

ESISELVITYS KONETEKNIIKAN LABORATORIOYMPÄ-
TISTÖÖN SOVELTUVISTA TUOTETIEDON HALLINTA- JA
TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMISTÄ

Älypaja-hanke

Etto Carola

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Tuotantotalous
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Tuotantotalous
Insinööri (AMK)

Tekijä	Carola Etto	Vuosi	2018
Ohjaaja	DI Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Lapin Ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Esiselvitys konetekniikan laboratorioympäristöön soveltuvista tuotetiedon hallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmistä		
Sivu- ja liitesivumäärä	93 + 8		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä esiselvitys ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratorioympäristöön soveltuvista tuotetiedon hallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksista, määrittelystä ja valintaperusteista. Tarkoituksena oli tarjota oppimisympäristön toteuttamista varten oleellista tietoa. Työ tehtiin toimeksiantona Lapin ammattikorkeakoululle osana tammi-kuussa 2018 käynnistynyttä Älypaja-hanketta.

Älypaja-hankkeessa Lapin ammattikorkeakoulu haluaa uudistaa Kemin kampuksen konetekniikan oppimis- ja kehittämissympäristöä nykyaikaisten vaatimusten mukaiseksi. Älypaja-hankkeen myötä Lapin ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksessa siirrytään perinteisestä konepajakulttuurista uudenaikaiseen digitaaliseen tuotanto- ja toimintatapaan. Lisäksi uudella ympäristöllä mahdollistetaan syksyllä 2017 käyttöönotetun uuden opetussuunnitelman mukainen koulutus. Lapin ammattikorkeakoulun uudessa osaamis- ja ongelmaperustaisessa oppimisenäkemyksessä korostuu projektimuotoinen oppiminen ja työelämälähtöisyys.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin tuotetiedon hallintaa, toiminnan- ja valmistuksenohjausta sekä niissä käytettäviä tietojärjestelmiä. Lisäksi tarkasteltiin yleisellä tasolla tuotetiedon hallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmien ominaisuuksia, hankintaa ja mahdollista järjestelmäintegraatiota. Työssä esitellään myös kehitteillä olevia tai jo vastikään uudistettuja konetekniikan koulutuksen oppimisympäristöjä suomalaisissa ja saksalaisissa ammattikorkeakouluissa. Korkeakouluesimerkeillä saatiin tärkeää lisäarvoa Lapin ammattikorkeakoulun oppimisympäristön toteuttamiselle.

Työn tuloksena saatiin ehdotus, miten Lapin ammattikorkeakoulun kannattaisi jatkaa oppimisympäristön kehityshankkeessaan. Lisäksi selvitettiin oppimisympäristön toteutuksessa huomioitavat asiat ja seuraavat mahdolliset vaiheet kehityshankkeessa.

Avainsanat tuotetiedon hallinta, toiminnanohjaus, oppimisympäristö

Technology, Communication and
Transport
Industrial Management
Bachelor of Engineering

Author	Carola Etto	Year	2018
Supervisor	Ari Pikkarainen, M.Sc. (Mech)		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	A preliminary study of ERP system and PDM system in the Mechanical Engineering Lab		
Number of pages	93 + 8		

The aim of this Bachelor's thesis was to conduct a preliminary study on the requirements, selection criteria and definition of ERP system and PDM system solutions suitable for the Mechanical Engineering Lab in the context of University of Applied Sciences. The work was commissioned by Lapland University of Applied Sciences as part of the Älypaja project launched in January 2018.

In the Älypaja project, Lapland University of Applied Sciences aims to modernize the learning and development environment for Mechanical Engineering Lab in the Kemi campus. During the Älypaja project, the mechanical engineering education provided in Lapland University of Applied Sciences will transform from traditional machine shop culture to modern digital production and working methods. In addition, the new environment will enable training in accordance with the new curriculum introduced in autumn 2017. The new knowledge and problem-based learning vision of Lapland University of Applied Sciences emphasizes project-based learning and work-life orientation.

The theoretical part of the thesis introduced product information management, enterprise resource planning and related information systems. In addition, the characteristics of product information management and ERP systems, procurement and possible system integration were presented on a higher level. In addition, the thesis introduced new or already modernized learning environments for Mechanical Engineering in Universities of Applied Sciences in Finland and Germany. These examples provided critical value for the implementation of the learning environment in Lapland University of Applied Sciences.

As a summary, the objective was to provide essential information for the implementation of the learning environment. The outcome of the thesis was a proposal on how Lapland University of Applied Sciences should continue to pursue its learning environment development project. In addition, the issues that should be considered in the implementation of the learning environment and the possible next steps in the development project were presented.

Key words learning environment, enterprise resource planning, product data management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	LAPIN AMK:IN OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN	10
2.1	Opetussuunnitelmien uudistamis- ja yhdistämissuunnitelma	10
2.1.1	Osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen	11
2.1.2	Projektimainen toimintatapa osana opetussuunnitelmaa	12
2.1.3	CDIO-malli.....	12
2.2	TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi.....	13
2.3	Strategia	15
2.4	Tämänhetkinen oppimisympäristö Lapin AMK:ssa	17
2.5	Älypaja-hanke	17
2.6	Älypaja-hankkeen osa-alueet.....	20
2.6.1	Automaattiset koneet.....	21
2.6.2	Integroitu tuotekehitys	21
2.6.3	Digitaalinen tehdas.....	23
2.7	Yhteistyö paikallisten yritysten kanssa.....	25
2.8	Palaute kehittämisprosessin aikana.....	26
3	TUOTETIEDON HALLINTA	28
3.1	Tuotetiedon määritelmä	28
3.2	Tuotetiedon hallinta	28
3.3	Nimikkeet ja dokumentit tuotetiedon hallinnassa	30
3.4	Tuoterakenne käsitteenä	32
3.5	Tuotetiedon rakentuminen	34
3.6	Tuoterakenteen hallinta	35
3.7	Muutosten hallinta.....	37
4	TOIMINNANOHJAUS JA VALMISTUKSEN OHJAUS.....	38
4.1	Toiminnanohjauksen määritelmä	38
4.2	Toiminnanohjauksen tietojärjestelmä.....	39
4.3	Valmistuksenohjauksen määritelmä	41
4.4	ISA-95.....	41
4.5	Valmistuksenohjauksen tietojärjestelmä	43
4.6	Valmistuksenohjauksen ja toiminnanohjauksen vertailu	47

5	JÄRJESTELMÄHANKINTA JA INTEGRAATIO	48
5.1	PDM-järjestelmän hankinta	48
5.2	PDM-järjestelmän integraatio.....	49
5.3	ERP-järjestelmän hankinta	51
5.4	ERP-järjestelmän integraatio	53
6	VASTAAVAN OPPIMISYMPÄRISTÖN TOTEUTTAMINEN MUISSA AMMATTIKORKEAKOULUISSA	55
6.1	Turun ammattikorkeakoulu	55
6.2	Seinäjoen ammattikorkeakoulu.....	57
6.3	Tampereen ammattikorkeakoulu	59
6.4	Savonia-ammattikorkeakoulu.....	62
6.5	Fachhochschule Kiel.....	67
6.6	Hochschule Bremen	71
7	KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	74
7.1	Toteutuksen lähtötilanne.....	74
7.2	Oppimisen menetelmät ja tavoitteet.....	76
7.3	Älypaja-kokonaisuus.....	80
7.4	Älypaja-hankkeen hankinnat.....	83
8	POHDINTA	86
	LÄHTEET.....	88
	LIITTEET	93

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

API	Application Programming Interface, ohjelmointirajapinta
BOM	Bill Of Materials, osaluettelo
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CAE	Computer Aided Engineering, tietokoneavusteinen laskeinta
CAM	Computer Aided Manufacturing, tietokoneavusteinen valmistus
CDIO	Conceive – Design – Implement – Operate – suunnitella – toteuttaa – hyödyntää, kansainvälinen käytännölläheisen insinöörikoulutuksen viitekehys
EAI	Enterprise Application Integration, yritysjärjestelmien integraatio
ERM	Enterprise Resource Management, toiminnanohjausjärjestelmä
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
IoT	Internet of Things, teollinen internet
ISA	International Society of Automation. Automaatiotekniikkaan keskittynyt kansainvälinen järjestö, joka määrittelee valmistuksenohjauksen standardeja
MES	Manufacturing Execution System, valmistuksenohjausjärjestelmä
OLE	Object Linking and Embedding, Microsoftin kehittämä menetelmä yhdistää kaksi objektia
OPC	OLE for Process Control, teollisuuden automaatio-sovelluksissa käytettävä avoimen tiedonsiirron standardi
OPC UA	OPC Unified Architecture, jokaiselle käyttöjärjestelmälle asennettavissa oleva uudempi ja kehittyneempi OPC-yhteys
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta

PLM	Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta
TKI	Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta
SaaS	Software as a Service, pilvipalvelu, ohjelmiston hankkiminen palveluna perinteisen lisenssipohjaisen tavan sijasta
SOA	Service-Oriented Architecture, palvelukeskeinen arkkitehtuuri
STEP	Standard for the exchange of product model data, kansainvälinen tuotemallistandardi
XML	Extensible markup language, merkintäkieli

1 JOHDANTO

Perusteena tämän opinnäytetyön aiheelle on tarve kehittää konetekniikan opetusta ja laboratorioympäristöä Lapin ammattikorkeakoulun Kemin kampuksella. Kehittämisen yhtenä lähtökohtana on kartoittaa ja suunnitella tuotetiedon hallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän hankkimista, käyttöönottoa ja soveltamista konetekniikan opetukselle laboratorioympäristössä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä esiselvitys ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratorioympäristöön soveltuvista tuotetiedon hallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksista, määrittelystä ja valintaperusteista. Työ tehdään toimeksiantona Lapin ammattikorkeakoululle osana tammikuussa 2018 käynnistynyttä Älypaja-hanketta. Älypaja-hankkeessa Lapin ammattikorkeakoulu haluaa uudistaa Kemin kampuksen konetekniikan oppimis- ja kehittämisympäristöä nykyaikaisten vaatimusten mukaiseksi. Lapin ammattikorkeakoulun konetekniikan opetuksessa siirrytään perinteisestä konepajakulttuurista uudenaikaiseen digitaaliseen tuotanto- ja toimintatapaan Älypaja-hankkeen myötä.

Lisäksi uudella oppimis- ja kehittämisympäristöllä mahdollistetaan Lapin ammattikorkeakoulussa syksyllä 2017 käyttöönotetun uuden opetussuunnitelman mukainen koulutus. Lapin ammattikorkeakoulun uusi osaamis- ja ongelmaperustainen oppimisenäkemys pohjautuu projektimuotoiseen oppimiseen ja työelämälähtöisyyteen. Uusi ympäristö tukee oppimisenäkemysten toteuttamista ja parantaa yhteistyömahdollisuuksia insinöörikoulutusten, TKI:n ja alueen yritysten välillä.

Opinnäytetyön työn alussa kartoitetaan Lapin AMK:in konetekniikan oppimisympäristön nykytila ja kehittämistarpeet. Tämän perusteella määritetään oppimisympäristön asettamat vaatimukset järjestelmien valinnalle sekä esitellään tavoitteellinen oppimis- ja kehitysympäristö. Seuraavaksi työn teoriaosuudessa käsitellään tuotetiedon hallintaa, toiminnan- ja valmistuksenohjausta ja niissä käytettäviä tietojärjestelmiä. Lisäksi tarkastellaan yleisellä tasolla tuotetiedon hallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmien ominaisuuksia, hankintaa ja mahdollista järjestelmäintegraatiota.

Opinnäytetyössä esitellään myös kehitteillä olevia tai jo vastikään uudistettuja konetekniikan koulutuksen oppimisympäristöjä suomalaisissa ja saksalaisissa ammattikorkeakouluissa. Korkeakouluesimerkit tarjoavat tärkeää lisätietoa Lapin ammattikorkeakoulun oppimisympäristön toteuttamiselle.

Opinnäytetyön tavoitteena on siis tarjota oppimis- ja kehittämisympäristön toteuttamista varten oleellista tietoa. Työn tuloksena annetaan ehdotus, miten Lapin ammattikorkeakoulun kannattaisi jatkaa oppimisympäristön kehityshankkeeseen. Lisäksi tuodaan esille oppimisympäristön toteutuksessa huomioitava asiat ja seuraavat mahdolliset vaiheet kehityshankkeessa.

Koska kyse on esiselvitystyöstä, työstä rajataan ulos esimerkiksi ohjelmistoprojektin toteuttamisprojektin suunnittelu ja toteutuneen projektin arviointi. Lisäksi työssä vain sivutetaan lyhyesti pedagogista näkökulmaa. Työssä ei ole tarkoituksena perehtyä tarkemmin esimerkiksi järjestelmien hyödyntämismahdollisuuksiin opintojaksojen sisällöissä. Tarjonnan kartoituksessa ei oteta suoraan yhteyttä ohjelmistovalmistajiin eikä selvitetä tuotteiden hintoja.

2 LAPIN AMK:IN OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Lapin ammattikorkeakoulu on käynnistänyt vuonna 2014 mittavan opetussuunnitelmauudistuksen. Samalla Lapin AMK on halunnut yhtenäistää pedagogisia käytäntöjään. Esimerkiksi tässä kehitys- ja uudistamistyössä on tullut ilmi tarve nykyaikaistaa opetusta ja vastata tulevaisuuden haasteisiin myös Lapin AMK:in laadittaman strategian vuosille 2017-2020 mukaisesti. (Kangastie 2016a, 37-38.) Vastatakseen näihin haasteisiin aikoo Lapin AMK uudistaa Kemian kampuksen kone-tekniikan oppimis- ja tutkimusympäristöä ja kehittää sitä samalla vastaamaan uutta opetussuunnitelmaa.

2.1 Opetussuunnitelmien uudistamis- ja yhdistämissuunnitelma

Lapin ammattikorkeakoulu syntyi vuoden 2014 alussa Rovaniemen ammattikorkeakoulun ja Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun toimintojen yhdistyessä. Yhdistymisen myötä koettiin koulutuksen ja opetuksen osalta tarve yhtenäistää ja yhdistää kahden ammattikorkeakoulun erilaisia käytäntöjä. (Kangastie & Mastosaari 2016a, 9.) Vuonna 2014 Lapin ammattikorkeakoulu aloittikin tarjoamiensa koulutusten opetussuunnitelmien uudistamishankkeen ja yhtenäisten pedagogisten käytäntöjen kehittämistyön (Kangastie 2016a, 37).

Lapin ammattikorkeakoulussa on tehty laaja opetussuunnitelmien uudistamis- ja yhdistämissuunnitelma (OPS2017), jonka pohjalta opetussuunnitelmat on uudistettu koko korkeakoulussa (Hulkko ym. 2017, 33). Lapin AMK:in pedagogisen kehittämisen ja opetussuunnitelmien uudistamissuunnitelmassa vuosille 2014-2017 ensisijaisena kehityskohteena oli opetussuunnitelmien uudistuksen käynnistäminen ja yhtenäisen oppimisen näkemyksen rakentaminen. Uudistamishankkeen tavoitteena oli rakentaa Lapin ammattikorkeakoulun yhtenäinen osaamis- ja ongelmaperustainen oppimisen näkemys ja yhtenäiset työelämälähtöiset, strategian mukaiset osaamisperustaiset opetussuunnitelmat. (Kangastie 2016a, 38.) Näiden molempien osalta keskeisiä asioita olivat opetussuunnitelma oppimisen organisoimisen viitekehyksenä ja opiskelijoiden kannustaminen ottamaan aktiivinen rooli oppimisprosessissaan (Kangastie & Mastosaari 2016a, 9). Uudet opetussuunnitelmat otettiin käyttöön syksyllä 2017 (Hulkko ym. 2017, 33).

2.1.1 Osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen

Uudistamishankkeen aikana Lapin ammattikorkeakoulun oppimisenäkemys rakentui osaamis- ja ongelmaperustaiseksi oppimiseksi (Kangastie 2016a, 40). Osaamis- ja ongelmaperustaisella oppimisella tarkoitetaan niitä asioita, joilla oppimista jäsennetään ja organisoidaan. Kaikissa oppimisen organisoinnin tavoissa, syklimallissa, projektimallissa tai niiden yhdistelmässä, lähtökohtana ovat työelämän ilmiöt ja ongelmat. Tavoitteena oppimiselle on ammatillisen osaamisen kehittyminen opiskelijakeskeisten ja aktivoivien oppimis- ja ohjausmenetelmien avulla. Osaamisen kehittyminen kuvataan Lapin AMK:in uudistetuissa opetussuunnitelmissa opiskelijan oppimisprosessina ja lähtökohtana ovat työelämän osaamisvaatimukset. (Kangastie 2016a, 77.)

Osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen toimii myös pohjana uudistetuille opetussuunnitelmille ja on oppimisen organisoinnin perusta (Kangastie & Mastosaari 2016a, 13). Osaamisperustaisuudella viitataan siihen, että oppimisen perustana toimivan opetussuunnitelman osaamistavoitteet on määritelty työelämän lähtökohdista (Kangastie & Mastosaari 2016b, 12). Osaamisperustaisuus tukeutuu työelämän ammattitaitovaatimukseen ja työprosesseihin (Kangastie & Mastosaari 2016b, 13).

Ongelmaperustaisessa oppimisessä lähtökohtana ovat todellisen elämän ilmiöt, ammatillisen käytännön tilanteet ja niihin liittyvät ongelmat, työelämän todellisuus ja sieltä peräisin oleva ongelma (Kangastie & Mastosaari 2016a, 15). Näin ollen oppimisen lähtökohtana ovat työelämän ongelmat ja ilmiöt, joita käsitellään ongelmanratkaisuprosessin avulla. Ongelmanratkaisun aikana on olennaisinta itse prosessin aikana tapahtuva oppiminen, kun oppilaat yhdessä ohjatusti etsivät, jakavat ja käsittelevät tietoa. Oppimisessa tärkeintä ei siis ole itse ongelman ratkaisu eli vastauksen löytäminen juuri sillä hetkellä, vaan se, että osaaminen on kuitenkin kehittynyt ja oppiminen jatkuu. Ongelmanratkaisuprosessi jatkuu niin pitkälle, että ongelma on ratkaistu ja osaamistavoite on saavutettu. (Kangastie & Mastosaari 2016b, 12.)

2.1.2 Projektimainen toimintatapa osana opetussuunnitelmaa

Oppimista organisoidaan ongelmaperustaisesti valituilla organisoinnin tavoilla, joiden mukaan oppimisen lähtökohtana ovat työelämän ilmiöt ja ongelmat, joiden käsittelyä ohjataan systemaattisella ongelmanratkaisuprosessilla. Yksi näistä oppimisen organisoinnin tavoista on projektioppimisen malli. (Kangastie & Mastosaari 2016b,14.)

Uusien osaamis- ja ongelmaperustaisten sekä työelämälähtöisten opetussuunnitelmien myötä vuonna 2017, Lapin AMK:in tekniikan ja luonnonvarojen koulutukset siirtyvät lähes täysin projektipohjaiseen opetukseen. Tähän syynä on esimerkiksi se, että projektimainen toimintatapa on nykypäivää työelämässä. Uusissa opetussuunnitelmissa projektimainen ajattelu- ja toimintamalli tehdään opiskelijoille tutuksi oppimisprojektiin pohjautuvien opetusmenetelmien kautta. Oppimisprojektilla tarkoitetaan sitä, että opiskelija saavuttaa tavoiteltavan osaamisen työskentelemällä projekteissa, joissa ratkotaan aitoon työelämään liittyviä ongelmia ja kehitetään toimintaa. Projektin eteneminen luo tarpeen oppimiselle eli opiskelijan on helppo mieltää, miksi käsiteltäviä asioita opiskellaan, sekä auttaa opiskelijaa ymmärtämään ja hahmottamaan opiskeltavan asian kokonaisuuden. Samalla korostuu opiskelijan rooli aktiivisena toimijana ja tiedon etsijänä. (Kähkölä 2016, 39.)

2.1.3 CDIO-malli

Lapin AMK:n insinöörikoulutuksessa on jo pitkään hyödynnetty systemaattisesti CDIO-toimintamallia. CDIO:n pohjana on projektimuotoinen ja käytännönläheinen toiminta, jonka tavoitteena on kehittää insinöörikoulutusta siten, että opiskelijoiden tiedot ja taidot opiskelun yhteydessä tukevat heidän työelämävalmiuksiansa kehittymistä. CDIO:n avulla onkin mahdollista kehittää insinöörikoulutusta vastaamaan paremmin tekniikan alan muutostarpeista kumpuaviin haasteisiin ja kehittää opetusmenetelmiä. Näin ollen opetuksessa on tavoitteena käytännönläheisten pedagogisten ratkaisujen avulla antamaan opiskelijoille valmiuksia ratkaisukeskeiseen ajatteluun käyttämällä aktiivisia opetusmenetelmiä heti opintojen alusta alkaen. (Lapin ammattikorkeakoulu 2017a.)

CDIO perustuu 12 periaatteeseen, joissa määritellään insinöörikoulutuksen konteksti, opetussuunnitelman tarpeet, tavoitteet ja rakenne. Yhden periaatteen mukaan opiskelijat johdatellaan insinööriopintoihin opintojen alkuvaiheessa, jolloin he pääsevät tutustumaan opiskeltavaan alaan käytännönläheisen projektin tai ongelman kautta. Myöhemmin vuosina vuorossa on myös suunnittelusta toteutusvaiheeseen eteneviä projekteja. (Lapin ammattikorkeakoulu 2017a.)

Opiskelija oppii siis työelämässä tarvittavia insinööritaitoja ja -tietoja työelämälähtöisissä projekteissa (C = conceive), suunnittelemalla (D = design), toteuttamalla (I = implement) ja käyttämällä (O = operate) (Lapin ammattikorkeakoulu 2017a). CDIO:n toimintamallia kutsutaan usein myös CDIO:n elinkaarimalliksi (Kuvio 1). CDIO:n elinkaarimallilla viitataan siihen, että nykyaikana insinööri joutuu työssään vastaamaan tai olemaan mukana vastaamassa kokonaisten tuotteiden, prosessien tai järjestelmien elinkaaren suunnittelusta, tuotannosta tai ylläpidosta. (Putkiranta & Toivainen 2008, 16-17.)



Kuvio 1. CDIO:n elinkaarimalli (Järvelin & Lehikoinen, 2011, 54, alkuperäinen Putkiranta & Toivainen 2008, 16-17)

2.2 TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi

TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi on yksi keskeisimmistä kehittämiskohdeista Lapin ammattikorkeakoulussa. Jo Lapin AMK:n toimilupahakemuksessa on sitouduttu edistämään opetuksen ja TKI-toiminnan integrointia. Lapin ammattikorkeakoulun tavoitteena on, että tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta on integroitunut opetukseen vuoteen 2020 mennessä. TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi Lapin AMK:ssa on vaatinut opetuksen ja oppimisen uudelleen organi-

sointia. Osaamisperustaiset opetussuunnitelmat ja ongelmaperustainen oppiminen eri malleilla toimivat työelämäyhteistyön ja integroinnin toiminnan perustana. (Kangastie 2016b, 9.)

Integroinnin taustalla on myös ammattikorkeakoulujen yhteinen tavoite, jonka mukaan tavoitteena korkeakoulu yhteisössä on kehittää työelämäyhteistyötä eli työelämälähtöistä ja -läheistä osaamista ja oppimista yhdessä kumppaneiden ja sidosryhmien kanssa. Lisäksi integroinnin avulla voidaan vahvistaa opiskelijoiden TKI-valmiuksia. On pohdittava, miten koulutuksen eri elementtejä kuten opetussuunnitelmia, oppimisnäkömisiä, oppimisympäristöjä on uudistettava mahdollistamaan TKI-toiminnan integroitumista opetukseen. (Kangastie 2016b, 9.)

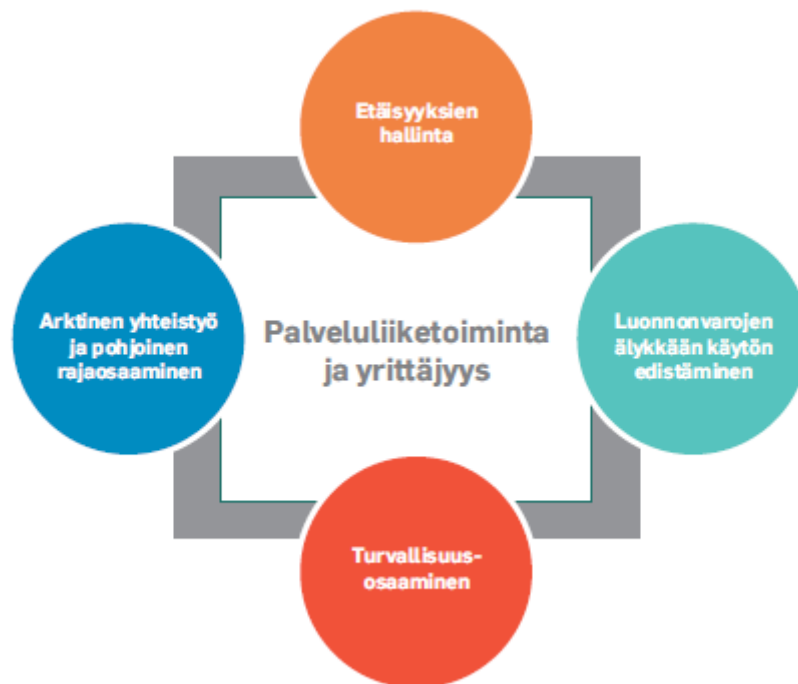
Konetekniikan koulutuksen osalta TKI-ryhmillä on keskeinen rooli oppimisprojektien toteutuksissa. TKI-ryhmien toiminnan lähtökohtana on yritysten tarpeisiin ja kehittämismahdollisuuksiin vastaaminen, jolloin TKI-ryhmillä on mahdollisuus ohjata opiskelijoita suoraan yritysprojekteihin ja toimimaan yritysten tavoin projekti-aiheiden toimeksiantajina sekä tarvittaessa myös ohjaajina. TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi avaa luontevan mahdollisuuden hankkia aidosti työelämälähtöisiä oppimisprojekteja TKI-ryhmien avulla. (Kähkölä 2016, 39.)

Jotta oppimisympäristöt saataisiin vastaamaan opiskelijan osaamisen kehittämiseksi asetettuja vaatimuksia, niitä tulee jatkuvasti kehittää. Tarkoituksena on kehittää niitä työelämäläheisemmäksi sekä tehokkaammin opetusta ja TKI-toimintaa palveleviksi. (Kähkölä 2016, 39.) TKI-ryhmien rooli oppimisympäristöjen kehittäjinä on keskeinen, koska ryhmät kehittävät koulutuksien oppimisympäristöjä osana omaa hanketoimintaansa (Kähkölä 2016, 39-40).

Oppimisympäristöjen työelämälähtöisyys varmistetaan yritysten vahvalla osallistumisella TKI-ryhmien hanketoimintaan. Toimiminen tällaisissa oppimisympäristöissä vaatii oman alan syvällistä osaamista. Tämä edellyttää entistä parempaa ymmärrystä kokonaisuuksista eli tulee olla selvillä uusista osaamisen mahdollisuuksista. Tuomalla näitä osaamisen uusia mahdollisuuksia koulutuksiin oppimisympäristöjen kehittämisen kautta edistävät TKI-ryhmät myös koulutuksen opetuksen laatua. (Kähkölä 2016, 40.)

2.3 Strategia

Opetussuunnitelma on Lapin AMK:ille myös keskeinen väline toimeenpanna strategiaa ja kehittää Lapin AMK:in strategiaan painoaloihin sisältyvää osaamista (Kuvio 2) (Kangastie 2016a, 40). Ammattikorkeakoulun strategiset valinnat ovat siis sisäänrakennettuna opetussuunnitelmiin (Hulkko ym. 2017, 33). Lapin AMK huomioi vahvasti strategisessa kehitystyössään digitalisaation. Johtuen digitalisaatio-käsitteen moniulotteisuudesta ja laajuudesta Lapin AMK on rajannut digitalisaation soveltamisen ja kehittämisen koskemaan strategiansa painoaloilla tapahtuvaa toimintaa. Lapin AMK tekee digitalisaatioon liittyvää kehittämistyötä neljällä osa-alueella, joita ovat virtuaalikampuksen kehittäminen, tutkimus-, kehittämis- ja oppimisympäristöjen digitalisointi, digitalisaation soveltaminen palvelu- ja tuotekehitykseen ja simulaatiopedagogiikan kehittäminen. (Kangastie & Linna 2016, 55.)



Kuvio 2. Lapin ammattikorkeakoulun strategiset painoalat (Kangastie & Linna 2016, 21)

Lapin AMK kuvaa strategiassaan kehittämistavoitteitaan vuoteen 2020 mennessä. Yhtenä näistä tavoitteista on tehdä Lapin AMK:n virtuaalikampuksesta

kaikessa toiminnassa läsnä oleva tapa toimia, tehdä työtä ja opiskella vuoteen 2020 mennessä. Virtuaalikampuksen kehittämistyössä keskitytään digitaalisten välineiden ja niiden mahdollistamien uusien toimintatapojen kehittämiseen ja käyttöönottamiseen opetuksessa ja TKI-toiminnassa. Kehittämistyö kohdentuu erilaisiin oppimisen organisointiin liittyviin tekijöihin kuten oppijan osallistamiseen, vuorovaikutteisuuden lisäämiseen ja prosessinaikaisessa ohjaukseen. Kehitettävät digitaaliset oppimisympäristöt ja -ratkaisut tarjoavat oppijalle vaihtoehtoja omiin digitaalisiin oppimispolkuihin ja lisäävät näin oppijälähtöisyyttä ja osaamisen kehittämismahdollisuuksien saavutettavuutta. (Kangastie & Linna 2016, 55.)

Tähän oleellisesti liittyy kehittämistyön toisena osa-alueena mainittu tutkimus-, kehittämis- ja oppimisympäristöjen digitalisointi. Lapin AMK kuvailee strategianäkemyksessään digitaalisuuden hyödyntämisen olevan iso haaste korkeakoulujen tutkimus-, kehittämis- ja oppimisympäristöille. Lapin ammattikorkeakoulun tavoitteena on mahdollistaa uusien teknologioiden hyödyntäminen kehittämällä tutkimus-, kehittämis- ja oppimisympäristöjä, tiivistämällä yhteistyötä ammattikorkeakoulujen osaamisalojen välillä ja tuomalla korkeakoulussa oleva ICT-osaaminen kaikkien osaamisalojen saataville. (Kangastie & Linna 2016, 55-56.)

