokoisen tehtaan tarpeeseen hallita piirustus- ja dokumenttiarkistoaan (Pere 1974). Piirustuslaudalla työskennellessä käytettiin koodausjärjestelmää, jotta tieto ja piirustukset olisivat helposti löydettävissä. Tuotteiden valmistus- ja kokoonpanopiirustusten arkistoinnin ja hallinnan apuna on ollut Suomessa käytössä kansallinen standardi SFS 7200:1985. Sen mukaan piirustuksiin tulee merkitä perustiedot, kuten rekisteröinti- tai tunnistusnumero ja piirustuksen nimitys ja omistaja, sekä tuotteen tunnistamista helpottavia merkintöjä, kuten kokoonpanopiirustusten numerot. Kyseinen standardi on edelleen voimassa nykyiseen toimintaympäristöön sovellettuna nimellä SFS-EN ISO 7200:2004. (SFS-EN ISO 7200 2010: 8–16.)

Asko Martio käsittelee kirjassaan *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta* tuotetiedonhallinnan historiaa. Hänen mukaan tuotetiedonhallinnan käsite lienee muodostunut

1970-luvulla Yhdysvaltain sotilas- ja ilmailuteollisuudessa. Sieltä käsite on levinnyt laajemmin teollisuuteen, kun on ilmennyt tarvetta hajauttaa ja rinnakkaistaa tuotekehitystä yritysten sisällä ja alihankintaverkostossa. (Martio 2015: 47.)

1980-luvulla tietokoneavusteisen suunnittelun (CAD) ja tietokoneavusteisen valmistuksen (CAM) yleistyessä tarve tiedon tietokoneavusteiseen varastointiin ja hallintaan kasvoi. Näistä lähtökohdista taustaltaan digitaalisen suunnittelun yritykset, kuten Siemens ja Dassault Systèmes, ovat kehittäneet valmistavan teollisuuden tarpeisiin aluksi tuotetiedonhallintajärjestelmiä, ja myöhemmin pyrkineet laajentamaan tuotteitaan toiminnanhallintaprosesseihin luomalla yhä kattavampia tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiä. Näiden toimijoiden lähtökohdat kehittää tuotetiedonhallintajärjestelmiä ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiä pohjautuvat siis valmistavan teollisuuden tietokoneavusteisen suunnittelun ja valmistuksen tarpeisiin. (Terzi ym. 2010.)

Toisen kategorian toimijoina Terzi ym. esittävät taustaltaan toiminnanohjausjärjestelmien (Enterprise Resource Planning, ERP) valmistajat, kuten SAP ja Oracle. Näiden yritysten tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmätuotteiden tausta pohjautuu toiminnanohjausjärjestelmien laajentamiseen. Yritykset pyrkivät lisäämään tuotteisiinsa toiminnallisuuksia digitaalisesta valmistuksesta ja suunnittelusta. (Terzi ym. 2010.)

Kolmantena kategoriana ovat Terzi ym. mukaan toimijat yleisestä tieto- ja viestintäteknikkamaailmasta (Information and Communication Technology, ICT), kuten esimerkiksi Windchill, joiden tarkoitus on perustaa yhteistyöympäristö integraatiota varten. Yleensä yritysten tuotteen elinkaarenhallintaohjelmistot on toteutettu selainpohjaisia teknologioita hyödyntäen. (Terzi ym. 2010.)

Tuotteen elinkaarenhallinta on siis yrityksen korkean tason toimintamalli ja kokonaisvaltainen lähestymistapa koko yrityksen tietopäähän. Kaikki tuotteeseen liittyvät alemman tason tehtävät yrityksessä yhdistyvät tuotteen elinkaarenhallinnan sateenvarjon alle. Starkin mukaan näitä ovat muun muassa seuraavat tehtävät (Stark 2016: 2):

- hallita hyvin jäsenneily ja arvokas tuoteportfolio
- maksimoida tuoteportfolion taloudellinen tuotto
- hallita tuotteita koko niiden elinkaaren ajan
- hallita tuotteen tuotekehitys-, jälkimarkkina- ja hävitysprojekteja tehokkaasti
- tarjota kontrolli ja näkyvyys koko tuotteen elinkaaren ajan

- hallita palautetta tuotteesta asiakkailta, tuotteesta, kentältä sekä markkinoilta
- mahdollistaa yhteistyö tuotekehityksen, toimitusketjun ja asiakkaiden välillä
- hallita tuotteeseen liittyvien prosesseja siten, että ne ovat johdonmukaisia, toisiinsa liittyviä ja tehokkaita
- tarkasti hallinnoida ja huolehtia yhtenäisestä tuotteenmäärittelyinformaatiosta
- hallinnoida tuotetietoa siten, että se on saatavilla siellä missä sitä tarvitaan ja silloin kuin sitä tarvitaan
- tietää tarkasti tuotteen tekniset ja taloudelliset ominaisuudet koko tuotteen elinkaaren ajan.

Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä tarjoaa kokonaisvaltaisen lähestymisen tuotteeseen ja yhdistää kaikkia yrityksen toimintoja, kuten tuotekehitystä ja tuotteen jälkimarkkinointia. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän avulla organisaatio hallinnoi tuotetta johdonmukaisella, yhtenäisellä tavalla koko tuotteen elinkaaren ajan. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä yhdistää monia tuotteeseen liittyviä toimintoja, prosesseja, sovelluksia ja tieteenaloja, jotka olivat aiemmin erillisiä ja itsenäisiä ja joilla saattoi olla omat terminologiansa, sääntönsä (lainalaisuutensa) ja kielensä. (Stark 2016: 2.)

Yleisesti tuotteen elinkaari muodostuu Starkin mukaan viidestä perusvaiheesta: ideoi; määrittele; toteuta; käytä ja tue; poista markkinoilta tai hävitä. Tuote on eri tilassa kussakin eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tuote on vasta idean asteella. Se on siis mahdollisesti vain ihmisten mielissä tai luonnosteltu alustavasti. Seuraavassa vaiheessa tuotteen ominaisuudet ja tekniset spesifikaatiot määritellään tarkasti. Kolmannessa vaiheessa tuote valmistetaan. Neljännessä vaiheessa tuote on markkinoilla asiakkaiden tai käyttäjien käytettävissä. Samalla tuotteeseen liittyvä tuki on aktiivista, esimerkiksi varaosia sekä tuotetukea on saatavilla. Viides vaihe on tuotteen poistuminen markkinoilta. Tuotetta ei ole enää saatavilla, ja sen hävittämisestä ja mahdollisesta kierrättämisestä on huolehdittu. (Stark 2016: 4.)

Näihin viiteen vaiheeseen kiteytyy koko tuotteen elinkaarenhallinta. Se kattaa kaikki tuotteeseen liittyvät toiminnot, kuten organisaatiot ihmisineen; tuotteen tiedot; itse tuote; koneet, laitteet ja tuotantoon tarvittavat tilat ja välineet; käytännöt sekä mittarit. Tuotteen elinkaaren aikana yrityksen kaikki toiminnot liittyvät jotenkin itse tuotteeseen. Yrityksen koko olemassaolo perustuu tuotteeseen, minkä vuoksi tuotteen elinkaaren hallitseminen on yrityksen olemassaolon ja kilpailukyvyn kannalta tärkeää.

2.3 Muuttuva toimintaympäristö ja vaikutukset koulutustarpeeseen

Yksi tärkeimmistä syistä, miksi tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmät yleistyvät, on tuotteiden hallintaympäristön jatkuva monimutkaistuminen. Muutoksia tuotteen hallintaan aiheuttavat erityyppiset ja eri lähteistä tulevat muutostarpeet.

Makrotalouden ja geopoliittisen ympäristön muutokset voivat aiheuttaa yrityksissä tarpeen kehittää, tuottaa ja tukea tuotteita. Starkin mukaan tuotteen muutostarpeita saattaa aiheuttaa esimerkiksi globalisaatio, jonka syynä voidaan pitää geopoliittista kehitystä. Tämä heijastuu hyödykkeiden muuttuvina hintoina ja valuuttakurssien vaihteluina. (Stark 2016: 48.)

Muita mahdollisia muutoksen aiheuttajia ovat ympäristöstä johtuvat tekijät, esimerkiksi onnettomuudet, jätteet, saasteet, määräykset ja lait. Esimerkki muutosketjusta on kierätysmääräysten kiristyminen, joka on seurausta lain asettamasta sääntelystä ja vaatimuksista, joiden taustalla taas on ajatus kestävästä kehityksestä.

Muutostarpeita aiheuttavat myös muutokset yritysten toimintaympäristössä sekä liiketaloudessa. Selvityksen kannalta tämä onkin kiinnostava osa-alue, sillä yritys ympäristössä kasvavassa määrin ulkoistetaan tuotantoa alihankkijoille, mistä seuraa myös kasvava tarve hallita yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Stark kuvaa myös sitä, että liiketoiminta jatkuvasti sekä muuttuu että monimutkaistuu, ja tämän kaiken hallinnassa tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä on tarpeellinen. Muutostarpeita tuotteisiin aiheuttavat myös uudet teknologiat, kuten matkaviestimet, sosiaalinen media, Internet of Things (IOT), avoimen lähdekoodin ohjelmistot sekä pilvilaskenta ja pilvipalvelut.

Myös tuotteeseen läheisesti liittyvät muutokset aiheuttavat muutostarpeita tuotteen elinkaarenhallintaan. Näitä ovat Starkin mukaan (Stark 2016: 48) esimerkiksi

- tuotteen, ratkaisujen ja palveluiden lisääntynyt monimutkaisuus
- tuotteiden pitkä elinkaari
- kansainväliset tuotteet
- ohjelmistojen samanaikainen tuotekehitys
- uudet asiakasvaatimukset
- tuotteiden räätälöinti
- läheinen yhteistyö muiden toimijoiden kanssa
- nopeasti muuttuvat tuotteet.

Tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan rooli on siis varsin merkittävä. Tuotetiedonhallinta on erään selvitystä varten haastatellun alan toimijan mukaan kuin keuhkot tai sydän, joka luo sisällön koko yrityksen toiminnalle. Muut järjestelmät tukevat tuotetiedonhallintaa tai rakentuvat sen päälle. Tuotteen elinkaarenhallinta voidaan sen sijaan ajatella sateenvarjoksi, jonka alle on kerätty kaikki yrityksen tiedonhallintajärjestelmät.

Kaikki edellä luetellut muutokset toimintaympäristössä aiheuttavat myös koulutustarpeita yritysten henkilöstölle. Järjestelmien laajentuessa kattamaan koko yrityksen tiedonhallintaa on tärkeää, että myös henkilöstö pysyy ajan tasalla. Tässä muuttuvassa toimintaympäristössä myös koulutuksen tarve on ilmeinen. Tarpeellista on saada myös alihankintaverkosto mukaan koulutuksen piiriin.

3 Tutkimusmenetelmät

Kuten luvussa 1.3 todettiin, triangulaatio on hyvä tutkimusstrateginen valinta silloin, kun pyritään lisäämään ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä. Yleisin triangulaation muoto on kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimusotteen yhdistäminen, jossa kvalitatiivinen aineisto luo usein pohjan kvantitatiivisen tutkimuksen kuten kyselylomakkeen kysymysten muotoilulle. Kvantitatiivista tutkimusta käytetään myös kvalitatiivisten tutkimustulosten yleistämiseen. (Kananen 2011: 124–126.)

Seuraavissa luvuissa kuvataan tässä työssä käytetyistä tutkimusmenetelmistä tarkemmin kyselytutkimus ja haastattelututkimus.

3.1 Kyselytutkimus

Kimmo Vehkalahden mukaan kyselytutkimuksella käsitetään yleisesti määrällistä tutkimusta, jossa sovelletaan tilastollisia menetelmiä. Aineistot tutkimuksissa koostuvat yleensä mitatuista numeroista ja luvuista. Sanalliset vastaukset muutetaan siis tarvittaessa numeerisesti esitettävään muotoon. Vehkalahden mukaan määrällisellä tutkimusotteella tavoitellaan usein yleiskäsityksiä ja laadullisilla menetelmillä paneudutaan yksityiskohtiin. Tutkimusote ei kuitenkaan Kananen mukaan ratkaise kaikkea, sillä myös tilastollisilla menetelmillä on mahdollista päästä käsiksi tutkittavan ilmiön yksityiskohtiin. Sanallisia vastauksia voi olla helpompi analysoida laadullisilla menetelmillä. Määrällisillä menetelmillä voidaan kuitenkin analysoida sanallisista vastauksista tiivistettyjä tuloksia. Vaikka tyypillisesti aineistoa voidaan käsitellä automatisoidusti, ei automatisointi poista käsityön tarvetta. Menetelmien soveltaminen ja tulkinta nojaavat tutkijan omaan työhön. (Vehkalahti 2008: 13; Kananen 2011: 15.)

Mittaus

Kvantitatiivisen tutkimuksen perusta on Vehkalahden mukaan mittaus. Tilastollisessa tutkimuksessa tietoja tulee voida mitata mittareilla. Kyselytutkimuksessa mittaus tapahtuu usein kyselylomakkeella, joka koostuu kysymyksistä ja väitteistä eli mittareista. Mittausvaiheessa tutkijan on oltava huolellinen, sillä mittarien muodostamiseen liittyy monenlaisia haasteita eikä virheitä voi paikata enää analyysivaiheessa. Mittausvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat myös siihen, minkälaisia menetelmiä voidaan valita ja miten luotettavia johtopäätökset tulevat olemaan. (Vehkalahti 2008: 17.)

Jotta tutkija voisi mitata, mistä ilmiö koostuu, on hänen ymmärrettävä, mistä kaikesta käsitteet koostuvat. Kyselytutkimuksessa kiinnostuksen kohteet ovat tyypillisesti abstrakteja, kuten asenteita ja arvoja. Näiden mittaamiseen kuitenkin tarvitaan konkreettisia kysymyksiä ja väitteitä. Kun tutkija purkaa abstraktin käsitteen osiin, hän huomaa käsitteiden olevan moniulotteisia. Vehkalahden mukaan mitattavat käsitteet muodostuvat tyypillisesti useasta tekijästä, eivät pelkästään yhdestä mitattavasta ulottuvuudesta. Mittaamista varten tekijät on siis purettava, jotta mittaaminen onnistuu. Ilmiöitä mitattaessa pitää määritellä tarkasti, mitä mitataan. Lisäksi tutkijan on otettava huomioon olosuhteet ja mahdolliset muuttujat, jotka vaikuttavat mitattavaan ilmiöön. (Vehkalahti 2008: 17–19.)

Kyselylomake mittausvälineenä

Kyselytutkimuksessa mittaaminen tehdään kyselylomakkeella. Lomake voidaan siis ajatella eräänlaisena mittaristona, joka antaa tutkijalle informaatiota mitattavasta ilmiöstä. Mittaamisen jälkeen, eli vastaajan täytettyä lomakkeen, ei siihen voi enää tehdä muutoksia. Vehkalahden mukaan jopa koko tutkimuksen onnistuminen riippuu lomakkeesta. Eriytyisen tärkeää on se, kysytäänkö sisällöllisesti oikeita kysymyksiä tilastollisesti mielekkäällä tavalla. (Vehkalahti 2008: 20.)

Kyselytutkimusta tehdessä tutkijan on määriteltävä tutkittavan ilmiön ulottuvuudet. Ilmiö saattaa koostua eri ulottuvuuksista, ja tutkijan on pohdittava, miten ne vaikuttavat kyselytutkimukseen. Mikäli tutkijalla on tunnettua ja tutkittua teoriaa käytettävissä, hän voi johtaa ulottuvuuksia sieltä. Tuntemattomilla, vähemmän tutkituilla aloilla tutkijan on havainnoitava tarkasti ja tunnistettava uusia ulottuvuuksia ja reagoitava niihin. (Vehkalahti 2008: 20.)

Kyselytutkimuksessa mittaristo on osioista koostuva kokonaisuus. Osioilla tarkoitetaan Vehkalahden mukaan kysymyksiä tai väitteitä, joista kullakin mitataan tyypillisesti vain yhtä asiaa. Ulottuvuudet ja osiot siis määrittelevät sen, mitä mitataan ja miten. Kokonaisuuden kannalta on Vehkalahden mukaan tärkeintä osioiden sisältö ja se, mitä ulottuvuuksia niillä pyritään mittaamaan. Kyselytutkimusta laadittaessa tutkijan on Vehkalahden mukaan vältettävä monitulkintaisia sanamuotoja, sillä ne aiheuttavat monikäsitteisyyksiä. Vehkalahden mukaan onkin hyvä noudattaa tiettyjä periaatteita, kuten että osioiden on oltava selkeitä, ytimekkäitä ja ymmärrettäviä ja että kyselylomakkeessa ei tule käyttää sanoja *ja*, *sekä*, *sekä-että*, *tai* ja *eli*. Kysymykseen on mahdotonta ottaa kantaa yksikäsitteisesti, jos se sisältää samanaikaisesti monia asioita. (Vehkalahti 2008: 23.)

Kyselytutkimus voi sisältää sekä suljettuja että avoimia kysymyksiä. Suljettuihin kysymyksiin tutkija on ennalta määritellyt vastaukset, ja avoimet kysymykset ovat vapaamuotoisia. Tilastollisen analyysin tekemisessä suljetut kysymykset ovat helpompia käsitellä. Tilastollisen analyysin kannalta tärkeitä ovat numeerisesti koodatut vastaukset. Kysymyksiä laadittaessa tutkijan tulee ottaa huomioon, että kysymykset eivät saa olla toisiaan poissulkevia eivätkä ne saa olla päällekkäisiä (Vehkalahti 2008: 24). Kyselytutkimuksessa käytetään tyypillisesti Vehkalahtien mukaan suljettuja kysymyksiä. Avoimia kysymyksiä käytetään tukemaan ja paikkaamaan suljettuja kysymyksiä. Molemmilla kysymystypeillä on paikkansa kyselytutkimuksessa. Avoimet, sanallisia vastauksia sisältävät kysymykset ovat tutkijan kannalta työläämpiä käsitellä, mutta ne saattavat sisältää tietoa, joka jäisi havainnoimatta suljetuilla kysymyksillä. Vehkalahtien mukaan ne ovat välttämättömiä tilanteissa, joissa vastauksia ei voida tai haluta luetella tai vaihtoehtoja on liikaa tai niitä ei ole mahdollista etukäteen rajata (Vehkalahti 2008: 25).

Aineiston käsittely

Jorma Kanasen mukaan kvantitatiivinen tutkimus noudattaa kuvassa 2 esitettyä järjestystä. Jokainen vaihe tuottaa tietoa, jonka avulla tehdään ratkaisuja seuraavan vaiheen toteutuksesta. Kanasen mukaan tärkein vaihe on populaation määrittely. Mikäli populaatiosta ei ole saatavilla tilastotietoa, vaikeutuu seuraavien vaiheiden toteuttaminen. Kananen toteaaakin, että kvantitatiivinen tutkimus tarvitsee kvantitatiivista tietoa ilmiöstä jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa. (Kananen 2011: 65.)



Kuva 2. Otannan vaiheet (mukaihen Kananen 2011:65)

Kohderyhmä eli populaatio tarkoittaa ryhmää, jota ilmiö koskee ja josta halutaan tehdä päätelmiä. Pohjimmiltaan populaatio vastaa kysymykseen, ketä tutkimuksessa tutkitaan. Otantatutkimuksessa perusjoukkoa edustaa otos, josta saadut tulokset voidaan yleistää koskemaan koko populaatiota. Kananen mukaan tutkimusta suunniteltaessa populaatiosta on tunnettava yksiköt eli populaatiosta on oltava luettelo, jonka avulla otanta voidaan toteuttaa. (Kananen 2011: 66.)

Otoskokoon vaikuttavat käytettävissä olevat resurssit eli tutkijan käytössä oleva aika ja budjetti. Lisäksi otoskokoon vaikuttaa perusjoukon eli populaation koko. Otoskokoon vaikuttaa myös asetettu tarkkuusvaatimus. Kanasen mukaan monimuuttujamenetelmissä perinteinen nyrkkisääntö on se, että havaintoyksikköjä on oltava vähintään muuttujamäärä. Otoskokoon vaikuttaa myös käytettävien analyysien tarkkuus. Jos muuttuja voi saada monia arvoja, sekin vaikuttaa otoskokoon. Tutkijan on otettava huomioon myös kadon vaikutus. Kato vaikuttaa tulosten luotettavuuteen negatiivisesti. Kanasen mukaan otoksen pitäisi olla riittävän suuri, jotta se kestäisi kadon vaikutuksen. (Kananen 2011: 68.)

Tutkijan pitää kyselytutkimusta suunnitellessaan huomioida myös otantamenetelmä ja sen vaikutukset. Otantamenetelmä on periaatteessa ohjeisto, jonka avulla tutkija poimii perusjoukosta alkioita siten, että ne edustavat perusjoukkoa mahdollisimman hyvin. Kanasen mukaan ainoastaan tilastollinen ja todennäköisyyteen perustuva otos voi olla luotettava. Tutkijalla pitääkin olla tieto perusjoukon rakenteesta ja otantamenetelmistä, jotta hän voi luoda yhteyden perusjoukon ja otoksen välille. (Kananen 2011: 68–69.)

Analyysimenetelmät

Määrällisessä tutkimuksessa pyritään selvittämään määriä, riippuvuuksia sekä syy-seuraussuhteita. Tilastollisen päättelyn lähtökohtana pidetään sitä, että otoksesta saadut tulokset voidaan yleistää koskemaan koko perusjoukkoa. Yksinkertaisimmillaan tulokset esitetään taulukkomuodossa prosentteina, jolloin oletetaan jakauman vastaavan ilmiötä perusjoukossa. Kanasen mukaan tyypillisesti syy-seuraussuhteita etsittäessä käytetään korrelaatiota ja regressioanalyysia. (Kananen 2011: 85.)

Kyselytutkimuksen luotettavuuden arviointi

Jokaisen tutkimuksen tavoitteena on saada mahdollisimman luotettavaa ja totuudenmukaista tietoa. Tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa käytetään yleensä käsitteitä validiteetti ja reliabiliteetti. Molemmat kertovat pohjimmiltaan tutkimuksen luotettavuudesta. Validiteetti kertoo, mitataanko ja tutkitaanko tutkimuksessa oikeita asioita. Reliabiliteetti sen sijaan kertoo tulosten pysyvyydestä (Kananen 2011: 118). Validi mittari mittaa sitä, mitä sen pitääkin mitata. Validiteetti varmistetaan käyttämällä oikeaa tutkimusmenetelmää ja oikeaa mittaria ja mittaamalla oikeita asioita. Reliabiliteetti tarkoittaa tulosten pysyvyyttä: toistettaessa tutkimuskysymykset saadaan samat tulokset kuin aiemmin. Saadut tulokset eivät siis johdu sattumasta. (Kananen 2011: 119.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa reliabiliteetin todentaminen on Kanasen mukaan yksinkertaista. Tutkimuksen vaiheet voidaan toistaa, sillä oletuksella, että tutkimus on dokumentoitu huolellisesti. Tosin hän toteaa, ettei tällainen menettely ole opinnäytetöissä kovin helppo toteuttaa. Validiteettipohdinta voidaan Kanasen mukaan rajoittaa koskemaan vain sisäistä ja ulkoista validiteettia. Näiden summana saadaan kokonaisvaliditeetti. Sisäinen validiteetti tarkoittaa systemaattista luotettavuutta ja ulkoinen validiteetti tutkimustulosten yleistettävyyttä.

3.2 Haastattelututkimus

Toisena tutkimusmenetelmänä tässä selvityksessä käytettiin teemahaastattelua. Teemahaastattelun periaate on Hirsjärven ja Hurmeen mukaan se, että kaikille haastateltaville esitetään likipitään samat kysymykset. Kysymysten järjestystä haastattelija voi vaihdella tarpeen mukaan. Teemahaastattelusta käytetään myös nimitystä puolistrukturoitu haastattelu. Mitään yhtenäistä määritelmää ei kuitenkaan Hirsjärven ja Hurmeen mukaan ole. Esimerkkinä tällaisesta teemahaastattelusta Hirsjärvi ja Hurme mainitsevat haastattelun, jossa esitetään tarkkoja kysymyksiä tietyistä teemoista, muttei välttämättä käytetä juuri samoja kysymyksiä kaikkien haastateltavien kanssa. Teemahaastattelun luonteessa kaikkein oleellisinta on se, että haastattelu etenee ennalta mietittyjen, tutkimuksen liittyvien keskeisten teemojen mukaan. Tämä tuo Hirsjärven ja Hurmeen mukaan haastateltavan äänen kuuluviin, sen sijaan että tutkija ohjaisi haastattelua liian tarkasti rajatuilla kysymyksillä. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 47–48.)

Teemahaastattelun edetessä tutkija ja haastateltava keskustelevat haastattelun etenemisestä riippuen järjestelmällisesti tai hajanaisesti tutkimusaiheeseen liittyvistä kysymyksistä. Muista haastattelutyypeistä kuten sanomalehtihaastattelusta tai psykologin tekemästä haastattelusta poiketen tutkimushaastattelulla on selkeä päämäärä: tutkimustehtävän suorittaminen. Haastattelu siis tehdään, jotta saadaan aineistoa tutkimuksen pohjaksi. Haastattelun jälkeen aineisto analysoidaan, ja siitä tehdään tulkinta. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 47.)

Kohdejoukon ja haastateltavien valinta on Hirsjärven ja Hurmeen mukaan tutkijan päätettävissä. Tutkijan on mietittävä, kuinka monta haastateltavaa on tarpeen haastatella ja keitä he voisivat olla. Muutamaa henkilöä haastattelemalla voidaan saada kvantitatiivisesti ja kvalitatiivisesti runsas aineisto, kun haastateltavat on valittu oikein. Tutkijan on myös otettava huomioon käytettävissä olevat resurssit eli kuinka paljon henkilökuntaa ja

aikaa on käytettävissä haastattelujen litterointiin, analysointiin ja tulkitsemiseen. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 58–59.)

Tulosten analyysi

Haastattelujen litteroinnilla tarkoitetaan haastatteluaineiston purkamista kirjalliseen muotoon. Litterointi voidaan tehdä tarkasti siten, että kirjalliseen materiaaliin merkitään haastateltavan ja haastattelijan äänenpainot ja huokaukset ja dialogin piilomerkityksiä sisältävät tauot. Toinen ääripää litteroinnissa voi olla haastattelun purkaminen vain olennaisien vastausten osalta. Tällöin litterointivaiheessa tehdään jo jonkinlaista tulkintaa siitä, mikä on tarpeellista ja mikä ei. Litterointi voidaankin tehdä usealla eri tavalla ja riippuen tutkimuksen luonteesta. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 138–140.)

Aineiston luokittelu on olennainen osa analyysia. Sen avulla voidaan myöhemmin tulkita sekä yksinkertaistaa ja tiivistää haastatteluaineistoa. Luokittelu on välttämätöntä, jos tutkija haluaa esimerkiksi vertailla aineiston eri osia toisiinsa tai tyypitellä tapauksia. Hirsjärven ja Hurmeen mukaan jotkut tutkijat puhuvat aineiston muuntamisesta tai tiivistämisestä. Alun perin englanninkielisen termin *reduction* suomentaminen tiivistämiseksi antaa hieman väärän merkityksen. Kuvaavampi suomennos voisi olla esimerkiksi jalostaa, joka kuvaa aineiston tulkinnan lisäävää ymmärrystä ja tiedon tarkentumista. Aineiston uudelleenjärjestely ja alkuvaiheen analyysit paremminkin lisäävät tiedon määrää. Luokittelussa on kyse loppujen lopuksi päättelystä. Asioille ja ilmiöille pyritään löytämään lokero. Samantapaisesti tutkija pyrkii luokittelemaan haastatteluaineistoa. Tällöin luokittelun pääkriteerinä on lähtökohdaksi asetettu tutkimusongelma. Tutkimusväline tai -menetelmä voi toimia luokittelun pohjana siten, että teemahaastattelun teemat ovat karkeita alustavia luokkia. Kun aineisto on luokiteltu, useimmiten seuraavana vaiheena tutkijalle tulee aineiston uudelleenjärjestely laaditun luokittelun mukaisesti. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 148.)

Kvalitatiivinen analyysi voidaan Hirsjärven ja Hurmeen mukaan (Hirsjärvi & Hurme 2001: 136) jakaa pääpiirteissään viiteen vaiheeseen:

- 1) Tutkija aloittaa analyysin tekemisen jo haastattelutilanteessa. Tutkijan itse tehdessä haastattelut hän voi jo haastattelussa tehdä havaintoja ilmiöistä. Tutkija voi kiinnittää huomiota ilmiöiden 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) Tutkija käyttää joko induktiivista tai abduktiivista päättelyä. Induktiivisessa päättelyssä on keskeistä aineistolähtöisyys. Abduktiivisessa päättelyssä tutkijalla on olemassa joitain teoriaan pohjautuvia johtoideoita, joita hän pyrkii todentamaan aineiston avulla. Tässä selvityksessä oli luontevaa käyttää induktiivista päättelyä, sillä haastatteleamalla saatu aineisto oli se, jonka avulla analyysi tehtiin. Selvityksen tekijällä ei tässä ollut aktiivista roolia teorioiden kehittäjänä.
- 4) Tutkijasta riippuen on paljon erilaisia työskentelytapoja. Tästä johtuen analyysitekniikoita voi olla monenlaisia. Laadullisessa tutkimuksessa on Hirsjärven ja Hurmeen mukaan vain vähän standardoituja tekniikoita. Heidän mukaansa ei ole yhtä, muita parempaa analyysitapaa.
- 5) Haastattelujen merkitysanalyysia voidaan tehdä siten, että tuloksena voi olla merkitysten tiivistäminen, merkitysten luokittelu, narratiivi tai merkitysten tulkinta.

Haastattelututkimuksen luotettavuuden arviointi

Haastattelun luotettavuus riippuu sen laadusta. Haastatteluaineiston laadulla tarkoitetaan Hirsjärven ja Hurmeen mukaan sitä, että aineiston käsittelyä tulisi tarkkailla kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Laadun varmistaminen tulisi aloittaa jo haastattelurungon suunnitteluvaiheessa. Haastattelurunkoa suunnitellessa tulisi varmistaa, että käytössä on hyvä haastattelurunko. Lisäksi tulisi miettiä ennakolta, miten teemoja voidaan syventää ja miten mahdolliset lisäkysymykset voidaan esittää. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 184.)

Haastattelijoiden koulutukseen tulisi myös kiinnittää huomiota. Kaikkien haastattelijoiden pitäisi käsittää haastattelun sisältö samalla tavalla, ettei mahdollisia tulkintaeroja tulisi. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 185.) Tässä selvityksessä haastattelijoina oli vain yksi, sama henkilö kuin haastattelurungon tekijä, joten tulkintaerojen mahdollisuutta ei ole.

Haastattelututkimuksen laatua parantaa litteroinnin tekeminen mahdollisimman nopeasti haastattelujen jälkeen, varsinkin tutkimuksissa, joissa tutkija tekee itse litteroinnin. Litte-

roinnin laatua on Hirsjärven ja Hurmeen mukaan mahdollista parantaa antamalla litterointi kahden eri henkilön tehtäväksi ja tarkastelemalla litteroituja tekstejä ryhmässä. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 185.)

Reliabiliteetti

Haastattelun reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, että kahdella eri haastattelukerralla saadaan sama lopputulos tai jos kaksi haastattelun arvioitsijaa päätyvät saamaan haastattelusta saman lopputuloksen. Myös kahta rinnakkaista tutkimusmenetelmää käyttämällä voidaan todeta haastattelun luotettavuus. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 186.)

Haastattelututkimuksen reliabiliteettiin eli toistettavuuteen vaikuttaa myös haastattelun dynaaminen luonne. Haastatteluolosuhteet vaikuttavat haastateltavan antamiin vastauksiin, joten tutkimushetkellä annetut vastaukset voivat olla erilaisia kuin mahdollisesti uudelleen suoritettussa haastattelussa. Hirsjärven ja Hurmeen mukaan edellä mainittuja tutkimuskertojen eroja ei tarvitse pitää heikkoutena vaan menetelmän luonteen ominaisuuksina. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 186.)

Haastattelun laadulla on myös merkitystä haastattelun reliabiliteetille. Laadulla Hirsjärvi ja Hurme tarkoittavat aineiston käsittelyssä ja haastattelujen teknisessä toteutuksessa vaadittavaa huolellisuutta. Myös litteroinnin tarkkuus suhteessa haastattelujen luonteeseen sekä mahdollisimman nopeasti haastattelujen jälkeen tehty litterointi vaikuttavat haastattelututkimuksen laatuun. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 184.)

Validiteetti

Hirsjärven ja Hurmeen mukaan validiteetin käsite on peräisin kvantitatiivisen tutkimustradition piiristä. Validiteetista puhuttaessa on tapana kvalitatiivisen tutkimuksen yhteydessä erottaa kaksi eri päätyyppiä: mittausvalidius ja tutkimusasetelmavaliidius.

Mittausvalidiudesta Hirsjärvi ja Hurme käyttävät esimerkkinä ennustevalidiutta, joka tarkoittaa, että yhdestä tutkimuskerrasta voidaan ennustaa myöhempien tutkimusten tulos. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 186–188.)

Tutkimusasetelmavaliidius taas voidaan jakaa neljään eri muotoon. Tilastollinen validius liittyy tilastollisiin manipulaatioihin, joten teemahaastattelun tapauksessa ei ole tarpeen niitä käsitellä. Rakennevalidius sen sijaan liittyy kysymykseen siitä, koskeeko tutkimus

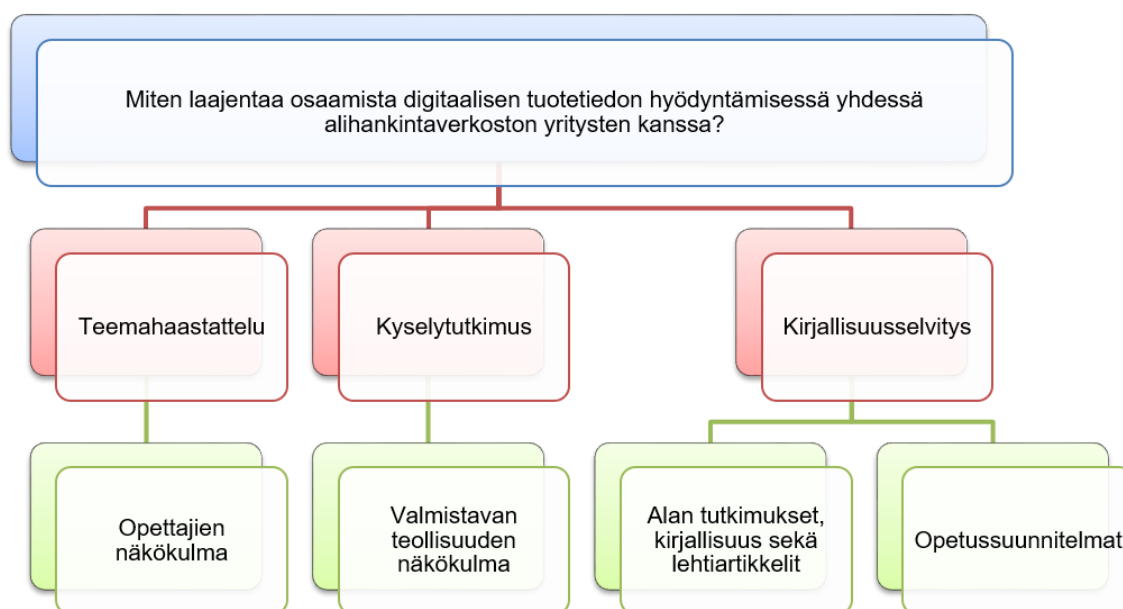
juuri sitä, mitä sen on oletettu koskevan. Tämän selvityksen haastatteluosuuden luotettavuutta voidaan siis arvioida tällä menetelmällä. Lisäksi haastattelujen luotettavuutta voidaan arvioida ottamalla kantaa sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Sisäinen validius tarkoittaa, ettei tutkimuksessa tehtyjen päätelmien riippuvuuksien välillä vaikuta jokin muu kuin tutkittu riippuvuus. Ulkoinen validius tarkoittaa tutkimustulosten yleistettävyyttä, tässä selvityksessä esimerkiksi haastattelujen toistamista eri henkilöitä haastatteleamalla. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 186–189.)

4 Selvityksen toteuttaminen

Luvussa 3 esitellyjä tutkimusmenetelmiä yhdistämällä toivottiin saatavan vastaus tutkimuskysymyksiin. Triangulaatiota sovellettiin selvitykseen siten, että kirjallisuusselvitys, kyselytutkimus ja teemahaastattelut tukevat ja vahvistavat toisiaan mahdollisimman hyvin. Myös selvityksen luotettavuuden toivottiin paranevan tällä tutkimusstrategialla.