Lisäksi ammattikorkeakoulun tutkimus-, kehittämis- ja oppimisympäristöjä uudistetaan digitalisoimalla ympäristöjä, kehittämällä ICT-koulutuksen sisältöä ja ympäristöihin soveltuvia pedagogisia menetelmiä. Tähän liittyen Lapin AMK haluaa kehittää myös simulaatiopedagogiikkaa tiiviissä yhteistyössä alueen elinkeinoelämän ja muiden toimijoiden kanssa. (Kangastie & Linna 2016, 56.)

Lapin AMK tuo strategianäkemykseen esille, että älykkäät ICT-järjestelmät tulevat integroitumaan entistä vahvemmin myös perinteisille aloille tulevaisuudessa. Digitalisaation kehittämisen ja soveltamisen osalta tämä tarkoittaa, että suljetuista ympäristöistä pyritään kohti avoimia laboratorioita. Tämä suuntaus osaltaan mahdollistaa uudet innovaatiot tuotteissa, palveluissa, alustoissa ja liiketoimintamalleissa. Yksi kehittämistavoitteista vuoteen 2020 mennessä onkin Lapin AMK profiloituminen älykkäiden järjestelmien osaajana. Tällöin Lapin AMK myös soveltaa osaamistaan palvelu- ja tuotekehityksessä. (Kangastie & Linna 2016, 55-56.)

2.4 Tämänhetkinen oppimisympäristö Lapin AMK:ssa

Kemin kampuksen tämänhetkiset kone- ja tuotantotekniikan laboratoriot eivät palvele käyttäjiään nykyajan vaatimusten mukaisella tavalla. Nykyinen laitekanta kone- ja tuotantotekniikan laboratorioissa on perinteistä ja ikääntynyttä. Lisäksi nykyinen laitekanta ei ole sellaisenaan liitettävissä nykyaikaisiin digitalisiin järjestelmin. (Joutsenvaara 2017, 2.) Näin ollen toimintaympäristön digivalmius on tällä hetkellä heikko ja vaatii pikaista uudistamista (Joutsenvaara 2017, 3).

Tällä hetkellä konetekniikan koulutuksessa on tarve nykyaikaisiin tietojärjestelmiin esimerkiksi tiedonhallinnan, varastonhallinnan ja kunnossapitotiedon alueilla. Digitalisaation myötä vahvistuu tarve suunnitella ja hallita toimintaa sekä tietoja sähköisissä järjestelmissä. Tähän sisältyy esimerkiksi materiaali- ja tuotantotekniikan laboratorioden materiaalivarastojen hallinta ja CAD-suunnittelutiedon hallinta. (Joutsenvaara 2017, 4.)

Tämänhetkisen toimintaympäristön merkittävin heikkous on eri toiminta-alueita yhdistävien tuotantoteknisten järjestelmien puuttuminen Kemin kampukselta. Lisäksi tämänhetkiset konetekniikan oppimis- ja kehittämissympäristöt eivät näytty selkeinä opiskelijoille eikä sidosryhmille. Ne ovat myös pirstaloituneet oppilaitoksen ja kampusalueen eri osiin. (Joutsenvaara 2017, 3.) Lisäksi kaivataan toimintaympäristökokonaisuutta, jossa eri toimijat voivat työskennellä yhdessä jakaen tietoa ja osaamista (Joutsenvaara 2017, 2).

Tällä hetkellä konetekniikan koulutus tekee myös paljon yhteistyötä naapurirakennuksessa sijaitsevan ammattiopiston Lappian kanssa. Lappia tarjoaa Lapin AMK:n käyttöön tuotantotekniikan laitteistoa. (Kauppi 2016, 60.)

2.5 Älypaja-hanke

Vastatakseen edellä mainittuihin haasteisiin haki Lapin AMK vuonna 2017 rahoitusta konetekniikan uudelle oppimis- ja kehittämissympäristölle. Syksyllä 2017 hyväksyttiin Lapin ammattikorkeakoulun Älykäs tuotantotekniikan oppimis- ja kehittämissympäristö (ÄLYPAJA)-hanke. Tavoitteena on luoda Lapin ammattikorkeakouluun uudenlainen oppimis- ja kehittämissympäristö, jossa insinöörikoulutukset,

TKI- ja palveluliiketoiminta ja alueen yritykset kohtaavat. (Joutsenvaara 2017, 2, 4.) Oppimis- ja kehitysympäristön tärkeimmät käyttäjät ovat kone-, sähkö- ja tietotekniikan insinöörikoulutusten ohella ammattikorkeakoulun TKI-toiminta, alueella toimivat yritykset ja muut kumppanit sekä palveluliiketoiminnan asiakkaat. Haaveissa on siis muodostaa älykäs kokonaisuus, joka integroi eri toimijat yhteen. (Joutsenvaara 2017, 2.)

Älypaja-hankkeessa Lapin ammattikorkeakoulu haluaa uudistaa ja muokata Kemmin kampuksen konetekniikan oppimis- ja kehittämisympäristöä nykyaikaisten vaatimusten mukaiseksi (Joutsenvaara 2017, 3). Tulevaisuuden oppimis- ja kehitysympäristössä yhdistyvät ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniset ydintoiminnot tavalla, joka mahdollistaa uuden opetussuunnitelman mukaisen laadukkaan insinöörikoulutuksen, opetuksen ja TKI:n integraation, tehokkaan palvelutoiminnan ja yhteistyön yrityselämän kanssa (Joutsenvaara 2017, 2, 10).

Tulevaan ympäristöön yhdistettävät olemassa olevat oppimis- ja kehittämisympäristöt parantavat yhteistyön mahdollisuuksia opetuksen, TKI:n ja yritysten välillä (Joutsenvaara 2017, 10). Tuleva ympäristö tukee TKI- ja yritys yhteistyötä sekä uusia innovaatioita edistäen näin myös alan työpaikkojen syntymistä (Joutsenvaara 2017, 2, 5). Uusi ympäristö integroi toimintoja kokonaisuudeksi, jotta sidosryhmien yhteistyölle olisi tarjolla parhaat mahdolliset puitteet (Joutsenvaara 2017, 2). Pitkän aikavälin tavoitteena on siis lisätä innovaatioiden syntymahdollisuuksia ja sitä kautta parantaa työllistymisen ja liiketoiminnan kehittymisen edellytyksiä alueella (Joutsenvaara 2017, 10). Uuden ympäristön modernit laitteet ja niistä muodostuva kokonaisuus vahvistaa insinöörikoulutuksen mahdollisuuksia vastata työelämän tarpeisiin myös tulevaisuudessa (Joutsenvaara 2017, 12).

Uudella ympäristöllä mahdollistetaan siis uuden, syksyllä 2017 käyttöönotetun opetussuunnitelman mukainen koulutus (Joutsenvaara 2017, 2-5). Ympäristö pohjautuu OPS2017-kehitystyön tuloksiin. Lisäksi ympäristö tarjoaa myös opetukselle ja opiskelijoille hyvät puitteet toimia digitaalisessa ympäristössä. (Joutsenvaara 2017, 12) Uusiin opetussuunnitelmien mukainen opetusmuoto pohjautuu projektimuotoisen opetuksen malliin. Lukukauden keskiössä on oppimisprojekti, johon integroidaan lukukauden aikana opetettavat oppiaineet. (Joutsen-

vaara 2017, 3-4.) Konetekniikan koulutuksen näkökulmasta tämä tarkoittaa käytäntöön pohjautuvien oppimisprojektien läpivientiä. Nykyisten opetussuunnitelmien mukaisten oppimisprojektien läpivienti vaatii toteutuakseen toiminnallisen työympäristön työelämän vaatimusten mukaisesti. (Joutsenvaara 2017, 4.)

Lyhyellä aikavälillä oppimis- ja kehittämissympäristö lisää koulutuksen mahdollisuuksia vastata paremmin työelämän nykyisiin ja tulevaisuuden tarpeisiin. Lisäksi samalla lisätään insinöörikoulutuksen kiinnostavuutta opiskelijoiden näkökulmasta. (Joutsenvaara 2017, 10.) On huomioitava myös, että hyvin toimivalla oppimis- ja kehittämissympäristöllä voidaan myös parantaa insinöörikoulutuksen vetovoimaa. Lisäksi on mahdollista esimerkiksi opetuksen ja yritystoiminnan yhdistämällä vähentää opintojen viivästymistä ja parantaa tuloksia. (Joutsenvaara 2017, 4.)

Lisäksi monipuolinen oppimis- ja tuotekehitysympäristö kytkee yhteen suunnittelun ja valmistuksen laitteiden sekä digitaalisten järjestelmien kautta (Joutsenvaara 2017, 10). Uuden toimintaympäristön tavoitteena onkin, että toimintaympäristön koneet, laitteet ja ohjelmistot liittyvät verkkoon ja erilaisiin muihin tietojärjestelmiin, jolloin syntyy aidosti digitaalinen ja älykäs systeemi. Tällöin uuden ympäristön laitekanta muodostaa nykyaikaisen ja digitaalisen kokonaisuuden. (Joutsenvaara 2017, 2.) Uusi ympäristö suunnitellaan ja toteutetaan siten, että se ja koko konetekniikan koulutus on valmis vastaamaan digitalisaation mukanaan tuomiin haasteisiin ja uusiin mahdollisuuksiin tulevaisuudessa (Joutsenvaara 2017, 2, 9). Uuden oppimisympäristön toiminta-alueet linkittyvät voimakkaasti toisiinsa ja niitä yhdistävät Lapin AMK:in yhteiset strategiset tavoitteet, kuten digitalisaatio, tuotetiedon hallinta sekä energia ja ympäristö osana luonnonvarojen älykkään käytön edistämistä (Joutsenvaara 2017, 2).

Uuteen ympäristöön hankittavat koneet, laitteet ja ohjelmistot ja niistä syntyvä kokonaisjärjestelmä havainnollistaa nykyaikaisten tuotantovälineiden ja digitaalisten järjestelmien mahdollisuuksia. Lisäksi se auttaa opiskelijaa siirtymään pienimuotoisemmasta tuotantoympäristöstä kohti suurempia tehdasympäristöjä. Ympäristön nykyaikaiset, joustavat ja monipuoliset laitteet yhdessä muodostaisivat kokonaisuuden, jolla voidaan havainnollistaa ajanmukaisia ilmiöitä ja tulevai-

suuden kehityskulkuja. (Joutsenvaara 2017, 4.) Uuden ympäristön kokonaisuudet pääteemat muodostuvat opetuksen pääteemojen ympärille. Pääteemat ovat automaattiset koneet, integroitu tuotekehitys, digitaalinen tuotanto ja integraatio. Integraatiolla varmistetaan, että ympäristön toiminnot hyödyntävät yhteisiä tieto- ja viestintätekniiikan järjestelmiä ja tarjoavat opetukselle ja TKI-toiminnoille yhteisen alustan. (Joutsenvaara 2017, 5.)

TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi tukee tarvetta yhteiselle oppimis- ja kehitysympäristölle digitaalisine järjestelmineen (Joutsenvaara 2017, 4). TKI-ryhmät myös tulevat käyttämään kehittämissympäristöä yhdessä opetus- ja koulutustoiminnan kanssa tarvitsemillaan tavoilla. TKI-ryhmien ja opetuksen tiiviimmän integraation myötä muun muassa oppimisprojekteja ja projektimuotoista oppimista voidaan viedä lähemmäs yritysmaailman tarpeita. Vahva TKI-hankekanta sekä yritysten kehittämistarpeiden huomiointi mahdollistavat oppimis- ja kehittämissympäristön aktiivisen käytön myös tulevaisuudessa. Lisäksi uusi ympäristö tukee sisäistä verkostoitumista Lapin ammattikorkeakoulun eri osaamisalojen välillä mahdollistaen tarkoituksenmukaisen yhteistyön oppimisprojektien ja sisäisten koulutusten kautta. (Joutsenvaara 2017, 12.)

2.6 Älypaja-hankkeen osa-alueet

Älypaja-hankkeessa toteutettavien oppimisympäristöjen toteutus perustuu hankkeessa kuvattuihin osa-alueisiin. Seuraavassa on esitetty osa-alueiden kuvaus oppimisympäristöjen toteuttamisen ja opinnäytetyön aiheen kannalta kuvattuina. Taulukossa 1 on esitetty Älypaja-hankkeen kone- ja laitehankintojen budjetti.

Taulukko 1. Älypaja-hankkeen kone- ja laitehankinnat (Joutsenvaara 2017, 20)

Kone- ja laitehankinnat	investointi
Automaattiset koneet	
- hydrauliiikan laitteet ja välineet	75 000
- pneumatiikan laitteet ja välineet	30 000
- sähkökäytöt	3 000
- anturit ja mittalaitteet	15 000
- ohjelmistot	10 000
- tietokoneet ja oheislaitteet	3 000
- pientarvikkeet	2 000
Integroitu tuotekehitys	
- 3D tulostimet	71 000
- 3D skannerit	14 000

- oheislaitteet ja -ohjelmistot	7 000
Digitaalinen tuotanto	
- perinteiset konepajalaitteet 38 000	38 000
- kokoonpano ja viimeistely 140 000	140 000
- kaivannaisala 50 000	50 000
- digivalmiit laitteet ja -järjestelmät 700 000	700 000
- varastonhallinta ja logistiikka 40 200	40 200
- tilojen ja toimintojen yhdistäminen 40 000	40 000
Yhteensä	1 238 200

2.6.1 Automaattiset koneet

Automaattiset koneet -työpakettissa tehtävillä investoinneilla on tarkoituksena kehittää koneautomaation oppimisympäristöä nykyisiä ja tulevia tarpeita vastaavalle tasolle. Työpakettissa tehtävät investoinnit täydentävät ja uudistavat koneautomaation laitteistoja. Kehittäminen tapahtuu kolmella alueella, joita ovat hydraulikka, pneumatiikka ja automaatiojärjestelmät. Koneautomaation dokumentaatio siirretään tietojärjestelmiin, josta se voidaan liittää osaksi kone- ja laitesuunnittelua. Alueen yrityksille tarjottavien palvelujen laajentaminen ja syventäminen mahdollistuvat investointien myötä. TKI-toiminnan jouheva kytkeytyminen insinööriopetukseen mahdollistuu esimerkiksi erilaisten analyysien sekä mitaustiedon keruun ja käsittelyn kautta. (Joutsenvaara 2017, 7.)

Työpaketti sisältää laite- ja ohjelmistohankintoja, joilla nostetaan nykyisen pneumatiikan ja hydraulikan aiemman laboratorion tasoa ja kattavuutta. Älypajan Automaattiset koneet -ympäristössä voidaan kouluttaa laajasti nykyaikaisia koneautomaatoratkaisuja sekä opiskelijoille että sidosryhmille. Lisäksi se mahdollistaa myös tuotekehitystyön. Ympäristö kytkeytyy sähköisiin tiedonhallintajärjestelmiin ja tuottaa sinne dokumentaation lisäksi myös simulointi-, mittaus- ja analyysitietoa. Myös suunnittelu- ja simulointiohjelmistot päivittyvät tai uudistuvat. (Joutsenvaara 2017, 10-11.)

2.6.2 Integroitu tuotekehitys

Integroidun tuotekehityksen työpakettissa tehtävillä investoinneilla on tarkoitus kehittää konetekniikan älypajan edellyttämää tuotekehitystoimintaa ja kytkeä se älypajan toimintaan. Tuotekehityksellä tarkoitetaan tässä älypajan vaatimaa

suunnittelu- ja kehitystoimintaa, jonka tavoitteena on luoda perusta ja tieto valmistettaville tuotteille ja tuoterakenteille. Keskeisessä roolissa on tuotetieto, joka siirretään älypajaan digitaalista tiedonsiirtoa käyttäen. Tuotekehitysympäristön digitaalinen toiminta pitää sisällään tietokoneavusteisen suunnittelun vaatiman tuotetiedon hallinnan ja siirron. Konetekniikan koulutuksen tavoitteena on tämän avulla tarjota opetusta ja tietämystä koko ketjussa suunnittelusta valmistukseen ja kunnossapitoon. Tuotekehitys on oleellinen osa tätä ketjua ja investoinneilla kehitetään tätä monipuolisemmaksi ja toimivammaksi ympäristöksi. (Joutsenvaara 2017, 8.)

Tuotekehitysympäristö pitää sisällään seuraavat osa-alueet:

- 2D / 3D-CAD-suunnittelu (tietokoneavusteinen suunnittelu)
- 3D-tulostuksen toimintaympäristö ja laitteet (lisäävä valmistus)
- 3D-skannaus ja sovellukset
- PDM-järjestelmä (tuotetiedon hallinta)
- ERP-järjestelmä (toiminnanohjausjärjestelmä)
- Digitaalinen tiedonsiirto suunnittelun ja valmistuksen välillä (ohjelmisto- ja järjestelmäratkaisut) (Joutsenvaara 2017, 8).

Konetekniikan opetuksen nykyinen 2D/3D-CAD-ympäristö tullaan sulauttamaan uuteen hankittavaan ympäristöön ja se pitää sisällään nykyisen CAD-suunnittelun laitteet, jotka tullaan siirtämään osaksi uutta suunniteltavaa tuotekehitysympäristöä. 3D-tulostus ja -skannauslaitteisto tulee tarjoamaan mahdollisuuden prototyyppien luomiseen ja tuotteiden kehittämiseen opetuksessa sekä sidosryhmien parissa. Investoinnissa hankitaan lisäävän valmistuksen sekä 3D-skannauksen laitteistoja tuotekehitystoimintaa varten. Ympäristö mahdollistaa tehokkaan ja innovatiivisen tuotekehitystoiminnan sekä antaa mahdollisuuden suunnitella ja testata tuotteita ennen valmistusta. Ympäristö toimii täten suunnittelun ja valmistuksen välisenä linkkinä ja mahdollistaa valmistuksen tehokkaamman suunnittelun prototyyppitoiminnan kautta. Yhtenä tärkeänä osana on myös yritysten ja teollisuuden kanssa tehtävä yhteistyö, jonka tarkoitus on jakaa aiheeseen liittyvää tietoutta myös koulun ulkopuolelle. (Joutsenvaara 2017, 8.)

Tuotetiedon hallinta on oleellinen osa toiminnanohjausjärjestelmän ohella digitaalista älypajaa ja sen avulla koko ympäristö saadaan toimivaksi ja moderniksi

tiedonsiirron ja -hallinnan suhteen. Suunnittelu-valmistusketju edellyttää tehokasta tiedontallennusta ja -siirtoa ja tätä varten investoinnissa hankitaan ympäristöön toimivat PDM- ja ERP-järjestelmät. Integraatio-työpaketin toimenpiteet varmistavat, että myös tämän työpaketin investoinnit toteuttavat mahdollisimman hyvin niille asetettuja tavoitteita oppimis- ja kehittämisympäristön kokonaisuudessa. (Joutsenvaara 2017, 8.)

Työpaketti sisältää ohjelmisto- ja laitehankintoja, jotka keskittyvät edistyneisiin suunnittelu- ja tuotetiedon hallintaan liittyviin toimintoihin ja ainetta lisäävin menetelmiin kuten 3D-tulostukseen. Tuloksena syntyy monipuolinen tuotekehitysympäristö, joka kytkee yhteen suunnittelun ja valmistuksen laitteiden sekä digitaalisten järjestelmien kautta. Ympäristö palvelee erityisesti valmistusta siten, että tuotekehitystoiminnalla, joihin kuuluvat materiaalivalinta, tuotteen elinkaari, valmistuksen hiilijalanjälki, tuotteen toiminta ja energiankulutus, vaikutetaan suoraan siihen, millainen tuote tulee olemaan ja miten se palvelee tarkoitustaan. Ympäristö toimii modernin digitaalisen tiedonsiirron perusteiden mukaisesti ja siinä on otettu huomioon tehokas tuotetiedon hallinta. Ympäristö sisältää uusia investoitavia laitteita ja järjestelmiä sekä jo olemassa olevaan laitteistoa eli nykyisen CAD-ympäristön laitteineen ja ohjelmistoineen. (Joutsenvaara 2017, 8.)

2.6.3 Digitaalinen tehdas

Digitaalinen tuotanto -työpaketissa toteutettava järjestelmä on teollisuus 4.0 -ajastusten mukainen digitaalinen tuotantojärjestelmä. Digitaalinen tuotanto -työpaketissa syntyvä järjestelmä toimii ensisijaisesti opetus-, tutkimus-, ja kehitysjärjestelmänä, ja se mahdollistaa tulevaisuuden tuotantotapojen demonstroinnin esimerkiksi alueen yrityksille. Järjestelmän keskiössä ovat erilaiset koneet, laitteet ja välineet, jotka ovat osin perinteisiä konepajan tuotantolaitteita ja osin digitaalisiin suunnittelu- ja valmistusjärjestelmiin liitettäviä nykyaikaisia koneita. Automaattikoneilla tehtäviä töitä ovat esimerkiksi jyrsintä, sorvaus, leikkaus, liittäminen ja kappaleenkäsittely. Järjestelmää tukevat raaka-aine-, väli- ja lopputuotevarastot sekä joustava materiaalinkäsittely. (Joutsenvaara 2017, 9.)

Järjestelmä on hallittavissa digitaalisten tuotannonohjaus- ja suunnittelujärjestelmien kautta sekä sisältää verkkopalveluja. Oppimistilanteissa digitaalista tuotantoa tukevat myös virtuaalinen tuotanto sekä monipuoliset etäopetusmahdollisuudet. Monimuoto-opetuksen kiinnostavuuden lisäämiseksi oppimisympäristöihin liittyvien erilaisten laitteiden ja järjestelmien etäkäyttömahdollisuuksien kasvattaminen korostuu. Työpaketissa investoitava osuus lisää etäkäytettävien laitteistojen ja järjestelmien määrää edellä mainittuja tavoitteiden toteuttamiseksi. (Joutsenvaara 2017, 9.)

Digitaalisen tuotantojärjestelmän osia ovat älykäs varastonhallinta ja tuotannon logistiikka, perinteiset tuotannon tukitoiminnot, digitaalinen tuotanto, joustava kappaleenkäsittely sekä ohjelmalliset järjestelmät, joita voivat olla esimerkiksi simulaatioympäristöt, pilvipalvelut ja tuotannonohjaus. Ympäristössä hyödynnetään myös robotiikkaa esimerkiksi kappaleen käsittelyssä, kuljetuksessa ja kokoonpanossa. Tuotantojärjestelmä toimii myös virtuaalisena, jolloin esimerkiksi tuotantotekniikan opetus voidaan järjestää tehokkaasti. Ympäristö tuottaa erilaisia konepajaosia opiskelijaprojekteja ja TKI-toimintoja varten. Yritykset voivat hyödyntää järjestelmää etsiessään nykyaikaisia, entistä tehokkaampia tuotantomenetelmiä. Ympäristössä syntyviä vakiotuotteita ovat muun muassa rikkovan aineenkoestuksen koesauvat. (Joutsenvaara 2017, 9.)

Digitaaliseen tuotantojärjestelmään liittyy myös kokoonpanotila, jossa on laitteita erilaisten kokoonpanojen tuottamiseen. Kokoonpanotilassa voidaan kokoonpanna metallituotteita esimerkiksi hitsaamalla ja suorittaa pienimuotoisia pintakäsittelytoimenpiteitä. Kokoonpanotilasta löytyvät tärkeimmät käsi- ja sähkötyökalut sekä muut apulaitteet. Kokoonpanotila muodostaa samalla paikan informaaliselle oppimiselle, kannustaa yrittävyyteen ja tukee opiskelijoiden hyvinvointia harrastustoiminnan kautta. Kaivannaisalan koulutukseen ja tutkimukseen liittyvää näytevalmistuksen käsittelyketjua kehitetään investoimalla mineralogian laitteisiin, erityisesti näytteiden esikäsittelyyn. Investoinnit laajentavat kaivannaisalan koulustarjonnan mahdollisuuksia sekä vahvistavat siihen liittyvää TKI-toimintaa. Näytevalmistuksen laitteistoa voidaan käyttää myös muun muassa bio- ja kiertoalouden analytiikan tueksi. Mineralogian laitteet liitetään Älypajan osaksi ja sijoitetaan uusiin tiloihin. (Joutsenvaara 2017, 9.)

Työpaketti muodostaa hankkeen suurimman kokonaisuuden, joka rakentuu digivalmiiden konepajalaitteiden ja sekä eri osien integroidusta kokonaisuudesta. Ytimen muodostavat muun muassa CNC-ohjatut koneistuslaitteet, joiden hallinta on myös mahdollista etänä. Tuloksena syntyy monipuolinen ja aidosti digitaalinen tuotantoympäristö, joka mahdollistaa joustavan ja älykkään konepajatuotteiden valmistuksen teollisuus 4.0 -ajatusten mukaisesti. Ympäristössä on mahdollista valmistaa metallituotteita erilaisiin tarkoituksiin, se toimii demonstraatioympäristönä alueen yrityksille ja on integroitunut digitaalisiin järjestelmiin, kuten tuotannonohjaus- ja dokumentinhallintajärjestelmiin sekä verkkopalveluihin. Ympäristö sisältää tyypillisten tuotantoympäristöön kuuluvien perustoimintojen lisäksi digitaalisen tuotannon mahdollistavat koneet, laitteet ja ohjelmistot. Ympäristön toimintaa on mahdollista suunnitella ja simuloida. Ympäristöön liittyvät myös kattavat verkko-opetusmateriaalit. (Joutsenvaara 2017, 9.)

Kokoonpanotila toimii informaalisena oppimisen paikkana ja mahdollistaa opiskelijoiden harrastustoiminnan. Digitaalinen tuotanto -työpakettin tuloksena myös kivaannaisalan koulutukseen ja TKI- toimintaan liittyvä näytevalmistuksen käsittelyketju täydentyy näytteiden esikäsittelyn osalta. Uusista ja jo olemassa olevista laitteista koostuvassa prosessissa mahdollistuu näytevalmistuksen lisäksi myös näytteiden analysointi. (Joutsenvaara 2017, 11.)

2.7 Yhteistyö paikallisten yritysten kanssa

Lapin ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksen näkökulmasta tavoitteena on siirtyä perinteisestä konepajakulttuurista uudenaikaiseen digitaaliseen tuotanto- ja toimintatapaan. Uusi oppimis- ja toimintaympäristö muodostaa tällöin yhteisen kohtauspaikan erilaisille toimijoille suunnittelun, tuotannon ja koneautomaation alueilla. Uudessa ympäristössä halutaan siis tiivistää yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Näin ollen myös osaaminen siirtyy erillisistä laboratorioista yhteiseen toimintaympäristöön. Tavoitteena oleva toimintaympäristö muodostaa kokonaisuuden, joka mahdollistaa ideoiden jalostumisen tuotteiksi saakka älykäässä ja digitaalisessa, ympäristössä. (Joutsenvaara 2017, 5.)

Jotta opetus- ja TKI-toiminta pystyisivät parhaalla mahdollisella tavalla palvelemaan paikallisia yrityksiä, on toiminnan oltava läpinäkyvää, kysyntälähtöistä, laadukasta ja ajanmukaista (Joutsenvaara 2017, 4). Tätä kautta syntyy tarve toimintaympäristölle, jossa osaamisalan ydintoiminnot liittyvät alueen työelämään. Lisäksi uusien innovaatioiden synty edellyttää eri osapuolten yhteistoimintaa ja mahdollisuutta kanssakäymiseen. (Joutsenvaara 2017, 3.) Työelämän ja yritysten kanssa tehtävällä yhteistyöllä lisäksi varmistetaan työvoiman saatavuutta ja osaamista paikallisesti sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä (Joutsenvaara 2017, 12).

Paikallisille yrityksille uusi toimintaympäristö mahdollistaa uusien ideoiden demonstroinnin ja testaamisen (Joutsenvaara 2017, 4). Tällöin oppimis- ja kehittämisympäristö toimii demonstraatio- ja simulaatioympäristönä, jossa yritykset ja niiden henkilöstö voivat tutustua teknologioihin ja toimintajärjestelmiin. Erilaiset pilotoinnit voivat olla myös osana yritysten kanssa tehtävää yhteistyö toimintaympäristön ympäristön puitteissa. Erilaiset toimintaympäristöön liittyvät täsmä- ja täydennyskoulutukset voivat myös toimia yritysten kehittämistoimien tukena. (Joutsenvaara 2017, 12.)

Lapin ammattikorkeakoulu tuo esille strategiassaan simulaatiopedagogiikan kehittämisen tiiviissä yhteistyössä alueen elinkeinoelämän sekä muiden toimijoiden kanssa. Simulaatioiden avulla voidaan varsinkin korkean riskin tapauksissa hyödyntää todellisuuden jäljittelyä. Simulaation avulla voidaan opetella käytännön taitoja ja simulaatio-opetus helpottaa siirtymistä peruskoulutuksesta työelämään. TKI-toiminnassa voidaan simulaatioiden avulla turvallisesti kehittää esimerkiksi uusien koneiden, laitteiden ja työmenetelmien käyttöönottoa. (Kangastie & Linna 2016, 56.)

2.8 Palaute kehittämisprosessin aikana

Tulevaa toimintaympäristöä suunnitellessa on mahdollista hyödyntää OPS2017-opetuksen kehittämishankkeen aikana tehtyjä kyselyitä sekä niiden perusteella syntyneitä johtopäätöksiä (Joutsenvaara 2017, 4). OPS2017-hankkeen aikana on Lapin AMK kerännyt ja hyödyntänyt monenlaista palautetietoa, tärkeimpänä

näistä on sidosryhmien, opiskelijoiden antama palaute ja toteutetut sisäiset auditoinnit (Kangastie 2016, 40). OPS2017-hankkeessa lähetettiin alueen yrityksille ja teollisille toimijoille kyselyt, jossa pyydettiin kommentteja siitä, millaiset osaamiskompetenssit pitää olla konetekniikan koulutuksessa. Keskeinen palaute alueen yrityksiltä ja teollisilta toimijoilta liittyi nimenomaan työelämän käytänteiden ja prosessien hallintaan ja tuntemukseen. Näin ollen ilmeni tarve toteuttaa konetekniikan koulutuksessa palautteen mukaista toimintaa entistä tehokkaammin. Lisäksi tulee kehittää koulutukseen ympäristöt, jotka palvelevat työelämän vaatimuksia ja tarpeita. (Joutsenvaara 2017, 4.)