Selvitys koostui kahdesta päämenetelmästä sekä näiden tueksi tehdystä kirjallisuusselvityksestä. Näin toimimalla toivottiin saatavan eri näkökulmia selvitykseen triangulaation toteutumiseksi.

Kirjallisuusselvityksellä pyrittiin luomaan tietoperustaa muiden menetelmien tueksi tutustumalla alan kirjallisuuteen, tutkimuksiin ja artikkeleihin sekä tutustumalla PoraKONE-hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen opetussuunnitelmiin. Kyselytutkimuksella pyrittiin kartoittamaan valmistavan teollisuuden näkökulmaa. Kyselytutkimuksen apuna käytettiin sähköistä kyselyä, ja tutkimusmenetelmänä oli tarkoitus käyttää kvantitatiivista tutkimusta. Teemahaastattelujen avulla selvitettiin PoraKONE-hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen tuotetiedonhallinnan opetukseen osallistuvien henkilöiden näkemystä. Kuvassa 3 esitetään havainnollistava kaavio tutkimuksen rakenteesta.



Kuva 3. Selvityksen rakenne

4.1 Kirjallisuusselvityksen toteuttaminen

Selvityksen tietoperustaa luodessa käytettiin apuna kirjallisuusselvitystä. Aineistoon perehdyttiin laajasti alan julkaisuihin tutustumalla. Aiheesta on tehty melkoisesti tutkimuksia. Yksinkertaista hakua käyttämällä erilaisia tieteellisiä julkaisuja löytyi yli 1 200 000 kappaletta. Kun haku rajattiin vertaisarvioituihin julkaisuihin, se tuotti yli 600 000 osumaa. Aiheesta on siis tehty varsin laajasti tutkimusta. Kaikkien lähteiden läpikäyminen työhön käytettävissä olevilla resursseilla olisi ollut mahdoton tehtävä, joten tämän selvityksen tietopohjan luomiseksi otettiin hieman erilainen lähestymiskulma. Vertaisarvioitujen tutkimusten joukosta valittiin satunnaisesti 30 englanninkielistä tuotetiedonhallintaa käsittelevää artikkelia. Näistä luettiin tiivistelmä, jonka perusteella arvioitiin, onko julkaisu hyödyllinen tässä selvityksessä.

Varsin monessa artikkelissa oli viitattu Sääksvuoren ja Immosen teoksen *Tuotetiedonhallinta PDM* englanninkieliseen versioon. Kyseistä teosta on käytetty myös tämän selvityksen tietopohjan luomiseen. John Starkin teos *Product Lifecycle Management Devil is in the Details* oli myös merkittävässä roolissa tätä selvitystä tehtäessä.

Lisäksi etsittiin aiempia suomalaisen teollisuuden tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarinhallintajärjestelmien käyttöä selvittäneitä tutkimuksia tai artikkeleja. CAD/CAM-yhdistyksen julkaisemassa Valokynä-lehdessä on julkaistu tämän selvityksen aihepiiriä sivuavia tutkimuksia. Valokynä-lehti on tehnyt vuosina 2011, 2012 ja 2013 CAD/CAM/PLM/BIM-aluetta kartoittavan käyttäjätutkimuksen. Samaisessa Valokynä-lehdessä on julkaistu luettelo alan toimijoista Suomessa. Luettelosta oli merkittävä apu tämän selvityksen alussa. Luetteloa käytettiin apuna kartoittamaan alan toimijoita sekä Suomessa käytössä olevia järjestelmiä. Valokynä-lehdessä on myös julkaistu artikkeleja alan seminaareista ja tapahtumista. Näiden artikkelien perusteella päästiin luomaan tietopohjaa alan tulevaisuudennäkymistä.

Opetuksen nykytilan selvittämistä varten tutustuttiin PoraKONE-hankkeeseen osallistuvien Tampereen, Turun, Oulun sekä Metropolia-ammattikorkeakoulun opintosuunnitelmiin. Näiden perusteella saatiin tietoa, miten tuotetiedonhallinnan opetus on ollut tarkoitus järjestää. Opetussuunnitelmat on julkaistu internetissä ammattikorkeakoulujen sivuilla.

4.2 Kyselytutkimuksen toteuttaminen

Kyselytutkimuksen avulla oli tarkoitus selvittää valmistavan teollisuuden näkökulmaa tutkimuskysymyksiin: kartoittaa valmistavan teollisuuden tuotetiedon- ja tuotteen elinkaarenhallinnan osaamistarpeita sekä osaamisen nykytilaa. Tätä varten kysely pyrittiin suuntaamaan yritysten tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien kanssa toimiville henkilöille. Kyselyyn odotettiin vastauksia runsaasti, joten kyselytutkimus suoritettiin laatimalla sähköinen kysely, joka lähetettiin vastaajille sähköpostitse saatekirjeen kera. Vastausaikaa annettiin aluksi noin viikko, mutta aikaa jatkettiin vielä toisella viikolla, jotta kaikki kyselyn saaneet olisivat ehtineet vastata.

Alustavan suunnitelman mukaan kyselytutkimuksen lähettämiseen olisi hankittu ulkopuolista apua. Metropolia Ammattikorkeakoulun yhteistyöverkoston avulla kyselytutkimus suunniteltiin saatavan lähetettyä yli 1600:aan Teknologiateollisuus ry:n jäsenyritykseen. Tämä suunnitelma jäi toteutumatta lukuisista yrityksistä huolimatta. Lisäksi kyselylle yritettiin saada levikkiä myös toisen hyvin verkostoituneen kumppanin avulla, mutta tämäkään keino ei onnistunut.

Kysely lähetettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun sekä selvityksen tekijän omien kontaktiverkostojen kautta. Selvityksen levikkiä pyrittiin laajentamaan ns. lumipallo-otantaa soveltamalla (Hirsjärvi & Hurme 2001: 59). Selvityksen tekijän omaa kontaktiverkostoa lähestyttiin puhelimitse sekä sähköpostitse ja pyydettiin osallistumaan kyselyyn sekä mahdollisesti levittämään kyselyä omaan kontaktiverkostoon. Tässä yhteydessä ei vältytty myöskään vastapalvelusten tekemiseltä.

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

Kyselyn tekijän oman kontaktiverkoston kautta kysely lähetettiin viiteen eri osoitteeseen, joista jokainen arvioi voivansa lähettää edelleen kyselyn vähintään 2–20:een osoitteeseen. Yhteensä kysely lähetettiin selvityksen tekijän toimesta 141 sähköpostiosoitteeseen. Lisäksi on mahdollista olettaa, että kysely on välitetty eteenpäin ainakin 10 kertaa (5 x 2 lähetystä) , mahdollisesti jopa 100 kertaa (5 x 20 lähetystä). Yhteensä kysely siis lähetettiin 151–241:een sähköpostiosoitteeseen.

Sähköinen kysely

Kyselytutkimuksen toteutuksessa käytettiin E-lomake 3 -ohjelmaa (Eduix 2018). Ohjelman valinta perustui Metropolia AMK Oy:n olemassa oleviin ohjelmistoihin. Hankkeeseen ei ollut budjetoitu kyselylomakeohjelmistoa varten varoja, joten jonkin toisen, enemmän ja parempia ominaisuuksia sisältävän ohjelmiston hankinta ei tullut kyseeseen.

Kysymykset

Jotta vastaajan olisi helppo hahmottaa kysymykset, lomake suunniteltiin siten, että lomakkeen ulkoasu olisi mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä. Kaikissa kysymyksissä pyrittiin käyttämään mahdollisuuksien mukaan samaa asettelua. Vastausvaihtoehdot olivat pääosin valittavissa valintaruuturyhmästä. Kysymyksen luonteesta riippuen vastaaja pystyi tekemään vastauskenttään useamman valinnan tai vain yhden valinnan. Osa kysymyksistä oli toteutettu Likertin asteikolla radionapein. Kyselylomakkeella kysymykset jaettiin neljään eri osioon kysymysten sisällön perusteella: järjestelmien käyttö, omakohtainen arvio, arvio yrityksestä sekä arvio alihankkijoista.

Järjestelmien käyttö

Ensimmäisenä (1.1) vastaajilta kysyttiin, onko heidän edustamassaan yrityksessä käytössä PLM- tai PDM-järjestelmää. Kysymykseen vastausvaihtoehdoiksi oli asetettu *Kyllä*, *Ei* ja *En tiedä*. Vastauksista järjestelmään tallentui valinnan kohdalle 1, ja jos vastaaja ei tehnyt valintaa, tallentui arvo 0. Vastaus kysymykseen kertoo, kuinka monessa kyselyyn vastanneessa yrityksessä on käytössä jokin tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmä. *Kyllä*-vastaus vahvistaa vastaajan tietävän, mistä järjestelmästä on kysymys. *Ei*-vastauksesta saadaan tukea *Kyllä*-vastaukseen. Vastauksesta voidaan päätellä, kuinka monessa yrityksessä ei ole tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää käytössä. *En tiedä* -vastauksista voidaan päätellä, että vastaaja ei tiedä, mistä on kysymys, ei ole tekemisissä järjestelmien parissa tai ei vain tunne yrityksen järjestelmiä.

Toinen kysymys (1.2) oli jatkokysymys ensimmäiseen kysymykseen. Siinä kysyttiin, mikä tai mitkä järjestelmät ovat vastaajan edustaman yrityksen käytössä. Vastaajaa pyydettiin valitsemaan listasta jokin tai joitakin vaihtoehtoja. Tuloksiin tallentui 1, kun vastaaja valitsi jonkin järjestelmän valintaruuturyhmästä. Muiden mahdollisten valintojen

kohdalle tallentui arvo 0. Tuloksista voidaan laskea yrityksissä käytössä olevien järjestelmien määrät ja käytössä olevien ohjelmistojen määrien 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 (CAD/CAM/CAE/PLM/BIM/AM-alan yritykset. 2017: 60–61). Mikäli valintaruuturyhmästä ei löytynyt vastaajan yrityksessä käytössä olevaa järjestelmää, vastaajalla oli mahdollisuus kirjoittaa vapaaseen tekstikenttään jonkin muun ohjelmiston nimi. Lisäksi vastaajilla oli mahdollisuus vastata *En osaa sanoa*.

Kolmannessa kysymyksessä (1.3) kysyttiin, onko vastaajan edustaman yrityksen asiakasyrityksissä PLM- tai PDM-järjestelmää, johon vastaajan edustaman yrityksen työntekijöillä on jonkinlaiset käyttöoikeudet. Valintaruuturyhmässä oli valinnat *Kyllä*, *Ei* ja *En tiedä*. Vastauksista tallentui järjestelmään vastauksen kohdalle 1 ja tyhjiin kohtiin 0. Kysymyksellä kartoitetaan yritysten välistä tuotetiedonhallinta- ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien käyttöä. Vastauksista voidaan päätellä, onko vastaajien joukossa yrityksiä, jotka tekevät yhteistyötä järjestelmien avulla.

Neljäs kysymys (1.4) oli jatkokysymys kolmanteen kysymykseen. Mikäli vastaaja vastasi kysymykseen kolme *Kyllä*, häntä pyydettiin vastaamaan kysymykseen, mikä tai mitkä PLM- tai PDM-järjestelmät asiakasyrityksessä ovat käytössä. Valintaruuturyhmä oli sama kuin kysymyksessä kaksi. Vastauksista tallentui järjestelmään vastauksen kohdalle 1 ja tyhjiin kohtiin 0. Kysymys tarkentaa edellistä vastausta. Mikäli vastauksissa on ristiriitaa edelliseen vastaukseen nähden, pitää vastauksia analysoidessa huomioida virheen mahdollinen aiheuttaja. Vastauksista voidaan laskea yrityksissä käytössä olevien järjestelmien jakaminen sekä se, mitkä järjestelmät ovat tyypillisesti jaettuina.

Viidennessä kysymyksessä (1.5) 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*. Vastauksista tallentui järjestelmään vastauksen kohdalle 1 ja tyhjiin kohtiin 0.

Omakehtainen arvio

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 (2.1) kysymys oli, käyttääkö vastaaja itse jotain PLM- tai PDM-järjestelmää. Valittavana vastaajalla oli *Kyllä* tai *Ei*. Vastauksesta tallentui järjestelmään vastauksen kohdalle 1 ja tyhjään kohtaan 0. Kysymys validoi vastaajan. Kun hän vastasi *Kyllä*, voidaan päätellä, että vastaajalla on omaehtoista kokemusta järjestelmistä. *Ei*-vastauksesta voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

- a) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** tai **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** *Kyllä*, hänellä on tietoa jonkin muun kuin tuotetiedonhallinnan- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien tyypillisten roolien kautta tai aiempaa kokemusta järjestelmistä.
- b) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** tai **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** *Ei* tai *En tiedä*, on arvioitava, kuuluuko vastaaja kyselyn kohderyhmään.

Toisen osion toinen kysymys (2.2) oli, kuinka usein vastaaja käyttää PLM- tai PDM-järjestelmää. Vastausvaihtoehdot valintaruuturyhmästä olivat: *Päivittäin*, *Muutaman kerran viikossa*, *Muutaman kerran kuukaudessa*, *Harvemmin*, *En ollenkaan*. Vastauksesta tallentui arvo 1 ja valitsematta jääneestä kentästä 0. 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 seuraavaa:

- a) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** tai **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.** *Kyllä*, hänellä on tietoa jotain muuta kautta tai aiempaa kokemusta.

- b) Mikäli vastaaja vastasi kohtiin **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytnyt.** tai **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytnyt.** *Ei* tai *En tiedä*, on arvioitava, kuuluuko vastaaja kyselyn kohderyhmään.
- c) Jos vastaaja vastasi kysymykseen **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytnyt.** *Kyllä*, on vastauksissa **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytnyt.** ja **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytnyt.** ristiriita. Tällöin vastauksia pitää arvioida uudelleen tai hylätä 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. Vastaaja pystyi valitsemaan usean eri valinnan. Järjestelmään tallentui arvo 1, kun vastaaja valitsi jonkin roolin. Kun vastaaja ei valinnut jotain roolia, tallentui järjestelmään arvo 0. 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. Järjestelmään tallentui arvo 1, kun vastaaja valitsi jonkin roolin. Kun vastaaja ei valinnut jotain roolia, tallentui järjestelmään arvo 0. 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 (Sääksvuori & Immonen 2002: 48; Martio 2015: 48–50). 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 tuotannonohjaukselle*. Lisäksi vastaajalla oli mahdollisuus kertoa jokin muu toiminto avoimessa *Jotain muuta, mitä* -kentässä. Vastaaja saattoi valita usean eri valinnan. Järjestelmään tallentui arvo 1, kun vastaaja valitsi jonkin toiminnon. Kun vastaaja ei valinnut jotain toimintoa, tallentui järjestelmään arvo 0.

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 (Vehkalahti 2008: 35; Kananen 2011: 34–35). Vastauslomakkeessa valinta tehtiin radionapein (Eduix 2018).

Vastaukset tallentuivat järjestelmään taulukon 1 osoittamalla tavalla.

Taulukko 1. Vastausten tulkinta Likertin asteikon avulla

Tallennettu arvo	Vastaus	Tulkinta
1	Huono	Käyttäjä ei käytä toimintoa tai koko järjestelmää.
2	Kohtalainen	Vastaaja kokee osaavansa, mutta tarvitsee apua tai opastusta.
3	Melko hyvä	Vastaaja osaa käyttää toimintoja, mutta kokee epävarmuutta.
4	Hyvä	Vastaaja osaa käyttää toimintoja, mutta ei vielä täydellisesti.
5	Erinomainen	Vastaaja osaa käyttää kaikkia toiminnon ominaisuuksia.
9	En osaa sanoa	Vastaaja ei tiedä, mistä on kyse tai ei halua vastata.

Ensisijaisen tulkinnan (primääritulkinta) lisäksi vastauksista voidaan tehdä lisätulkinta:

- 1) Vastauksista voidaan tehdä primääritulkinta, 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.

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. Järjestelmään tallentui vastaajan valinnan kohdalle 1, ja valitsematta jääneet kohdat tallentuivat järjestelmään arvona 0. Kysymys validoi edellisen kysymyksen. Mikäli vastauksissa on ristiriita edellisen kysymyksen kanssa, on vastauksia tulosten käsittelyssä arvioitava tarkemmin. Vastaus-ten 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. Samoin järjestelmään tallentui arvo 1, kun vastaaja valitsi valintaruudun ja 0 kun valintaruutu jäi tyhjäksi. Vastauksista voidaan etsiä vastausta kysymykseen, mitä pitäisi vastaajien mielestä opettaa. Vastauksista voidaan tehdä tulosten käsittelyvaiheessa regressioanalyysi (Vehkalahti 2008: 124).

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, nimikkeiden hallintaan, dokumenttien hallintaan, tuoterakenteiden hallintaan, muutosten hallintaan, konfiguraatietietämyksen hallintaan, käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallintaan, työnkulun ja jakelun hallintaan sekä rajapintojen suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmien hallintaan (Vehkalahti 2008: 35; Kananen 2011: 34–35). Kysymyslomakkeella kysymykset oli esitetty radionapein. Taulukossa 2 näkyy vastauksista järjestelmään tallentuneet arvot sen mukaan, mitä valintoja vastaaja on tehnyt.

Taulukko 2.

Kysymysoasio kolme, Likertin asteikon tulkinta

Tallennettu arvo	Vastaus	Tulkinta
1	Huono	Vastaajan mielestä toimintoa ei osata yrityksessä käyttää tai järjestelmä ei ole käytössä.
2	Kohtalainen	Vastaajan mielestä toimintoa osataan käyttää, mutta ei vastaajaa miellyttävällä tavalla tai täydellisesti. Järjestelmä on käytössä yrityksessä.
3	Melko hyvä	Toimintoa osataan käyttää, mutta sen käytössä on vielä kehitettävää. Järjestelmä on käytössä.
4	Hyvä	Vastaajan mielestä osaaminen on hyvällä tasolla, mutta ei vielä täydellisesti käytössä.
5	Erinomainen	Vastaajan mielestä yrityksessä osataan käyttää toimintoa niin kuin sen kuuluukin toimia.
9	En osaa sanoa	Vastaaja ei tiedä, mistä on kyse, tai ei halua vastata, tai yrityksessä ei ole järjestelmää käytössä.

Tallennettu arvo -kenttään tallentui numero sen mukaan, mitä vastaaja vastasi. Vastauksista jotka kuvaavat yrityksen osaamistasoa tallentui arvo 1–5. *En osaa sanoa* -vastauksesta tallentui arvo 9, joka on riittävän erillään muista numeroista, jotta tulostenkäsittelyvaiheessa vältetään sekaantumisen vaara.

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. Vastauksista tallentui järjestelmään arvo 1 valinnan kohdalle ja arvo 0, jos vastaaja ei valinnut ruutua. 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.

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 valinta. Vastausjärjestelmään tallentui valinnan kohdalle arvo 1 ja valitsematta jääneisiin kohtiin 0. 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*. Valintaruuturyhmästä tallentui arvo 1 valinnan kohdalle, ja valitsematta jääneet kohdat tallentuivat järjestelmään arvona 0. Vastaajalla oli mahdollisuus valita vain yksi valinta. 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). Valinnan kohdalle tallentui arvo 1 ja tyhjään kohtaan arvo 0. Vastaajalla oli mahdollisuus valita useampi vaihtoehto. 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 valinnat kuin toisen osion viidennessä kysymyksessä (2.5). Vastauksista tallentui järjestelmään arvo 1 valinnan kohdalle ja arvo 0 tyhjään kohtaan. Vastaajalla oli mahdollisuus valita monta eri vaihtoehtoa. Kysymyksellä haluttiin selvittää, kuinka hyvin alihankintaketjun toimijat osaavat päämiestensä järjestelmien käytön.

4.3 Teemahaastattelujen toteuttaminen

Teemahaastattelu eteni siten, että kaikille haastateltaville esitettiin samat tai likipitään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Tämä tehtiin kuitenkin siten, että keskustelu oli luontevaa ja haastateltavat saivat kertoa oman näkemyksensä, ilman että haastattelija olisi ohjannut vastauksissa. Haastattelussa vaihdeltiin tarpeen mukaan kysymysten

järjestystä. Tähän päädyttiin haastattelun sujuvuuden varmistamiseksi. Hirsjärven ja Hurmeen mukaan teemahaastattelussa voidaan kysymysten järjestystä vaihdella tarpeen mukaan. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 47.)

Haastattelulle oli mietitty pääteemat, minkä lisäksi oli valmisteltu tarkkoja kysymyksiä, jotka kaikki esitettiin haastateltaville. Tähän päädyttiin, koska teemahaastattelu sopii tilanteisiin, joissa on päätetty haluttavan tietoa juuri tietyistä asioista, eikä haastateltaville näin ollen haluta tai ole tarpeellista antaa kovin suuria vapauksia haastattelutilanteessa. Haastattelussa tutkija ja haastateltava keskustelivat tilanteen mukaan järjestelmällisesti tai hajanaisesti asioista, jotka kuuluvat tutkimusaiheeseen. Erotuksena sosiaalisia funktioita täyttävästä arkisesta keskustelusta tai sanomalehtijuttua varten tehtävästä haastattelusta tällä tutkimushaastattelulla oli selkeä päämäärä: tutkimustehtävän suorittaminen. Haastattelua siis käytetään tutkimusaineiston saamiseksi, ja aineistoa puolestaan on tarkoitus analysoida ja tulkita tutkimustehtävän selvittämiseksi (Hirsjärvi & Hurme 2001: 34, 42).

Haastatteluun pyrittiin luomaan vuorovaikutustilanne, joka Hirsjärven ja Hurmeen mukaan on eräänlainen haastattelun ideaali. Haastattelu oli ennalta suunniteltu, ja tutkimuksen kohteen teoriaan ja käytäntöön tutustuminen oli tehty huolella. Haastattelu oli haastattelijan alulle panema ja ohjaama. Haastattelija pyrki motivoimaan haastateltavaa sekä ylläpitämään tämän motivaatiota. Haastateltavalle pyrittiin luomaan luottamus siihen, että annettuja tietoja käsitellään luottamuksellisesti. Näitä periaatteita noudattamalla haastattelujen toteutuksessa saatiin luotua tilanne, jossa haastattelusta saatava tieto oli mahdollisimman oikeaa ja haastateltavan näkemykset tulivat selkeästi esille. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 43.)

Haastattelulla haluttiin saada taustatietoa tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen nykytilasta, tietoa opettajien näkemyksistä opetuksen sisällöstä sekä näkemystä siitä, millaista tulevaisuuden opetussisällön tulisi olla. Lisäksi haastattelun avulla haluttiin saada tietoa opettajien omasta koulutustarpeesta. Haastattelun avulla pyrittiin kartoittamaan myös yritys yhteistyön laatu ja määrä.

Teemahaastattelut järjestettiin PoraKONE-hankkeessa mukana olevien ammattikorkeakoulujen tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen osallistuville opettajille ja henkilökunnalle. Haastattelut toteutettiin henkilökohtaisina haastatteluina sekä puhelinhaastatteluina. Selvityksessä haastateltiin kahta Metropolia Ammattikorkeakoulun konetekniikan

lehtoria sekä Oulun ja Tampereen ammattikorkeakouluista yhtä lehtoria kustakin. Teemahaastattelun avulla haluttiin saada käsitys tuotetiedonhallinnan opetuksen nykyhetken tilanteesta.

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

Haastattelujen keston suhteen haastateltavien henkilöiden välillä ei ollut kovin suurta eroa. Sillä, oliko kyseessä puhelinhaastattelu vai henkilökohtainen haastattelu, ei myöskään ollut suurta merkitystä. Haastattelut kestivät lähes poikkeuksetta noin 45 minuuttia.

4.3.1 Haastattelujen sisältö

Kukin haastattelu jakautui kolmeen osioon, joissa ensin alustettiin aihetta, sitten selvitettiin opetuksen sisältöä ja lopuksi tulevaisuudennäkymiä.

Haastattelun ensimmäinen osio alustavat kysymykset

Avauskysymyksenä kysyttiin, mitä tuotetiedonhallintaa käsitteleviä opintojaksoja vastaaja opettaa. Kysymys oli tarkoitettu lämmitteleväksi kysymykseksi. Vastauksesta pyrittiin tekemään tulkinta siitä, minkälainen kontakti opettajalla on aiheeseen: opettaako hän aktiivisesti, onko opettanut aiemmin tuotetiedonhallintaa vai onko muuten mukana opetuksessa.

Toinen kysymys oli, kenelle tuotetiedonhallintaa opetetaan. Tarkoituksena oli selvittää, onko opiskelijaryhmä jollain perusteella valikoitunut. Lisäkysymyksenä tarkennettiin, miten valikoituminen oli tapahtunut ja olisiko tuotetiedonhallintaa mahdollista opiskella vapaasti valittavissa opinnoissa.

Kolmas kysymys oli jatkokysymys edelliseen kysymykseen. Haastateltavalta kysyttiin, onko hän itse ollut opetussuunnitelman tekemisessä mukana. Tällä haluttiin saada kuva haastateltavan roolista oppilaitoksessa sekä saada haastateltava kertomaan omasta

substanssiosaamisestaan. Samalla saatiin tietoa siitä, kenellä on vastuu opintojaksojen sisällön suunnittelusta.

Neljäntenä kysymyksenä kysyttiin, onko haastateltava itse suunnitellut tuotetiedonhallintaa käsitteleviä opintojaksoja tai osia sellaisista. Kysymystä tarkennettiin lisäkysymyksillä tarpeen mukaan. Vastauksista riippuen kysyttiin, onko haastateltava ollut mukana suunnittelemassa sisältöä tai onko joku muu suunnitellut sisällön. Jos vastaaja kertoi jonkun muun suunnitelleen sisällön, tarkennettiin vielä, kenestä oli kyse ja mikä hänen roolinsa organisaatiossa oli ollut.

Viidentenä kysyttiin, mistä opintojakson sisällön suunnitteluun on tullut heräte. Haastateltavia ohjattiin vielä tarkentavilla kysymyksillä, onko teollisuudesta tullut kontaktien kautta tietoa mitä pitäisi opettaa, pohjautuuko opetus jotenkin alan kirjallisuuteen tai onko haastateltavalla omaa kokemusta, jota hän on käyttänyt tietoperustana. Näillä kysymyksillä haluttiin saada tietoa siitä, miten ja millaista tietoperustaa opetuksen sisällössä on käytetty.

Kuudes kysymys käsitteli resursseja. Haastateltavalta kysyttiin, kuinka paljon resursseja opintojakson lähiopetukseen on osoitettu. Tarpeen mukaan tarkennettiin, puhuiko haastateltava opintopisteistä tai lähiopetustunneista vai ilmaisiko hän resurssit jotenkin muuten. Samalla kysyttiin mielipidettä, ovatko resurssit haastateltavan mielestä riittävät ja jääkö jotain olennaista pois rajallisten resurssien takia. Tämä oli selvityksen kannalta tärkeä kysymys. Kysymyksen avulla saadaan tietoa opetuksen resursseista tuotetiedonhallinnassa ja siitä, mikä on tilanne selvityksen tekohetkellä. Samalla saadaan näkemys, riittävätkö resurssit opettajan mielestä riittävään opetukseen.

Haastattelun toinen osio, opetuksen sisältö

Haastattelun toisessa osiossa kysyttiin opetuksen toteutuksesta. Haastateltavilta kysyttiin, miten teorian opetus ja käytännön harjoitukset on toteutettu. Samalla haluttiin saada tietoa, minkälainen painotus opetuksessa on, ja sisältävätkö kurssit mahdollisesti luentotyypistä opetusta vai onko luennot korvattu jollain toisella tavalla opettaa. Kysymyksillä haluttiin myös selvittää verkkokurssien käyttöä: onko vastaajan edustamassa oppilaitoksessa käytössä mahdollisuutta verkkokurssien järjestämiseen ja onko mahdollisuuksia hyödynnetty. Lisäksi haluttiin selvittää mahdollisia ongelmiksi koettuja kohtia opetuksen toteutuksessa. Haastattelun aikana pyrittiin vielä selvittämään haastateltavan

näkemyksiä tulevaisuudesta. Sitä varten haastatteluun oli suunniteltu muutama kysymys.

Toisen osion ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, miten teorian opetus on toteutettu. Haastateltavaa ohjattiin tarkentavilla kysymyksillä, onko kurssien toteutus luentotyypistä, sisältävätkö kurssit verkossa suoritettavia osuuksia tai sisältyykö teorian opetus jotenkin harjoituksiin. Näillä kysymyksillä haluttiin saada tietoa, minkälainen painotus opetuksen resursseista on tuotetiedonhallinnan teorian opetuksella. Lisäksi verkkokurssien olemassaolosta saatiin tietoa selvitykseen.

Toisessa kysymyksessä selvitettiin, mitä mahdollisessa teoriaosuudessa käsitellään. Vastauksessa odotettiin jotain seuraavista asioista:

- järjestelmän arkkitehtuuri
- järjestelmien toiminnot ja eri käyttäjien roolit
- liittymät muihin järjestelmiin
- haku- ja tallennustoiminnot
- tiedon haku ja etsintä
- nimikkeiden hallinta
- dokumenttien hallinta
- tuoterakenteiden hallinta
- muutosten hallinta
- konfiguraatietietämyksen hallinta
- käyttäjätunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallinta
- työnkulku ja jakelun hallinta
- rajapinnat suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmiin.

Luettelossa mainitut asiat ovat Sääksvuoren ja Immosen sekä Martion mukaan tuotetiedonhallinnan olennaisimpia osia (Sääksvuori & Immonen 2002 ; Martio 2015). Selvityksen kannalta oli tarpeellista selvittää, miten selvityksen tekohetken opetus ja alan kirjallisuuden näkemykset poikkeavat toisistaan. Jatkokysymyksenä esitettiin, ehditäänkö vastaajan mielestä kaikki tarpeellinen käsittelemään ja jos jotain jää käsittelemättä, niin mitä ja miksi. Kysymyksen johdattelevasta sävystä huolimatta kysymys oli tarpeellinen selvityksen kannalta. Kun saadaan haastateltujen opettajien näkemys nykytilanteesta ja verrataan sitä kirjallisuudesta hankittuun näkemykseen, saadaan tietoa siitä, miten opetusta voidaan kehittää.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, onko vastaajalla käytössä jotain tai joitain PDM- tai PLM-järjestelmiä. Kysymystä tarkennettiin kysymällä, että jos käytössä on jokin järjestelmä, niin mikä tai mitkä järjestelmät, ja jos käytössä ei ole mitään tuotetiedonhallintajärjestelmää, mikä on syynä tähän. Näillä kysymyksillä haluttiin selvittää, mitkä järjestelmät ovat tutkimuksen tekohetkellä käytössä tai miksi järjestelmät eivät ole käytössä. Seuraavaksi kysyttiin, miten ja miksi kyseiset järjestelmät on valittu opetuskäyttöön. Tällä kysymyksellä kartoitettiin syitä järjestelmien valintaan. Kysymys oli avoin kysymys ja haastateltava sai kertoa omin sanoin haastattelijan johdattelematta syitä järjestelmien valintaan johtaneista seikoista.

Neljännessä kysymyksessä kartoitettiin kehittämistarpeita järjestelmien käytössä. Haastateltavilta kysyttiin, onko järjestelmien opetuskäytössä jotain erityistä kehitettävää. Kysymys esitettiin siten, että se antoi haastateltavien vapaasti kertoa omista kokemuksista.

Kysymystä jatkettiin viidennellä kysymyksellä, joka koski järjestelmien lisensointipolitiikkaa. Haastateltavilta kysyttiin, miten heidän edustamassaan oppilaitoksessa järjestelmien lisensointi on järjestetty, kuinka monta lisenssiä on samaan aikaan käytettävissä ja onko oppilailla mahdollisuus käyttää järjestelmiä oppilaitoksen verkon ulkopuolella. Jatkokysymyksenä kysyttiin haastateltavan näkemystä siitä, rajoittaako lisensointi jotenkin opetuksen järjestämistä. Haastattelua pyrittiin ohjaamaan tapauskohtaisesti siten, että haastateltavalla mahdollisesti oleva lisensointiin liittyvä muu tieto olisi saatu kerättyä.

Kuudes kysymys käsitteli harjoitustöiden järjestämistä ja tuotetiedonhallinnan opetuksen yhdistämistä muihin opintojaksoihin sekä mahdollista yritysyhteistyötä. Aiemmissa kysymyksissä oli selvitetty mahdollisia järjestelmiä, joita oppilaitoksessa on käytössä. Kuudennen kysymyksen yhteydessä selvitettiin myös, onko oppilaitoksessa mahdollisesti muita järjestelmiä, joita käytetään tuotetiedonhallintajärjestelmien tavoin.

Kysymykset esitettiin siten, että haastateltavilta kysyttiin, tehdäänkö jollakin käytössä olevalla järjestelmällä harjoitustöitä. Mikäli haastateltava vastasi myöntävästi, esitettiin jatkokysymyksiä harjoitusten toteutuksesta ja mahdollisista haasteista. Mikäli haastateltava vastasi kieltävästi, tai jo aiemmissa kysymyksissä oli tullut ilmi, ettei järjestelmiä ole käytössä tai niiden käyttämiseen liittyi joitain opetusta rajoittavia haasteita, ohjattiin haastattelua kysymällä, onko oppilaitoksessa käytössä jotain vastaavaa dokumenttien hallintaan soveltuvaa ohjelmaa, joka olisi rinnastettavissa tuotetiedonhallintajärjestelmiin. Jatkokysymyksillä selvitettiin, miten näitä järjestelmiä käytetään opetuksen apuna.

Seuraavaksi haastateltavilta kysyttiin, onko harjoituksia sisällytetty johonkin toiseen kurssiin tai käytetäänkö järjestelmiä oppilasprojekteissa. Lisäksi kysyttiin mahdollisista yritys yhteistyöjärjestelyistä. Tarvittaessa esitettiin tarkentavia kysymyksiä riippuen haastateltavan vastauksista. Näillä kysymyksillä haluttiin saada tietoa mahdollisesta tuotetiedonhallinnan kurssien ulkopuolisesta tuotetiedonhallinnan opetuksesta sekä siitä, miten yritys yhteistyö on tuotetiedonhallinnan osalta järjestetty.

Haastattelun kolmas osio, tulevaisuus

Haastattelun kolmas osio oli jäähdytteleviä kysymyksiä varten. Haastateltaville annettiin runsaasti tilaa kertoa omista näkemyksistään. Viimeisen osion pyrkimys oli luoda haastateltavalle tunne, että hän sai kertoa vapaasti omia näkemyksiään ja ettei mitään tärkeää ollut jäänyt sanomatta, kuitenkin siten, että haastattelu käsitteli ennalta suunniteltuja aiheita.

Seitsemännessä kysymyksessä käsiteltiin haastateltavien näkemystä alan tulevaisuuden näkymistä. Haastateltavilta kysyttiin, miten he näkevät tulevaisuudessa alan osaamistarpeiden kehittyvän. Lisäksi kysyttiin, mihin heidän mielestään opetusta pitäisi painottaa. Haastateltavilta kysyttiin myös mahdollisien teollisuuden kontaktien näkemystä.

Kahdeksas kysymys käsitteli henkilökunnan koulutuksen tarvetta. Haastateltavilta kysyttiin, kuinka paljon heidän näkemyksensä mukaan henkilökunnalla olisi lisäkoulutuksen tarvetta tuotetiedonhallinnan osalta sekä kuinka paljon työaika on käytettävissä koulutautumiseen tai henkilökohtaisen osaamisen kehittämiseen. Kysymyksellä haluttiin kartoittaa henkilökunnan näkemystä tulevaisuuden kehitystarpeista ja siitä, onko heillä riittävästi resursseja alan muutoksen seuraamiseen.

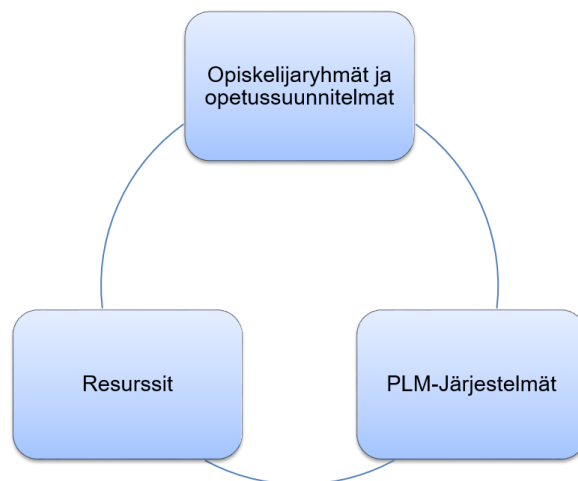
Lopuksi haastatteluun oli jätetty tilaa vapaalle keskustelulle.