3 TUOTETIEDON HALLINTA

Tuote on monimerkityksellinen käsite, jolla voidaan viitata esimerkiksi yleisellä tasolla teollisen toiminnan tulokseen tai yksittäiseen kiinteään valmistettavaan kappaleeseen. Vastaavasti tuotetieto voi pitää sisällään lähes kaiken tuotteeseen liittyvän tiedon. (Seilonen 2013.) Seuraavaksi esitellään tarkemmin tuotetietoa käsitteenä ja tuotetiedon hallintaa.

3.1 Tuotetiedon määritelmä

Tuotetiedolla voi periaatteessa viitata kaikkiin tuotteisiin liittyvillä tiedoilla (Martio 2015, 10). Tuotetieto on mahdollista jakaa karkeasti kolmeen ryhmään: tuotteen määrittely- ja elinkaaritietoon sekä tuotetietoa kuvaavaan metatietoon. Tuotteen määrittelytietoihin sisältyy valmistettavan tuotteen fyysisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia kuvaavia tietoja. Tähän ryhmään sisältyy hyvin spesifisiä teknisiä tietoja, mutta myös tuotteen luonteeseen sekä siitä syntyvään mielikuvaan liittyviä abstrakteja ja käsitteellisiä tietoja. Tuotteen elinkaaritietoihin kuuluu tuotteen ja tuote- tai asiakasprosessin vaiheeseen liittyvää elinkaaren vaihetta kuvaavaa tietoa kuten tuotteen valmistusta, huoltoa ja käyttöä. Metatieto on itse tiedosta saatavilla olevaa tietoa. Toisin sanoen metatietoon kuuluu informaatio siitä, missä muodossa tieto on, mistä tietovarastosta tieto on löydettävissä ja kuka se on tallentanut minäkin ajankohtana. (Sääksvuori & Immonen 2002, 17.) Kuitenkin puhuttaessa tuotetiedon hallinnasta tuotetiedolla tarkoitetaan useimmiten ennen kaikkea tuotteisiin liittyviä teknisiä tietoja (Martio 2015, 10).

3.2 Tuotetiedon hallinta

Tuotetiedon hallinta, PDM, (Product Data Management) on systemaattinen menetelmä hallita ja kehittää valmistettavaa tuotetta. Lisäksi tuotetiedon hallinnan avulla jäsennetään valmistettavan tuotteeseen liittyvää tietoa. (Sääksvuori & Immonen 2002, 13,18.) Tuotetiedon hallinnan avulla voidaan hallita esimerkiksi tuotteen koko kehitysprosessia (Sääksvuori & Immonen 2002, 13). Useimmiten nykyään käytetään termiä tuotteen elinkaaren hallinta (PLM, Product Lifecycle Management). PLM painottaa tuotteen tiedon hallintaa koko tuotteen elinkaaren ajan alkaen tuotemäärittelyn ensihetkistä viimeisen yksilön romutukseen asti.

(Martio 2015, 9, 47) Tämä ajatus sisältyy kuitenkin myös PDM-käsitteeseen (Martio 2015, 9).

PDM-lyhenteellä viitataan myös lähes poikkeuksetta tuotetiedon hallintaan kehitettyyn järjestelmään (Sääksvuori & Immonen 2002, 13). PDM-järjestelmä käsittelee usein erityisesti tuotesuunnittelun tuottamia tietoja ja useiden PDM-järjestelmien kehityksen lähtökohtana on ollut tuotesuunnittelun tarpeet. Tämä on nähtävissä esimerkiksi siinä, kuinka järjestelmät tukevat erilaisia tarkastus- versiointi- ja hyväksymiskäytäntöjä. Usein PDM-järjestelmä ei niinkään käsittele esimerkiksi tilaus- ja toimitusprosessin tietoja, eikä ole esimerkiksi hintojen, kustannusten ja valmistusaikojen ensisijainen tallennuspaikka. (Martio 2015, 10.)

Ennen kaikkea tuotetiedon hallinta on kokonaisuuden hallintaa (Sääksvuori & Immonen 2002, 19). Tuotetiedon hallinnan ydin on yrityksen valmistamaan tuotteeseen ja sitä kautta yrityksen toimintaan liittyvän tiedon luominen, säilyttäminen, ja tallentaminen siten, että päivittäisessä toiminnassa tarvittavan tiedon löytäminen, jalostaminen, jakelu ja uudelleenkäyttö on nopeaa ja vaivatonta (Sääksvuori & Immonen 2002, 13).

Nimensä mukaisesti tuotetiedon hallintajärjestelmän (PDM-järjestelmän) täytyisi periaatteessa hallita kaikkea tuotteisiin liittyvää tietoa, kuten hinnastoja, piirustuksia, valmistuskustannuksia ja toimitettuja tuotteita. Kuitenkaan näin ei käytännössä tapahdu, vaan PDM-järjestelmät keskittyvät tuotesuunnitteluun ja usein myös tuoteyksilöihin liittyviin tietoihin. (Martio 2015, 47-48.) Tämä johtuu siitä, että yrityksen kaupallishallinnollisia toimintoja ohjaavat toiminnanohjausjärjestelmät eli ERP-järjestelmät tukevat heikosti tai eivät lainkaan tuotteiden kehittämistä. Näin ERP-järjestelmien hallintaan ovat jäänyt kaupallishallinnolliset tiedot kuten valmistuskustannukset, hinnat varaston koko ja asiakastiedot, vaikka niitä olisikin tarvittaessa myös kopioitu tuotetiedon hallintajärjestelmiin. (Martio 2015, 48.) Ainakin osa PDM-järjestelmän toiminnallisuuksista voidaan toteuttaa myös muiden järjestelmien kuten ERP-järjestelmän, erityisesti näiden PDM/PLM-moduulien kautta tai CAE:n avulla (Seilonen 2013).

Tuotetiedon hallinnan keskeisimpiin toimintoihin ja osa-alueisiin lukeutuvat nimikkeiden, dokumenttien ja tuoterakenteiden hallinta, konfigurointitietämyksen hallinta, muutosten eli versioiden hallinta, käyttäjän tunnuksen ja käyttöoikeuksien hallinta ja liittymät suunnittelu-, dokumentointi- ja tuotannonohjausohjelmiin (Martio 2015, 48-49). Tuotetiedon hallintaan sisältyy myös siis käyttäjän tunnistuksen ja käyttöoikeuksien hallinta. Hajautetussa ja verkottuneessa toimintaympäristössä tämä on tärkeä osa-alue yrityksen tai organisaation tietotaidon ja immateriaalioikeuksien hallitsemiseksi. (Martio 2015, 49.)

3.3 Nimikkeet ja dokumentit tuotetiedon hallinnassa

Tuotetiedon hallinnan perustan muodostaa nimikkeet (Sääksvuori & Immonen 2002, 19). Nimikkeiksi voidaan luokitella kaikki sellaiset tuotteisiin liittyvät elementit, joita käytetään toistuvasti tai joihin viitataan tuotteisiin liittyvissä prosesseissa (Martio 2015, 51). Nimike onkin systemaattinen ja standardi tapa identifioida, koodata ja nimetä fyysinen tuote, tuotteen osa tai komponentti, materiaali, palvelu tai dokumentti (Sääksvuori & Immonen 2002, 30). Standardin mukainen tai systemaattinen nimikkeiden käyttö yksinkertaistaa tuotetiedon hallinnan toimintoja eli tuotteisiin liittyvien tapahtumien käsittelyä ja hallintaa (Martio 2015, 51). Tuotetiedon hallinnan kehittäminen ja sen myötä erillisten tuotetiedon hallintajärjestelmien käyttö perustuukin pitkälti toimivan nimikkeistön varaan (Sääksvuori & Immonen 2002, 19).

Nimikkeeksi voi siis kutsua mitä tahansa tuotetiedon hallinnan piiriin otettua ”yksilöä” kuten komponenttia tai dokumenttia. Näin ollen tuotetiedon hallinta on siis pääosin nimikkeiden hallintaa. (Martio 2015, 48.) Nimikkeiden hallinnan tärkeitä osa-alueita ovat esimerkiksi nimikkeiden luokittelu ja versiointi (Martio 2015, 48, 79). Jokaiseen nimikkeeseen liittyy joukko määrämuotoisia tietoja, joita kutsutaan attribuuteiksi (Martio 2015, 60). Ensiksi nimike identifioidaan. Usein käytössä on paikallinen yrityksen laajuinen, standardiin perustuva nimeäminen. Nimiketiedot sisältävät identifikaation ohella esimerkiksi kuvauksen revisiot, variantit kuten värin, ja koon (Kuvio 3). Lisäksi nimiketietoihin voi sisältyä nimikkeen tila ja mahdolliset toimittajat. Nimikkeistön ryhmittelyllä tarkoitetaan hierarkkista luokittelua, joka helpottaa nimikkeen löytämistä. Nimikkeen ryhmittely on kuitenkin usein

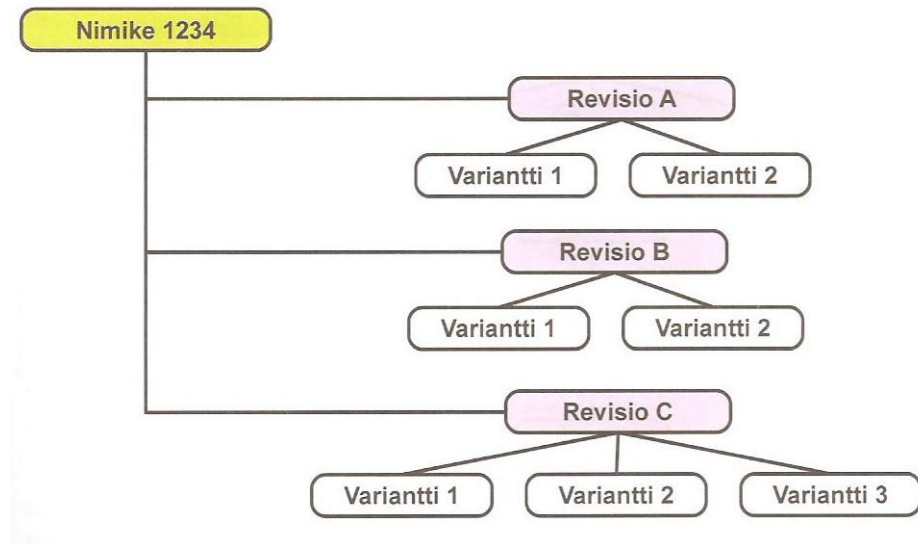
kompromissi yrityksen tai organisaation eri tarpeista, joita ovat esimerkiksi tuotesuunnittelu, tuotanto ja hankinta. Nimikkeistö on yleensä erilainen eri yrityksissä ja organisaatioissa. (Seilonen 2013.)

Kuvaus PDM:ssä			
Tunniste	18956	28733	31005
Kuvaus (enint. 30 merkkiä, valitaan listasta)	fi: Ruuvi, torx kupukanta en: Screw, torx pan head	fi: Päätylevy en: End plate	fi: Vastus, metallikalvo en: Resistor, metal film
Spesifikaatio (enint. 30 merkkiä vapaata tekstiä)	M6x50,ST8.8,ISO14583	400x1200x1,5, AISI304	1W,619R,1%,0207,MELF
Pitkä kuvaus (enintään 300 merkkiä vapaata tekstiä)	fi: Kupukant. torx ruuvi en: Hexalobular socket pan head screw	fi: Aihio 440x1320x1,5 en: Flat pattern 440x1320x1,5	fi: lämpötilakerr. TC50 en: temp. Coeff. TC50

Kuvaus ERP:ssä			
Tunniste	18956	28733	31005
Kuvaus (enint. 100 merkkiä)	Ruuvi, torx kupukanta M6x50,ST8.8,ISO14583	Päätylevy 400x1200x1,5, AISI 304, piirustus 38752/B	Vastus, metallikalvo, 1W, 619R, 1%, 0207, MELF

Kuvio 3. Esimerkkejä nimikekuvauksista (Martio 2015, 39)

Nimikkeeseen voi liittyä nimikeversioita, joiden avulla kuvataan kahta erillistä, mutta toisiinsa liittyvää ilmiötä. Nimikkeellä voi olla ajallista kehitystä kuvaavia peräkkäisiä revisioita ja ominaisuuksilta toisistaan poikkeavia rinnakkaisia variantteja. Kun kyse on variantista, tuote eroaa vähän toisesta samantapaisesta tuotteesta (Kuvio 4). Kun taas revisio on edeltäjänsä kanssa yhteensopiva, sen korvaava uusi nimike. Näin uusi revisio korvaa tuotannossa edeltäjänsä. (Martio 2015, 79.) Kun nimikettä muutetaan siten, että uusi versio korvaa vanhan version, nimikkeestä syntyy uusi revisio. Revisiot liittyvät siis olennaisesti nimikkeiden muutosten hallintaan. (Martio 2015, 80.) Uudella nimikkeellä ei ole yhteyttä toiseen nimikkeeseen, vaikka olisikin toisen nimikkeen pohjalta mahdollisesti luotu (Seilonen 2013).



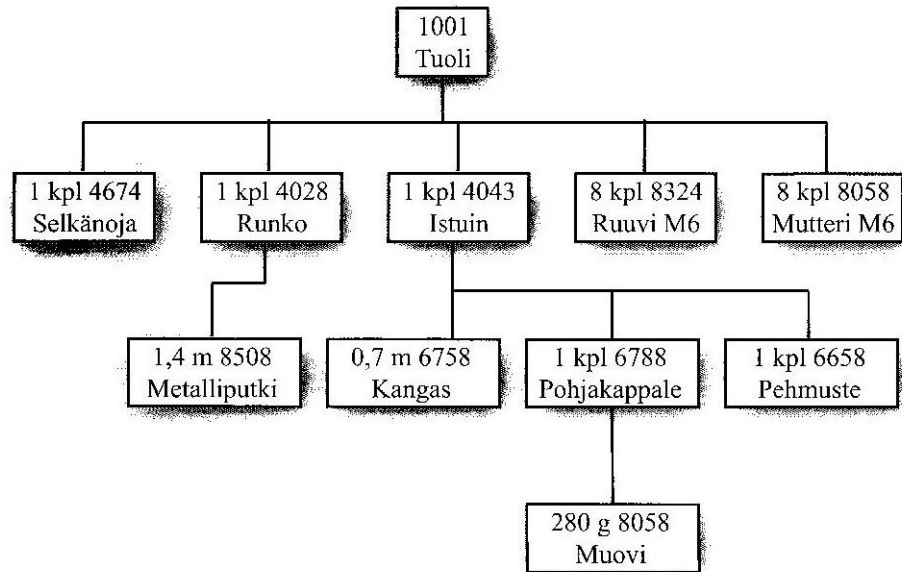
Kuvio 4. Nimike-revisio-variantti-hierarkia (Martio 2015, 85)

Koska dokumentit voidaan käsittää yhdenlaisiksi nimikkeiksi, kaikki nimikkeiden yleiset ominaisuudet koskevat myös dokumentteja. Dokumenttinimikkeisiin liittyvä sisältö asettaa niille kuitenkin muutamia erikoisvaatimuksia. (Martio 2015, 48, 108.) Dokumenttien hallintaa suunniteltaessa on esimerkiksi pohdittava, mitkä dokumentit talletetaan PDM-järjestelmään. Esimerkiksi tekniset piirustukset ovat tyypillisiä PDM-järjestelmässä hallittavia dokumentteja. (Martio 2015, 97.)

Nimikkeiden ja dokumenttien osalta on huomioitava nimikkeen hyväksyntätilat. Nimikkeen hyväksyntätila kuvaa nimikkeen käytettävyyttä jonkin toimintaprosessin kannalta. Esimerkiksi tuotekehityksen kannalta nimikkeellä on erilaisia tiloja, se voi olla suunnittelussa, valmis tarkastettavaksi, tarkastettu, hyväksyty, muutos on tekeillä tai se on poistettu käytöstä. (Seilonen 2013)

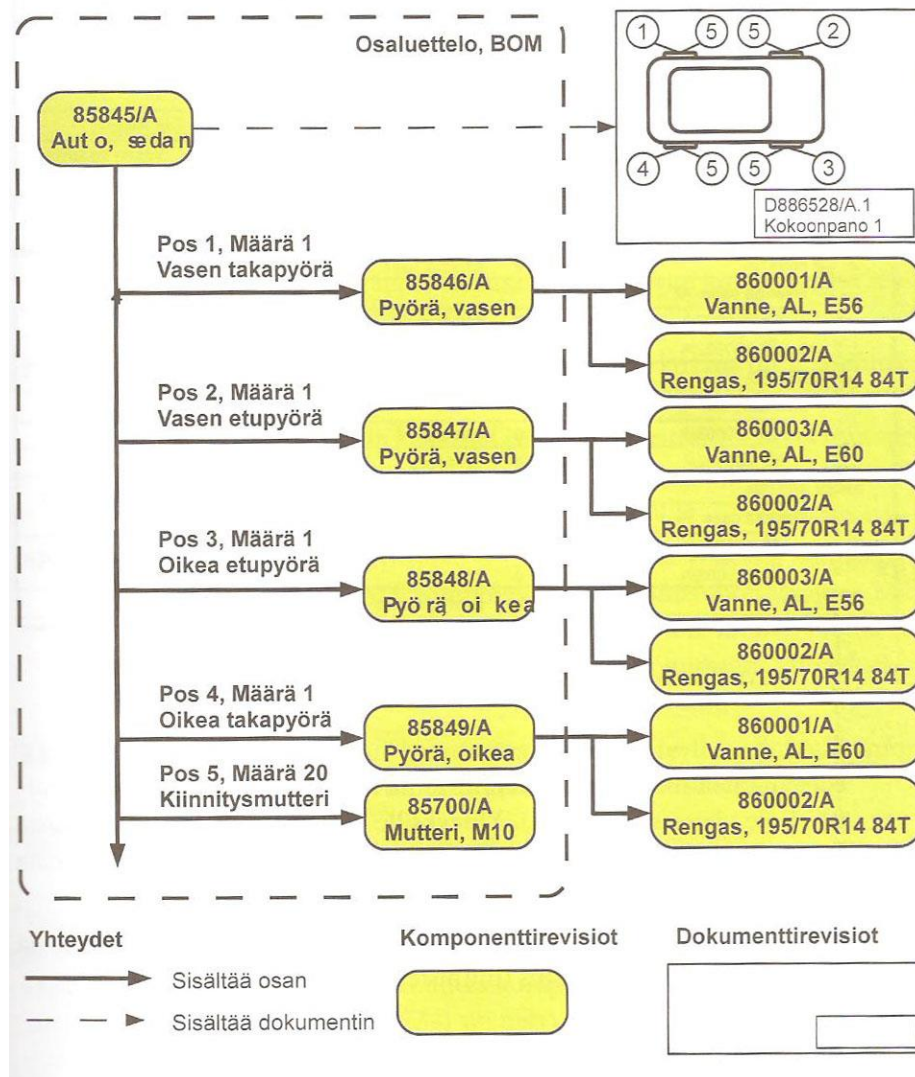
3.4 Tuoterakenne käsitteenä

Tuoterakenne kuvaa, kuinka tuote koostuu osista, jotka koostuvat taas toisista osista (Martio 2015, 112). Tuoterakenne on siis malli, joka jäsentää tuotteen tiedot ja tietojen suhteet toisiin tietoihin hierarkkisesti (Sääksvuori & Immonen 2002, 30). Tuoterakenteesta (Kuvio 5) käytetään myös synonyymiä tuotemalli (Sääksvuori & Immonen 2002, 17).



Kuvio 5. Tuoterakenteen periaatekuva. (Haverila ym. 2009, 433)

Tuoterakenteeseen viitataan myös usein englanninkielisellä termillä BOM (Bill of Materials). BOM tarkoittaa osaluetteloa, eikä näin ole täysin sama asia kuin tuoterakenne. Osaluettelo on useimmiten valmistuksen, tuotannon ja hankinnan käyttämä yksitasoinen lista tuotteen valmistamiseen tarvittavista komponenteista. Tämänkaltainen luettelo komponenteista ei siis sisällä lainkaan komponentti-, kokoonpano- tai tuoterakennehierarkiaa. (Sääksvuori & Immonen 2002, 17, 27.) Näin ollen nimikkeet eli osat, komponentit, kokoonpanot ja dokumentit muodostavat ja kuvaavat tuotteen tuoterakenteen kautta (Sääksvuori & Immonen 2002, 57).



Kuvio 6. Tuoterakenne kaaviona (Martio 2015, 117)

3.5 Tuotetiedon rakentuminen

Tuotetietomallilla viitataan käsitelmalliin, jolla tuotteen tiedot ja niiden väliset yhteydet jäsennetään geneerisellä eli yleisellä tiedolla (Sääksvuori & Immonen 2002, 17). Tuotetietomalli on siis käsitelmalli, joka jäsentää tuotteen tiedot ja tietojen suhteet toisiin tietoihin kuvaamalla ne muodollisesti ja tarkasti. Myös tuotteen tiedot ja tietojen väliset yhteydet kuvataan tuotetietomallissa vain käsitteellisellä tasolla. Ideana on siis tarkastella samantyyppisten tuotteiden yhteisiä ominaisuuksia ja muodostaa tiedon jäsentelymalli, joka sopii yleisellä tasolla kaikkiin yksittäistapauksiin. Tällöin voidaan puhua geneerisestä tai yleisestä tuoterakenteesta. Toisin sanoen tällä tuoterakenteella ei viitata tuoteyksilöön vaan yleiseen tuotekäsitteeseen. Geneerinen eli yleinen tuoterakenne on siis rakenne, joka on

kehitetty tuotekonseptille ja sellaisille tuotteille, jonka osilla on useita vaihtoehtokelpoisia komponentteja. Varianteissa tuotteen joitain fyysisiä ominaisuuksia tai osakokonaisuuksia on muunneltu. Tyypillisesti tuotteesta luodaan sen kehitysprosessin aikana useimmiten vain geneerinen rakenne, joka sisältää mahdollisia variantteja. Yleensä geneerinen tuoterakenne on olemassa siksi, ettei kannata kuvata erikseen kaikkia mahdollisia rakenteita lukuisine variantteineen. Samaan käyttötarkoitukseen valmistetun tuotteen fyysisten ominaisuuksien muunteluja eli tuoterakenteen luomista tuotetietomallista kutsutaan tuotteen konfiguroinniksi. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.)

Tuotemalli eli tuoteyksilökohtainen tuoterakenne on siis jonkin tietyn yksittäisen tuoteyksilön tiedot tallennettuna ja jäsennellään tuotetietomallin mukaisesti. Esimerkiksi kahden samanlaisen asiakaskohtaisesti varioitavan tuotteen tuoteyksilökohtaiset tuotemallit tai tuoterakenteet voivat poiketa toisistaan tiettyjen osakokoonpanojen sisällön osalta, vaikka geneerisellä tasolla tuotteet ovatkin tuotetietomallin osalta samanlaisia. (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.)

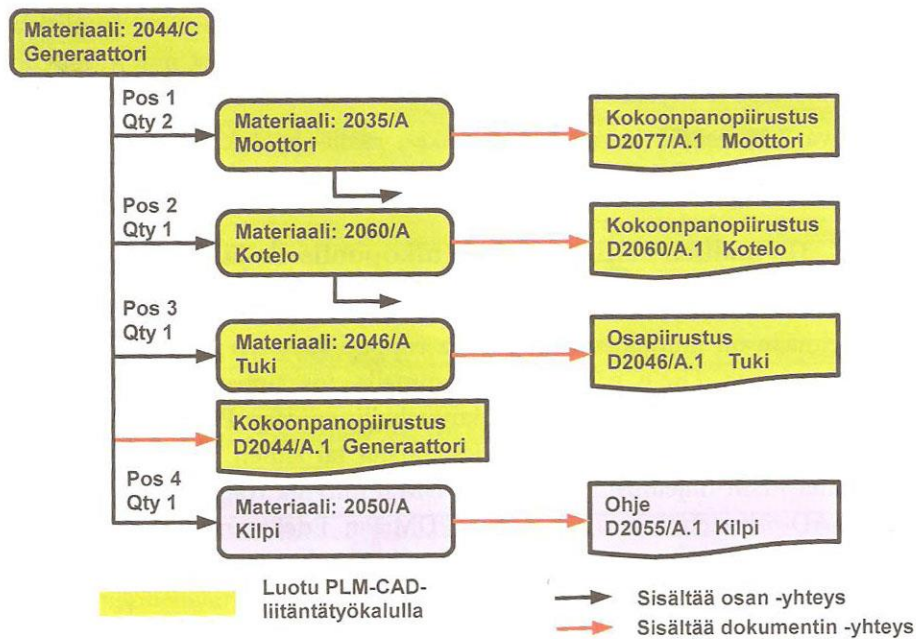
3.6 Tuoterakenteen hallinta

Tuoterakenne koostuu siis nimikkeistä ja niiden välisistä yhteyksistä. Nimikkeet kuvaavat osia, materiaaleja, ja dokumentteja. Tuoterakenteena osina olevat nimikkeet voidaan jaotella ryhmiin kuten kokoonpano, asennettava kokoonpano, ja dokumentti. (Martio 2015, 113-114.) PDM-järjestelmän piirissä olevat nimikkeet eli osat tai komponentit, dokumentit ja kokoonpanot kiinnitetään kuhunkin tuotteeseen ja toisiinsa juuri tuoterakenteen kautta (Kuvio 7). Tuoterakenne luo siis pohjan osalle PDM-järjestelmän perustoiminnoista. (Sääksvuori & Immonen 2002, 51.)

Attribuuttiarvot		Rakenne				Toiminnot		Efektiivinen: näytä kaikki	
	revisio	yhteys	yhteys	revisio	revisio	revisio			
	Kuva	Pos	Määrä	Kuvaus	Spezifikaatio				yhteys
									Lisätieto
85845/A				fi:Auto, sedan	9-6				
Sisältää dokumentin →									
D886528/ri/A.1		1		fi:Pyöräkokoontapano 1					
Sisältää osan →									
85846/A		1	1.0	fi:Pyörä, vasen	195/70R14				Vasen takapyörä
Sisältää osan →									
860001/A		1	1.0	fi:Vanne	AI, E56				
860002/A		2	1.0	fi:Rengas	195/70R14 84T				
85847/A		2	1.0	fi:Pyörä, vasen	195/70R14				Vasen etupyörä
Sisältää osan →									
860003/A		1	1.0	fi:Vanne	AI, E60				
860002/A		2	1.0	fi:Rengas	195/70R14 84T				
85848/A		3	1.0	fi:Pyörä, oikea	195/70R14				Oikea etupyörä
Sisältää osan →									
860003/A		1	1.0	fi:Vanne	AI, E60				
860002/A		2	1.0	fi:Rengas	195/70R14 84T				
85849/A		4	1.0	fi:Pyörä, oikea	195/70R14				Oikea takapyörä
Sisältää osan →									
860001/A		1	1.0	fi:Vanne	AI, E56				
860002/A		2	1.0	fi:Rengas	195/70R14 84T				
85700/A		5	20.0	fi:Pyörämutteri	M10, DIN 74361				Kiinnitysmutteri

Kuvio 7. Tuoterakenne PDM-järjestelmässä (VariPDM) (Martio 2015, 118)

Suurin osa PDM-järjestelmän toiminnoista perustuu juuri tuoterakenteen ja nimikkeistön käyttöön ja hyödyntämiseen (Sääksvuori & Immonen 2002, 51, 57). Tuoterakenteen hallinta ja ylläpito onkin yksi tärkeimmistä osista koko PDM-järjestelmässä, koska se luo pohjan useimmille muille järjestelmän perustoiminnoista (Kuvio 8) (Sääksvuori & Immonen 2002, 36). Kappaletavaratuotteissa rakenteiden hallinta on nimikkeiden hallinnan jälkeen PDM-järjestelmän tärkein ominaisuus. Sen avulla luodaan ja ylläpidetään nimikkeiden välisiä riippuvuuksia kuvaavia yhteyksiä. (Martio 2015, 152.)



Kuvio 8. Esimerkki 3D-suunnittelujärjestelmän tuottamien dokumenttien tallentamisesta PDM-järjestelmän tuoterakenteeseen (Martio 2015, 152)

3.7 Muutosten hallinta

Lähes kaikilla tuotteilla on siis hierarkkinen monitasoinen tuoterakenne. Tuoterakenteiden käsittelyssä erityisen haasteellista on rakenteissa käytettävien komponenttien versiointi ja tuotteet, joiden kuvaamiseen tarvitaan useampia rinnakkaisia rakenteita. (Martio 2015, 48.) Tuotetietojen välillä on paljon keskinäisiä riippuvuuksia, koska useat asiat vaikuttavat toisiinsa. Toisaalta tietoja on pystyttävä muuttamaan nopeasti. Yksi PDM-järjestelmien tärkeimmistä tehtävistä onkin tukea muutosten hallintaa. Muutosten hallinta on useimmiten toteutettu PDM-järjestelmään liitetyn työnkulun hallinta-toiminnallisuuden (workflow management) avulla. (Martio 2015, 49.) Rakenteellisen tiedon versionhallinnan, muutoshallinnan ja konfiguraatioiden hallinnan ominaisuudet perustuvat useimmiten tuoterakenteen hallintaan. Samoin tuoterakenne itsessään mahdollistaa tuotteen eri osien ja kokoonpanojen välisten syy-seuraussuhteiden ja sukulaisuuksien esittämisen. Tuoterakenne on mahdollista esittää geneerisen tuotetietomallin pohjalta tai suoraan tuoteyksilökohtaisen osaluettelon tai BOM:in mukaan. (Sääksvuori & Immonen 2002, 36.)