4.3.2 Haastattelujen litterointi ja luokittelu

Haastattelujen litterointi tehtiin purkamalla puhelin- ja henkilökohtaisten haastattelujen tallenteet kirjalliseen muotoon. Sekä puhelinhaastattelut että henkilöhaastattelut oli nauhoitettu haastatteluvaiheessa. Myöhemmin haastatteluaineisto litteroitiin, eli puhtaaksi kirjoitettiin nauhoitetuista haastatteludialogeista.

Litterointiprosessin nopeuttamiseksi haastatteluja ei litteroitu sanasta sanaan, eikä haastateltavan ilmaisusta tehty tulkintaa. Litteroinnista jätettiin pois tarpeettomat sanat, fraasit sekä toistot. Haastattelujen dialogia ei myöskään litteroitu tarkasti. Kaikki tauot puheessa, huokaukset, naurahdukset ja äänenpainot jätettiin huomioimatta. Litterointivaiheessa keskityttiin puheen olennaisen asiasisällön mahdollisimman tarkkaan dokumentointiin.

Teemahaastattelujen kysymysrakenne oli ennalta mietitty, joten samaa rakennetta käytettiin aineiston luokittelussa. Teemahaastattelujen avoimesta ja keskusteleavasta luonteesta johtuen haastattelujen edetessä vastauksia ennalta mietittyihin kysymyksiin saattoi tulla keskustelun lomassa. Aineiston luokittelu rakentui kolmesta osiosta, joilla kartoitettiin vastaajien näkemyksiä. Lisäksi vastaajien validoinnilla haluttiin varmistua selvitykseen haasteltujen henkilöiden pätevyydestä aiheen suhteen. Vastausten luokittelusta huolimatta luokittelun eri osat eivät ole toisiaan poissulkevia vaan päinvastoin, ne täydentävät toisiaan. Kuvassa 4 on esitetty aineiston luokittelun pääluokat.

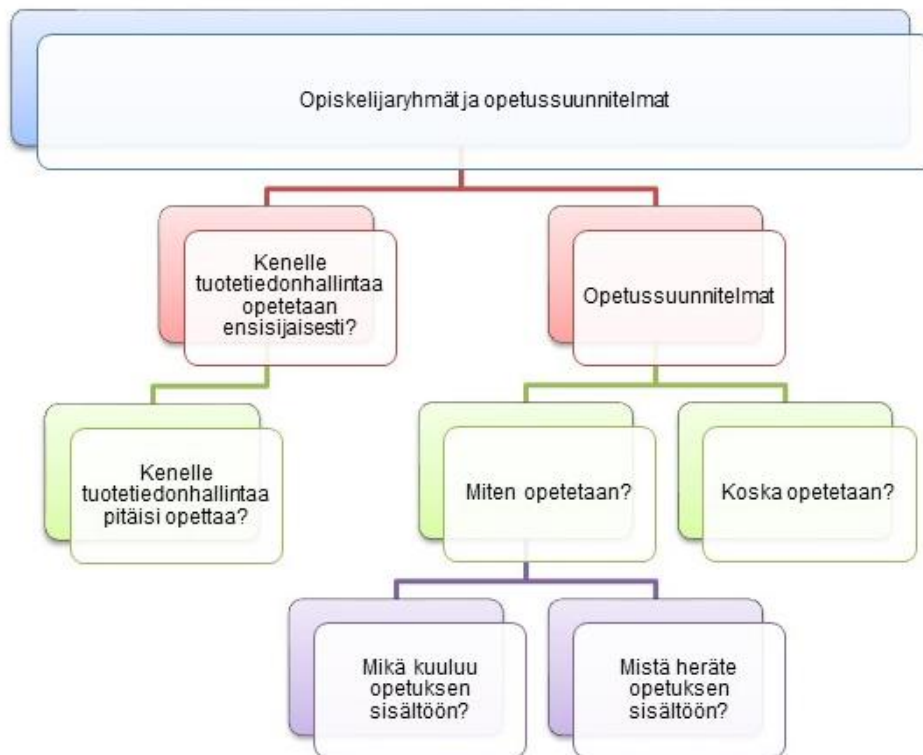


Kuva 4. Aineiston luokittelun pääluokat

Opiskelijaryhmät ja opettajan määrittelemä kurssisuunnitelma

Haastattelussa kysyttiin, kenelle tuotetiedonhallintaa opetetaan ja miten opiskelijat ovat valikoituneet. Lisäksi selvitettiin haastateltavien näkemystä siitä, miten opetusta tulisi kehittää, lähinnä olisiko haastateltavien mielestä tarpeellista opettaa tuotetiedonhallintaa myös muille ryhmille kuin nykyisille. Vastaukset luokiteltiin seuraavasti: *Kenelle tuotetiedonhallintaa opetetaan ensisijaisesti, Kenelle sitä pitäisi opettaa, Miten sitä opetetaan ja koska sitä opetetaan.* Kuvassa 5 on havainnollistava kaavio luokittelun rakenteesta.

Haastattelussa pyrittiin selvittämään, kenelle tuotetiedonhallinnan opetus on suunnattu tällä hetkellä. Lisäksi haluttiin saada vastaajan mielipide siitä, kenelle tuotetiedonhallintaa pitäisi opettaa. Opiskelijaryhmät-luokittelussa otetaan myös huomioon se, miten opetus on järjestetty. Opetuksen järjestämisellä on yhteys siihen, kenelle on mahdollista opettaa. Lisäksi se liittyy tiiviisti siihen, mihin kohtaan opiskelijoiden opetussuunnitelmaa tuotetiedonhallinnan opetus on järjestetty.

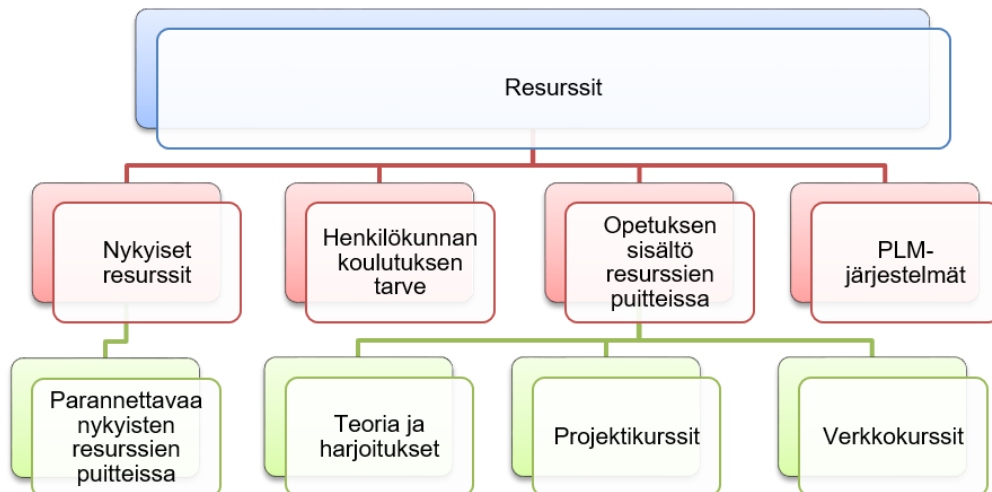


Kuva 5. Opiskelijaryhmät ja kurssisuunnitelmat pääluokkaan liittyvät alaluokat

Aineistoa luokitellaan kurssisuunnitelmaksi käsitetään opettajien itse määrittelemät aihealueet, ei siis viralliset julkaistut opetussuunnitelmat. Lukijalle tässä kohdassa sekaannuksen vaara on olemassa. Selvitystä tehdessä kuitenkin oletettiin yleisenä käytäntönä pidettävän toimintatapaa, jossa opettajat suunnittelevat opetuksen sisällön itse, ja virallinen opetussuunnitelma on ylemmän tason ohje, joka antaa viitteelliset suuntaviivat opetuksen sisällölle. Selvityksessä kysyttiin vastaajilta, mitkä asiat kuuluvat vastaajien itsensä tai heidän kollegansa suunnittelemien kurssien sisältöön. Kysymyksessä pyrittiin kartoittamaan tuotetiedonhallinnan opetuksen nykytilannetta.

Resurssit

Opetuksen nykytilaa selvittäessä kysyttiin vastaajilta heidän edustamien ammattikorkeakoulujen tuotetiedonhallintaan määrättyjen resurssien määrää ja käyttöä. Vastaukset on luokiteltu siten, että opetuksen nykytilanne ja parannusehdotukset määrättyjen resurssien suhteen on käsitelty yhtenä aiheena. Henkilökunnan koulutuksen tarve ja siihen myönnetyt resurssit on käsitelty omana kokonaisuutenaan. Opetuksen sisältö resurssien puitteissa on jaettu siten, että resurssit teorian ja harjoitusten, projektikurssien sekä verkkokurssien osalta käsitellään omina alueinaan. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmät ja niiden hallinta ja käyttö on käsitelty omana alueena. Kuvasta 6 näkyy luokittelun rakennetta selventävä kaavio. Luokittelu ei noudata mitään tärkeysjärjestystä. Haastattelun edetessä resursseja käsiteltiin sekä suorina kysymyksinä että keskustelun lomassa vapaana keskusteluna.



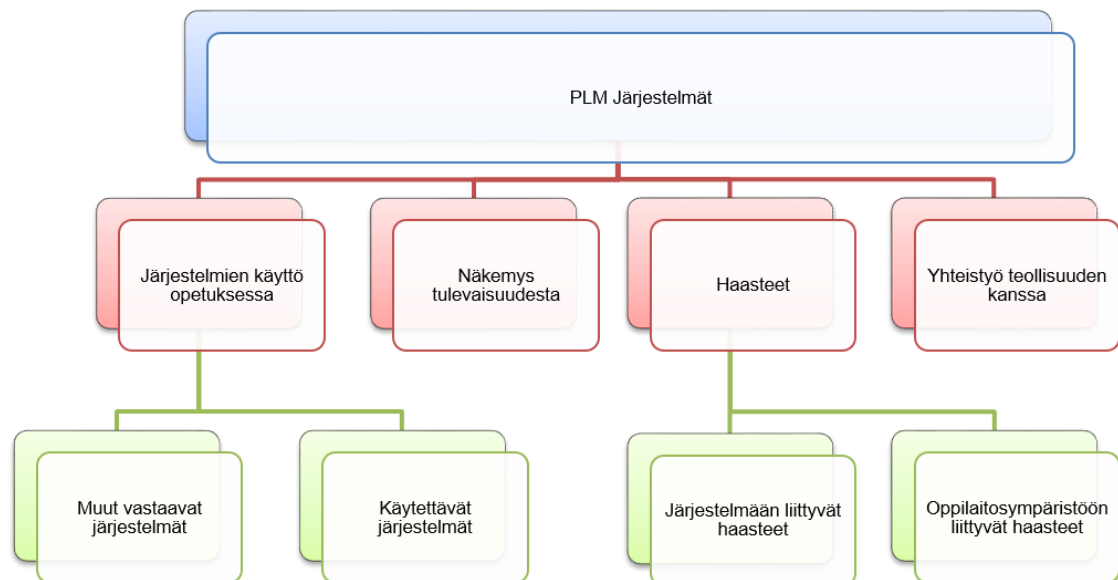
Kuva 6. Resurssien luokittelu alaluokkiin

PLM-järjestelmät

Vaikka järjestelmät kuuluisivatkin periaatteessa resurssien alle, on ne käsitelty tässä luokittelussa omana luokkanaan. Haastattelujen avulla haluttiin kartoittaa, mikä tai mitkä järjestelmät kussakin ammattikorkeakoulussa ovat käytössä ja käytetäänkö niitä opetuksen tukena.

Haastattelussa kysyttiin nykyisten tuotetiedonhallinta- tai tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien valitsemisesta sekä mahdollisista aiemmin käytössä olleista järjestelmistä. Lisäksi kartoitettiin muiden dokumenttienhallintaohjelmien käyttöä tuotetiedonhallintajärjestelmän tavoin. Haastattelun avulla pyrittiin myös kartoittamaan, miten ja mihin tuotetiedonhallintaohjelmistoja käytetään opetuksessa.

Haastattelujen aikana kävi selville, että järjestelmien käyttö ja hallinta on tuottanut päänvaivaa haastateltaville. Siksi järjestelmään sekä oppilaitosympäristöön liittyvät haasteet on luokiteltu omiksi aiheiksi. Lisäksi tämän selvityksen tutkimuskysymyksen kannalta oli tärkeää saada selville, minkälaista yhteistyötä yritysten kanssa tehdään alaan liittyen. Kuvassa 7 on vastausten luokittelua selventävä kaavio.



Kuva 7. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin liittyvien vastatusten luokittelu

4.3.3 Haastatteluaineiston analysointi

Tämän selvityksen haastatteluaineiston analysointi aloitettiin osittain jo haastattelujen tekemisen yhteydessä. Tämä oli mahdollista, koska selvityksessä haastattelut ja niiden analysoinnin teki sama henkilö. Haastattelujen kuluessa kiinnitettiin tutkimuskysymysten kannalta olennaisiin asioihin huomiota ja niille annettiin enemmän huomiota.

Aineistoa ei muutettu analysoidessa toiseen muotoon. Litteroidut haastattelut analysoitiin sellaisenaan kirjallisessa muodossa eikä haastatteluista tehty tilastollista analyysia, kuvaajia eikä taulukoita. Tässä selvityksessä oli luontevaa käyttää induktiivista päättelyä, sillä haastatteleamalla saatu aineisto oli se, jonka avulla analyysi tehtiin. Selvityksen tekijällä ei ollut aktiivista roolia teorioiden kehittäjänä. Teemahaastatteluiden analysoinnin tulokset esitetään luvussa *5.4 Johtopäätökset*.

4.3.4 Haastattelujen luotettavuuden analysointi

Tämän selvityksen teemahaastatteluosuuden reliabiliteetti varmistettiin niiltä osin kuin se oli mahdollista muun muassa dokumentoimalla haastattelujen kaikki vaiheet huolellisesti. Haastattelukysymysten avulla haastattelut ovat tarvittaessa toistettavissa. Haastattelujen litterointi tehtiin riittäväällä tarkkuudella tutkimusmenetelmän luonne huomioon ottaen. Haastatteluja tehdessä nauhoitukset onnistuivat, eikä epäselvyyksiä nauhoituksissa ilmennyt.

Haastattelututkimuksen reliabiliteettiin vaikuttaa myös haastattelujen dynaaminen luonne. Haastatteluolosuhteilla on vaikutus haastateltavan antamiin vastauksiin, joten tutkimushetkellä annetut vastaukset voivat olla erilaisia kuin mahdollisesti uudelleen suoritettuna haastattelussa. Haastattelua mahdollisesti uudelleen suoritettaessa tulee myös huomioida vastaajien tiedon taso tämän ja uudelleen haastatteluhetken välillä. On todennäköistä, että tässä selvityksessä haastatellut henkilöt kasvattavat omaa tietopohjaansa ja osaamistaan. Tämä saattaa vaikuttaa vastauksiin, mikäli päätetään haastatella heitä uudelleen samasta aiheesta.

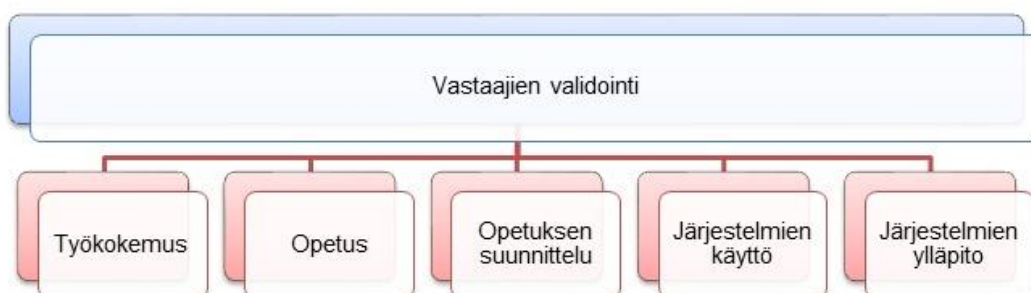
Tämän selvityksen teemahaastatteluosion rakennevaliditeettia sekä ulkoista validiteettia käsitellään tässä luvussa. Selvityksen luonteesta johtuen sisäistä validiteettia ei ole mielekästä pohtia. Haastattelujen avulla haluttiin saada tietoa haastateltavilta, eikä sillä, vaikuttaako jokin seikka haastateltavien vastauksiin ole kovin suurta merkitystä.

Haastattelujen lukumääräisesti pienestä otannasta huolimatta tässä selvityksessä ulkoinen validiteetti on kunnossa eli tulokset ovat yleistettävissä. Haastateltavat edustavat tämän selvityksen kannalta oikeaa populaatiota. Haastateltavat olivat myös alan asiantuntijoita. Tämä varmistettiin haastattelukysymysten avulla. Alempana on erikseen analysoitu haastateltavien osaamista. Luvussa 5 esitellyt keskeiset tulokset ja johtopäätök-

set ovat sellaisenaan käyttökelpoisia PoraKONE-hankkeen tekemisessä. Samoja haastatteluissa esiin tulleita haasteita ja järjestelmiin liittyviä ongelmia ilmenee myös muissa ammattikorkeakouluissa. Tulokset eivät riipu siitä, ketä tutkimusta tehdessä on haastateltu, vaan samat tulokset ovat saatavissa myös toisenlaisella otannalla.

Haastateltavien validointi

Selvitykseen haastatellut vastaajat valikoitiin siten, että otettiin yhteyttä PoraKONE-hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen yhteyshenkilöihin ja selvitettiin henkilöt, jotka ovat tekemisissä tuotetiedonhallinnan opetuksen kanssa. Yhteyshenkilöiden näkemys vaikutti siis siihen, keitä haastatteluun valikoitui. Haastateltavat validoitiin seuraavin kriteerein: haastateltavan työkokemus, vastuuopetus kursseilla, opetuksen suunnittelu, järjestelmien käyttö ja järjestelmien ylläpitovastuu. Kuvassa 8 on esitetty havainnollistava kaavio vastaajien validoinnista. Työkokemuksen pohjalta saatiin yleiskuva haastateltavien tietopohjasta ja siitä, miten ja milloin haastateltavat ovat olleet tekemisissä tuotetiedonhallinnan kanssa. Vastuuopettajuuden ja opetuksen suunnitteluun osallistumisen pohjalta arvioitiin haastateltavan mahdollisuuksia vaikuttaa opetuksen sisältöön. Järjestelmien käytön ja ylläpitovastuun perusteella saatiin kuva siitä, kuinka tuttuja järjestelmät ovat haastateltaville.