4 TOIMINNANOHJAUS JA VALMISTUKSEN OHJAUS

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tai muun organisaation tilaustoimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 397). Verrattaessa toiminnanohjaukseen on valmistuksenohjaus suppeampi esimerkiksi taloushallinnollisen puolen uupuessa (Seilonen 2013). Seuraavissa luvuissa esitellään tarkemmin sekä toiminnanohjausta että valmistuksenohjausta. Lisäksi perehdytään tarkemmin toiminnanohjaus- ja valmistuksenohjausjärjestelmiin ja näiden järjestelmien integraatiomahdollisuuksiin.

4.1 Toiminnanohjauksen määritelmä

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tai muun organisaation keskeisimpien erityisesti logistiikkaan ja taloushallintoon liittyvien toimintaprosessien koodinoidun suunnittelua, päätöksentekoa, toteuttamista ja seuranta sekä näihin liittyvien tietojen tallentamista ja välittämistä (Martio 2015, 10). Toisin sanoen toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tai muun organisaation tilaustoimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa. Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata toimintaa siten, että yrityksen tai muun organisaation tuotannon tavoitteet toteutuisivat parhaalla mahdollisella tavalla. Toiminnan ohjausperiaatteet muodostuvat yrityksen tai organisaation tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa noudatettavista keskeisistä pelisäännöistä ja toimintaperiaatteista. (Haverila ym. 2009, 397.)

Toiminnanohjauksen käsitettä käytetään nykyisin yleisesti tuotannonohjauksen sijaan, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon ohella myös muiden toimintojen kuten myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta. Vastaavasti itse tuotteiden valmistuksen suunnittelun ja ohjaukseen viitataan käsitteellä valmistuksen ohjaus. (Haverila ym. 2009, 397.)

Toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin kuten kustannusten minimoimiseen, hyvään laatuun, joustavuuteen, toimitusvarmuuteen, tuotannon lyhyeen läpäisy aikaan ja kapasiteetin korkeaan tuottavuuteen.

Toiminnanohjauksen tehtävänä on pyrkiä näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksen mukaisella tavalla. (Haverila ym. 2009, 402.) Yrityksen tai muun organisaation valitsevat kilpailutekijät vaikuttavat toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostumiseen ja keskinäiseen tärkeyteen. Esimerkiksi tavoiteltaessa matalia kustannuksia kapasiteetin korkea kuormitusaste ja pienet varastot ovat toiminnanohjauksen tärkeimpiä tavoitteita. (Haverila ym. 2009, 404.)

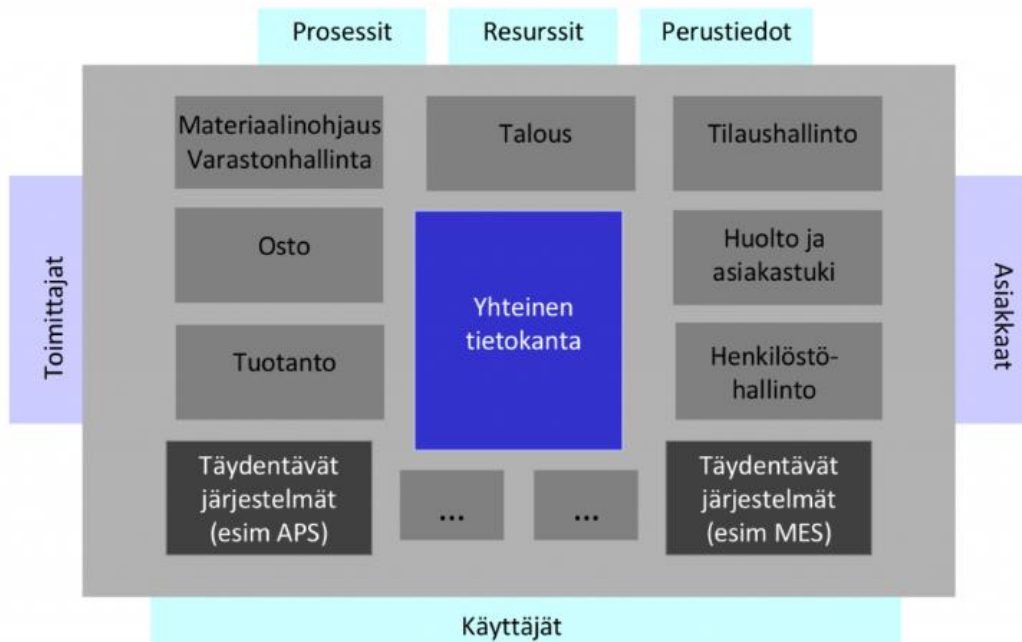
Toiminnanohjausta yrityksessä vaikeuttaa se, että eri toiminnoilla ovat monesti erilaiset käsitykset eri tavoitteiden tärkeydestä. Ristiriidat eri toimintojen välillä vaikeuttavat yleensä toiminnanohjauksen tarkoituksenmukaista toimintaa. Esimerkiksi valmistuksen kannalta pyritään kapasiteetin korkeaan käyttöasteeseen, kun taas markkinoinnin kannalta asiakaskohtaisten toiveiden täyttäminen ja joustavuus ovat ensisijaista. (Haverila ym. 2009, 404.)

Toiminnanohjaukseen liittyy oleellisena osana ohjattavan tuotantojärjestelmien ominaisuuksien ja suorituskyvyn kehittäminen. Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat nimittäin merkittävästi tuotannon tavoitteiden toteutumiseen, tehokkuuteen, ohjauksen tehtäväkenttään ja käytettäviin ohjausperiaatteisiin ja menetelmiin. Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tuotannon läpäisy aika, valmistuserien suuruus, henkilöstön osaaminen, toiminnan organisointiperiaatteet ja ohjattavien työvaiheiden määrä. (Haverila ym. 2009, 405.)

4.2 Toiminnanohjauksen tietojärjestelmä

Lyhenteellä ERP viitataan usein toiminnanohjaukseen sekä toimintana että sitä tukevaan tietojärjestelmään. Toiminnanohjausjärjestelmiä kutsutaan usein myös ERP- tai ERM-järjestelmiksi (Enterprise Resource Planning/Management). ERP-järjestelmän yleisenä tavoitteena on hallita ja käsitellä kaupallishallinnollista ja valmistuksen ohjaamiseen liittyvää tietoa. Toiminnanohjauksen piiriin kuuluvat sekä logistiset että taloushallinnolliset toimintaprosessit. (Martio 2015, 10.)

ERP-järjestelmän keskeinen idea on tietojenkäsittelyn ja toiminnanohjauksen pitkälle viety integraatio. Tietojen käsittelyn osalta tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmään kerran viety tieto on kaikkien käytössä eikä kyseistä tietoa tarvitse luoda toistamiseen. Integroinnin avulla kyseinen tieto voidaan välittää ympäriinsä kaikille osapuolille (Kuvio 9). Käytännössä toiminnanohjauksen integroinnilla tarkoitetaan sitä, että ERP-järjestelmän avulla voidaan hallita tehokkaasti yrityksen kaikkia resursseja ja tuotantolaitoksia sekä suunnitella keskitetysti liiketoiminnan ja tuotannon toteutusta. ERP-järjestelmän tehtäviä onkin perustietojen ylläpito, tapahtumatietojen hallinta, tietojen välitys organisaation välillä, suunnitelmien laadinta ja ylläpito, toteumatietojen keruu ja ylläpito, asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen, tilastointi sekä raportointi. (Haverila ym. 2009, 430.)



Kuvio 9. ERP-järjestelmä (Logistiikan maailma 2018a)

ERP-järjestelmän keskeisiä hyötyjä ovat tietojen käsittelyn nopeutuminen, resurssien käytön tehostuminen, nopeampi reagointi tapahtumiin, eri toimintojen parempi suunnittelu, tilausten ja toimitusten parempi hallinta, raportoinnin käytön kehittyminen, liiketoiminnan johtamisen tehostuminen, asiakastietojen parempi hallinta ja hankintojen tehokkaampi ohjaus. Kuitenkin ERP-järjestelmän heikkoudet liittyvät suoranaisesti sen keskeisempiin hyötyihin. Kaiken kattava ja integroitu tietojärjestelmä on monimutkainen ja kallis. ERP-järjestelmän käyttöönotto

vaatii usein pitkän ajan. Järjestelmien toiminnan muokkaaminen yritys- tai organisaatiokohtaisiin tarpeisiin on usein haastavaa. Tämä johtuu siitä, että ohjelmitot on suunniteltu palvelemaan laajaa asiakaskuntaa eikä näin tue välttämättä kovin hyvin yritys- tai organisaatiokohtaisia tietojenkäsittelytarpeita. ERP-järjestelmien pitkälle viety tietotekninen integrointi vaatiikin eri toimintojen standardisoitua ja kurinalaista toteuttamista, mikä voikin tuntua käyttäjistä vaivalloiselta. (Haverila ym. 2009, 431.)

ERP-järjestelmän perusideat ja -toimintamallit ovat lähes samat toimittajasta tai toimittajasta riippumatta. Esimerkiksi materiaali- ja kapasiteetin hallinnan keskeisiin toimintaperiaatteisiin sisältyy tuoterakenne ja tarvelaskenta. (Haverila ym. 2009, 432.) ERP-järjestelmässä tuoterakenne määrittelee tuotteiden ja puolivalmisteiden valmistuksessa tarvittavat raaka-aineet ja komponentit. Tuoterakenteeseen liittyvä työnvaiherakenne kuvaa valmistuksen työnvaiheet ja eri vaiheiden vaatiman kapasiteetin. Yleensä tuoterakenteen materiaali ja kapasiteettitarpeet määritellään yhtä valmistunutta lopputuoteyksikköä kohden. Tuoterakennetta käytetään tuotteen valmistuksen vaatiman materiaalin ja kapasiteetin laskennassa. Tuoterakenne voi sisältää myös puolivalmisteita, joilla on oma tuoterakenne ja sitä myötä tuoterakenteessa olevan puolivalmisteen rakenne muodostaa oman rakennetasonsa. (Haverila ym. 2009, 433.)

4.3 Valmistuksenohjauksen määritelmä

Valmistuksenohjauksella tarkoitetaan tuotannon tosiaikaiseen tietoon perustuvaa suunnittelua, ohjausta, seuranta ja tiedon välitystä ja analysointia. Valmistuksenohjaus lyhennetään MES (Manufacturing Execution System). Valmistuksenohjaukseen sisältyy valmistuksen sekä logististen että valmistusteknisten asioiden huomioiminen. (Seilonen 2013.)

4.4 ISA-95

ISA:n (The Instrumentation, Systems and Automation Society) standardin ISA-95:n mukaan valmistuksenohjauksen keskeisiin toimintaprosesseihin lukeutuu tuotanto-, laatu-, kunnossapito- ja varastotoimenpiteiden hallinta. Valmistuksenohjauksen toimintaprosesseja voidaan mallintaa yleisen toimenpiteiden, suunnittelun, toimeenpanon, seurannan ja analysoinnin mallin avulla (Kuvio 10). Tässä

mallissa toimenpiteet ajoitetaan ja sijoitetaan jollekin resurssille. Toimenpiteiden toimeenpano tehdään tuote- ja resurssikohtaisten ohjeiden mukaisesti. Toimenpiteistä kerätään tietoa niiden lyhyen aikavälin seurantaan ja pidemmän aikavälin analysointia varten. (Seilonen 2013.)



Kuvio 10. ISA-95:n valmistuksenohjauksen toimintojen yleinen malli (Seilonen 2013).

Nämä neljä MES:in toiminnallisuutta (tuotanto-, laatu, varasto- ja kunnossapito-toimenpiteiden hallinta) ovat yhteydessä toisiinsa. Eri toiminnot tarvitsevat toimintojensa mukaisia resurssitietoja ja toimintaohjeita. Esimerkiksi ISA-95:n mukaan tuotantotoimenpiteiden hallinnan keskeisiä tietoja ovat resurssien tuotantokyvyt ja kapasiteetit, tuotteiden valmistusprosessit, tuotantosunnitelmat, tuotannon toteutumukset ja näiden väliset yhteydet. Valmistuksenohjaukseen kuuluu neljän keskeisen, erilaisten toimenpiteiden hallintaan liittyvien toimintaprosessien lisäksi muita näiden kanssa risteäviä toimintaprosesseja, kuten tiedon ja dokumenttien hallinta, toiminnallisten poikkeustilanteiden hallinta, laitteiden ja järjestelmien konfiguraatioiden muutosten hallinta. (Seilonen 2013.)

4.5 Valmistuksenohjauksen tietojärjestelmä

MES-järjestelmä on valmistuksenohjaukseen tukeva tietojärjestelmä. Eri MES-järjestelmät tarjoavat erilaisen valikoiman valmistuksenohjauksessa tarvittavia toimintoja, joita valikoidaan ja konfiguroidaan asiakkaan tarpeiden mukaan. Vastaava toiminnallisuus voi olla löydettävissä kuitenkin myös muissa tietojärjestelmissä ja automaatiossa. (Seilonen 2013.)

MES-järjestelmän ydintoimintoihin sisältyy liittymä toiminnansuunnittelujärjestelmään, tuotantotilauksenhallinta, työpisteiden hallinta, varastojen hallinta, materiaalin kulun hallinta, tiedonkeruu ja poikkeustilanteiden hallinta. Kun taas tukitoimintoihin sisältyy kunnossapito, aikaseuranta, tilastollinen laadunohjaus, laadun varmistus, prosessin tiedon ja suorituskyvyn analysointi, dokumenttien ja tuotetiedon hallinta, tuotteen jäljitettävyys ja alihankkijaseuranta. (Seilonen 2013.)

MES-järjestelmän mahdollistamiin toiminnallisuuksiin sisältyy esimerkiksi tosiaikaisen tuotantotiedon käyttö valmistuksenohjauksessa ja tuotantotietojen analysointi. MES-järjestelmä mahdollistaa tosiaikaisemman valmistuksenohjauksen. Lisäksi MES mahdollistamiin toiminnallisuuksiin lukeutuu kaksisuuntainen tiedonsiirto toiminnanohjauksen ja automaation välillä. MES-järjestelmän tuomia mahdollisia tuotannollisia hyötyjä on esimerkiksi tuotannon läpimenoajan lyheneminen ja tuotteiden laadun parantuminen. Lisäksi tuotteiden ja materiaalien jäljitettävyys paranee. (Seilonen 2013.)

Yleensä MES on asiakas-palvelin -arkkitehtuuria noudattavia tietojärjestelmiä. MES-järjestelmän tyypillisiä osia ovat tietokanta, käyttöliittymät ja toiminnalliset moduulit. Eri toiminnot ovat erillisinä moduuleina kuten tuotannonsuunnittelu, ja laadunseuranta. Lisäksi MES-järjestelmä voi sisältää teollisuusalakohaisia tai yleisiä kirjastoja. (Seilonen 2013.)

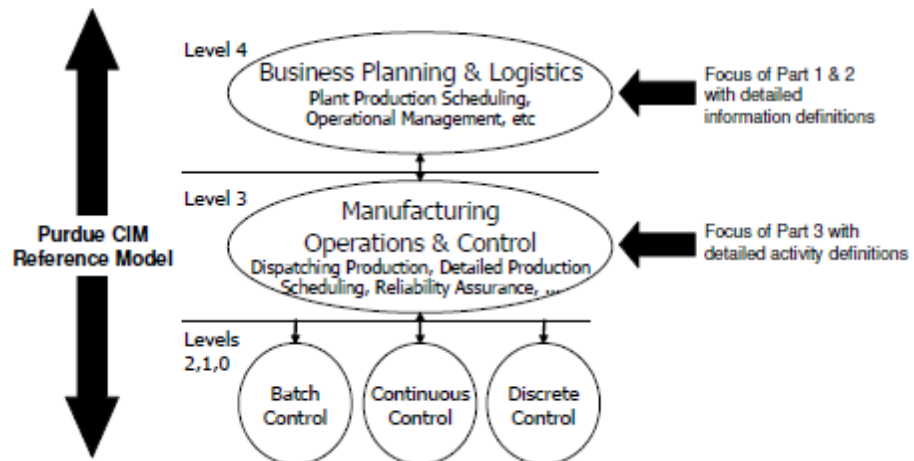
MES-järjestelmän integraatio automaatioon ja yrityksen muihin tietojärjestelmiin, erityisesti ERP-järjestelmään on tärkeää. MES-järjestelmässä onkin usein liittymät automaatioon kuten OPC UA sekä liittymät muihin tietojärjestelmiin, erityisesti ERP:iin. Muita mahdollisia tietojärjestelmiä ovat esimerkiksi kunnossapito, ja PDM. MES-järjestelmä voi pitää sisällään myös konfigurointityökaluja, jotka

ovat asiakaskohtaista järjestelmän muokkausta helpottavia työkaluja. Tällainen konfigurointityökalu voi olla esim. tuotantoprosessin mallintamistyökalu. (Seilonen 2013.)

MES-järjestelmä on perinteisesti puutteellisesti integroitua ja valmistuksenohjaus usein ainakin osittain manuaalista yrityksessä tai organisaatiossa. Valmistuksenohjauksen integraatio voidaan toteuttaa eri tavoin, esimerkiksi hyödyntäen liittymää toiminnanohjaukseen tai liittymää tuote- ja valmistuksensuunnitteluun. Olennaista valmistuksenohjauksen integraatiossa on tiedonkeruu tuotantoprosessista ja -laitteista. Tähän sisältyy resurssien saatavuus kuten laitteet, materiaalit ja työntekijät ja tuotantotapahtumat kuten materiaalien liikkeet ja tuotannon aikataulu sekä tuotteiden laatu tiedot ja laitteiden kuntotiedot. (Seilonen 2013.)

Yhtenä vaihtoehtona valmistuksenohjauksen integraatiossa on liittymä toiminnanohjaukseen. Tällöin liittymä voi olla tuotannonohjaukseen päin, jolloin hyödynnetään samantapaisia tietoja kuin edellä, mutta karkeammalla tasolla. Liittymä voi olla myös valmistuksenohjaukseen päin, jolloin saadaan aikaan erityisesti tuotantosuunnitelma, mahdollisesti myös muut toimenpidesuunnitelmat. Yhtenä vaihtoehtona on myös mahdollista toteuttaa liittymä tuote- ja valmistuksensuunnitteluun. Liittymän ollessa valmistuksenohjaukseen päin, saadaan tuotteiden valmistusohjeet. Liittymän ollessa tuote- ja valmistuksensuunnitteluun päin saadaan palautetta. Integroinnissa myös on mahdollisia muut liittymät esimerkiksi kunnossapitoon, varastonhallintaan, toisiin tuotantolinjoihin ja alihankkijoihin. (Seilonen 2013.)

Valmistuksenohjausta integroidessa toiminnanohjaukseen toiminnallinen määrittely ja tietosisältö MES:in ja ERP:n välinen tiedonsiirto on mahdollista määrittellä ISA-95:n avulla. ISA-95 määrittelee integraation ERP- ja MES-tason järjestelmien välillä ja MES-tason eri järjestelmien välillä (Kuvio 11).



Kuvio 11. ISA:95 määrittelyjen kohteet (Seilonen 2013)

ISA-95 määrittelee viestintätapahtumat ja siirrettävien tietojen tietomallin. Tuotantosuunnitelma ja tuotannon toteutuma ovat siirrettävistä tiedoista ehkä yleisempiä (Kuvio 12). Teknisen toteutuksen näkökulmasta MES:in ja ERP:n välinen integrointi on yksi esimerkki yrityksen tietojärjestelmien integroinnista ja tehdään samoin perustein kuin muutkin vastaavat integrointitilanteet. MES:in ja ERP:n välinen integrointi tehdään kuitenkin usein ERP-järjestelmän tarjoamien ehdoin. Joillakin MES-järjestelmillä on myös valmiita sovittimia yleisesti käytetyille ERP-järjestelmille. Lisäksi MES:in ja ERP:n integrointi voidaan tehdä integraatiopalvelimen avulla XML-dokumentteja vaihtamalla. (Seilonen 2013.)



Kuvio 12. ISA-95:n mukainen ERP:n ja MES:in välisen tuotantotietojen vaihdon sisältö (Seilonen 2013)

Kun tarkastellaan valmistuksenohjauksen integraatiota automaatioon, ISA-95 ei määrittele MES:in ja automaation välistä tiedonsiirtoa yhtä hyvin kuin tiedonsiirtoa ERP:n kanssa. MES:in ja automaation välisen tiedonsiirron luonne on riippuvainen paljolti tuotantoprosessin luonteesta. Tuotantotapahtumat, tuotteiden laatu-tiedot ja muut mittaustiedot sekä tuotantotehtävien ja laitteiden tilatiedot ovat yleisiä automaatiosta MES:iin siirrettäviä tietoja. MES:istä automaation siirrettäviä tietoja voivat olla esimerkiksi valmistusohjeet (esim. reseptit) ja tuotantotehtäviä koskevat komennot ja kyselyt. Huomioitava on, että manuaalinen työ on yksi merkittävä erikoistapaus MES:in liittymästä tuotantoprosessiin. MESin avulla mahdollista on siis vertikaalinen integraatio toiminnanohjauksen ja automaation välillä sekä horisontaalinen integraatio valmistuksenohjauksesta logistiikkaan, valmistuksensuunnitteluun, kunnossapitoon, jne. Kuitenkin useimmat näistä toiminnallisuuksista onnistuu ainakin osittain myös suoran ERP:n ja automaation välisen integraation avulla. (Seilonen 2013.)

MES:in ja automaation välinen integrointi toteutetaan nykyään yleensä OPC-tekniikan avulla. Tulevaisuudessa OPC:n rinnalle ja korvaajaksi on kaavailtu OPC:n uudistettua versiota OPC Unified Architecture (UA). OPC UA:n on ajateltu voivan tarjota tietoja MES-järjestelmille monipuolisempien tietomallien mukaisesti kuin OPC. MES:in integrointi automaation voi tapahtua esimerkiksi PC-valvomon

kautta. OPC-palvelimelta MES:iin tulevat tiedot talletetaan yleensä suoraan MES:in tietokantaan. Integrointia suunniteltaessa täytyykin määrittellä vastaavuus OPC-palvelimen ja MES:in tietokannan tietomallien välille. Tiedonkeruun ajoitus OPC-palvelimelta on myös määriteltävä. (Seilonen 2013.)

4.6 Valmistuksenohjauksen ja toiminnanohjauksen vertailu

Verrattuna toiminnanohjaukseen ei valmistuksenohjaukseen liity taloushallintoa samalla tavoin kuin toiminnanohjaukseen. Valmistuksenohjauksen tuotantotiedot ovat useimmiten tosiaikaisempia ja yksityiskohtaisempia kuin toiminnanohjauksessa. Lisäksi valmistuksenohjauksessa tarkasteltava aikaväli on yleensä lyhyempi kuin toiminnanohjauksessa. Valmistuksenohjauksessa vaaditaan yleisesti nopeampaa aikavastetta kuin toiminnanohjauksessa. Valmistuksenohjaus edellyttää liittymää tosiaikaisiin tuotantotietoihin. Lisäksi valmistuksenohjauksen liittymät ovat pääosin yrityksen sisäisiä. Ennen kaikkea on huomioitava, että toiminnanohjauksen ja valmistuksenohjauksen välinen raja ei ole aina kovin selkeä. (Seilonen 2013.)

5 JÄRJESTELMÄHANKINTA JA INTEGRAATIO

Älypaja-hankkeessa on tunnistettu tarve sekä PDM- että ERP-järjestelmille. Seuraavaksi esitellään molempien järjestelmien hankintaa ja järjestelmien integrointimahdollisuuksia. Järjestelmien etuja ja mahdollisia ongelmia käydään myös läpi. Lisäksi tuodaan esille, mitä ennen itse järjestelmähankintaa tulisi huomioida.

5.1 PDM-järjestelmän hankinta

Yleensä dokumenttien hallinta on ensimmäinen tuotetiedon hallinnan konkreettinen ongelma, johon haetaan apua PDM-järjestelmästä (Martio 2015, 48). Useassa yrityksessä ja organisaatiossa PDM-järjestelmän toivotaankin ensimmäiseksi auttavan juuri dokumenttien hallinnassa tuomalla siihen takaisin tiettyä tietokoneiden myötä menetettyä kurinalaisuutta. Kuten tuotetiedon hallinnassa yleensäkin, PDM-järjestelmä ei kuitenkaan yksin ratkaise ongelmia, vaan yrityksen on tiedettävä, mitä milläkin järjestelmällä halutaan tehdä. (Martio 205, 97.)

Kun yritys tai organisaation haluaa parantaa tuotetiedon hallintaa ja käynnistää PDM-projektin, on tärkeää, ettei yritys tällöin vielä suin päin käynnistä PDM-järjestelmän hankintaprojektia. Ennen PDM-järjestelmän valintaa on kartoitettava tuotetiedon hallinnan tämänhetkinen tilanne yrityksessä. Lisäksi on päätettävä, mitä asioita halutaan muuttaa ja missä asioissa PDM-järjestelmän halutaan auttavan. PDM-projekti ei ole pelkkä tietoteknisen järjestelmän käyttöönotto, vaan siihen liittyy aina eri prosessien kehittämistä ja muutoksia. Monessa yrityksessä PDM-projekti on epäonnistunut, koska on vain hankittu PDM-järjestelmä ennen yrityksen tuotetiedon hallintaongelma selvittämistä. (Martio 2015, 279.)

PDM-kartoituksen tarkoituksena on antaa yleiskuva yrityksen tuotetiedon hallinnan nyky- ja tavoitetilanteesta. Tällöin kartoituksessa käydään läpi yrityksen tuotteet, tuotteisiin liittyvät prosessit ja tiedot yrityksen eri toimintojen näkökulmista. Kartoituksen tavoitteena ei ole heti valita PDM-järjestelmää, vaan selvittää, kuinka yrityksen tuotetiedon hallintaa voisi parantaa kokonaisuutena. Vasta kartoituksen jälkeen voidaan miettiä, pitäisikö yrityksen hankkia PDM-järjestelmä ja mitä vaatimuksia mahdollisesti hankittavalle järjestelmälle asetetaan. Useimmiten kartoituksen lähtökohtana on jokin tuotetiedon hallinnan alue, jota yrityksessä

halutaan erityisesti parantaa. Tällainen alue voi olla esimerkiksi dokumenttien hallinta tai nimikkeiden hallinta. (Martio 2015, 279.) Esimerkiksi nimikkeiden hallinta onkin yksi tärkeimmistä yrityksen prosesseista, jonka on oltava kunnossa, ennen kuin yritys voi suunnitella PDM-järjestelmän käyttöönottoa (Martio 2015, 95). Nimikekuvaukset täytyy pystyä siirtämään muihin nimikkeitä käyttäviin järjestelmiin, esimerkiksi ERP-järjestelmiin (Martio 2015, 60). Mikäli kartoitus osoittaa, että esimerkiksi nimikkeiden käsittelyyn ei ole mitään yhtenäistä käytäntöä, ei yrityksen tai organisaation välttämättä kannata suunnitella PDM-järjestelmän hankintaa ennen kuin nimikkeisiin liittyvät perusasiat on saatu järjestykseen (Martio 2015, 288).

5.2 PDM-järjestelmän integraatio

On huomioitava, että tuotetietoja käsitellään yrityksessä yleensä useissa erilaisissa tietojärjestelmissä. Usein PDM-järjestelmä on luontevin lähtökohta näiden tietojärjestelmien integroimiseksi niin, että järjestelmien tuottamat ja tarvitsemat tiedot siirtyvät mahdollisimman helposti järjestelmästä toiseen. (Martio 2015, 49.)

Yritysten tai organisaatioiden tietojärjestelmien integrointiin on olemassa ja kehitymässä useita erilaisia tekniikoita erilaisiin integraatiotarpeisiin. Merkittäviä ohjelmistoteknisiä työvälineitä integroinnissa ovat nykyisin integraatiopalvelimet ja webpalvelut. Uudet integrointiprojektit noudattavat nykyisin usein palvelupohjaista arkkitehtuuria (SOA). Palvelupohjaisessa arkkitehtuurissa sovellukset voidaan ohjelmoida osittain liiketoimintaprosessin tai työnkulun mallin mukaan. (Seilonen 2013.)

Pienellä yrityksellä tai organisaatiolla ei yksinään välttämättä ole taloudellisia ja teknisiä resursseja PDM-järjestelmän käyttöönottoon ja ylläpitoon. Tällöin yksi ratkaisu on tuotetiedon hallinnan tarjoaminen sovellusvuokrauksena (ASP / SaaS / pilvipalvelu, Application Service Provisioning / Software as a Service / Cloud Computing). Tarkennettuna kyse on palvelusta (Software as a Service, SaaS) ja ns. pilvilaskennasta (Cloud Computing). Tällaisissa toimintamalleissa palveluntarjoaja ajaa PDM-järjestelmää palveluntarjoajan ylläpitämissä koneissa, jotka myös sijaitsevat palveluntarjoajan tiloissa. Asiakasyritykset käyttävät järjestel-

mää tietoverkon kautta ja maksavat palvelusta esimerkiksi käyttöajan tai järjestelmään talletettujen tietojen määrän mukaan. Tällaiset ratkaisut ovat viime vuosina herättäneet lisää mielenkiintoa. (Martio 2015, 293-294.)

Kuitenkin sovellusvuokraus edellyttää hyvää luottamusta asiakkaan ja palveluntarjoajan välillä, koska asiakas on täysin riippuvainen palveluntarjoajasta tietojen saatavuuden ja salassapidon suhteen. Yhden palvelun tarjoajan järjestelmissä on usein asiakasyrityksen tuotetietoja, ja asiakkaiden täytyy luottaa siihen, että yritykset eivät pääse lukemaan toistensa tietoja. (Martio 2015, 294.)

Varsinaisten PDM-järjestelmien lisäksi tuotetiedon hallinnan tukemiseen voidaan käyttää myös muita yrityksen tietojärjestelmiä tai vähintään niihin on tarve integroitua. Järjestelmän valinnan ohella on pohdittava PDM-järjestelmän integrointia dokumentteja käsittelevien työkaluohjelmien kuten CAD-ohjelmien ja muiden tietojärjestelmien kuten ERP:n kanssa. (Martio 2015, 289.) Hyvä integraatio tuotetietoa luoviin ja käyttöviin järjestelmiin nostaa oleellisesti yrityksen tai organisaation tuottavuutta. Tärkeimpiä ovat liittymät CAD- ja ERP-järjestelmiin. (Martio, 2015, 49) PDM-järjestelmän integrointi muihin järjestelmiin on siis tärkeää. Huonosti toteutettuna integrointi lisää tuotetiedon käsittelyyn liittyvää työtä ja saattaa olla esteenä menestyksekkäälle käyttöönotolle. (Martio 2015, 292.)