Kuva 8. Vastaajien validointiperusteiden alaluokat esitettyinä havainnollisessa kaaviossa.

Kaikilla haastateltavilla on työkokemusta teollisuuden palveluksessa. Myös tuotetiedonhallinnan osalta kaikilla haastateltavilla oli työkokemusta. Eräällä haastateltavalla työkokemus ajoittui tuotetiedonhallinnan yleistymisen alkuaikoihin, 2000-luvun alkuun. Muiden työkokemus oli lähempänä 2010-lukua. Haastateltavien työkokemus liittyi järjestelmien

käyttöön, ylläpitoon ja hankintaan. Haastateltavilla oli selkeä käsitys siitä, miten tuotetiedonhallintajärjestelmät toimivat ja miten käsitteet ja teoria järjestelmien taustalla vaikuttavat. Vastuopettajia oli puolet vastaajista. Heidän työnkuvaansa on kuulunut osallistua opetussuunnitelmien laatimiseen. Kaikki vastaajat opettavat tuotetiedonhallintaa joko osana jotain suurempaa toteutusta tai omana kurssinaan. Kurssien sisällöt ovat vastaajien mukaan lähes poikkeuksetta kurssia opettavan opettajan laatimia. Järjestelmien ylläpito on Oulun ammattikorkeakoulussa sekä Tampereen ammattikorkeakoulussa vastaajien vastuulla joko osittain tai kokonaan. Metropolia Ammattikorkeakoulussa järjestelmien ylläpitovastuu on vain toisella vastaajista. Metropolia Ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallintajärjestelmää ei ole saatu käyttöön. Oulun ammattikorkeakoulussa on meillä ARAS-järjestelmän käyttöönotto, johon vastaaja osallistuu aktiivisesti. Tampereen ammattikorkeakoulussa on käytössä Siemensin NX-tuoteperheeseen kuuluva TeamCenter-ohjelmisto. Vastaaja on ollut aktiivisesti mukana järjestelmän hankinnassa, käyttöönotossa ja ylläpidossa.

5 Tulokset ja johtopäätökset

Selvityksen keskeiset tulokset on esitetty samassa järjestyksessä kuin luvussa 4. Aluksi on esitetty kirjallisuusselvityksestä saadut tulokset, sitten kyselytutkimus ja viimeisenä teemahaastattelujen keskeiset tulokset. Pääpaino selvityksessä oli teemahaastatteluilla, joten myös tulosten käsittelyssä keskitytään pääosin teemahaastatteluilla saatuihin tuloksiin.

Tulokset antavat vastauksia tutkimuskysymyksiin, mitkä ovat kehitystarpeet ammattikorkeakoulujen näkökulmasta ja mitkä ovat opetuksen kehitysmahdollisuudet. Tuloksissa käsitellään opetuksen nykytilannetta opetuksen sisällön näkökulmasta sekä opetukseen varattujen resurssien käyttöä. Nykytilanteen kartoittaminen on tarpeellista, jotta tunnustetaan kehitystarpeet ja -mahdollisuudet. Selvityksen teemahaastatteluissa keskityttiin oppilaitosten näkökulmaan, joten yritysten näkökulmaan ei tässä osiossa saada vastauksia.

Tulokset antavat myös kuvan nykyisistä ja tulevaisuudessa odotettavissa olevista haasteista opetuksen kehittämiseen liittyen, ja käsittelevät opetuksessa havaittuja kehitystarpeita ja -mahdollisuuksia sekä kuvaavat yritys yhteistyön nykytilaa.

5.1 Kirjallisuusselvityksen keskeiset tulokset

Tässä selvityksessä kirjallisuusselvityksellä luotiin tietopohja kyselytutkimusta ja teemahaastatteluja varten. Tietopohja saatiin osin kirjallisuusselvityksen avulla ja osin tutustumalla aiempiin selvityksiin sekä nykyisin käytössä oleviin opetussuunnitelmiin. Lisäksi kirjallisuusselvityksen avulla saatiin osittaisia vastauksia tutkimuskysymyksiin. Kirjallisuusselvityksen tuloksena voidaan esittää opetuskäyttöön soveltuvia lähdeteoksia. 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 lentokone teollisuuteen ja sen kehitykseen. Selvityksessä käytetyn kirjallisuuden mukaan tuotteen elinkaarenhallinnan yleistyminen alkoi kuitenkin 2000-luvun alussa, kun kiristynyt kansainvälinen kilpailu markkinaosuuksista pakotti yritykset tehostamaan

tuotantoon. 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, dokumentaatioissa ja tukitoiminnoissa pyritään tuotannon tehokkuuden ja tuotteen kilpailukyvyn varmistamiseksi poistamaan.

Kirjallisuus

Yksi kirjallisuusselvityksen tuloksista vastaa tutkimuskysymykseen, mitkä ovat opetuksen kehittämismahdollisuudet. Sen pohjalta voidaan esittää kehitysehdotus, että seuraavia teoksia voidaan hyödyntää esimerkiksi oppimateriaalina tai lähdeaineistina.

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 nimenomaan perusteiden ymmärtämiseen hyvin. Kirja antaa hyvän 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 englanninkielistä versiota on käytetty laajasti lähdeaineistona eri tutkimuksissa.

Asko Martion teos *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta* on toinen suomeksi julkaistu teos, jota voi käyttää opetusmateriaalina tai lähdeaineistona. Kirja pureutuu hieman syvemmälle kuin Sääksjärven ja Immosen kirja *Tuotetiedonhallinta PDM*. Kirja kertoo varsin tarkasti, minkälaisia ominaisuuksia ja toimintoja tuotetiedonhallintajärjestelmän tulee sisältää, sekä antaa esimerkkejä toteutustavoista. Lisäksi kirja kuvaa konfiguroitavien

tuotteiden suunnitteluprosessin ja kertoo, miten voidaan automatisoida projektitoimitusten suunnittelu tai lisätä tuotteiden variointimahdollisuuksia. Kirja 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 englanninkielinen kuten suurin osa alan julkaisuista ja tutkimuksista. Kirja 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 elinkaarenhallinnan 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 (Innala 2013: 56–64). Tutkimus toteutettiin sähköisenä kyselynä. Tutkimus tehtiin käyttäjäkunnan piirissä, ja siihen osallistui 515 henkilöä 493 ohjelmistojäsenistä käyttävästä yrityksestä. Lisäksi kyselyyn osallistui 50 oppilaitosten edustajaa.

Tuotetiedonhallinta, tuotteen elinkaarenhallinta ja rakennuksen tietomalli (BIM) käsiteltiin tutkimuksessa laajasti siten, että esimerkiksi dokumenttienhallintasovellukset laskettiin mukaan. Kyselyssä kartoitettiin järjestelmien tilannetta yrityksissä, käytössä olevia järjestelmiä, arvioitua käyttäjämäärän muutosta kahdentoista kuukauden aikana, mitä tietoa järjestelmillä hallitaan ja mihin järjestelmät on integroitu. (Innala 2013: 64.)

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

Opetussuunnitelmat

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

Metropolia Ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmassa mainitaan tuotetiedonhallinta konetekniikan tutkinto-ohjelmassa. Tuotetiedonhallintaa opetetaan syventävissä ammat-
tiopinnoissa, ja se sijoittuu opintojen päivätoteutuksen kolmannen vuoden syyslukukau-
delle. 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 tuotteiston
nimikkeistöön, hallintaan, roolituksiin sekä tuoterakenteen määrittelyyn ja jäsentel-
lyyn. (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 päi-
vätoteutuksen kolmannen vuoden kevätlukukaudelle. Kurssin osaamistavoitteet on mää-
ritelty seuraavasti:

Tietää tuotetiedon, tuoterakenteen ja tuotteen elinkaaren hallinnan ja näiden mer-
kityksen koneteknisten tuotteiden suunnittelu- ja kehitystehtävissä sekä osaa so-
veltaa tuotetiedon, tuoterakenteen ja tuotteen elinkaaren hallinnan vaatimuksia ko-
neensuunnittelussa. Tuntee tuotetiedonhallinnan merkityksen, mahdollisuudet ja
vaatimukset osana sekä koneensuunnittelua että tuotehallintaa. Opiskelija ymmär-
tää tietojärjestelmien ja tietoverkkojen digitaalisen tiedonsiirron ja -hallinnan mer-
kityksen globaalissa liiketoiminnassa. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2018.)

Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ammattikorkeakoulututkinnon konetekniikan tut-
kinto-ohjelman opetussuunnitelmassa ei mainita tuotetiedonhallintaa eikä tuotteen elin-
kaarenhallintaa. (Oulun ammattikorkeakoulu 2018.)

Turun ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksen opetussuunnitelmassa on *Tuo-
tedokumentaatio*-kurssi, jonka osana opetetaan tuotetiedonhallintaa. Kurssin laajuus on
viisi opintopistettä, ja se järjestetään opintojen päivätoteutuksen ensimmäisenä luku-
vuonna. Tavoitteissa mainitaan, että opiskelija osaa opinnot suoritettuaan PDM-järjes-
telmien 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 rinnakkaissuunnittelun periaatteet (Turun ammattikorkeakoulu 2018.)

5.2 Kyselytutkimuksen keskeiset tulokset

Kyselytutkimus suoritettiin lähettämällä vastaajille sähköinen lomake. Kyselyyn saatiin sinnikkäästä yrittämisestä huolimatta vain 25 vastausta. Vastauksia odotettiin huomattavasti suuremmalta joukolta. Kyselytutkimuksen kvalitatiivisen luonteen huomioon ottaen vastaajia oli liian vähän.

Koska vastauksia saatiin populaatioon nähden liian vähän luotettavien tulosten saamiseksi ja samalla todettiin, että käytettävissä olevien resurssien ja ajan puitteissa otoksen kasvattamiseksi ei ole tehtävissä mitään, tehtiin päätös keskittyä teemahaastatteluihin. Hukkaan jo tehty työ ei mennyt, sillä tässä selvityksessä tehty kyselytutkimus voidaan ajatella koekyselyksi, jolla testattiin kyselylomakkeen toimivuus. Kysely kannattaa tehdä uudelleen suuremmalla otannalla ja paremmilla resursseilla kuin tässä selvityksessä oli käytettävissä.

5.3 Teemahaastatteluiden keskeiset tulokset

Teemahaastattelujen tuloksia käsitellään samassa järjestyksessä kuin ne on luokiteltu luvussa 4.3.2 *Haastattelujen litterointi ja luokittelu*. Käsittelyjärjestyksellä ei ole mitään arvojärjestyksiä, vaan tulokset ovat luettavuuden helpottamiseksi samassa järjestyksessä.

5.3.1 Opiskelijaryhmät ja opettajien määrittelemät kurssisisällöt -luokan tulokset

Opiskelijaryhmät ovat kaikkien vastaajien mukaan muotoutuneet pääsääntöisesti koneosaston opiskelijoista, joilla tuotetiedonhallinta sisältyy opetussuunnitelmaan. Pääosin tuotetiedonhallintaa opetetaan omana kurssinaan tai osana CAD-kursseja. Nämä kurssit

on rajattu tyypillisesti erikoistumisopinnojen sisälle. Kurssit ovat vapaasti valittavia, joten opiskelijalla on halutessaan mahdollisuus opiskella tuotetiedonhallintaa. Haastateltavien mukaan Oulun ja Tampereen ammattikorkeakouluissa ei ole merkittävässä määrin tuotetiedonhallinnan kurssin vapaasti valinneita opiskelijoita. Sen sijaan Metropolia Ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallinnan kurssin täydentäviksi opinnoiksi valitsi noin viisikymmentä opiskelijaa.

Tuotetiedonhallinnan periaatteiden ja ajatusmaailman ymmärtäminen koetaan kuitenkin tärkeäksi osaksi insinöörin perusosaamista. Vastaajien mukaan tuotetiedonhallintaa sivutaankin myös muissa kursseissa. Kurssien sisältö on tyypillisesti kurssin opettajan päätettävissä. Haastatellut opettajat kertoivat järjestäneensä tuotetiedonhallinnan teoriaa, perusteita ja ajatusmaailmaa osaksi muita opettamiaan kursseja.

Opetuksen sisältö

Metropolia Ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallinnan opetus perustuu opettajien itse laatimiin suunnitelmiin. Opetus perustuu teorian opettamiseen sekä käytännön esimerkeihin ja niihin liittyviin harjoituksiin. Tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaaren hallinnan ajatusmaailma ja teoria esitetään koneinsinöörin näkökulmasta. Harjoitukset ja esimerkit nojaavat vastaajien mukaan teollisuudesta saatuihin kokemuksiin siitä, miten järjestelmien pitäisi toimia ja mitä mahdollisia ongelmia tai haasteita matkan varrelle mahtuu. Tähän ratkaisuun Metropoliaassa on päädytty tuotetiedonhallintajärjestelmien käyttöönoton ja ylläpidon hankaluuksien takia.

Järjestelmiä on yritetty viime vuosien aikana saada käyttöön useaan eri otteeseen. Opetuksen tueksi järjestelmiä ei ole vielä onnistuttu saamaan. Tuotetiedonhallinnan opetusta järjestetään myös projektiluontoisten kurssien yhteydessä. Tällöin projektin aihe, tilaaja ja projektin luonne määrittelevät tuotetiedonhallintajärjestelmien tarpeen. Tyypillisesti myös mahdollinen tai tarpeellinen pääsy tuotetiedonhallintajärjestelmiin tapahtuu yritysyhteistyön kautta. Vaihtoehtona tiedonvaihtoon ja tiedon siirtämiseen on myös Metropolian käytössä oleva Moodle-ohjelmisto. Ohjelmistoa käytetään tällöin tuotetiedonhallinnan ajatusmallin mukaisesti. Projektkurssit koetaan vastaajien keskuudessa hyödyllisiksi. Vastaajien mukaan myös opiskelijat ovat olleet kurssien antiin tyytyväisiä.

Oulun ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallinnan kurssia opettaa vastaaja itse. Lisäksi aihetta sivutaan kolmen muun opettajan CAD-kurssilla sekä tuotekehityskursseilla

ja projekteissa. Opetuksen sisältö pohjautuu vastaajan mukaan opettajien omiin kokemuksiin teollisuudesta sekä teollisuuden edustajien toiveisiin siitä, mitä pitäisi opettaa. Oulun ammattikorkeakoulussa opetus on tukeutunut eri tuotetiedonhallintajärjestelmiin vuodesta 2006 lähtien. Järjestelmien käytöstä on kuitenkin luovuttu niiden hankalan ylläpidettävyyden takia. Vastaajan mukaan ylläpito on opettajien resursseilla mahdotonta. Vastaajan antaman esimerkin mukaan yrityksissä neljänsadan henkilön käytössä olevaa järjestelmää ylläpitää kolmesta neljään henkilöä täysipäiväisesti. Oppilaitosympäristössä, jossa käyttäjiä on sama määrä, järjestelmiä ylläpitävät opettajat muiden töidensä lisäksi. Tämä koetaan vastaajien mukaan työlääksi ja pitkällä tähtäimellä jopa mahdottomaksi. Vastaajan mukaan viimeisen kahden vuoden aikana Oulun ammattikorkeakoulussa ei ole ollut mitään tuotetiedonhallintajärjestelmää käytössä. Tänä aikana vastaajan sanojen mukaan on pitänyt improvisoida. Tuotetiedonhallintajärjestelmiä vastaavia ohjelmistoja on vastaajan mukaan käytetty vaihtelevalla menestyksellä. Tällä hetkellä käytössä ovat Sharepoint-ohjelmisto sekä Moodle. Vastaajan mukaan ne eivät sovellu tuotetiedonhallinnan opetukseen ollenkaan. Sen sijaan opiskelijaprojekteissa ohjelmistot soveltuvat tiedon jakamisen tarpeisiin.

Opetusta järjestetään myös projektimuotoisena. Vastaaja kertoi esimerkin viime kevälältä, jolloin opetus liitettiin Tehoja-hankkeeseen. Opiskelijat tekivät projektin yritysyhteistyökumppaneille, ja projektin dokumentointi hallittiin vastaajan mukaan tuotetiedonhallinnan sääntöjen mukaisesti.

Opetuksessa käytetään myös harjoituksia liittyen tuotekonfigurointiin. Yritysyhteistyötä käytetään perusopetuksen lisänä. Esimerkiksi tuotantotekniikan opiskelijat ovat kevätlukukauden ajan töissä alan yrityksissä, jossa he pääsevät tutustumaan yritysten tuotetiedonhallintajärjestelmiin. Vastaajan mukaan tämä ei kuitenkaan ole hyvä toimintatapa. Hänen mielestä olisi parempi vaihtoehto tehdä projektiin liittyvä dokumentaatio läpinäkyvästi ammattikorkeakoulun järjestelmillä. Tähän on vastaajan mielestä mahdollisuus tuotetiedonhallinnan ajatuksen mukaan niin sanottujen alihankkijaoikeuksien avulla. Verkkokursseja ei vastaajan mukaan ole Oulun ammattikorkeakoulussa aiheesta järjestetty.

Tampereen ammattikorkeakoulussa kurssien sisällön suunnitteluun on osallistunut vastaajan mukaan useita henkilöitä. Lisäksi kurssien opettajat ovat itse suunnitelleet sisällöt.

Tuotetiedonhallinnan kursseilla tehdään harjoituksia TeamCenter-tuotetiedonhallintajärjestelmällä. Järjestelmä on opetuskäytössä, joskin vastaajan mukaan se ei tällä hetkellä

palvele täysin siten kuin sen pitäisi. Ongelmat liittyvät järjestelmän käytettävyyteen ja oppilaitoksen sisäisten ohjeiden puutteeseen.