Tuotetietokuvausten hallintaan ja tiedonsiirtoliittymien kehittämiseen sekä tietojärjestelmien integrointiin organisaatioiden sisällä ja organisaatioiden välillä on saatavilla useita kaupallisia ohjelmistosovelluksia. Ne pohjautuvat STEPin menetelmiin ja ideoihin sekä lukuisiin muihin standardeihin, esimerkiksi XML:ään (Extended Markup Language), Näitä sovelluksia käytettäessä puhutaan usein tuotetiedon hallinnasta, PDM:sta tai EAI:stä (Enterprise Application Integration). (Sääksvuori & Immonen 2002, 27.) Standardit ovat hyödyllisiä apuvälineitä integroinnissa. Ne sisältävät usein sekä integroitavien toimintaprosessien että näiden käsittelemien tietojen malleja. (Seilonen 2013.)

Tietojärjestelmiä suunnitellessa on siis tärkeä kiinnittää huomiota työnjakoon ERP:n ja PDM:n välillä, koska PDM- ja ERP-järjestelmissä käsitellään usein osittain samoja tietoja (Martio 2015, 9). Nykyään erilaiset tietojärjestelmät täytyy saada integroitua aikaisempaa paremmin ja tuotetietoihin täytyy päästä käsiksi

webin kautta. Taustalla on halu hajauttaa ja rinnakkaistaa tuotekehitystä niin yrityksen sisällä kuin yritysten välillä. Näin ollen nykyisin kiinnitetään entistä enemmän huomiota tuotetiedon hallintaan. (Martio 2015, 9, 47.)

Kehityksen myötä PDM-järjestelmät ovat entistä vähemmän pelkästään suunnittelun tukijärjestelmiä, vaan alkavat käsitellä tuotetietoja tuotteen koko elinkaaren ajan. Tämä tarkoittaa, että rajat PDM- ja ERP-järjestelmien välillä ja toisaalta PDM- ja CAD-järjestelmien välillä hämärtyvät. Monet ERP- ja CAD-toimittajat ovatkin lisäämässä järjestelmiinsä toimintoja, jotka löytyivät aikaisemmin vain erillisistä PDM-järjestelmistä. (Martio 2015, 293.)

5.3 ERP-järjestelmän hankinta

ERP-järjestelmän käyttöönotto voi olla haastava, kallis ja riskialtis projekti, joka edellyttää esimerkiksi tietojärjestelmien integrointia, ja käytön aikana voi ilmeitä esim. käytettävyyteen ja toiminnan joustamattomuuteen liittyviä ongelmia, mutta samaan aikaan se on yrityksille nykyisin välttämätön. ERP-järjestelmän tarkoituksena on toiminnanohjaukseen liittyvien liiketoimintaprosessien yhdenmukaistaminen ja integrointi sekä toiminnanohjauksessa tarvittavien tietojen integroiminen yhteiseen tietokantaan. ERP-järjestelmän hyödyllisyyteen vaikuttaa suuresti sen sisältämän tiedon laatu. Oikeellisen ja ajantasaisen tiedon ylläpitäminen edellyttää järjestelmän oikeanlaista käyttöä ja toimivia yhteyksiä muihin yrityksen tietojärjestelmiin. ERP-järjestelmä on yleensä tarpeen integroida muihin yrityksen tietojärjestelmiin. Lisäksi ERP-järjestelmän käyttöönoton ja käytön kustannukset voivat olla huomattavia, ja käyttöönottoprojekteissa on olemassa riski esimerkiksi kustannusten ylittymisestä ja tavoitteiden saavuttamattomuudesta. Lisäksi ERP-järjestelmä luo riippuvuuden järjestelmätoimittajasta. (Seilonen 2013.)

Toiminnanohjausjärjestelmän hankintaprosessin ensimmäinen tärkeä vaihe on onnistunut vaatimusmäärittely. Onnistuneen vaatimusmäärittelyn pohjalta voidaan suorittaa järjestelmätoimittajien esikarsinta. Esikarsinnassa on hyvä kiinnittää huomiota ainakin toimialasoveltuvuuteen, tarjottavan järjestelmän sopivuuteen, skaalautuvuuteen, referensseihin, yrityksen luotettavuuteen, liikevaihtoon ja kannattavuuteen. On haastavaa saada varmaa ja puolueetonta tietoa kaikista

edellä mainituista tekijöistä. Tietoa kerätessä joutuu tukeutumaan suurimmaksi osaksi toimittajien omiin internetsivuihin. (Logistiikan maailma 2018b.)

Esikarsinnan jälkeen pyydetään toimittajalta tarjousta, jossa on hyvä olla mahdollisimman paljon tietoa yrityksen tai organisaation omista prosesseista, tietojärjestelmätarpeista, toiminnallisista vaatimuksista, ja nykyjärjestelmän ominaisuuksista. Tarjouspyynnön sijaan on mahdollista tavata jokainen ohjelmistotoimittaja, jolloin toimittaja tekee tarjouksen tapaamisessa saatujen tietojen pohjalta. Tarjouskierrokselle olisi hyvä valita noin 5-10 ohjelmistotoimittajaa. Tarjouskierroksella tavattujen toimittajien järjestelmistä saattaa olla hankalaa saada tarkkaa käsitystä ilman demoversioiden käyttöä. Tämän takia onkin kannattavaa tutustua toimittajien referensseihin. Lisäksi olisi hyvä käydä katsomassa, miten toimittajien asiakasyrityksissä käytetään kyseistä tarjottavaa toiminnanohjausjärjestelmää. (Logistiikan maailma 2018b.)

IT-hankinnoista kokemattomien pk-yritysten ja organisaatioiden olisi kannattavaa hyödyntää alan konsulttia vaatimusmäärittelyssä ja tarjouskierroksen suorittamisessa. Suurin hyöty konsulttien käytöstä on varmuus siitä, että kaikista sopivimmat toimittajat valitaan tarjouskierrokselle. Tämä osaltaan voi edesauttaa kaikista optimaalisimman toiminnanohjausjärjestelmän löytämistä. Näin myös säästetään omia resursseja, kun itse ei tarvitse perehtyä järjestelmien senhetkisten markkinoiden tarjontaan. Toimittajien tarjousten vertailuun on olemassa valmiita vertailupohjia, joita voi käyttää päätöksen teon tukena. Kuitenkaan pelkästään vertailupohjan perusteella ei suositella tehtävän päätöstä. Ennen päätöksen tekoa täytyy myös laskea investoinnin kannattavuus, johon on useita erilaisia laskumenetelmiä. Yksi näistä laskumenetelmistä nykyarvolaskenta-malli, jossa tulevat kassavirrat diskontataan tämän hetken arvoon. Haasteellisinta laskennassa on arvioida tulevien kustannussäästöjen, eli kassavirtojen suuruus. (Logistiikan maailma 2018b.)

Vertailtaessa tarjouksia on tärkeää muistaa, etteivät tarjoukset yleensä sisällä kaikkia hankintaan liittyviä kustannuksia. Yleensä tarjouksiin ei sisällytetä veroja, matkakustannuksia, mahdollisia laitehankintoja, palvelinkustannuksia, eikä järjestelmien integraatioita, jos niistä ei ole erikseen mainittu. Lisäksi on tärkeää selvittää toimittajalta, kuinka paljon uusien lisenssien ja moduulien käyttöönotto

maksaa. ERP-järjestelmien hankinnat ovat yleensä vuosikymmenien investointeja, jonka vuoksi niihin liittyy toimittajariski. Hankinnasta vastaavien täytyisi kyetä arvioimaan toimittajien liiketoiminnan kannattavuutta ja miettiä samalla, onko kyseinen toimittaja vielä esimerkiksi 10 vuoden päästä ylläpitämässä ja päivittämässä järjestelmää. (Logistiikan maailma 2018b.)

ERP-järjestelmien käyttöönottoon liittyvistä ongelmista suurin osa johtuu inhimillisistä syistä, ei niinkään teknillisistä. Onnistuneen käyttöönoton kannalta kriittisimpiä tekijöitä ovat johdon sitoutuminen, projektipäällikön ja projektiryhmän työpanos, liiketoimintaprosessien uudelleensuunnittelu, suorituskyvyn mittaus ja loppukäyttäjien muutosvastaisuuden hallinta. Ennen ERP-järjestelmän käyttöönottoa on erittäin tärkeää tiedottaa yrityksen tai organisaation työntekijöille miten uusi järjestelmä ja toimintatapojen uudistukset auttavat yritystä tai organisaatiota tavoitteisiin pääsemisessä ja näin rakentaa positiivista ilmapiiriä. Käyttöönotto-vaiheessa järjestelmän käyttäjiä ei saa jättää yksin ongelmien kanssa, vaan heitä tulee jatkuvasti auttaa ja ratkoa ilmeneviä ongelmia. Ennen järjestelmän hankintaa on suotavaa tutustua myös toimittajan projektipäällikköön, hänen referensseihin, muihin asiantuntijoihin, ja toimittajan projektihallinnantapoihin. (Logistiikan maailma 2018b.)

Projektin aikataulutuksen ja budjetoinnin on tärkeä olla realistinen. Lisäksi on valmistauduttava viivästyksiin. Huolellisella vaatimusmäärittelyllä yhdessä ohjelmiston toimittajan kanssa saadaan selville tarkempi aikataulutus ja budjetointi. Onkin tärkeää, että asiakas pystyy määrittelemään tarpeensa mahdollisimman tarkasti jo aluksi. Mitä enemmän asiakas haluaa lisätä tai muuttaa vaatimuksia käyttöönoton aikana, sitä enemmän projektin valmistuminen myöhästyy ja kustannukset kasvavat. (Logistiikan maailma 2018b.)

5.4 ERP-järjestelmän integraatio

ERP-järjestelmillä on yritysten tietojärjestelmien integroinnissa keskeinen rooli. Muita tietojärjestelmiä integroidaan usein juuri ERP:n kanssa. Myös yritysten välinen tiedonsiirto tapahtuu usein juuri ERP:ien kautta. (Seilonen 2013.)

Tietojärjestelmien integrointiin on useampi lähestymistapa. Yhtenä lähestymistapana on, että yritykselle tai organisaatiolle konfiguroidaan kaupalliset valmisohjelmistot kuten ERP ja MES. Toisena vaihtoehtona yritykselle räätälöidään kokonaan oma järjestelmä tai sellaisen osa. Lisäksi on mahdollista integroida olemassa olevia järjestelmiä. Lisäksi yritysten tietojärjestelmien integrointiin ja kehityksessä useita erilaisia tekniikoita erilaisiin integraatiotarpeisiin. (Seilonen 2013.)

Tietojärjestelmien integrointiin liittyen ajankohtaisia kehityskohteita on esimerkiksi vertikaalinen integraatio tuotantolaitoksen sisällä, kuten automaatiojärjestelmä-MES-ERP, tavoitteena on esimerkiksi saada reaaliaikaista tietoa tuotannon toteutumista toiminnanohjauksen tasolle. Yksi kehityskohteista on myös tuotteiden ja laitteiden tietojen koko elinkaaren aikainen integrointi. Myös operatiivisen toiminnan ja kunnossapidon integrointi nähdään yhtenä kehityskohteista nykyäänä. (Seilonen 2013.)

6 VASTAAVAN OPPIMISYMPÄRISTÖN TOTEUTTAMINEN MUISSA AMMATTIKORKEAKOULUISSA

Seuraavaksi esitellään vastaavia jo toteutuneita ja kehitteillä olevia ammattikorkeakoulujen konetekniikan koulutuksen oppimisympäristöjen kehityshankkeita. Nämä hankkeet tarjoavat ensisijaista lisäarvoa Lapin AMK:n oppimisympäristön kehittämiseksi. On tärkeää saada selville, mitä tavoitteita näillä oppimisympäristöillä on. Lisäksi kartoitetaan, miten oppimisympäristöä käytetään oppimisessa ja projekteissa. Myös selvitetään oppimisympäristöissä käytössä olevat ohjelmistot. Esiteltäviin hankkeisiin sisältyy ammattikorkeakoulujen oppimisympäristöjä Suomesta ja Saksasta.

6.1 Turun ammattikorkeakoulu

Turun ammattikorkeakoulun konetekniikan insinöörikoulutuksessa yhtenä suuntautumisvaihtoehtona on tuotekehitystekniikka. Tuotekehitystekniikan suuntautumisvaihtoehdossa käsiteltäviä aihealueita ovat muun muassa 3D-suunnittelu, simulointi, mallinnus ja tuotetiedon hallinta (PDM/PLM). (Turun ammattikorkeakoulu 2017.) Turun ammattikorkeakoulussa insinöörikoulutuksen kehittämisessä tuotteen elinkaaren hallinnalla (PLM) ja erityisesti 3D-suunnittelujärjestelmällä on merkittävä rooli. Vuonna 2016 Turun AMK ja IDEAL PLM:n tekivät yhteistyösopimuksen tuotteen elinkaaren hallinnan (PLM) ohjelmistoratkaisusta opetus- ja tutkimuskäyttöön. IDEAL PLM toimittaa Siemens PLM Softwaren ratkaisuja ja palveluja Suomessa. (Turun ammattikorkeakoulu 2016a.)

Yhteistyön tavoitteena on, että Turun ammattikorkeakoulusta valmistuvat insinöörit ja muotoilijat hallitsevat nykyaikaiset digitaaliset suunnittelu- ja valmistusprosessit. Lisäksi tämä hanke oppimisympäristöjen digitalisoimiseksi on käynnistetty silmällä pitäen alueen yritysten nykyisiä ja tulevia tarpeita. Turun AMK näkee kyseisen ohjelmistoratkaisun antavan mahdollisuuksia osallistua alueen yritysten verkostomaisen toimintamallin ja tuotetiedon hallinnan kehittämiseen. Taustatyönä Turun AMK oli tutustunut eri toimittajiin ja päätynyt Siemens PLM Softwaren ratkaisuihin erityisesti niiden laajuuden vuoksi. Turun AMK:in mukaan uusia tuotetiedon hallinnan ratkaisuja on käytössä alueen yrityksissä ja muissakin opilaitoksissa, joiden kanssa Turun AMK tekee yhteistyötä. Tampereen teknillisen

yliopiston konetekniikan laitoksessa on käytössä samanlainen Siemensin ympäristö, joka myös tukee yhteistyössä samana vuonna 2016 alkanut DI-koulutusta Turussa. Yhteistyö on aloitettu uuden 3D-suunnitteluohjelmiston (NX) ja tuotetiedon hallinnan ohjelmiston (Team Center) asennuksilla ja käyttöönotolla. (Turun Ammattikorkeakoulu 2016a.) Lisäksi Turun AMK:ssa on mahdollista suorittaa 3D-suunnittelijan sertifiikaatti, SolidWorksin sertifiointiohjelman ensimmäisen tason, CSWA-sertifiointi, osana kurssia (Turun Ammattikorkeakoulu 2017). Jo aiemmin Turun AMK:ssa on ollut käytössä Microsoft Dynamics NAV-toiminnanohjausjärjestelmä ja SolidWorks 3D CAD-suunnitteluohjelmisto (Erbismann 2014, 22, 25).

Osana strategiansa mukaista kehittymistä tulevaisuuden teknilliseksi innovaatio-korkeakouluksi ja digitalisaation kärkiosaajaksi Turun ammattikorkeakoulu osti Koneteknologiakeskus Turku Oy:n osake-enemmistön Turun kaupungilta keväällä 2016. Koneteknologiakeskus toimii teollisuuden ja oppilaitosten työelämä-lähtöisenä tutkimus- ja oppimisympäristönä. Tällä kaupalla Turun AMK jatkaa ja vahvistaa entisestään TKI-toimintaansa ja yritysyhteistyötä alueen elinkeinoelämän palvelemiseksi. Tämä liittyy vahvasti kampushankkeeseen, jossa koneteknologiakeskuksen edistyksellinen oppimisympäristö ja laitekanta ovat keskeisessä roolissa. (Turun ammattikorkeakoulu 2016b.)

Turun AMK on kehittänyt #tehdas-oppimisympäristön, jossa koneautomaation, tuotantotekniikan ja tuotekehityksen opiskelijat osallistuvat yhteisiin kursseihin ja kehitysprojekteihin (Koivunen 2017, 42). Kyse on Turun AMK:in teknologiateollisuuden kehitys- ja oppimisympäristöstä, jossa hyödynnetään suunnittelujärjestelmiä, tuotetiedon hallintaa, yhteistyörobotiikkaa ja uusia valmismenetelmiä (Koivunen 2017, 43). Esimerkkejä toiminnasta oppimisympäristössä ovat yhteistyörobotiikka ja robottijärjestelmien simulointi virtuaalitodellisuudessa (Koivunen 2017, 42). Kyse on tiiviistä yhteisöstä, jossa opiskelijat, henkilökunta ja yritykset työskentelevät yhdessä. Oppimisympäristön kolmeksi peruspilariksi onkin nimetty sosiaalinen, fyysinen ja virtuaalinen ympäristö. (Koivunen 2017, 43.)

Nykyisessä ympäristössä 3D-tulostustekniikat ovat jo käytössä, ja loppuvuodesta 2017 kokeillaan virtuaalitodellisuutta suunnittelussa. Oppimisympäristön yhtenä kehityssuuntana on ympäristön digitalisointi vielä nykyistä pidemmälle. Uudempi

ympäristö mahdollistaa tuotannon simuloinnin, ympäristön etähallinnan, perehdytyksen ja ympäristön kehittämisen virtuaalisesti. Turun AMK:in mukaan tämänkaltaiset kehitysaskleet oppimisympäristöissä kiinnostavat myös yrityksiä, ja oppimisympäristö palvelee teknologiayrityksiä Varsinais-Suomessa hyödyntäen uusia suunnittelujärjestelmiä ja valmistusmenetelmiä. Koneteknologiakeskus Turku Oy hallinnoi valtaosaa oppimisympäristön laboratorion konekannasta ja heidän operaattorit osallistuvat opetuksen aktiivisesti. (Koivunen 2017, 43.) Koneteknologiakeskus Turku Oy:n käytössä on muun muassa levytyökeskus laserilla ja muovaavilla työkaluilla, robottihitsaussolu, kaksi kuitulaseria, robottisärmäyssolu, FMS-järjestelmä (Flexible Manufacturing System) koneistuskeskuksiin ja manuaaliset koneet (Koneteknologiakeskus 2018).

6.2 Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Seinäjoen ammattikorkeakoulu (SeAMK) on myös kehittänyt Digital Factory-oppimisympäristön osaksi konetekniikan, automaatiotekniikan ja tietotekniikan opetusta. Kyse on virtuaalisesta oppimisympäristöstä, jossa suunnitellaan ja testataan erilaisia koneita, laitteita ja ohjelmia. Oppimisympäristössä opetetaan digitaalisen valmistuksen ja teollisen internetin teknologioita. Tässä virtuaalisessa oppimisympäristössä suunnitellaan ja testataan erilaisia koneita, laitteita ja ohjelmistoja. Oppimisympäristössä tehdään ensin perustyötä suunnittelemalla, testaamalla ja simuloimalla laitteita virtuaalisesti, jotta valmistavassa teollisuudessa voitaisiin tehdä mahdollisimman toimivia ja tarpeita vastaavia laitteita. Oppimisympäristössä hyödynnetään opetus-, tutkimus- ja palvelutoiminnassa IDEAL PLM:n tarjoamaa teknologiaa. Tällä teknologialla tuotannon simulaation ja rinnakkain tapahtuvan tuotemäärittelyn sekä tuotantoprosessin suunnittelun avulla taataan tehokas siirtymä tuotesuunnittelun virtuaalisesta ympäristöstä konkreettiseen tuotantoon. (Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2017.)

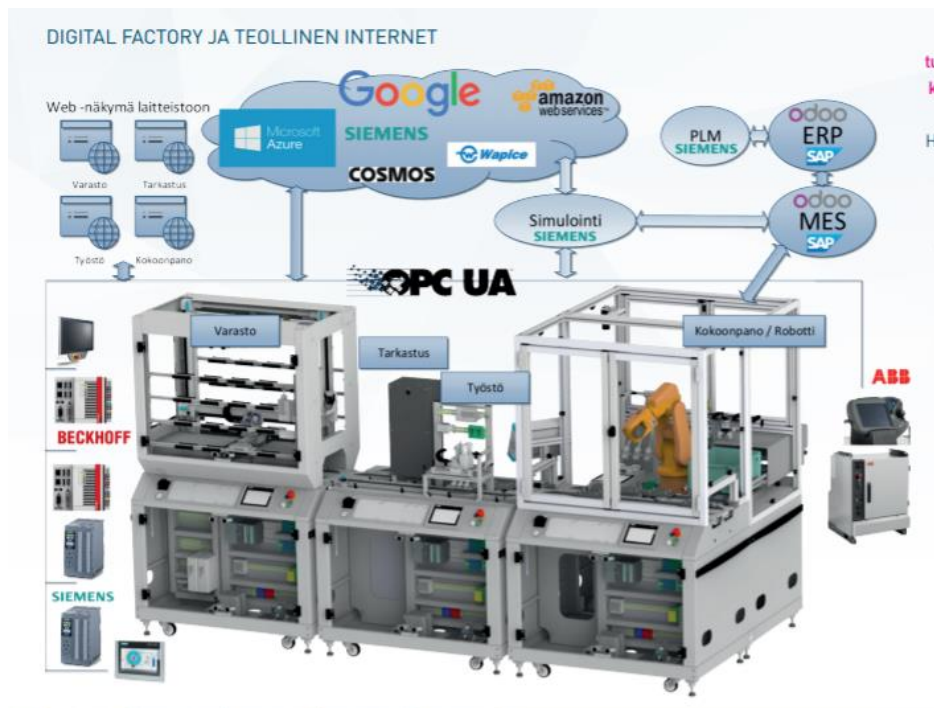
Seinäjoen ammattikorkeakoulun IDEAL PLM:n ohjelmistopakettiin sisältyy Solid Edge -suunnitteluohjelmisto ja NX CAM ja CAE -ohjelmistot. Lisäksi käytössä on myös tuotetiedon hallintaan soveltuvaa Teamcenter ja Tecnomatix-tuoteperheen tuotannon simulointi- ja analysointiratkaisuja. (IDEAL PLM 2017, 2-4.)

Digital Factory -oppimisympäristöhankkeen myötä SeAMK on kehittänyt ja ottanut käyttöön vuonna 2016 automatisoidun tuotantojärjestelmän, joka noudattaa teollisen internetin periaatteita (Kuva 1). Perustetun teollisen internetin laboratorion ytimen muodostaa Feston valmistama jatkuvatoiminen automatisoitu tuotantojärjestelmä. Kyseiseen tuotantojärjestelmään on integroitu tuotannonohjaus- ja toiminnanohjausjärjestelmät. Tuotantojärjestelmästä kerätään myös jatkuvasti dataa eri pilvipalveluihin, joissa dataa voidaan analysoida ja visualisoida. (Mäkelä & Ristimäki 2016, 6-7.)



Kuva 1. SeAMK:in teollisen internetin laboratorion tuotantosolu (IDEAL PLM 2017, 1)

Tuotantosolu koostuu kolmesta moduulista (Kuva 2). Varasto-asemaa ohjaa Siemensin PLC ja itse varastosta tavaraa haetaan robotilla, jonka tarttuja liikkuu varaston sisällä X, Y- ja Z-suunnissa. Keskimäinen asema koostuu konenäöstä ja porausasemasta. Konenäöllä tarkastetaan robotin kokoamat tai purkamat osat. Tätä keskimäistä asemaa ohjaa Beckhoffin PLC. (Hämeenniemi 2017, 12-13.)



Kuva 2. SeAMK:in teollisen internetin laboratorion tuotantosolu järjestelmineen (Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2016)

Kokoonpanossa eli robottiasemalla on käytössä ABB:n robotti ja tuotannon ohjauksen hoitaa Siemensin PLC. Laboratorion tuotannonohjausjärjestelmänä toimii Feston MES4-sovellus, joka pitää kirjaa tuotannon tilauksista Microsoft Access -tietokannan avulla. Viestintä PLC-laitteiden ja tuotannonohjauksen välillä tapahtuu binääripohjaisella socket-yhteydellä. Tällöin MES4 toimii palvelimena, johon PLC-laitteet yhdistävät asiakasohjelman roolissa. Jos MES4 halutaan sammuttaa tai yhteys katkeaa jostain muusta syystä, PLC-laitteet yrittävät aktiivisesti yhdistää uudestaan PLC-ohjelmassa määriteltyyn MES4-sovelluksen osoitteeseen. (Hämeenniemi 2017, 12-13.)

6.3 Tampereen ammattikorkeakoulu

Teknologian tutkimuskeskus VTT, Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) ja Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK) päättivät yhdistää keväällä 2017 tutkimusympäristönsä. Yhteisissä tutkimusympäristöissä korostuvat automaatio ja robotiikka, 3D-tulostus sekä digitaalinen tuotekehitys. VTT:n ja TTY:n vuonna 2015 perustama yhteinen älykkäiden koneiden ja valmistuksen osaamiskeskittymä

SMACC (Smart Machines and Manufacturing Competence Center) toimii alustana tutkimusympäristöjen yhdistämiseksi. (Tampereen teknillinen yliopisto 2017.)

SMACC-Labs on siis VTT:n, TTY:n ja TAMK:in tutkimus- ja kehitysympäristöjen verkosto. Laaja yhteistyöverkosto tarjoaa valmistavan teollisuuden yritykselle helpon pääsyn moderneihin laitteistoihin ja monipuoliseen osaamiseen ilman suuria investointeja. Näin yritykset voivat hyödyntää SMACC-Labsin ympäristöä ja tutkimuslaitosten osaamista joustavasti omiin tutkimus- ja kehitystarpeisiin. (SMACC, Labs 2018a.)

SMACC-Labsin tutkimusympäristöt on jaoteltu aihealueittain digitaliseen tehtaaseen, digitalisiin järjestelmiin, älykkäisiin koneisiin, robottikylään ja materiaalikehitykseen. Digitaaliseen tehtaaseen sisältyy OpenLab – Prototyping Factory, joka tarjoaa esimerkiksi tuotantotilat prototyyppien valmistuksen erilaisilla valmistusmenetelmillä kuten 3D-tulostuksella. Jokainen näistä sisältää useita kokonaisuuksia vaativan valmistuksen tukemiseen, esimerkiksi viimeisimpiä mittalaitteita kokeellisten prototyyppien tekemiseen. Digitaalisiin järjestelmiin sisältyy esimerkiksi teollisuuden 3D-tulostimia, kuten muovi-, keraami- ja metallitulostimia. Lisäksi mahdollisia ovat vetolujuustestit, kuormitustestit ja toleranssitestit. (SMACC 2018b.)

Yhteiskäyttö ja käytännön yhteistyö moninkertaistaa erillisten infrojen käytön, kun monipuoliset tutkimusympäristöt ovat yritysten sekä tutkimusinfraan tarjoavien VTT:n, TTY:n ja TAMK:in hyödynnettävissä. Tarkoituksena on myös helpottaa ja nopeuttaa demoja, prototyyppien, pilotointeja ja tuotekehitystä ilman suuria investointeja. Isoihin hankevalmisteluihin saadaan näin uutta volyyymiä, joka lisää mahdollisuuksia päästä mukaan suuriin, kansainvälisiin hankkeisiin. Tämä luo uutta osaamista, parempaa kilpailukykyä ja tuottavuutta Suomen valmistavalle teollisuudelle. Käytännön yhteistyö nähdään lisäävän mahdollisuuksia auttaa yrityksiä yhden luukun kautta. (STT-info 2017.)

Tutkimusympäristöjen yhdistämisen lisäksi VTT, TTY ja TAMK perustivat samalla Tampereen teknillisen yliopistossa sijaitsevaan SMACC-tilaan yhteisen digitaalisen tehtaan demon. Digitaalisen tehtaan demossa yhdestä paikkaa valvotaan ja

ohjataan organisaatioiden eri toimipisteissä sijaitsevia robotteja. Digitaalisen tehtaan demon jokainen organisaatio on kytkenyt oman robottijärjestelmänsä mukaan omasta toimipisteestään etänä SMACC-tilaan. SMACC-tilassa sijaitsee järjestelmän ohjaushuone, jonka näyttöjen ruudulta ohjataan ja seurataan vaiheittain robottien työskentelyä ja tuotteen valmistusta. (Tampereen teknillinen yliopisto 2017.)

SMACC:in käytössä ovat seuraavat laitteet:

- 3D-polymeeritulostin (Stratasys Objet 350 Connex 3)
- 3D-metallitulostin (SLM 125 HL) (Kuva 3)
- 3D-polymeeritulostin (Stratasys Elite)
- 3D-skanneri (Creaform HandySCAN 700)
- Koordinaattimittalaite (Mitutoyo Crysta-Apex S574)
- Robotti (ABB IRB2600, kääntöpöytä IRBP A250)
- Materiaalin testauskone (Matertest)
- Radan käsittelyrobotti, ABB RB140
- Sorvi (4-axle), Emco Maxxturn 65
- Jyrsinkone (3-axle), Bridgeport 600 (SMACC 2018b).



Kuva 3. 3D-metalliprintteri (SMACC 2018b)

Lisäksi käytössä on muun muassa seuraavat ohjelmat:

- Siemens NX (Teamcenter, NX CAD/CAM ja Tecnomatix)
- Solidworks

- SAP ERP
- Ansys
- Autodesk + Inventor
- Solidworks
- Catia
- Vertex
- Materialise Magic (SMACC 2018b).

SMACCin käytössä on Siemensin ratkaisualustaa. Siemens PLM -ohjelmistopakettiin sisältyy Teamcenter, NX CAD ja CAM sekä Tecnomatix Plant Simulation. Ohjelmistopakettia voidaan päivittää monilla muilla työkaluilla digitaalisten mallien luomiseksi ja simuloimiseksi. Näitä sovelluksia käytetään myös opetuksessa ja yhteistyössä yritysten kanssa projekteissa. TAMK:illa on useampi IoT-alusta, joissa yritykset voivat turvallisesti testata kehitettäviä IoT-sovelluksia. (SMACC 2018c.)