Opetuksen sisältö muodostuu vastaajan mukaan opettajien omien kokemusten pohjalta. Vastaajan mukaan teollisuudessa hankittu kokemus antaa hyvän kuvan siitä, mitä pitäisi opettaa. Lisäksi eri hankkeiden mukana tulee arvokasta kokemusta. Kirjallisuutta ja alan tutkimuksia käytetään opetuksen tukena. Vastaaja käyttää opetuksensa tukena esimerkiksi Tampereen teknillisen yliopiston julkaisemaa *LeanMES: Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä* -tutkimusta (Järvenpää & Lanz 2014), joka kuvaa teollisuuden nykytilaa erittäin hyvin. Opetus on vastaajan mukaan toteutettu lähiopetuksena, joka tässä tapauksessa tarkoittaa, että teoriaa ei luennoida sanan perinteisessä merkityksessä vaan opetus on yhdistelmä teoriaa ja käytännön harjoituksia. Toteutus vaihtelee kurssien luonteesta ja toteutuksen järjestävästä opettajasta riippuen. Verkkokursseja ei aiheesta järjestetä.

Projektiluonteisilla kursseilla tuotetiedonhallintajärjestelmä ei ole tällä hetkellä käytössä. Yksittäisiä opiskelijaprojekteja on sen sijaan ollut. Näissä opiskelijoiden työpanosta on yritysten tuotetiedonhallintaan liittyen tarvittu. Muita käytössä olevia tuotetiedonhallinnan opetukseen läheisesti liittyviä järjestelmiä ovat muun muassa ERP, Wiki ja Moodle.

5.3.2 Resurssit-luokan tulokset

Kaikki vastaajat kokivat, että käytössä olevien resurssien puitteissa on haasteellista vastata opetussuunnitelmien vaatimuksiin.

Metropolia ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallintaa opetetaan koneosaston opiskelijoille kahden opettajan yhteisellä kurssilla, jonka laajuus on viisi opintopistettä. Muilla kursseilla sivutaan aihetta opettajien katsoman tarpeen mukaan. Auto-osaston konstruktitekniikka sisältää yhden kolmen tunnin luennon, jolla käydään läpi tuotetiedonhallintajärjestelmien perusteet. Näiden lisäksi järjestetään yritysvierailuja, joilla opiskelijat pääsevät tutustumaan yritysten toimintakulttuuriin.

Projektiluonteisten kurssien sisältöön kuuluu tuotetiedonhallintaa sisältäviä piirteitä. Esimerkiksi *Innovaatioprojekti*-kurssilla käytetään Moodlen Wikin ominaisuuksia. Projekti-kursseille on tyypillistä, että tuotetiedonhallinnan käyttö on oppilas- tai projektikohtaista riippuen siitä, miten projektin tilaava yritys vaatii dokumentoinnin suoritettavaksi.

Oulun ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallintaa on opetettu vuodesta 2006 omana kolmen opintopisteen opintojaksonaan. Tuotetiedonhallintaa käsittelevä opintojakso on ollut pakollinen koneautomaation opiskelijoille. Lisäksi tuotetiedonhallinnan perusteet opetetaan kaikille koneosaston opiskelijoille CAD-kurssien yhteydessä.

Vastaaja itse opettaa tuotetiedonhallintaa, ja CAD-opetusta järjestää kolme muuta opettajaa. Lisäksi opetusta järjestetään tuotekehityskurssin sekä projektiluontoisten kurssien yhteydessä. Esimerkiksi keväällä 2018 tehtiin Tehoja-hankkeeseen 14 opiskelijaprojektia yrityksille robotiikkaan liittyen. Opiskelijoiden tuottamia dokumentteja hallittiin tuotetiedonhallinnan sääntöjen mukaisesti. Lisäksi vastaajan mukaan Oulun ammattikorkeakoulussa on tuotantotekniikassa projekti, jossa opiskelijat ovat koko kevään yrityksissä töissä. Silloin opiskelijat pääsevät käyttämään yritysten järjestelmiä.

Tampereen ammattikorkeakoulussa järjestetään tuotetiedonhallinnan kurssi, joka on laajuudeltaan vastaajan mukaan kolme opintopistettä. Vastaajan mukaan se on tuotekehityksen eli konetekniikan yhden suuntautumisvaihtoehdon kurssi. Tampereen ammattikorkeakoulussa yhden opintopisteen resurssi on 18 tuntia. Yhteensä kyseisen kurssin opettamiseen on siis käytettävissä 54 tuntia. Lisäksi tuotetiedonhallinnan asioita on liitetty muihin kursseihin, kuten *Tuotekehitys*, *Tuotannonsuunnittelu* sekä *CAD/CAM*-kursseihin. Näistä kursseista vastaaja opettaa tuotannonsuunnittelun kurssia, jossa hän opettaa tuotetiedonhallinnan perusteita yhden opetuskerran verran eli noin kolme tai neljä oppituntia.

Kaikki vastaajat olivat yksimielisiä siitä, etteivät resurssit riitä kaiken tarpeellisen opettamiseen. Kaikissa haastatteluihin osallistuneissa ammattikorkeakouluissa on kuitenkin vastaajien mielestä tulossa parannusta järjestelmien kehityksen tai hankkeiden muodossa.

Metropolia ammattikorkeakoulun tuotetiedonhallinnan opetusta on hankaloittanut toimivan tuotetiedonhallintajärjestelmän puuttuminen. Tähän on vastaajien mukaan tulossa korjaus, kun Dassault Systemèsin 3DExperience-ohjelmistokokonaisuus saadaan opetuskäyttöön. Lisäksi TeamCenter-järjestelmän toimintaan saattamiseksi on tekeillä insinööriä, jonka avulla pyritään ratkaisemaan aiemmin ilmenneet haasteet. Tosin toisen haastateltavan mukaan on myös olemassa riskejä, jotka saattavat vaikuttaa opetuksen toteuttamiseen. Näitä ovat mahdollisesti Metropolian tietohallintopolitiikka, jonka mukaan oppilaitoksen hallinnoimista, opetukseen käytetyistä tietokoneista oltaisiin luopumassa. Koulun tietokoneiden sijaan opiskelijoiden edellytettäisiin hankkivan omat tietokoneet ja

tarvittavat ohjelmistot. Haastateltavan mukaan tuotetiedonhallinnan opetuksessa käytettävien järjestelmien ominaisuudet eivät kuitenkaan tue tällaista mahdollisuutta.

Oulun ammattikorkeakoulussa opetuksen kehittämiseksi on keväällä 2018 hankittu ARAS-tuotetiedonhallintajärjestelmä. Järjestelmän hankinta ja sen opetukseen käyttäminen on haastateltavan mukaan pilottihanke, sillä ARAS-järjestelmää ei ole muualla Suomessa opetuskäytössä. Haastateltavan mukaan järjestelmällä on maailmanlaajuisesti paljon käyttäjiä yliopistotasolla ja siihen on saatavana oppilaitoksiin suunnattu niin sanottu Academic-lisenssi, joten opetusmateriaalia on saatavilla valtavasti. Haastateltava näkeekin järjestelmän opetuskäytössä valtavasti potentiaalia.

Tampereen ammattikorkeakoulussa tuotetiedonhallinnan opettamisen apuna on käytetty TeamCenter-ohjelmistoa. Ohjelmisto on osa Siemensin NX-tuoteperhettä. Muita saman tuoteperheen ohjelmia on käytetty CAD- ja CAM-kursseilla. Vastaajan mukaan ohjelmistojen ominaisuuksia on vielä hyödyntämättä, joten opetuksen kehittäminen järjestelmän tarjoamilla resursseilla on vielä mahdollista. Hän näkee tulevaisuudessa näitä käytettävän tehokkaammin hyödyksi.

Henkilökunnan koulutukseen on vastaajien mukaan myönnetty riittävästi resursseja. Toisin vastaajien mielestä tuntiresurssien lisääminen ja omatoimisen harjoittelun kirjaaminen työaikasuunnitelmaan parantaisi todennäköisesti myös opetuksen laatua. Vastaajien mielestä myös ulkopuolisen koulutuksen hankkimiseen on myönnetty riittävästi resursseja. Kaikilla vastaajilla on mahdollisuus osallistua alan koulutuksiin ja seminaareihin, ja koulutusta on saatavilla kaikissa vastaajien edustamissa ammattikorkeakouluissa. Vastaajien keskuudessa oli myös yleistä, että työajan ulkopuolista aikaa käytettiin uusien asioiden opetteluun ja omaksumiseen. Tuotetiedonhallinnan opetuksessa henkilökunnan koulutuksen tarve liittyy vastaajien mukaan pääasiassa yhteisten käytäntöjen sopimiseen. Lisäksi vertaistuen määrää toivottiin voitavan lisätä.

Opetuksen sisältö nykyisten resurssien puitteissa

Teorian ja harjoitusten opettamiseen koetaan olevan liian vähän tuntiresursseja. Tähän suurimpana syynä on vastaajien mukaan järjestelmien hallinnointiin tai toimimattomuuteen tuhraantuva aika. Jotta teoria ja harjoitustyöt voitaisiin viedä läpi annettujen resurssien puitteissa, olisi vastaajien mukaan oltava toimiva tuotetiedonhallintajärjestelmä, jonka ylläpitämiseen ei kulutettaisi opettajien aikaa.

Projektimuotoisten kurssien sisällä opiskelijat oppivat tuotetiedonhallinnasta projektityön lomassa. Opettajien resursseja se kuormittaa, mutta sen ei koettu olevan ongelma. Verkkokursseja ei vastaajien mukaan järjestetä tuotetiedonhallinnasta, joskin kiinnostusta vastaajien mukaan olisi, jos valmista materiaalia olisi tarjolla. Resurssien rajallisuuden takia vastaajat ovat omien sanojensa mukaan joutuneet karsimaan opetettavan aiheen laajuutta. Yhden vastaajan sanoin: "Opetetaan mitä ehditään."

Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmät ovat avainasemassa tuotetiedonhallinnan opetuksessa. Järjestelmien filosofian ja arkkitehtuurin opettaminen ilman käytännön harjoituksia koettiin vastaajien keskuudessa hankalaksi. Erityisesti Metropolia Ammattikorkeakoulussa toimivan järjestelmän puutteen koettiin estävän kurssien täysipainoisen opetuksen. Oulun ammattikorkeakoulussa taas järjestelmien hankalan ylläpidon koettiin haittaavan opetusta. Vastaajien edustamien ammattikorkeakoulujen tuotetiedonhallintajärjestelmien tilanne oli paras Tampereen ammattikorkeakoulussa. Siellä on käytössä TeamCenter-ohjelmisto, jonka avulla harjoituksia on saatu tehtyä.

Haastatteluissa tuli ilmi tuotetiedonhallintajärjestelmien haastava ylläpito. Järjestelmien ylläpidon koettiin vievän resursseja opetukselta. Kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että suurin yksittäinen opetuksen resursseja varaava tai niiden käyttöä hankaloittava asia on ylläpidon työläisyys. Tähän ongelmaan vastaajilta tuli haastattelujen edetessä ratkaisuehdotuksena muun muassa järjestelmien ylläpidon ulkoistaminen.

Toinen ilmi tullut järjestelmiin ja niiden resursseihin liittyvä asia oli toimivan tuoterakenteen puute. Kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että tuotetiedonhallinnan opettamiseksi järjestelmissä pitäisi olla valmiina koko valmistusketjun kattava tuoterakenne. Näin ei ole tällä hetkellä missään haastatteluissa ammattikorkeakouluissa. Opettajien ja oppilaiden itse kurssien puitteissa luoman tuoterakenteen ei koettu olevan riittävän laaja, eikä sen avulla saada opetettua kaikkea tarpeellista.

Kaikkien vastaajien mielestä myös tuotetiedonhallinnan opetuksen ulottaminen koko opiskeluaikalle voisi olla pedagogisesti hyvä ratkaisu. Tällainen opetusmalli tosin vaatii tuotetiedonhallintajärjestelmien ylläpitoon vielä enemmän resursseja kuin tällä hetkellä on käytössä.

5.3.3 PLM-järjestelmät-luokan tulokset

Tuotetiedonhallintajärjestelmät, niiden käyttö opetuksessa ja ylläpito sekä niihin liittyvä tiedon varastointi ovat tämän selvityksen kannalta tärkeitä asioita. Tulosten perusteella saadaan kokonaiskuva siitä, millaisia ratkaisuja, haasteita ja toiveita järjestelmien käyttöön ammattikorkeakoulussa liittyy.

Järjestelmien käyttö opetuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulussa käytössä on haastattelujen tekohetkellä Siemensin NX-tuoteperheeseen kuuluva TeamCenter-tuotetiedonhallintaohjelmisto. Lisäksi Metropolia Ammattikorkeakouluun on hankittu Dassault Systemèsin 3DExperience-ohjelmistokokonaisuus, jota tosin ei ole vielä otettu opetuskäyttöön. Lisäksi Metropoliaassa on ollut projektiluonteisissa kursseissa dokumenttienhallinnan apuna käytössä Moodle-ohjelmisto. Moodlen avulla on dokumentteja saatu jaettua opiskelijoilta yrityksiin ja yrityksistä opiskelijoille.

Metropolian tukema, kokonaan Metropolian opiskelijoista muodostuva Formula Student -hanke käyttää itse luomaansa tiedostonhallintajärjestelmää. Järjestelmä pohjautuu kansiorakenteeseen ja hankkeen sisällä sovittuun nimeämispolitiikkaan.

TeamCenter-ohjelmistoa on yritetty käyttää opetuksen apuna, mutta vastaajien mukaan järjestelmän hallinnoinnissa on ollut haasteita, joita ei ole saatu ratkaistua käytettävissä olevien resurssien puitteissa. Vastaajien mukaan TeamCenter-ohjelmisto on valittu Metropolia Ammattikorkeakoulun käyttöön siksi, että koneautomaation opetukseen on haluttu saman Siemensin NX-tuoteperheen CAD- ja simulointiohjelmat. Dassault Systemèsin 3DExperience-ohjelmistokokonaisuus on saman valmistajan Catia-ohjelmistojen seuraaja. Catia-ohjelmistoja on Metropoliaassa käytetty 2000-luvun alusta lähtien. Metropolian kone- ja ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelman henkilökunnalla on pitkän historian takia paljon osaamista juuri Catia-tuoteperheestä, joten saman valmistajan uudet tuotteet on koettu hyväksi valinnaksi opetukseen.

Oulun ammattikorkeakoulussa ei haastattelun tekohetkellä ollut mitään tuotetiedonhallintajärjestelmää käytössä. Oulun ammattikorkeakoulussa on ollut aiemmin käytössä useita eri järjestelmiä, muun muassa SmarTeam ja Solidworks Workgroup PDM. Näistä on kuitenkin luovuttu hankalan ylläpidettävyyden tai valmistajan lisenssipolitiikan takia.

Vastaajan mukaan TeamCenter-ohjelmistoa on harkittu hankittavaksi, mutta esiselvitysten ja kollegoiden muista ammattikorkeakouluista kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen hankkeesta on luovuttu. Lisäksi muita pienempiä ohjelmistoja on kokeiltu, mutta ongelmat opetustilanteissa, kuten koko luokan samanaikainen tietokannan käyttö, on rajannut ohjelmistot pois opetuskäytöstä. Haastateltavan mukaan myös suurten tiedostojen, kuten CAD-mallit tyypillisesti ovat, käsittely tuottaa usein pienemmillä ohjelmistoilla ongelmia.

Haastattelun tekohetkellä Oulun ammattikorkeakoulussa oli alkamassa ARAS-ohjelmiston käyttöönotto. Haastateltavan mukaan ARAS oli paras saatavilla olevista ohjelmistoista. Ohjelmisto pohjautuu avoimeen lähdekoodiin ja on käytössä useissa yliopistoissa ympäri maailman. ARAS on myös käytössä kotimaisessa teollisuudessa. Haastateltavan mukaan juuri kotimaiset referenssit vakuuttivat ohjelmiston sopivan opetuskäyttöön, niin ettei suuren opiskelijaryhmän yhtäaikainen tietokannan käyttö aiheuttaisi ongelmia järjestelmässä. Lisäksi ohjelmistosta on saatavilla oppilaitoksille suunnattu niin sanottu Academic-lisenssi. Laajasta oppilaitoskäytöstä johtuen järjestelmän opetuksen tueksi on saatavilla paljon valmista opetusmateriaalia. Haastateltavan mukaan olisi hyvä, jos myös muut PoraKONE-hankkeeseen osallistuvat ammattikorkeakoulut hankkisivat ARAS-ohjelmiston.

Muita tuotetiedonhallinnan tavoin käytettyjä järjestelmiä Oulun ammattikorkeakoulussa ovat olleet Optima-verkko-oppimisympäristö, Moodle-järjestelmä ja SharePoint-yhteistyöohjelmisto. Optimaan vastaaja oli luonut tuotetiedonhallinnan tavoin toimivia oppimisympäristöjä. Järjestelmä kuitenkin korvautui vastaajan mukaan Moodle-järjestelmällä joitakin vuosia sitten, ja tuotetiedonhallinnan osuus jäi pois käytöstä. Opiskelijaprojekteissa tiedonhallintaan ja jakamiseen käytetään SharePoint-yhteistyöohjelmistoa.

Tampereen ammattikorkeakoulussa ovat käytössä Siemensin NX-tuoteperheeseen kuuluvat ohjelmistot. Tuotetiedonhallinnan opetuksessa käytetään TeamCenter-ohjelmistoa ja CAD- ja CAM-kursseilla NX-ohjelmistoja. TeamCenter-ohjelmisto hankittiin tarjousten ja vertailujen perusteella, ja sitä on käytetty tuotetiedonhallinnan opetuksessa vastaajan mukaan pari vuotta, saman ajan kuin nykyinen opetussuunnitelma on ollut voimassa. Ennen TeamCenter-ohjelmiston hankkimista Tampereen ammattikorkeakoulussa ei ollut mitään tuotetiedonhallintajärjestelmää käytössä. Ohjelmisto valittiin käyttöön oppilaitosmyönteisen lisenssipolitiikan takia. Myös järjestelmän markkinaosuus suomalaisessa teollisuudessa otettiin huomioon. Lisäksi eri kursseilla käytettäviä ohjelmistoja haluttiin yhdenäistää.

Näkemyksistä tulevaisuudesta

Kaikkien vastaajien mukaan tuotetiedonhallinnan opetus pitäisi aloittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa opintoja, mahdollisesti heti opintojen alussa samalla kun opetetaan perusteita toimisto-ohjelmista ja luodaan tunnukset oppilaitosten järjestelmiin. Opetuksen pitäisi vastaajien mukaan jatkua koko opintojen ajan.

Vastaajien näkemyksen mukaan opetuksessa käytettävässä tuotetiedonhallintaohjelmistossa tulisi olla valmiina mahdollisimman hyvin dokumentoidut mallit ja tuoterakenne jostain konetekniikkaan liittyvästä laitteesta, sekä dokumentaatio opetusta varten. Mielellään ohjelmistossa tulisi olla käytössä niin sanottu *digital twin* eli digitaalinen kaksonen, jossa tuotteesta sekä tuotannosta olisi digitaalinen malli. Lisäksi myös tuotannon ja tuotannon ohjaamisen simulointia pitäisi kehittää. Tällöin opiskelijoille on mahdollista muodostaa kokonaiskuva siitä, miten yritys hallinnoi tuotettaan. Vastaajien mukaan tätä ei saada tehtyä, jollei taustalla ole tuotantokelpoinen suunnitelma.

Harjoituksia varten järjestelmässä pitäisi olla tuoterakenne sekä mallit, joita versioidaan ja joita viedään tuotantoon. Lisäksi pitäisi olla simuloitu tuotantopuoli, jossa olisi mahdollista tehdä esimerkiksi hyväksyntätyökierrot niin kuin ne kuuluu tehdä. Myös muuta dokumentaatiota pitäisi olla valmiina, esimerkiksi ohjekirja, joka hakee järjestelmästä attribuuttidataa. Lisäksi liityntä tuotantoon päin olisi hyvä olla kunnossa, kuten ERP-rajapinta, standardikomponentit ja standardimateriaalit, joita tyypillisesti käytetään tuotannossa. Käytännössä opetuksen apuna pitäisi olla järjestelmä tuoterakenteineen samanaikaisena kuin sellaisissa yrityksissä, joissa tuotetiedonhallinta on kunnossa.

Yritysyhteistyötä varten käytettävässä järjestelmässä tulisi olla myös rajapinta, joka mahdollistaa tiedonvaihdon. Tällaisia ratkaisuja on olemassa nykyisissä järjestelmissä. Yritysten välinen tiedonjako on mahdollistettu niin sanotulla alihankkijaroolilla. Tällaisessa roolissa toimiva saa rajoitetut oikeudet päämiehen tuotetiedonhallintajärjestelmään. Samanlaista toimintatapaa voitaisiin vastaajien mielestä soveltaa myös oppilaitoksen ja yritysten välillä.

Haastattelujen kuluessa tuli myös ilmi, että yrityskentältä on tullut viestejä halukkuudesta rekrytoida koodaustaitoisia koneinsinöörejä. Tuotetiedonhallintajärjestelmien käyttöönoton ja päivitysten yhteydessä on usein tarve räätälöidä joitain toimintoja, kuten eri järjestelmien välisiä rajapintoja. Yrityksissä on halukkuutta hoitaa tällaiset tehtävät oman yrityksen henkilökunnan voimin, sen sijaan että palvelu ostettaisiin alihankkijoilta.

Järjestelmään liittyvät ja oppilaitosympäristön tuottamat haasteet

Järjestelmien käyttöönotto ja ylläpito koettiin vastaajien keskuudessa haastavaksi. Tähän olivat syynä resurssien puute ja raskas ylläpitotyö, joka on jäänyt opettajien vastuulle. Vastaajien mukaan ylläpitoon tarvittaisiin lisää resursseja, ja yhtenä vaihtoehtona ehdotettiin jopa ylläpidon ulkoistamista. Haastateltavien mukaan oppilaitosympäristössä myös toimivan järjestelmän löytäminen on ollut haastavaa. Oppilaitosympäristön vaatimukset poikkeavat teollisuuden vaatimuksista yhtäaikaisten käyttäjien suuren lukumäärän, käyttäjien vähäisen järjestelmäkokemuksen, järjestelmien kausiluontoisen käytön sekä ylläpitoon varattujen resurssien vähäisyyden osalta. Näiden seikkojen takia järjestelmien käyttö koettiin hankalaksi.

Järjestelmien tehokkaan käytön esteeksi koettiin myös yhtenäisen nimeämiskäytännön ja tuoterakenteiden puute. Vastaajien mukaan miltei kaikissa kyselyyn osallistuneissa ammattikorkeakouluissa jokainen aiheita opettava opettaja luo itse säännöt nimeämiselle ja tuoterakenteille. Tämän ongelman koettiin estävän laajemman, useissa eri kursseissa tai jopa koko opiskeluajan kestävän tuotetiedonhallintajärjestelmien tehokkaan käytön.

Yhteistyö teollisuuden kanssa

Yhteistyötä teollisuuden kanssa on vastaajien mukaan lähinnä projektikurssien muodossa. Opiskelijat tekevät yritysten määrittelemiä projekteja, joissa he tutustuvat kyseisen yrityksen tuotetiedonhallintajärjestelmään. Pedagogisesti tämä koettiin hyväksi ratkaisuksi niiden opiskelijoiden kohdalla, jotka pääsevät kyseisiin projekteihin. Ongelmaksi koettiin se, että kaikilla opiskelijoilla ei ole mahdollisuutta saada samanlaista tilaisuutta.

Tuotetiedonhallintajärjestelmiä ei haastattelujen tekohetkellä ole käytössä yritys yhteistyössä. Tuotetiedonhallintaohjelmissa on tyypillisesti ns. alihankkijarajapinta, jota voidaan hyödyntää yritys yhteistyössä. Tämä ominaisuus ei kuitenkaan ollut haastateltaessa käytössä missään haastateltavien oppilaitoksissa. Tiedonvaihto on järjestetty muilla dokumenttien hallintaan tarkoitetuilla ohjelmistoilla.

5.4 Johtopäätökset

Selvityksen johtopäätökset ja vastaukset tutkimuskysymyksiin on jaettu tässä luvussa kolmeen osaan tutkimusmenetelmien mukaan. Aluksi käsitellään lyhyesti kirjallisuusselvityksen johtopäätökset, seuraavaksi kyselytutkimuksen johtopäätökset ja viimeisenä johtopäätökset teemahaastatteluista. Pääpaino tässä selvityksessä oli teemahaastatteluissa, joten siihen keskitytään johtopäätösten käsittelyssä laajemmin.

5.4.1 Kirjallisuusselvityksen johtopäätökset

Kirjallisuusselvitys ei vastannut suoraan tutkimuskysymyksiin vaan sitä käytettiin ensisijaisesti tietopohjan luomiseen. Välillisiä vastauksia se antoi esimerkiksi kysymykseen *Mitkä ovat opetuksen kehitysmahdollisuudet?*

Opetuksen kehittämiseen kirjallisuusselvityksessä löytyi useampi lähde-teos, joita voidaan käyttää sellaisenaan tai osittain opetusmateriaalina. Näitä ovat mm. Antti Säaksuoren ja Anselmi Immosen *Tuotetiedonhallinta PDM*, Asko Martion *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta* sekä John Starkin *Product Lifecycle Management (Volume 2) Devil is in the Details*. Lisäksi Tampereen teknillisen yliopiston julkaiseman Eeva Järvenpään ja Minna Lanzin tekemä tutkimus *LeanMES: Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä* soveltuu erinomaisesti tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen materiaaliksi.

Opetussuunnitelmat antavat kaikissa tutkituissa ammattikorkeakouluissa vain viitteelliset suuntaviivat siitä, mitä pitäisi opettaa. Haastattelututkimuksessa selvisi, että opettajat päättävät opetuksen sisällöstä pääosin itse. Jotta opetusta voitaisiin kehittää yhtenäisempään suuntaan, olisi toivottavaa, että opetussuunnitelmat olisivat valtakunnallisella tasolla suurin piirtein samankaltaiset. Yritysten näkökulmasta yhtenäiset osaamistavoitteet varmistaisivat samankaltaisen osaamisen riippumatta siitä, mistä ammattikorkeakoulusta opiskelija valmistuu.

5.4.2 Kyselytutkimuksen johtopäätökset

Kyselytutkimuksella oli määrä saada selville, mikä on valmistavan teollisuuden osaamistaso tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä ja mikä on nykytilanne yritysten järjestelmäosaamisessa. Näihin kysymyksiin vastausta haettiin kvantitatiivisella tutkimusotteella laatimalla sähköinen kysely.

Kyselyn otannan oletettiin olevan riittävän suuri, jotta tulokset olisi voinut yleistää luotettavasti koskemaan koko valmistavan teollisuuden kenttää. Näin ei kuitenkaan käynyt. Otanta jäi liian pieneksi tutkimuksen kriittisimmässä vaiheessa tapahtuneen virhearvion takia. Kyselytutkimusta tehdessä oletettiin, että yhteistyökumppaneilta saataisiin apua kyselytutkimuksen levittämiseen. Apua ei kuitenkaan saatu, johtuen osin juuri selvityksen tekohetkellä muuttuneen lainsäädännön takia. Näin ollen kyselytutkimuksen tuloksia ei tässä selvityksessä saatu eikä johtopäätöksiä näin voida esittää.

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

5.4.3 Teemahaastatteluiden johtopäätökset

Tässä selvityksessä pääpaino oli ammattikorkeakoulujen tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen perehtyneiden henkilöiden haastatteluissa. Teemahaastattelujen avulla saatiin vastauksia tutkimuskysymyksiin, mitkä ovat kehitystarpeet sekä yritysten että ammattikorkeakoulujen näkökulmasta ja mitkä ovat opetuksen kehitysmahdollisuudet.

Tutkimuskysymykseen siitä, mikä on nykytilanne yritysten järjestelmäosaamisessa, ei sen sijaan selvityksen tässä osassa haettu vastauksia.

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 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 haastavaksi. Lähes poikkeuksetta vastaajat kertoivat eritasoisista ongelmista järjestelmien hallinnoinnissa tai käyttöönotossa. Opetuskäytössä vastaajien mukaan ylivoimaisesti suurimmaksi ongelmaksi koettiin järjestelmien raskas ylläpito ja hallinnointi. Huonoin tilanne on 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 käytössä toimiva tuotetiedonhallintajärjestelmä.

Vastaajien mukaan opetuskäyttöön tarvitaan järjestelmä, joka mahdollistaa satojen käyttäjien yhtäaikaisen käytön. Nykyiset järjestelmät toimivat tällä tavoin, mutta järjestelmien ylläpito vaatii opettajien työaikaan ja kurssien resursseihin nähden valtavasti resursseja. Eräs vastaaja totesi:

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. Pora-KONE-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 haastateltaessa 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.

5.5 Kehittämisehdotuksia ja jatkotutkimusaiheita

Haastatteluissa nousi 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 laatimiseksi. 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: Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä*. Se soveltuu erinomaisesti materiaaliksi tuotetiedon ja tuotteen elinkaarenhallinnan opetukseen.

Kyselytutkimuksen taustatyö on tässä selvityksessä tehty. Selvityksessä kohdattujen ongelmien ratkaisu ja kyselytutkimuksen uudelleen tekeminen olisi PoraKONE-hankkeen kannalta hyödyllistä. Kyselytutkimusta varten tehtyä lomaketta voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan tai pienin muokkauksin. Kyselytutkimusta uudelleen suoritettaessa populaation määrittely kannattaa tehdä erityisen huolellisesti. Lisäksi riittävän suuren otannan hankkimiseksi kannattaa nähdä vaivaa tai hankkia luotettava yhteistyökumppani, jonka kontaktiverkoston voisi hyödyntää.

Selvityksen mukaan tuotteen elinkaarenhallinnan opettamisessa koettiin haastaviksi seuraavat seikat, joiden ratkaiseminen auttaisi tai ainakin helpottaisi tuotteen elinkaarenhallinnan opetusta ja parantaisi yritysyritysyhteistyön mahdollisuuksia.

Tärkein havainto selvityksessä oli, että opetuskäytössä toimivan järjestelmäratkaisun löytäminen on avainasemassa tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen järjestämisessä. Sillä, mikä järjestelmä valitaan käyttöön tai valitaanko kaikkiin ammattikorkeakouluihin sama järjestelmä, ei ole suurta merkitystä. Suurin merkitys on järjestelmän soveltuminen opetuskäyttöön siten, että se on helposti hallittava ja ylläpidettävissä pienillä resursseilla.

Oulun ammattikorkeakoulussa on tällä hetkellä käynnissä pilottijakso ARAS-tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän käyttöönottamiseksi. Tätä pilotointia kannattaakin seurata myös PoraKONE-hankkeen aikana.

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. Tällaisen tuoterakenteen luominen opetuskäyttöön edistäisi opetusta. Vaihtoehtona voisi selvittää, voisiko tuoterakenteen ostaa jostain valmiina tai onko jollain järjestelmätoimittajalla saatavilla kyseinen tuoterakenne.

Hankkeen aikana olisi hyödyllistä luoda jokin hyvin dokumentoitu nimeämiskäytäntö yhdessä kaikkien hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen kanssa. Tämä yhteinäistäminen auttaisi myös ammattikorkeakoulujen sisällä, sillä eri kursseilla luotu tieto olisi hyödynnettävissä myös muilla kursseilla.

6 Yhteenveto

Tällä selvityksellä pyrittiin luomaan tietopohja Turun, Tampereen, Oulun ja Metropolia-ammattikorkeakoulun yhteisen PoraKONE-hankkeen *Työpaketti 2: Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostossa – Laajennusmoduulin* tarpeisiin. Selvityksen tutkimuskysymysten avulla selvitettiin tuotetiedonhallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan osaamisen nykytilaa yrityksissä ja hankkeeseen osallistuvissa ammattikorkeakouluissa. Lisäksi kartoitettiin mahdollisia ongelmakohtia oppilaitosten järjestelmien käytössä, ja etsittiin esille tulevia kehittämiskohteita.

Haastatteluissa nousi esille, ettei kovin moni haastateltava käytä opetusmateriaalina alan kirjallisuutta. Kirjallisuuden koettiin olevan vaikeaselkoista ja pääosin englanninkielistä, joten sitä ei pidetty sellaisenaan sopivana opetusmateriaalina. Vastajat tukeutuivat mieluummin omiin kokemuksiinsa opetusmateriaalin laatimiseksi. Oppikirjoiksi soveltuvia suomenkielisiä kirjoja on kuitenkin julkaistu. Näitä esitellään tarkemmin luvussa 5.

Yritysten näkökulmaa ei saatu selvitettyä kyselytutkimuksen tekemisessä ilmenneiden ongelmien takia. Kyselytutkimuksen suorittaminen epäonnistui, koska tutkimukseen ei saatu riittävän suurta otantaa. Kyselytutkimus on kuitenkin pienellä vaivalla toteutettavissa uudelleen.

Haastatteluista kävi ilmi, että tuotetiedonhallinnan periaatteen ja ajatusmaailman ymmärtäminen koetaan tärkeäksi osaksi insinöörin perusosaamista. Tuotetiedonhallinnan opetus pitäisi aloittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa opintoja, mahdollisesti heti opintojen alussa samalla kun opetetaan perusteita toimisto-ohjelmista ja luodaan tunnukset oppilaitosten järjestelmiin. Tuotetiedonhallintaa sivutaankin tyypillisesti muissa kuin tuotetiedonhallintakursseissa, mutta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa aloittaminen olisi pedagogisesti hyvä ratkaisu.

Teorian ja harjoitusten opettamiseen koetaan selvityksen mukaan olevan liian vähän tuntiresursseja. Tähän suurimpana syynä on järjestelmien hallinnointiin tai toimimattomuuteen tuhraantuva aika. Kaikki vastaajat olivat yksimielisiä siitä, etteivät resurssit riitä kaiken tarpeellisen opettamiseen. Kaikissa haastatteluihin osallistuneissa ammattikorkeakouluissa on kuitenkin vastaajien mielestä parannusta tulossa järjestelmien kehityksen tai hankkeiden muodossa.

Tärkein havainto selvityksessä oli, että opetuskäytössä toimivan järjestelmäratkaisun löytäminen on avainasemassa tuotteen elinkaarenhallinnan opetuksen järjestämisessä. Sillä, mikä järjestelmä valitaan käyttöön tai valitaanko kaikkiin ammattikorkeakouluihin sama järjestelmä, ei ole suurta merkitystä.

Selvityksessä havaittiin myös toimivan tuoterakenteen tarve. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän tulisi olla sisältää opetuskäyttöä varten toimivat mallit ja tuoterakenne dokumentaatioineen. Tällaisen tuoterakenteen voisi joko luoda opetuskäyttöön tai selvittää, voisiko sellaisen ostaa jostain valmiina tai onko jollain järjestelmätoimittajalla kyseisen kaltainen tuoterakenne saatavilla.

Hankkeen aikana olisi hyödyllistä luoda jokin hyvin dokumentoitu nimeämiskäytäntö yhdessä kaikkien hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen kanssa. Tämä yhteistäminen auttaisi myös ammattikorkeakoulujen sisällä, sillä eri kursseilla luotu tieto olisi hyödynnettävissä myös muilla kursseilla.

Teollisuuden kanssa yhteistyötä on lähinnä projektikurssien muodossa. Opiskelijat tekevät yritysten määrittelemiä projekteja, joissa he tutustuvat kyseisen yrityksen tuotetiedonhallintajärjestelmään. Ongelmaksi kuitenkin koettiin, ettei kaikilla opiskelijoilla ole tähän mahdollisuutta. Tuotetiedonhallintajärjestelmiä ei haastattelujen tekohetkellä ole käytössä yritys yhteistyössä, mutta tulevaisuudessa yhteistyössä voisi hyödyntää järjestelmistä tyypillisesti löytyvää niin sanottua alihankkijarajapintaa.

Lähteet

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

Eduix. 2018. Verkkoaineisto. E-lomake 3. <<https://e-lomake.fi/web/index.html>> Luettu 19.4.2018.

Hirsjärvi, Sirkka ja & Hurme, Helena. 2001. Tutkimushaastattelu teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

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.

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

Martio, Asko. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Kurikka: Amartekno Oy.

Metropolia AMK. 2018. Verkkoaineisto. 3D-CAE-jatkokurssi ja tuotetiedon hallinta TX00BV12. <<http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/index.php/fi/88094/fi/70332/TXC18S1/1934/year/2018>> Luettu 7.8.2018.

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

Pere, Aimo. 1974. Koneenpiirustus 2. Helsinki: Weilin + Göös.

SFS-EN ISO 7200. 2010. Otsikkoalueen ja asiakirjan ylätunnisteen tietokentät. Tekninen tuotedokumentointi. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

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.

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2018. Verkkoaineisto. PLM - 5K00BH16. 2018. Verkkoaineisto. <<http://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49529/161112/year/2018>> Luettu 8.8.2018.

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.

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 8.8.2018.

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