TAMKin laitteisto:

- IoT-alustat
- Microsoft HoloLens-hologrammilasit
- HTC Vive-virtuaalilasit ja ohjaimet
- Oculus Rift-virtuaalilasit ja ohjaimet
- Galaxy S7 ja Gear VR-lasit (SMACC 2018c).

6.4 Savonia-ammattikorkeakoulu

Savonia-ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutuksen toimintaympäristöön sisältyy digitaalisen koneenrakennuksen toimintaympäristö, hitsaustekniikan laboratorio HitSavonia, materiaalitekniikan toimintaympäristö ja protopaja (Savonia-ammattikorkeakoulu, 2018e). Savonian digitaalisen koneenrakennuksen toi-

mintaympäristö tarjoaa digitaaliseen tuoteprosessiin ja sen kehittämiseen liittyvää soveltavaa tutkimus- ja kehityspalvelutoimintaa. Toimintaympäristössä käytävissä olevat 3D-skanneri ja -tulostimet tarjoavat uusia mahdollisuuksia suunnittelu- ja tarkastustoimintoihin. Mittaus- ja laskentapalvelut antavat mahdollisuuden tuotteiden lujuusteknilliseen analysointiin. Simuloinnin avulla on mahdollista selvittää esimerkiksi yrityksen tuotanto- ja toimintaprosessien tai yksittäisten laitteiden toimivuus. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018d.)

Savonian digitaalinen koneenrakennuksen toimintaympäristö tarjoaa seuraavia palveluita:

- Mittaus- ja laskentapalvelut
- Robotiikan mallinnus ja simulointi
- 3D-mallinnus
- 3D-skannaus
- 3D-tulostus
- Tuotannon simulointi (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018d).

Mittaus- ja laskentapalveluiden osalta HitSavonia-laboratorio tarjoaa tutkimuspalvelua myös hitsattujen rakenteiden lujuus- ja kestoikäanalyysiin. Käytössä on nykyaikainen kalusto kestoikälaskennassa tarvittavien FE-analyysien ja pitkäkestöisten kenttämittausten suorittamiseen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018f.)

Laboratorion käytössä olevat ohjelmistot ja laitteistot:

- FE-analyysit: Ansys Professional, ANSYS Workbench
- Kenttämittaukset: Somat eDAQ
- Mittadatan analysointi: GlyphWorks (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018f).

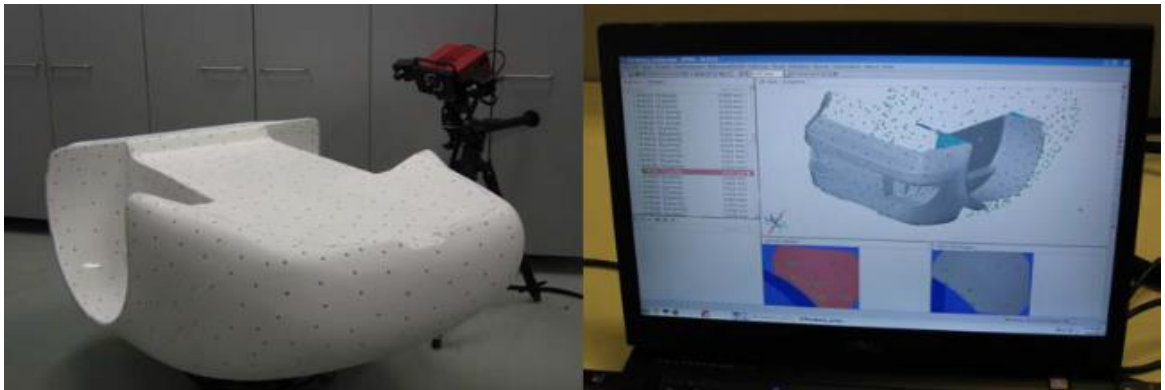
Savonian käytössä olevia mallinnus- ja simulointiohjelmistoja voidaan käyttää robottisolun mallinnuksen ja tarkastelun ohella myös robottisolun etäohjelmointiin.

Suppeimmillaan se voi olla alustavaa layout-hahmottelua ja laajimmillaan yrityksen oman robottisolun ympärille rakennettu käyttövalmis etäohjelmointiympäristö. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018g.)

Savonian käytössä olevat ohjelmistot:

- CAD-suunnittelu: Autodesk Inventor, SolidWorks
- Mallinnus, simulointi ja etäohjelmointi: Igrip D5/V5, Visual Components 3DAutomate, DelfoiArc, PEMA WeldControl 300
- ABB RobotStudio (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018g).

Savonia käyttää 3D-mallinnuksessa pääasiassa SolidWorks-ohjelmistoa (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018a). 3D-skannerin ja ohjelmien avulla pystytään tarkastamaan ja mallintamaan nopeasti monimutkaisia kappaleita. Kuvassa 4 esitellään skannausprosessia Savoniassa. Vasemmalla skannattava kappale ja laitteisto, oikealla pistepilven avulla muodostuva pintamalli Esimerkkejä sovelluskohteista ovat valetut kappaleet ja särmätyt osat. Savonian käytössä on GOM ATOS-1 3D-skanneri. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018b.)



Kuva 4. Ison kappaleen skannausprosessi Savoniassa (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018b)

Savonialla on käytössä 3D-tulostukseen seuraavia muovitulostimia:

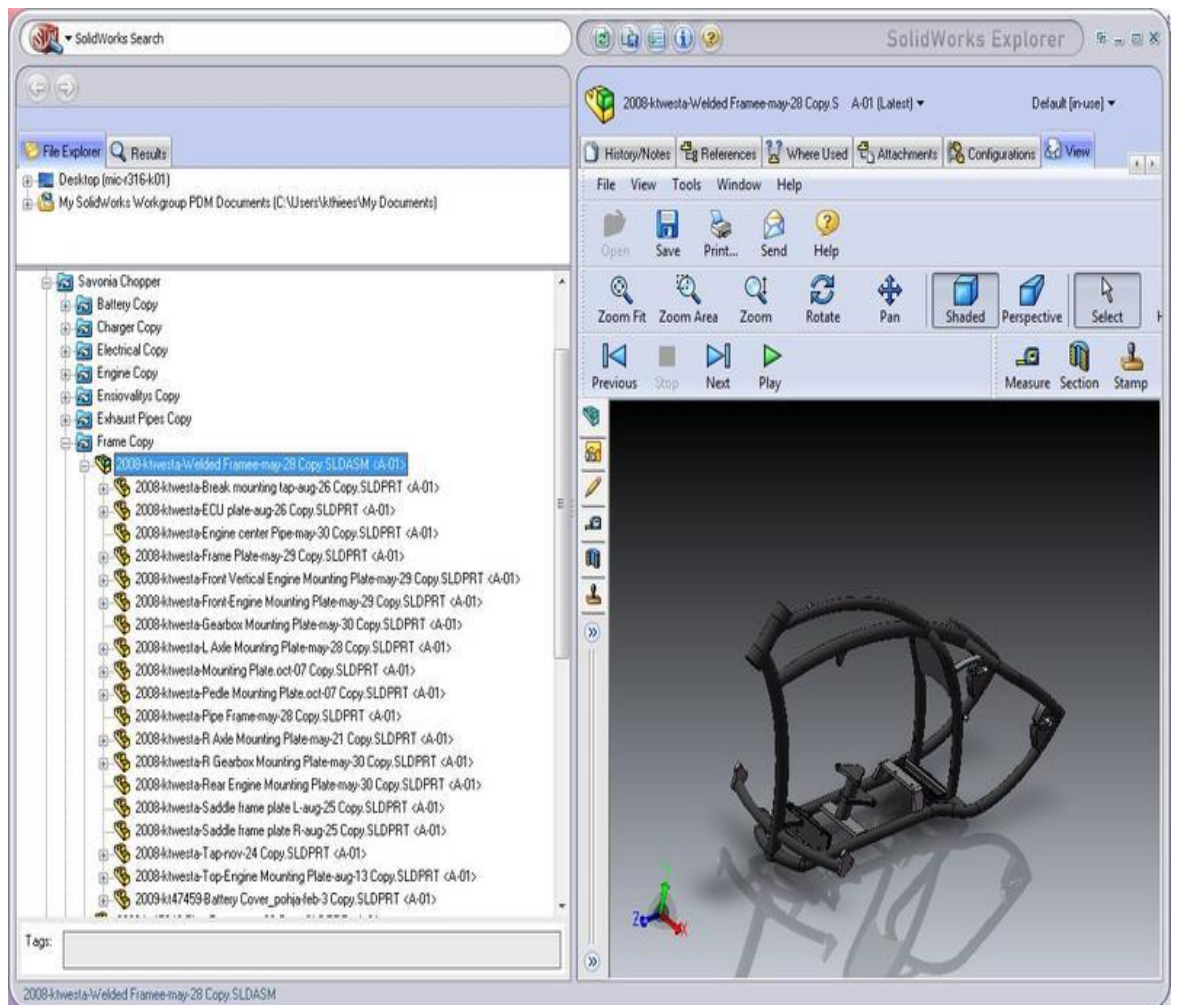
- FDM: Pursottavat muovitulostimet. Materiaaleina esimerkiksi ABS, PLA.
- EOS EOSINT P 350: Sintraava muovitulostin termoplastisille materiaaleille. Materiaaleina polyamidit ja polystyreenit (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018c).

Savonia tarjoaa myös tuotannon simulointipalveluja osana tuotannon tutkimus- ja kehitystoimintaa. Laajemmat toteutukset ovat useiden kuukausien mittaisia projekteja, joissa mallinnetaan kokonainen tuotantolinja tai -laitos. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018h.)

Savonian käytössä on kaupalliset lisenssit seuraaviin ohjelmistoihin:

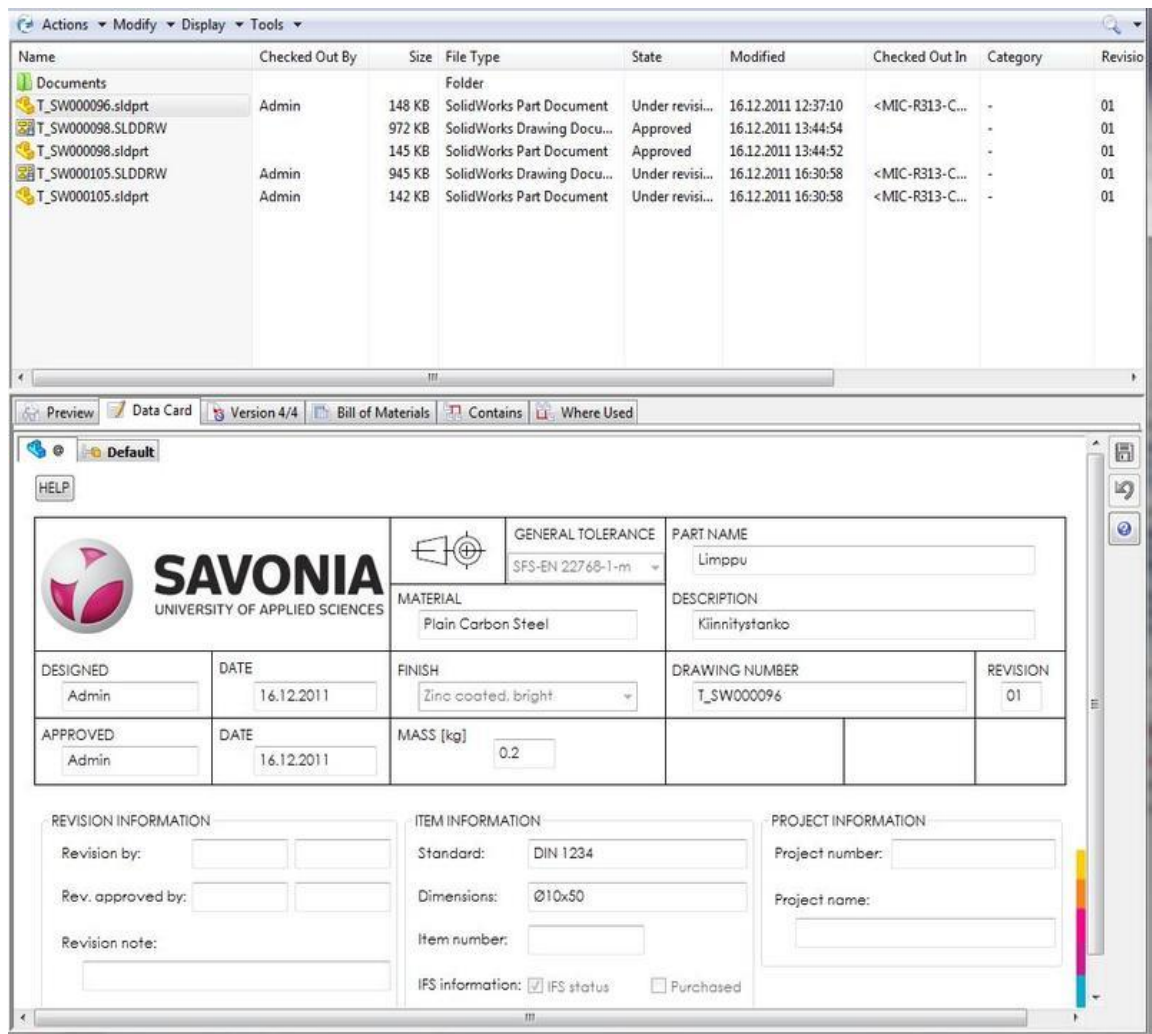
- Tuotannon ja toimitusverkon 2D-simulointimallit: Anylogic Professional
- Tuotannon ja robotiikan 3D-simulointimallit: 3DAutomate/3DCreate (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018h).

Lisäksi Savonian käytössä ERP- ja PDM -ympäristöt tukevat toiminnallisten prosessien kehittämistä sekä eritasoisten järjestelmäintegraatioiden arviointia. Savonialta löytyy osaamista esimerkiksi IFS ja Lemonsoft -järjestelmistö sekä niiden välisen tiedonsiirron automatisoinnista. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018d.) Savonialla on käytössään kaksi PDM-järjestelmää, joissa molemmissa hallintaa tuotetietoja. Esimerkiksi konseptisuunnitteluvaiheessa työryhmätason PDM-järjestelmänä käytetään SolidWorks WorkGroup PDM-järjestelmää, jossa on mahdollista vapaammin käsitellä erilaisia vaihtoehtoja (Kuva 5). (Hietikko 2012.)



Kuva 5. Näkymä Savonian SolidWorks WorkGroup PDM-järjestelmästä avattuna SolidWorks Exploreriin (Hietikko 2012)

Detalji suunnitteluvaiheessa ryhdytään käyttämään SolidWorks Enterprise PDM-järjestelmää, johon kerätään jo eri moduulit yhteen (Kuva 6). Tässä järjestelmässä myös testataan tuotemallin lopullinen yhteensopivuus. Tällöin myös kaikille osille syötetään tarvittava metatieto ja annetaan nimikkeet ERP-järjestelmään syöttämistä varten. (Hietikko 2012.)



Kuva 6. Savonian SolidWorks Enterprise PDM-järjestelmästä (Hietikko 2012)

6.5 Fachhochschule Kiel

Kielin ammattikorkeakoulussa on meneillään oppimisympäristön kehityshanke. Digitaalisen tehtaan (Digitale Fabrik) tavoitteena on esittää ja kuvata digitaalisesti demotehtaassa yksittäisiä liiketoimintaan ja valmistukseen liittyviä tapahtumia ja ilmiöitä, sekä niistä muodostuvia kehitys- ja tuotantoprosesseja. Näihin tuotteisiin ja tilauksiin liittyviin prosesseihin perehdytään valittujen tuoteryhmien kautta. Digitaalisen tehtaan visio pohjautuu monitieteellisiin teemoihin, oppiainerajat ylittävään yhteistyöhön muiden oppiaineiden kanssa. (CIMMT 2018b.) Digitaalinen tehdashanke käynnistyi vuonna 2015 konetekniikan koulutuksen osalta purkamalla ja modernisoimalla laitteistoa. Digitaalisen tehtaan (Kuva 7) rakentaminen alkoi vuonna 2015 ja sitä alettiin hyödyntää vuosina 2016 ja 2017 laajemmin ope-

tuksessa. Vuonna 2018 on tavoitteena rakentaa tehtaasta vieläkin itseohjautuvampi. Täten opiskelijoilla on mahdollisuus oppia kaikki oleelliset teollisuus 4.0 ominaisuudet koko valmistusprosessin kautta. (CIMMT 2018d.)



Kuva 7. Digitaalinen tehdas Kielin ammattikorkeakoulussa. (CIMMT 2018a)

Digitaalinen tehdas on konetekniikan, sähkötekniikan ja informaatioteknologian koulutusten yhteinen projekti. Näin rakennetaan yhteistyötä eri oppiaineiden välille ja uudistetaan opetusta nykyaikaisemmaksi. Aiemmin tiukasti erillään olleet oppiaineet sulautetaan projektissa toisiin ja käsitellään monitieteellisesti tulevaisuuden teemoja kuten teollisuus 4.0:tta. (CIMMT 2018d.)

Digitaalisessa tehtaassa eri oppiaineita on sidottu jo yhteen ydintuotteeseen, kun opetuksessa hyödynnetään monitoimityökalua (Multitool). Opiskelijat voivat käyttää jo valikoituja tarjolla olevia työkalun osia, moduleita moduulikatalogista. Opiskelijat voivat myös jatkojalostaa ja kehittää osia ja näin myös laajentaa moduulikatalogia. Näin passiivisesta osallistumisesta tulee aktiivista. Tämä edellyttää oppiaineiden yhteistyötä, koska monitoimityökalussa (Kuvio 13) tarvitaan sähkötekniikan, informaatioteknologian ja mekaniikan komponentteja. Lopuksi kehitetty, suunniteltu ja piirretty tuote valmistetaan ja kokoon pannaan. Näissä eri vaiheissa opiskelijat kerryttävät monenlaista käytännön kokemusta ja saavat kosketuspintaa tuotannosuunnittelusta, robotiikasta, materiaalinkäsittelystä, työstökoneisiin ja testaukseen asti. Näin käsin kosketeltavassa tuotteessa havainnollistetaan koko yritystä koskeva uudenaikainen moderni digitalisaatio. (CIMMT 2018d.)

Lernen an Produkten

- modulares Produkt
- fest vorgegebene Modulgrenzen



Produkt (Stand 11/15)



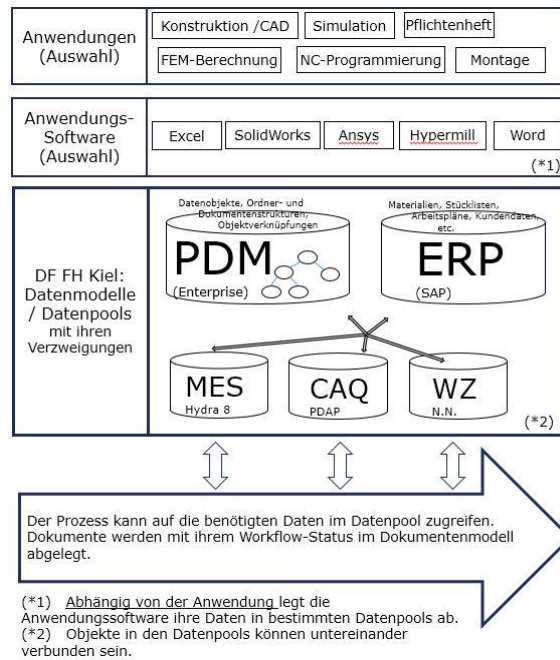
Module (Stand 11/15)

Kuvio 13. Opetuksessa käytettävä modulaarituote (CIMMT 2018d)

Opetus on yhdistetty vankasti tehtaan toimintaan. Opetuksessa käydään läpi esimerkiksi liiketoiminnan ja valmistuksen prosesseja tilauksesta toimitukseen, tuotetiedon hallintaa, toiminnanohjausta ja valmistuksen ohjausta. Opetettavia teemoja on esimerkiksi CAD, teollisuus 4.0, digitaalisen tehtaan tekniikat, robotiikka, ja tekoäly. (CIMMT 2018d.)

Digitaalisen tehtaan käytössä olevia järjestelmiä (Kuvio 14):

- CAD: Solidworks
- CAM: SolidCAM
- PDM-järjestelmä: Solidworks Enterprise PDM
- ERP-järjestelmä: SAP
- MES-järjestelmä: Hydra 8
- Simulaatio: Ansys
- Tuotannonohjausjärjestelmä: HyperMILL (CIMMT 2018g).



Kuvio 14. Kielin ammattikorkeakoulun järjestelmiä (CIMMT 2018g)

Oppimisympäristöön rakennettu valvontayksikkö koostuu kolmesta interaktiivisesta toisiinsa yhteyksissä olevasta näytöstä. Opetustilanteissa tätä hyödynnetään esimerkiksi visualisoidessa MES-järjestelmää. Lisäksi voidaan näyttää keskeytymätöntä tietovirtaa CAD-/CAM-ohjelmistosta MES-järjestelmään. Myös yksittäisten laitteiden tiedot ovat nähtävissä (kunnonvalvonta). Myös koko tehtaan tiedot on mahdollista visualisoida opiskelijoille. Lisäksi nähtävissä on muutokset oppimisympäristön prosesseissa ja laitteissa, esimerkiksi energiankulutus on nähtävissä suoraan tuotantohallissa halutuista laitteista. (CIMMT 2018e.)

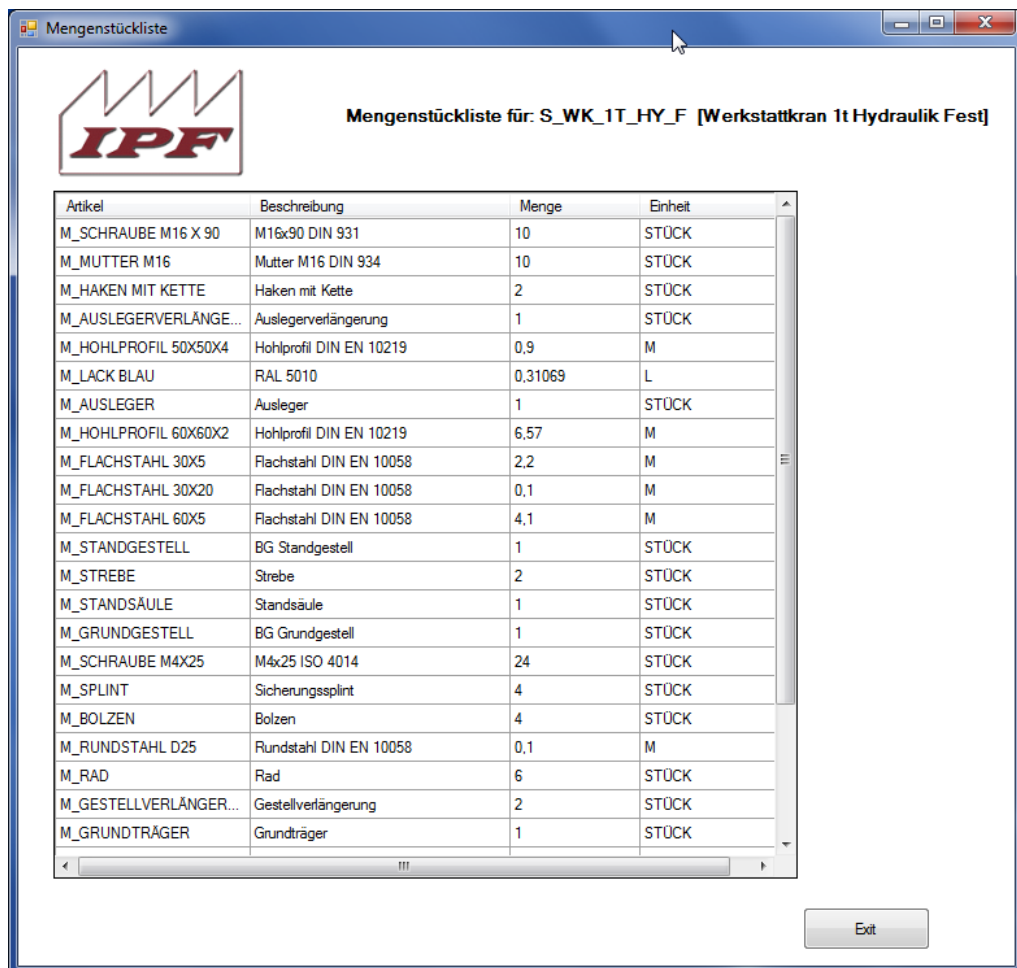
Hankeessa nähdään valmistuksenohjaus (MES) tärkeänä sidososana SAP-järjestelmässä tapahtuvan suunnittelun ja paikalla tapahtuvan valmistuksen välillä (Kuvio 15). SAP-järjestelmän avulla voidaan havainnollistaa opiskelijoille, kuinka paljon suunniteltu tilaus tarvitsee tietoa, jotta se voidaan valmistaa. Tämä ulottuu SAP:issa tehtävän tuotannon suunnittelun lähtien, tuotetietoihin, itse oikeaan valmistukseen ja valmistusprosessin arviointiin. (CIMMT 2018c.)

Oppimisympäristössä on tällä hetkellä käytössä useita työstökeskuksia, CNC-sorvi, muutama jyrsinkone ja sorveja. Lisäksi kokonaisuuteen aiotaan liittää useita 3D-tulostimia. Lisäksi käytössä on kaksi KUKA-valmistajan IIWA-robottia ja korkeapaikan varasto. Kaikki nämä ovat MES-järjestelmän kautta sulautettu

toisiinsa. Lisäksi käytössä on myös mittauslaboratorio, joka tullaan yhdistämään toimintaan. (CIMMT 2018f.)

6.6 Hochschule Bremen

Useista Keski-Euroopan korkeakouluista löytyy ERP-laboratorio (ERP-Labor). Yksi näistä tarjoajista on Bremenissä sijaitseva ammattikorkeakoulu Hochschule Bremen. Konetekniikan opetus (Institut für Produktionstechnik und Fabrikbetrieb) on kehittänyt virtuaalisen laboratorion, jossa käytetään ERP-järjestelmänä Microsoft Dynamic NAV 2017 (Kuva 8). Testissä on jo seuraava versio Microsoft Dynamics NAV 2018. (Hochschule Bremen 2018.)



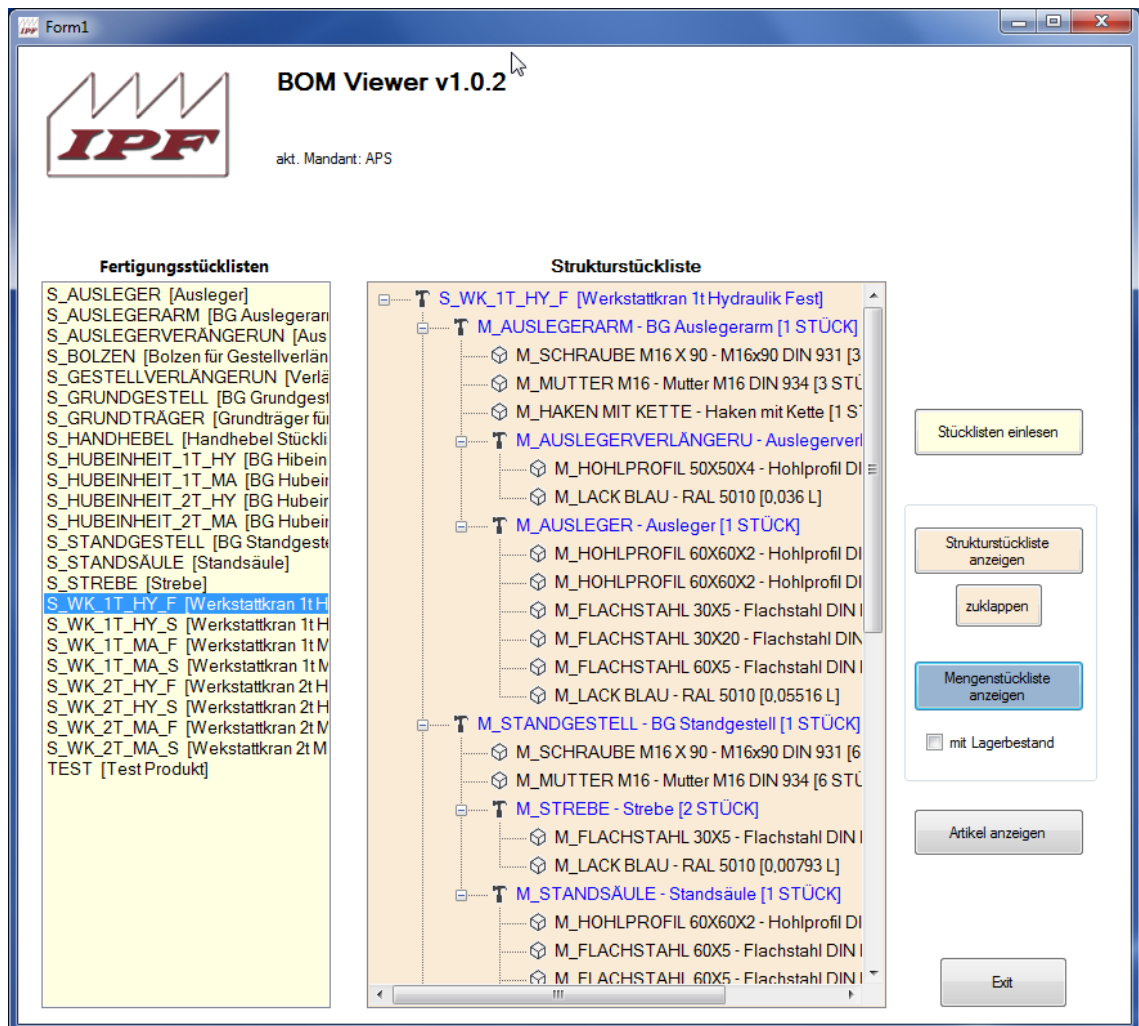
Mengenstückliste für: S_WK_1T_HY_F [Werkstattkran 1t Hydraulik Fest]

Artikel	Beschreibung	Menge	Einheit
M_SCHRAUBE M16 X 90	M16x90 DIN 931	10	STÜCK
M_MUTTER M16	Mutter M16 DIN 934	10	STÜCK
M_HAKEN MIT KETTE	Haken mit Kette	2	STÜCK
M_AUSLEGERVERLÄNGE...	Auslegerverlängerung	1	STÜCK
M_HOHLPROFIL 50X50X4	Hohlprofil DIN EN 10219	0,9	M
M_LACK BLAU	RAL 5010	0,31069	L
M_AUSLEGER	Ausleger	1	STÜCK
M_HOHLPROFIL 60X60X2	Hohlprofil DIN EN 10219	6,57	M
M_FLACHSTAHL 30X5	Flachstahl DIN EN 10058	2,2	M
M_FLACHSTAHL 30X20	Flachstahl DIN EN 10058	0,1	M
M_FLACHSTAHL 60X5	Flachstahl DIN EN 10058	4,1	M
M_STANDGESTELL	BG Standgestell	1	STÜCK
M_STREBE	Strebe	2	STÜCK
M_STANDSÄULE	Standsäule	1	STÜCK
M_GRUNDGESTELL	BG Grundgestell	1	STÜCK
M_SCHRAUBE M4X25	M4x25 ISO 4014	24	STÜCK
M_SPLINT	Sicherungssplint	4	STÜCK
M_BOLZEN	Bolzen	4	STÜCK
M_RUNDSTAHL D25	Rundstahl DIN EN 10058	0,1	M
M_RAD	Rad	6	STÜCK
M_GESTELLVERLÄNGER...	Gestellverlängerung	2	STÜCK
M_GRUNDTRÄGER	Grundträger	1	STÜCK

Exit

Kuva 8. Lista olemassa olevista nimikkeistä Microsoft Dynamics NAV:issa (IPF 2018)

Lisäksi paikallinen saksalainen ohjelmistotoimittaja on lisännyt järjestelmään ohjaus- ja valvontakeskuksen, jonka avulla voidaan seurata ja analysoida eri valmistusvaiheita ja tehdä laajoja simulaatioita (Kuva 9). Konetekniikan opetuksen ohella kyseistä ERP-laboratoriota hyödyntävät opetuksessa esimerkiksi tuotantotalouden opiskelijat toiminnan- ja valmistuksenohjauksen opinnoissaan. (Hochschule Bremen 2018.)



Kuva 9. Tuoterakenne BomViewer-näkymän avulla Microsoft Dynamics NAVissa (IPF 2018)

ERP-laboratorion tarkoituksena on tutustuttaa opiskelijat ERP-järjestelmien arkkitehtuuriin. Lisäksi ERP-laboratoriossa havainnollistetaan ja kuvataan tuotantoyrityksen liiketoimintaprosesseja ERP-järjestelmissä. Bremenin ammattikorkeakoulun ERP-laboratorion konseptin mukaan opiskelijaryhmät perustavat virtuaalisen tuotantoyrityksen ja määrittelevät yrityksen valmistaman tuotteen (Kuva 9).

Virtuaalisessa yrityksessä työskentelee yhdessä noin 25 opiskelijaa, joista jokainen työskentelee lukukauden kuluessa jokaisessa yrityksen olennaisissa toiminnoissa. Näin opiskelija ottaa vastuulleen eri toimia ja tekee toimeen liittyviä vastuullisia päätöksiä. Näihin toimintoihin sisältyy esimerkiksi osto, tuotannosuunnittelu, valmistus, logistiikka ja myynti. Viimeisen lukukauden virtuaaliyrityksinä on ollut oksasilppureita valmistava 150 työntekijän yritys, joka valmistaa vuorossa 500 kpl tuotteita. Toinen esimerkki on 80 työntekijän spinningpyöriä valmistava yritys, jossa vuoron aikana valmistetaan 25 kpl tuotteita. (Hochschule Bremen 2018.)

7 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Seuraavaksi vuorossa on työn konkreettinen osuus, jossa ensiksi esitellään Lapin ammattikorkeakoulun konetekniikan oppimisympäristöhankkeen toteuttamisen lähtökohdat. Lisäksi esitellään oppimisympäristön tavoitetilä ja tarjotaan lisätietoa oppimisympäristön toteuttamiseen päätöksenteon tueksi. Lisäksi hyödynnetään edellä esitettyjä oppimisympäristöjä ja kootaan niiden perusteella ehdotus tulevasta ympäristöstä.

7.1 Toteutuksen lähtötilanne

Kuten edellisistä oppimisympäristöesimerkeistä on havaittavissa, on muiden suomalaisten ja saksalaisten ammattikorkeakoulujen konetekniikan opetuksessa hyvin samankaltaisia tavoitteita kuin Lapin ammattikorkeakoululla. Näitä ovat esimerkiksi virtuaalikampuksen kehittäminen, simulaatiopedagogiikan kehittäminen, digitalisaation ja älykkään valmistuksen (Smart Manufacturing) hyödyntäminen oppimisympäristössä. Lisäksi yritysyhteistyön ja TKI-toiminnan integrointi opetukseen tuodaan esille myös tärkeänä näkökulmana muidenkin suomalaisten ammattikorkeakoulujen kehittämistyössä.

Edellisen kappaleen esimerkkien perusteella on kuitenkin huomioitava, että Lapin AMK on jäljessä kehityksessä, koska useat edellä esitetyt hankkeet ovat käynnistetty jo vuosina 2015 ja 2016. Tämä korostaa entistä vahvemmin tarvetta uudistaa ja kehittää konetekniikan koulutuksen oppimisympäristöä Lapin ammattikorkeakoulussa. Vaikka Lapin AMK ei olekaan ollut ensimmäisten kehittäjien kärkikastissa, voi se kääntyä myös eduksi. Näin on mahdollista tarkastella jo olemassa olevia kehityskohteita, oppimisympäristöjä ja niiden epäonnistumisia ja onnistumisia. Ensisijaista olisi myös tarkastella, mitä muut ammattikorkeakoulut tavoittelevat lähivuosina. Näistä tavoitteista myös ammattikorkeakoulu voi ammentaa ja hyödyntää konkreettisissa ratkaisuissaan.

Haastavaksi tästä projektista tekee oppilaitosympäristö, mikä asettaa erilaisia vaatimuksia oppimisympäristön toteutukseen. Verrattuna yrityksen toimintaympäristöön, oppilaslaitosympäristössä jää useita tietojärjestelmien etuja hyödyntämättä. Usein yrityksen tietojärjestelmäprojekteilla tavoitellaan liiketoiminnallisia ja

taloudellisia hyötyjä. Nyt kuitenkin projektien liiketoiminnalliset hyödyt jäävät saavuttamatta. Tämä korostuu ennen kaikkea ERP-järjestelmän hyötyjä tarkastellessa.

Kuitenkin PDM-järjestelmän etuja päästään osittain hyödyntämään. PDM-järjestelmää voidaan hyödyntää, kun kyse on tuotetiedon tuottamisesta ja jakamisesta hajautetussa ympäristössä. Lisäksi PDM-järjestelmän merkitys korostuu tuotetietoa käsittelevien toimintaprosessien parantamisessa ja yhtenäistämässä. PDM:llä on perinteisesti ajateltu olevan erityisen suuri merkitys juuri tuotekehityksen kannalta, koska se mahdollistaa esimerkiksi rinnakkaisen suunnittelun. Mutta samoin myös usein tavoitellaan esimerkiksi kustannusten vähentämistä. Tällaiset perinteiset edut jäävät hyödyntämättä oppilaitosympäristössä.

Koska perinteisiä etuja ja hyötyjä jää käyttämättä onkin suunnattava katse itse konetekniikan koulutuksen tavoitteisiin. Yhtenä tavoitteena on suunnitella tuotteita CAD-järjestelmällä. Tällöin korostuu PDM-järjestelmän ja ERP-järjestelmän integraatio, jotta järjestelmissä saadaan näkyviin osaluettelot ja tuotemallit, ja niitä päästään ennen kaikkea hyödyntämään sekä kyseisellä käyttöhetkellä ja myös jatkossa. Perinteisten konepajan laitteiden lisäksi tuotetaan tuotteita tai tuotteen osia 3D-tulostimilla ja digitaalisilla tuotantolaitteilla. ERP- ja MES-järjestelmät ovat keskeisessä roolissa joustavalla digitaalisella kokoonpanolinjalla.

Oppilaitosympäristössä kannattavaa olisi hyödyntää järjestelmätoimittajia, jotka linjaavat oppilaslaitosyhteistyön yhdeksi strategiseksi painotusalueekseen. Tällöin toimittajat voivat nähdä oppilaitokset keskeisessä roolissa teollisuuden nykyaikaistamisessa, jolloin oppilaitoksesta valmistuneilla eli tulevaisuuden osaajilla on jo opiskeluvaiheessa kertynyt kokemusta valmistuksen ja tuotannon järjestelmäratkaisusuista. Yhtenä esimerkkinä tällaisista toimittajista ovat juurikin IDEAL PLM ja FESTO. Sekä Suomen että Saksan oppilaitosesimerkeissä nousee myös esille paikallisten ohjelmistotoimittajien hyödyntäminen. Tällöin tarjolla on paikallista tukea. Lisäksi olemassa olevien ja edellisen kappaleen oppilaitosesimerkkien järjestelmäratkaisujen läpikäynti ja hyödyntäminen voi olla merkittävää oppimisympäristön kehittämisen kannalta.

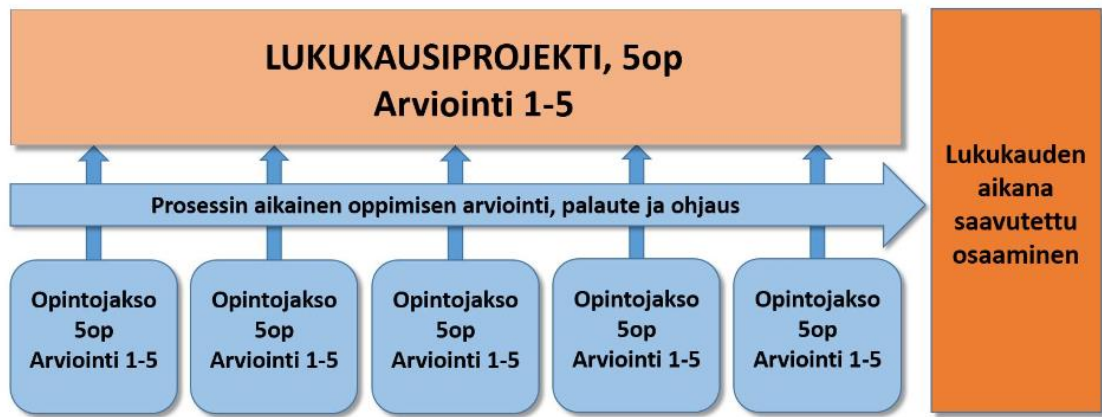
Esimerkiksi Tampereen AMK:in oppimisympäristössä korostuu korkeakoulujen välinen yhteistyö ja yhteiset tavoitteet saman kaupungin sisällä. On huomioitava, että Lapin AMK:illa ei ole vastaavia mahdollisuuksia sijaintinsa vuoksi, koska lähistöllä ei ole useita eri korkeakouluja. Tämä myös osaltaan korostaa yritys yhteistyön ja TKI:n ja opetuksen integraation merkitystä. On myös huomioitava, että paikallisten yritysten näkökulmasta vastaavaa ympäristöä ei sijaitse lähistöllä.

Useissa oppilaitosesimerkeissä nousi esille, että oppimisympäristön käyttäjinä ei ole vain konetekniikan koulutus. Esimerkiksi ERP-järjestelmää hyödynnetään myös muiden alojen opetuksessa kuten tuotantotalouden ja liiketalouden opinnoissa. Kannattaisi pohtia, voisivatko muut Lapin AMK:in koulutusalat, kuten liiketalouden tai sähkötekniikan koulutus hyödyntää oppimisympäristöä opetuksessaan. Näin päästäisiin hyödyntämään tehokkaammin eri toiminnallisuuksia. Esimerkiksi ERP-järjestelmän liiketalouden toiminnot jäävät todennäköisesti hyödyntämättä konetekniikan koulutuksessa.

7.2 Oppimisen menetelmät ja tavoitteet

Eriyksen tärkeää tietojärjestelmien hankinnassa on kartoittaa lähtötilanne kuten tämän työn viidennessä kappaleessa on esitelty. Lähtötilanteessa on huomioitava esimerkiksi olemassa olevat järjestelmät, tilaratkaisut ja mahdolliset tilaratkaisut tulevaisuudessa. Nämä itsessään jo määrittävät järjestelmähankintaa. Eriyisessä roolissa on kuitenkin syksyllä 2017 käyttöön otettu uusi opetussuunnitelma. Uuden oppimis- ja kehittämissympäristön tulisi palvella mahdollisimman hyvin uuden opetussuunnitelman sisältöä ja opetuksen tavoitteita. Myöskin Lapin AMK:in strategian toteutus on tärkeässä roolissa. Uudessa opetussuunnitelmassa esitellyt oppimisen menetelmät ja tavoitteet määrittävät pitkälti oppimisympäristön puitteita.

Syksyllä 2017 on konetekniikan koulutuksessa otettu käyttöön uusi opetussuunnitelma. Kuten kuviossa 15 esitetään, opetussuunnitelman keskiössä ovat lukukausiprojektit, joiden toteutusta tukevat muut saman lukukauden aikaiset opintojaksot. (Lapin ammattikorkeakoulu 2017b) Opetussuunnitelman tarkempi rakenne on esitetty liitteessä 1.



Kuvio 15. Lukukausiprojektia tukevat opintojaksot (Lapin ammattikorkeakoulu 2017b)

Lukukausiprojektit ovat toteutusjärjestyksessä:

- Tutustuminen arktiseen työympäristöön
- Insinöörin työvälineet käyttöön
- Tuotekehitys
- Prototyyppi
- Ratkaisun jäljillä
- Työelämälähtöinen projekti
- Innovaatioprojekti (Lapin ammattikorkeakoulu 2017b).

Lapin ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmien perustana toimivat työelämän osaamisvaatimuksista johdetut laajat osaamisalueet eli kompetenssit ja niihin liittyvät osaamistavoitteet arviointikriteereineen. Opetussuunnitelmien kompetenssit jakautuvat kaikille koulutuksille yhteisiin yleisiin työelämäkompetensseihin (1-5) ja koulutuskohtaisiin kompetensseihin (6-11). Yleiset kompetenssit ovat eri koulutuksille yhteisiä työelämän osaamisalueita, mutta niiden erityispiirteet ja tärkeys voivat vaihdella eri ammateissa ja työtehtävissä. Yleiset kompetenssit luovat perustan työelämässä toimimiselle, yhteistyölle ja asiantuntijuuden kehittymiselle. Yleiset kompetenssit kehittyvät pääsääntöisesti opetusmenetelmien ja ammatin sisällön oppimisen yhteydessä koko koulutuksen ajan. Yleisten kompetenssien arviointi toteutuu koulutuskohtaisten kompetenssien arvioinnin yhteydessä. Koulutuskohtaiset kompetenssit on luotu yhteistyössä työelämän yhteistyökumppanien kanssa. (Lapin ammattikorkeakoulu 2017b.)

Konetekniikan koulutuksen kompetenssit ovat:

1. Oppimisen taidot
2. Eettinen osaaminen ja vastuullisuus
3. Työyhteisöosaaminen
4. Innovaatio-osaaminen
5. Kansainvälistymisosaaminen
6. Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen
7. Konetekninen perusosaaminen
8. Suunnitteluosaaminen
9. Tuotantotekniikan osaaminen
10. Turvallisuusosaaminen
11. Konetekniikan yrittäjyysosaaminen (Lapin ammattikorkeakoulu 2017b).

Oppimisympäristöjen toteuttamisen tavoitteena on mahdollistaa opetussuunnitelman mukaiset oppimistavoitteet nyt ja tulevaisuudessa. Oppimisympäristöjen toteutuksessa on huomioitava käytettävät opetusmenetelmät ja konetekniikan eri osa-alueet sekä muiden koulutusohjelmien tarpeet. Keskeisesti opetusympäristöjen toteutukseen tulisi opetustoiminnan lisäksi vaikuttaa TKI ja alueen yritysten ja toimijoiden tarpeet ja yhteistyö.

Älypaja-hankkeen aloitusvaiheessa tuleekin opetuksen, TKI sekä alueen toimijoiden ja yritysten yhteisesti käsitellä toimintaympäristön tavoitteita ja yhteistyömahdollisuuksia. On tärkeää tarkastella konetekniikan koulutuksen osaamistavoitteita, kompetensseja yksityiskohtaisesti eri osapuolten toimesta, jotta tulevaisuudessa saavutetaan toimintaympäristöstä mahdollisimman laaja hyöty. Laite- ja järjestelmävalinnoissa on huomioitava konetekniikan koulutuksen lisäksi muut ammattikorkeakoulun koulutukset, TKI sekä alueen yritykset ja toimijat.

Koulutuksen osaamistarpeiden, kompetenssien tarkastelun lisäksi on alkuvaiheessa kartoitettava oppilaitoksen jo olemassa oleva laite- ja järjestelmäkanta. On selvítettävä, mitä niistä voidaan hyödyntää tulevassa älypajassa, mitä mahdollisesti siirtyä älypajan tiloihin tai sen läheisyyteen ja mitä ohjelmistoja hyödynnetään myös tulevaisuudessa.

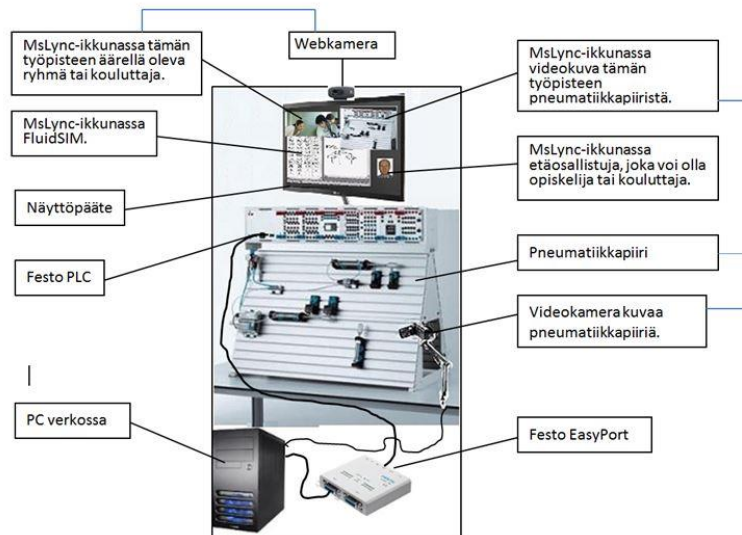
Oppimisympäristöjen tilasuunnitteluun, laitevalintoihin ja ohjelmistoratkaisuihin vaikuttavina tekijöinä on selvitettävä esimerkiksi seuraavia asioita:

- opetustoiminnan, TKI ja palvelutoiminnan yhteensovittaminen (tilatarpeet, ajoitukset, luottamuksellisuus, ohjelmistolisenssit, ...)
- oppimisympäristössä työskentelevien opetusryhmien koko (nuorten ja monimuotokoulutuksen eri vuosikurssit)
- oppimisympäristössä työskentelyn valvontatarve (valvottu ja omatoiminen työskentelyalue)
- työ- ja koneturvallisuus (mitä laitteita/ohjelmistoja/tiloja opiskelijat voivat käyttää itsenäisesti ja mitä valvotusti)
- projektimuotoinen oppiminen (tilat, työvälineet, ohjattu työskentely, itsenäinen työskentely)
- laboratoriotyöt (ohjaustarve, tilatarve, työohjeet, turvallisuusohjeet, huolto-ohjeet)
- eri tilojen, laitteistojen ja ohjelmistojen yhtäaikaisen käytön mahdollistaminen (konepajatila, CAD/CAM suunnittelu, 3D-tulostus, toiminnanohjaus, digitaalinen tehdas, automaatio, pneumatiikka/hydrauliikka) eri vuosikurskien samanaikaisten projektitöiden, harjoitustöiden ja ohjelmisto-osaamisen kasvattamisen toteutuksessa.
- varastointiratkaisut (raaka-aineet, aihiot, oppilasprojektitöiden laitteet ja niiden osat, projektitöinä tehtävät keskeneräiset laitteet, TKI-projektityöt, valmiit tuotteet, tms.)
- laitteistojen kunnossapito ja käyttökustannukset investointikustannusten lisäksi
- ohjelmistojen valinta ja yhteensovittaminen
- ohjelmistojen lisenssit, integraatio, ylläpito ja päivityskustannukset
- sähköistys, automaatio, paineilma, hydrauliikka, tietoverkko, tietokoneet, opettajien työpisteet, videotykit, esittelypisteet (projektit, TKI).

Nykyisessä laboratoriossa on käytössä opetuslaitteiden laitetoimittajan suunnittelu- ja simulointiohjelmisto FluidSIM. Ohjelmistolla voidaan suunnitella ja simuloida erilaisia pneumatiikan ja hydrauliikan kytkentöjä. Oppimisympäristön työpisteissä on mahdollista opiskella valmiiden laboratoriotyöohjeiden avulla sekä erillisten opettajien laatimien työohjeiden avulla. Suunniteltu ja simuloitu kytkentä

voidaan rakentaa käytännössä työpöydälle ja tutkia toimintaa käytännössä. Vastaavia opetuslaitteita on käytössä myös ammattiopisto Lappialla ja opetuksessa sekä palvelutoiminnassa on tehty yhteistyötä työpisteiden määrän kasvattamiseksi. Ohjelmistojen kannalta oppimisympäristön uudistamisessa tulee esille seuraavaa:

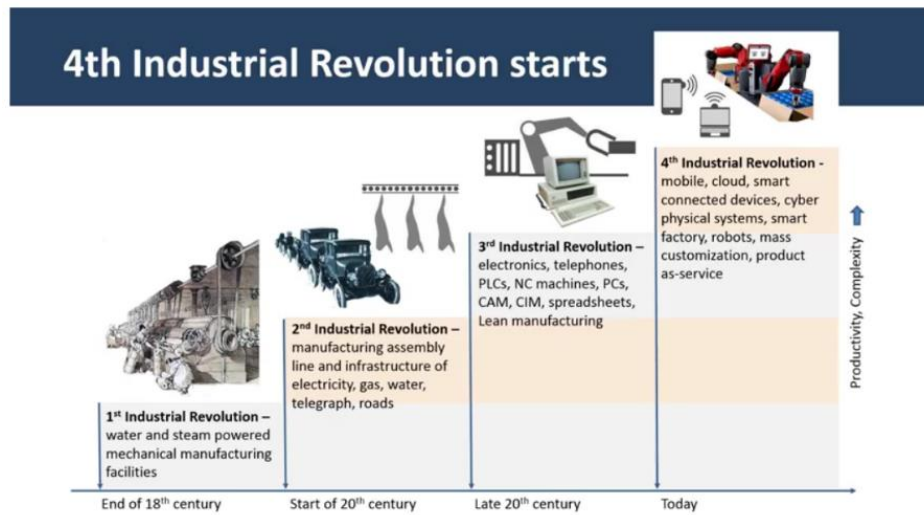
- Nykyisen FluidSIM ohjelmiston päivitystarve ja lisenssit
- Etäopetusmahdollisuudet (Kuvio 16)
- Tuotetiedon hallinnan (PDM) yhdistäminen opetuslaitekantaan
- Kunnossapitosuunnitelma ja komponentit kunnossapidon ohjelmiston tietokantaan (nykyinen ohjelmisto ARTTURI)
- Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP)
- CAD-ohjelmistot
- Mahdolliset ohjelmistovaihdokset.



Kuvio 16. Konseptikuva Amiedun sähköpneumatiikan harjoitteluympäristöstä (ProMaint 2017)

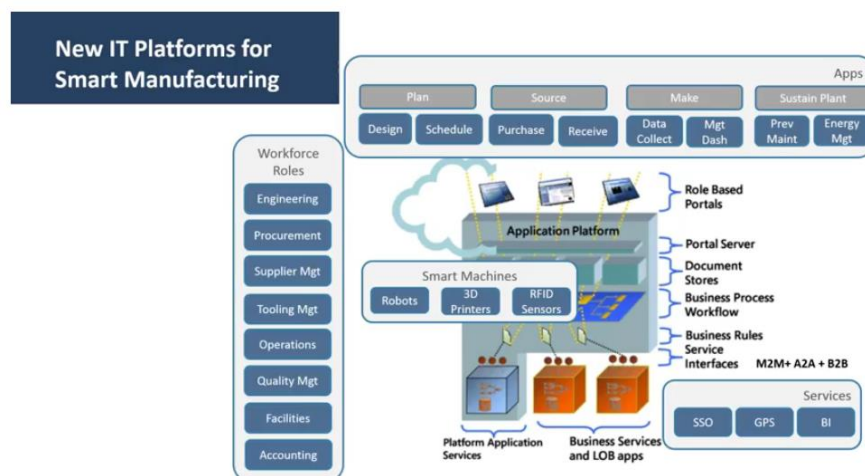
7.3 Älypaja-kokonaisuus

Oppimisympäristön kehittämisen lähtökohdat ovat nähtävissä valmistuksen sukupolvien kehittymistä kuvaavassa kaaviossa, johon on merkittävästi vaikuttanut tuotantolaitosten automaation ja ohjelmistojen kehittyminen, kuvio 17.

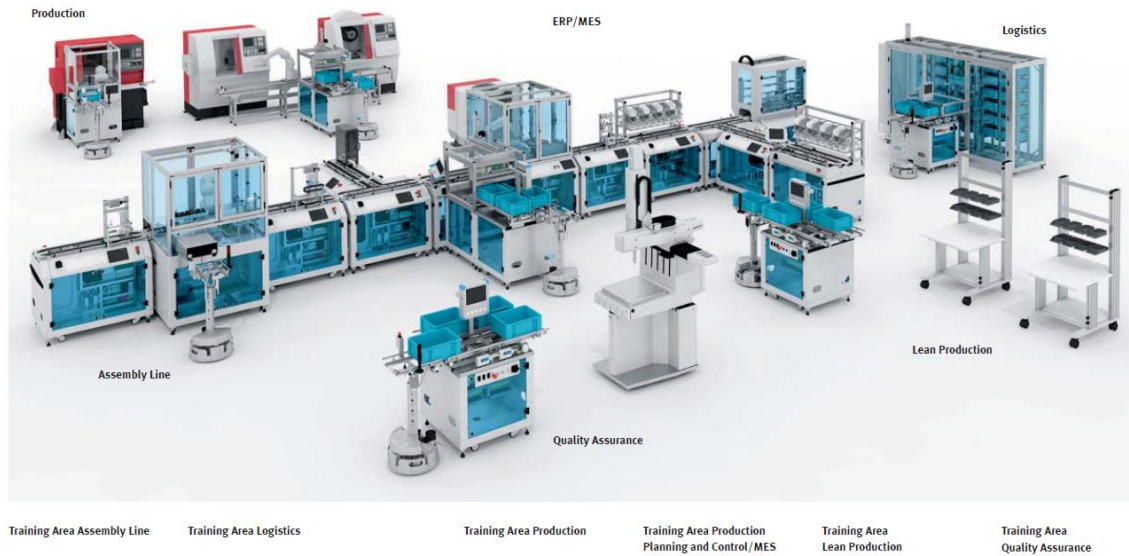


Kuvio 17. Smart Manufacturing eli teollinen Internet 4.0 mukainen tuotantoautomaatio (MESA 2018)

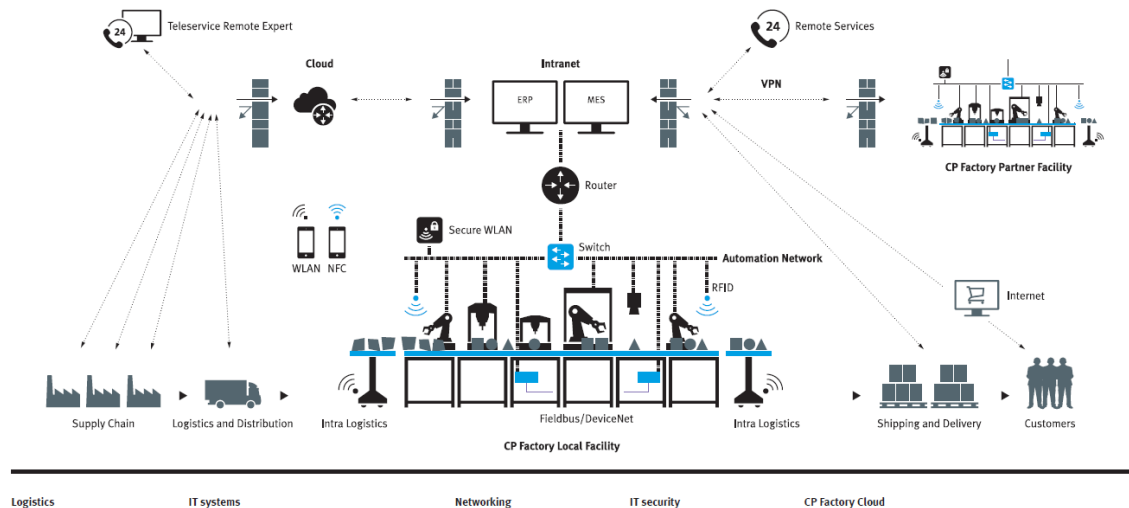
Älypaja-hankkeessa toteutettavien automaattiset koneet, integroitu tuotekehitys ja digitaalinen tuotantojärjestelmä oppimisympäristöjen lisäksi kokonaisuuteen yhdistyy nykyisiä TKI-laboratorioiden toimintoja, kuten materiaalien analysointi sekä opetuksen toimintoja, kuten 2D/3D CAD-suunnittelu ja 3D-tulostus. Kokonaisuus on nähtävissä älykkäänä valmistuksena (Smart Manufacturing). Kuviossa 18 on esitetty näkemys yritystoimintaympäristön älykkäästä valmistusympäristöstä tietojärjestelmineen. Kuviossa 19 on esimerkki älykkään valmistustekniikan oppimisympäristöstä. Älykkään valmistustekniikan oppimisympäristön tietotekniikkaa esitellään kuviossa 20.



Kuvio 18. Smart Manufacturing-konsepti (MESA 2018)



Kuvio 19. Smart Manufacturing -oppimisympäristökonsepti (Festo 2018, 8-9)



Kuvio 20. Smart Manufacturing -oppimisympäristökonseptin tietotekniikka (Festo 2018, 12-13)

Toiminta- ja oppimisympäristöjen kokonaisuus voisi sisältää toteutusratkaisuihin:

1. CAD-suunnittelu ja tuotetiedon hallintaympäristö
2. Digitaalinen tuotantojärjestelmä
3. Digitaaliset tuotantolaitteet
4. Konepaja ja kokoonpanotehdas
5. 3D-tulostus
6. Varastot ja logistiikka

7.4 Älypaja-hankkeen hankinnat

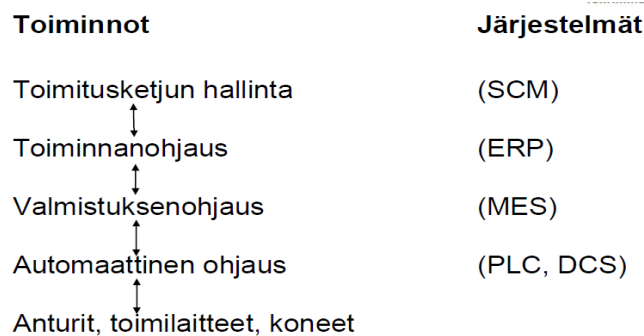
Jos on mahdollista, niin Älypaja-hankkeen projektivastaavien kannattaisi ehdottomasti käydä paikan päällä esimerkiksi Turun, Seinäjoen ja Tampereen ammattikorkeakoulussa tarkastelemassa oppilaitosympäristöjä. Tällöin oppimisympäristön puitteet konkretisoituvat. Mielestäni tällaisessa hankkeessa benchmarking-toiminnalla on merkittävä rooli, koska aina tulee esille sellaisia osa-alueita, joihin ei ole osattu varautua. Lisäksi Lapin AMK:issa ei ole yhtä tuoretta oppilaitoskehittämiskokemusta konetekniikan koulutuksen näkökulmasta kuin oppilaitosesimerkeillä. Eroavaisuutena muihin esitettyihin oppilaitosesimerkkeihin on kuitenkin esimerkiksi kaivosteollisuuden osuus Lapin AMK:in konetekniikan koulutuksessa ja TKI:n materiaalien tutkimuslaboratorio. Benchmarking-toiminta olisi syytä laajentaa myös ulkomaille, erityisesti Saksaan, koska Saksa on metalliteollisuuden tuotantotoiminnan merkkimaa ja edelläkävijä.

Koneiden ja laitteiden hankinta kilpailutetaan HILMA-järjestelmässä. Hankintojen määrittelyä varten tulee selvittää erittäin tarkasti kaikkien hankittavien koneiden ja niiden ohjelmistojen toiminnalliset vaatimukset ja ominaisuudet, jotta kilpailutuksessa päädytään hinnaltaan ja toiminnoiltaan oikeisiin ja teknistaloudellisesti edullisimpiin ratkaisuihin.

Ohjelmistojen kannalta integroitu tuotekehitysoppimisympäristö sisältää monien nykyisten ohjelmistojen käytön jatkamisen selvittelyn, uusien ohjelmistojen hankintavertailun ja ohjelmistojen integroinnin selvittelyn sekä integroinnin. Ohjelmistoratkaisujen ohella on selvitettävä tilaratkaisut (tietokoneluokat/-tilat, ohjelmistolisenssit, opiskelija- ja opettajatyöpisteet sekä tiedon varastointi). Integroidun tuotekehityksen ohjelmistojen määrittelyn ja hankinnan kannalta oppimisympäristön uudistamisessa tulee esille selvitettäväksi seuraavaa:

- Nykyisten CAD-ohjelmiston päivitystarve ja lisenssit
- Nykyisten ja vaihtoehtoisten CAD-ohjelmistojen ominaisuuksien ja kustannusten vertailu
- CAD-ohjelmistojen yhteensopivuus tuotetiedon hallinnan ja toiminnanohjauksen järjestelmiin
- Tuotetiedon hallinnan (PDM) ohjelmistoverailu ja ohjelmistovalinta

- Kunnossapidon ohjelmisto ja laitteiden kunnossapitosuunnitelma (nykyinen ohjelmisto ARTTURI)
- Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) ominaisuudet ja valintaperusteet
- Valmistuksenohjausjärjestelmä (MES) ominaisuudet ja valintaperusteet
- 3D-tulostuksen ohjelmistot
- Tuotetiedon ja dokumentaation tallennus (pilvipalvelut)
- Mahdolliset ohjelmistovaihdokset
- Tuotemallien rakentaminen ja ylläpito koko elinkaaren ajan
- Tuotekehityksen ohjelmistotarpeet (muotoilu, mallinnus, simulointi, lujuuslaskenta, tms.)
- Toiminnan ja valmistuksen ohjauksen prosessit ja prosessikaaviot
- Toiminnan ja valmistuksen ohjauksen toteutustavat
- Tuotantolinjan automaatiojärjestelmän määrittely ja valintamenettely
- Tuotantolinjan automaatiojärjestelmän, PDM, ERP ja MES yhteensovittaminen (Kuvio 21)
- Tuotantolinjan ja tuotantolaitteiden työturvallisuus, työohjeet, riskianalyysit ja koneturvallisuus (dokumentaation hallinta)
- Tuotantolinjalla kokoonpantavien/valmistettavien tuotteiden valikoima eli tuotantolinjan tuotteiden identifiointi ja valmistuksen suunnittelu (yksi tuote eri variaatioin vai monta tuotetta)
- Manuaalisen kokoonpanon työpisteet ja tuotannon hallinta (MES).
- Varastojen hallinta ja tuotenimikkeet (raaka-aineet, varaosat, tarvikkeet, puolivalmisteet, tuotteet, tms.)
- Laatumittaukset (mitat, muoto, toleranssit, pinnat, tms.)
- Mittauslaitteiden kalibrointi ja kalibrointijärjestelmä.



Kuvio 21. Tuotantolinjan eri ohjelmistojen hierarkia (Seilonen 2013)

Tärkeintä hankintaprojektissa on huomioida, kuinka ympäristö tukisi päivittäistä opetusta ja opetussuunnitelman sisältöä parhaimmalla mahdollisella tavalla. Eikä suin päin päädytä hankkimaan ensimmäistä vastaan tulevaa ratkaisua.

Esimerkiksi PDM-ohjelmistoissa on useita vaihtoehtoja valittavana. Valinta voi olla 3D-suunnitteluohjelmiin liittyvä tai erillinen PDM-ohjelmisto. Ohjelmistoratkaisussa ohjelmiston ominaisuuksien lisäksi merkittävässä roolissa on investointi ja ylläpitokustannukset, lisenssiratkaisut ja toimittajan luotettavuus.

Hankittaessa esimerkiksi kokoonpanolinjaa on syytä huomioida, millaisiin ratkaisuihin Turun AMK ja Seinäjoen AMK ovat päätyneet omissa oppimisympäristöissään. ERP- ja MES-ohjelmiston valintaan vaikuttaa, millaiseen tuotannon kokoonpanolinjaan valinnoissa päädytään. Tuotantolinjaan on valittavissa eri ERP- ja MES-ohjelmistoja ja valinta vaikuttaa myös verkostoitumiseen alihankinta- ja yhteistyömahdollisuuksina yritysten ja muiden oppilaitosten verkostoissa. ERP-järjestelmäksi SAP olisi todennäköisesti alueen suurien teollisten toimijoiden toivelistalla.

8 POHDINTA

Opinnäytetyössä tehtiin esiselvitys ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratorioympäristöön soveltuvista tuotetiedon hallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksista, määrittelystä ja valintaperusteista. Lisäksi tutustuttiin tuotetiedon hallinnan, toiminnan- ja valmistuksenohjauksen teoriaan ja niissä käytettäviin tietojärjestelmiin.

Opinnäytetyössä ehdotettiin, miten Lapin ammattikorkeakoulun kannattaisi jatkaa oppimisympäristön kehityshankkeessaan. Työssä tuotiin esille yksityiskohdallisesti oppimisympäristön toteutuksessa huomioitavat asiat ja seuraavat mahdolliset vaiheet Älypaja-hankkeen edetessä. Työssä esiteltiin myös tämänhetkinen oppimisympäristö, ja tavoitteet tulevalle oppimisympäristölle. Työn tarkoituksena oli tukea Älypaja-hankkeen jatkotyöskentelyä järjestelmäkartoitukseen ja toteutukseen liittyen. Työ toimii myös yleistietoa antavana materiaalipankkina oppimisympäristön kehittämiseen.

Lisäksi suomalaisten ja saksalaisten oppilaitosesimerkkien avulla kartoitettiin muiden vastaavien konetekniikan koulutuksen oppimisympäristöjen nykytila, kehitys ja tavoitteet. Näin myös saatiin selville, miten Lapin AMK sijoittuu konetekniikan oppimisympäristöjen kehityksessä. Työssä todettiin, että myös muut konetekniikan koulutusta tarjoavat ammattikorkeakoulut haluavat vastata digitalisaation haasteisiin. Lisäksi selvitettiin, miten muissa oppilaitosesimerkeissä oppimisympäristöä käytettiin oppimisessa ja projekteissa. Kuitenkaan näin vahvaa TKI:n integraatiota ei ole esimerkiksi Saksan oppilaitosesimerkeissä. Lisäksi selvitettiin oppilaitosesimerkkien käytössä olevat ohjelmistot.

Lisäksi työssä tuotiin esille oppilaitosympäristön merkitys järjestelmävalinnassa ja -hankkeessa. Oppilaitosympäristö ei ole täysin verrattavissa yritysympäristöön, koska osa järjestelmien toiminnallisuuksista jää hyödyntämättä oppilaitosympäristössä.

Toteutuneiden oppimis- ja kehittämissympäristöhankkeiden tarkastelussa koitui haasteeksi tiedon saanti ja löytäminen. Yksittäisiä tietoja on melko helposti saatavilla, mutta selkeitä laitteistolistauksia, prosessikuvauksia ja kokonaisuuksien

kuvauksia on löydettävissä vain harvoista kohteista. Tämä hieman ihmetyttää, koska oppimisympäristö voi olla yksi vaikuttava osa-alue opiskelijan valitessa häntä kiinnostavaa opiskelupaikkaansa.

Tässä on myös selkeä ero, koska keskieurooppalaiset korkeakoulut kuvaavat omia oppimisympäristöjään tarkemmin omilla koulun internet-sivuillaan kuin suomalaiset korkeakoulut. Toisaalta keskieurooppalaiset koulut eivät tuo juurikaan esille TKI-puolta oppimisympäristöesittelyissään. Siksi korkeakoulujen toimeksiantoina tehdyt opinnäytetyöt ovat tärkeä tietolähde tarkasteltaessa muita oppimisympäristöjä.

Oppilaitosesimerkkien tarkastelu nosti esille benchmarkingin tärkeyden. Olisi tärkeää ottaa myös yhteyttä itse korkeakouluihin ja oppimisympäristövastaaviin eikä suoraan ohjelmistotoimittajiin. Seuraavaksi onkin tärkeää yhdistää paikalliset yritykset ja sidosryhmät oppimisympäristön kehitysohjelmaan. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää, kun hankeprojektissa TKI-henkilöstö ja opettajat aloittavat yksityiskohtaisen oppimisympäristön suunnittelun ja määrittelyn. Silloin selvitetään myös alueen teollisuuden, yhteistyökumppaneiden, ammattikorkeakoulun opetuksen, TKI:n ja palvelutoiminnan tarpeiden sovittaminen Älypaja-hankkeen toteutus- ja hankintaratkaisuihin. Vasta kunnollisen alkukartoituksen jälkeen otetaan yhteyttä itse ohjelmistotarjoajiin ja kilpailutetaan tarjoukset.

Työn aihe oli todella laaja, mikä osaltaan rajoitti lopputulosten esittelyä. Työssä ei ole esitelty tarkemmin eri toimittajien ohjelmistoja, koska ohjelmistotarjonta on laaja ja tulevat ohjelmistovalinnat ja niiden perusteet selkiytyvät Älypaja-hankkeen edetessä. Olisi ollut helpompaa rajata tarkastelu vain yhteen tietojärjestelmään, mutta Älypaja-hankkeessa tarkastellaan älykkään ja digitaalisen tuotannon ja tuotekehityksen oppimisympäristön kokonaisuutta.

LÄHTEET

CIMMT 2018a. CIMMT. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/cimtt/>

CIMMT 2018b. Digitale Fabrik. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/digitalefabrik/>

CIMMT 2018c. ERP/MES. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/digitalefabrik/erpmes/>

CIMMT 2018d. Lehrziele. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/lehrziele/>

CIMMT 2018e. Leitstand. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/digitalefabrik/leitstand/>

CIMMT 2018f. Maschinenpark. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/digitalefabrik/maschinenpark/>

CIMMT 2018g. Prozesse. Viitattu 13.01.2018
<http://www.cimtt-kiel.de/df/digitalefabrik/prozesse>

Erbismann, A. 2014. CAD- ja ERP-integrointiohjelmistojen esiselvitys. Dassault Systemesin SolidWorks- ja Microsoftin Dynamics NAC- integrointisovellusvaihtoehdot. Turun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Insinööriyö.

Festo 2018. Industry 4.0 Training for the factory of the future. Viitattu 18.1.2018
<http://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/brochures-catalogues/industry-4.0-training-for-the-factory-of-the-future.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj45MDAuNzg1Ng>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.

Hietikko, E. 2012. Savonia Bikefactory. Tuotekehitys. Viitattu 12.01.2018
<https://savoniabikefactory.wikispaces.com/Tuotekehitys>

Hochschule Bremen 2018. Enterprise Resource Planning Labor (ERP). Viitattu 14.01.2018
<https://www.hs-bremen.de/internet/de/hsb/struktur/mitarbeiter/schormann/erplab/>

Hulkko, P., Eskola, A., Jokipii, M., Lamppu, V.-M., Rantala, V., Goman, J. & Mustonen, K. Lapin ammattikorkeakoulun auditointi 2017. Karvi. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 19:2017

Hämeenniemi, T. 2017. Teollisen internetin esimerkkisovellus. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka. Insinööriyö.

IDEAL PLM 2017. Seinäjoki University of Applied Sciences - University partners with Siemens and IDEAL PLM to help add value for manufacturers while training the future workforce. Viitattu 10.02.2018

<http://ideal-plmcom.virtualserver23.nebula.fi/uploads/Siemens-PLM-Seinjoki-University-cs-61880-A6.pdf>

IPF 2018. Institut für Produktionstechnik und Fabrikbetrieb. Projekte. Viitattu 12.1.2018

http://www.ipf.hs-bremen.de/wwwipf/fr_set_pub.htm

Joutsenvaara, J. 2017. Älykäs tuotantotekniikan oppimis- ja kehittämissympäristö – ÄLYPAJA. Lapin ammattikorkeakoulu. Rovaniemi.

Järvelin, K. & Lehikoinen, J. 2011. Näkökulmia kestävään kehitykseen. Kestävän kehityksen edistäminen Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Tuotantotalous. Insinööriyö.

Kangastie, H. 2016a. Laadukasta oppimista ja osaamista Lapin ammattikorkeakoulussa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 2/2016.

Kangastie, H. 2016b. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 20/2016

Kangastie, H. & Linna, E. 2016. Pohjoista tekoa. Lapin ammattikorkeakoulun strategia ja profiloituminen. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 1/2016

Kangastie, H. & Mastosaari, P. 2016a. Oppimisen organisointi-opas opettajille. Osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen Lapin ammattikorkeakoulussa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja C. Oppimateriaalit 1/2016.

Kangastie, H. & Mastosaari, P. 2016b. Osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen Lapin ammattikorkeakoulussa – opiskelijan opas. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja C. Oppimateriaalit 3/2016

Kauppi, T. 2016. Konetekniikan TKIO integraatio – case Arctic Steel and Mining. Teoksessa: Kangastie, H. (toim.) Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 20/2016. 53-60

Kielin ammattikorkeakoulu 2018. Viitattu 12.01.2018

<https://www.fh-kiel.de/index.php?id=1793&L=0>

Koivunen, S. 2017. #tehdas on tekemisen korkeakoulu. Teoksessa: Talk Magazine. Turun ammattikorkeakoulu. Turku. Viitattu 10.12.2017. S.42-43

https://issuu.com/turunamk/docs/amk_talk_1_2017_issuu

Koneteknologiakeskus 2018. Yrityksille. Viitattu 10.02.2018

<http://www.koneteknologiakeskus.fi/content/fi/1/91/Yrityksille.html>

Kähkölä, H. 2016. Oppimisprojektit TKI-toiminnan ja työelämän rajapinnassa. Teoksessa: Kangastie, H. 2016. Yhteisopettajuus Lapin ammattikorkeakoulussa – näkökulmia ja käytänteitä oppimisen organisointiin. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 18/2016. 39-40

Lapin ammattikorkeakoulu 2017a. CDIO – Conceive, Design, Implement, Operate – CDIO – Licence to learn. Viitattu 16.12.2017
<http://www.lapinamk.fi/fi/Opiskelijalle/Opinto-opas,-AMK-tutkinto/Oppimisymparistot/CDIO>

Lapin ammattikorkeakoulu 2017b. Konetekniikan opetussuunnitelma 2017-2018. Viitattu 16.12.2017
https://soleops.lapinamk.fi/opsnet/disp/fi/ops_KoulOhjSel/tab/tab/sea?koulohj_id=7200909&ryhmyttyp=1&lukuvuosi=4455289&stack=push

Logistiikan maailma. 2018a. Toiminnanohjausjärjestelmä. Viitattu 03.01.2018
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/>

Logistiikan maailma. 2018b. Toiminnanohjausjärjestelmän hankintaprosessi. Viitattu 04.02.2018
http://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2017/02/ERP-jarjestelman_hankinta.pdf

Martio, A. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Espoo: Amartekno Oy.

MESA 2018. Smart Manufacturing - The Landscape Explained. Viitattu 02.02.2018
<http://www.mesa.org>

Mäkelä, P. & Ristimäki N. 2016. Seinäjoen ammattikorkeakoulun teollisen internetin laboratorio. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Seinäjoki. Viitattu 17.12.2017
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125235/Teollisen%20internetin%20opetus%20SeAMKissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ProMaint 2017. Oppimisympäristöt. Viitattu 10.02.2018.
<http://www.kunnossapitoala.fi/oppimisymparistot>

Putkiranta, A. & Toivanen, J. 2008. Johdatus projektiopetukseen ja CDIO-ajatteluun insinööriopetuksessa. Espoo: Metropolia

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018a. 3D-mallinnus. Viitattu 12.01.2018
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/3d-mallinnus>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018b. 3D-skannaus. Viitattu 12.01.2018
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/3d-skannaus>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018c. 3D-tulostus. Viitattu 12.01.2018
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/3d-tulostus>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018d. Digitaalinen koneenrakennus. Viitattu 12.01.2018

<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018e. Konetekniikan tilat. Viitattu 12.1.2018

<http://portal.savonia.fi/amk/fi/tutustu-savoniaan/opiskelu-koulutusaloilla/tekniikan-ala/opiskelu-kampuksilla/konetekniikan-tilat>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018f. Mittaus- ja laskentapalvelut. Viitattu 12.01.2018

<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/mittaus-ja>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018g. Robotiikan mallinnus ja simulointi. Viitattu 12.01.2018

<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/robotiikan>

Savonia-ammattikorkeakoulu 2018h. Tuotannon simulointi. Viitattu 12.01.2018

<http://portal.savonia.fi/amk/fi/palvelut-yrityksille/asiiantuntijapalvelut/konealan-palvelut/digitaalinen-koneenrakennus/tuotannon>

SMACC 2018a. Labs. Viitattu 13.1.2018

<http://smacc.fi/labs/>

SMACC 2018b. OpenLab – Prototyping Factory. Viitattu 13.1.2018

<http://smacc.fi/labs/openlab-prototyping-factory/>

SMACC 2018c. OpenLab – Smart Systems. Viitattu 13.1.2018

<http://smacc.fi/labs/openlab-smart-systems>

Seilonen, I. 2013. Teollisuuden tietojärjestelmät. Aalto-Yliopiston sähkötekniikan korkeakoulu. Luentosarja.

Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2016. Digi-innostus valtasi yritykset Etelä-Pohjanmaalla. Viitattu 17.12.2017

<https://storage.googleapis.com/seamk-production/2017/07/seamk-digital-factory-elokuu-2016.pdf>

Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2017. Digital Factory-oppimisympäristö. Seinäjoki. Viitattu 10.12.2017

<https://www.seamk.fi/yrityksille/tki-projektit/seamk-digital-factory/>

STT-info 2017. VTT, TTY, ja TAMK yhdistävät huippuluokan infransa: Suomen valmistavan teollisuuden käyttöön yhden luukun periaatteella. Lehdistötiedote 29.5.2017. Viitattu 13.01.2018

<https://www.sttinfo.fi/tiedote/vtt-tty-ja-tamk-yhdistavat-huippuluokan-infransa-suomen-valmistavan-teollisuuden-kayttoon-yhden-luukun-periaatteella?publisherId=59961471&releaseld=60935989>

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta PDM. Helsinki. Talentum Media Oy.

Tampereen teknillinen yliopisto 2017. Tulevaisuuden tuote syntyy etänä – kohti digitaalista tehdasta. Viitattu 13.01.2018
<http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/uutiset-ja-tapahtumat/tulevaisuuden-tuote-syntyy-etana-kohti-digitaalista-tehdasta-x213668c2>

Turun ammattikorkeakoulu 2016a. Ohjelmistoympäristö tuotteen elinkaaren hallintaan. Turku. Viitattu 10.12.2017
<https://www.turkuamk.fi/fi/ajankohtaista/1180/ohjelmistoymparisto-tuotteen-elinkaaren-hallintaan/>

Turun ammattikorkeakoulu 2016b. Turun AMK:sta Koneteknologiakeskuksen pääomistaja. Viitattu 10.12.2017
<https://www.turkuamk.fi/fi/ajankohtaista/1046/turun-amksta-koneteknologiakeskuksen-paaomistaja/>

Turun ammattikorkeakoulu 2017. Insinööri (AMK) konetekniikan koulutus. Viitattu 10.12.2017
<https://www.turkuamk.fi/fi/tutkinnot-ja-opiskelu/tutkinnot/insinööri-konetekniikka/>

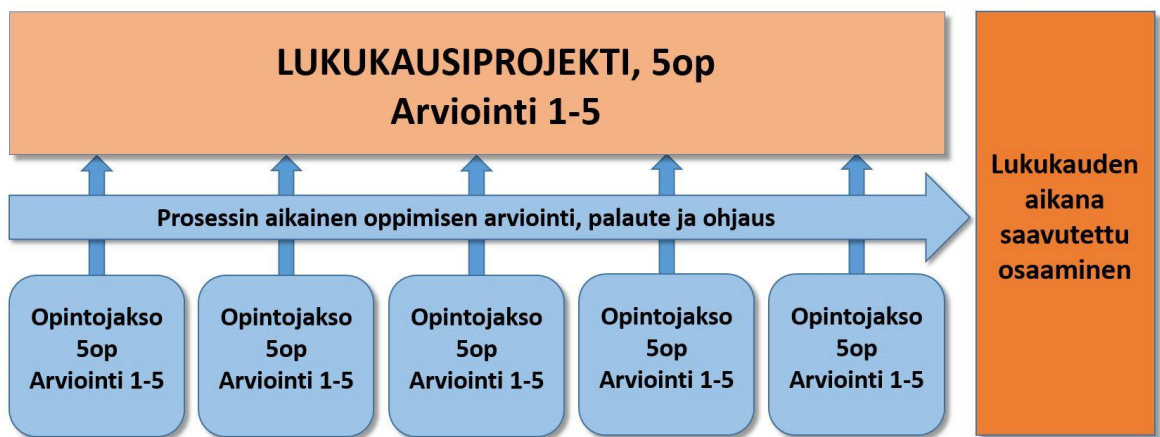
LIITTEET

- Liite 1. Lapin ammattikorkeakoulu. Konetekniikan opetussuunnitelma 2017-2018

TUTKINNON RAKENNE

Opetussuunnitelma rakentuu projekteista ja opintojaksoista. Projektien sisällöt ja opintojaksojen osaamistavoitteet kuvaavat alan keskeisen ammatillisen ydinosaamisen. Vuosi- ja lukukausiteemat kokoavat opintoja ammatillisen kasvun etenemisen näkökulmasta.

Jokaisen lukukauden keskiössä on oppimis- ja/tai ongelmanratkaisuprojekti, jota tukevat kyseisen lukukauden muut opintojaksot. Opintojaksojen aiheet integroituvat projektin sisältöön ja rakentavat näin lukukauden osaamisen yhdessä projektin kanssa.



Konetekniikan insinöörin koulutuksen (monimuoto) opetussuunnitelman rakenne on seuraava:

- 1) perus- ja ammattiopinnot 145 op
- 2) vapaasti valittavat opinnot 15 op
- 3) ammattitaitoa edistävä harjoittelu 30 op
- 4) ohjattu, tuotantopainotteinen harjoittelu 30 op
- 4) opinnäytetyö 20 op, joka sisältää kehittämistoiminnan menetelmäopinnot

Perus- ja ammattiopintojen yleisenä tavoitteena on antaa sinulle yleiskuva konetekniikan alan asemasta ja merkityksestä yhteiskunnassa, työelämässä ja kansainvälisesti, perehdyttää sinut alan yleisiin matemaattisiin ja luonnontieteellisiin perusteisiin sekä viestintään ja kieliin. Kieliointojen erityisenä tarkoituksena on antaa sinulle ammattikorkeakouluasetuksessa (1129/2014) 7§:ssä vaadittava kielitaito, joka ilmoitetaan tutkintotodistuksessa. Kielitaitoa merkittäessä otetaan huomioon mitä valtioneuvoston asetuksessa (481/2003) 15§-19§:ssä säädetään.

Pakollisten ammattiopintojen tavoitteena on perehdyttää sinut laaja-alaisesti konetekniikan alan keskeisiin ongelmakokonaisuuksiin ja sovelluksiin sekä niiden tieteellisiin perusteisiin siten, että valmistuttuasi kykenet itsenäisesti työskentelemään konetekniikan alan asiantuntijatehtävissä sekä osallistumaan työyhteisösi kehittämiseen.

Vapaasti valittavien opintojen tavoitteena on syventää ja täydentää ammatillista osaamistasi. Voit täydentää ammattikorkeakoulututkintoasi oman kiinnostuksesi ja yksilöllisten mieltymystesi mukaan valinnaisten ammatillisten opintojen tarjonnasta. Voit sisällyttää myös muiden Lapin AMK:n koulutusten ja muiden korkeakoulujen opintosuorituksia vapaasti valittaviin opintoihisi.

Harjoittelussa perehdyt työelämän pelisääntöihin ja konetekniikan alan keskeisiin työtehtäviin. Harjoittelu opettaa sinua soveltamaan opittuja asioita käytännön työssä, motivoi opinnoissasi ja auttaa sinua suuntaamaan opintojasi omien urasuunnitelmiesi mukaisesti.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää asiantuntemustasi konetekniikan alaan liittyvissä tehtävissä. Tavoitteeltaan opinnäytetyö on työelämälähtöinen ja työelämää kehittävä. Olennaista opinnäytetyön teossa on pyrkimyksesi ammatilliseen kasvuun ja asiantuntijuutesi kehittämiseen.

AMMATILLISEN KASVUN POLKU - HANKITTAVA OSAAMINEN

Teemat

Opetussuunnitelman rakenne muodostaa juonteeseen, joka mahdollistaa ammattitaidon tasaisen kasvun kohti insinöörin ammattia. Opinnot muodostuvat 4 lukuvuodesta, joista jokainen jakaantuu kahteen lukukauteen (syys- ja kevätlukukausi).

1. vuositeema: Insinöörin työ tutuksi. Ensimmäisen opintovuoden aikana perehdyt insinöörin toimenkuvaan ja pohjoiseen toiminta-alueeseen. Opintovuoden päättyessä tunnet pohjoisen insinöörin keskeiset työtehtävät ja omaat perustiedot konetekniikasta. Tunnet orientoivien opintojen kautta Lapin AMK:n toimintatavat ja perehdyt osaamis- ja ongelmaperustaiseen oppimistapaan.

1. lukukausiteema: Matkalla insinööriksi

Kuvaus ja osaamistavoite: Lukukauden tavoitteena on tutustuttaa sinut konetekniikan opiskeluun ja opiskelukäytänteisiin. Perehdyt insinöörin toimenkuvaan ja arktiseen toimintaympäristöön ja rakennat näin omaa tulevaa ammatti-identiteettiäsi. Saat näiden avulla valmiudet edetä insinööriopinnoissasi.

2. lukukausiteema: Insinöörin kieli

Kuvaus ja osaamistavoite: Lukukauden tavoitteena on tutustuttaa sinut insinöörin työvälineisiin ja opit niiden käytön perusteet. Kevään aikana opit myös projekti-työskentelyn perusteet. Ymmärrät konetekniikan perusteita ja pystyt hakeutumaan ensimmäiseen työharjoittelupaikkaasi lukuvuoden päättyessä.

2. vuositeema: Insinöörin toolbox. Toisen opintovuoden aikana tutustut insinöörin keskeisiin työkaluihin ja opit soveltamaan niitä käytännön tilanteissa. Opintovuoden päättyessä kykenet työskentelemään projekteissa ja soveltamaan ongelmanratkaisumenetelmiä.

3. lukukausiteema: Toolboxin haltuun

Kuvaus ja osaamistavoite: Opit ideoimaan ja suunnittelemaan konetekniikan alan tuotteita ja ratkaisuja. Opit myös käyttämään koneinsinöörin työkaluja eri yhteyksissä ja hyödyntämään jo opittuja projektityötaitoja.

4. lukukausiteema: Käytännön ongelmien ratkaiseminen

Kuvaus ja osaamistavoite: Opit viemään suunnitelmat käytäntöön ja tuntemaan konetekniikan alan tuotanto- ja käyttöympäristön vaatimuksia. Tämän perusteella osaat arvioida omaa osaamistasi, kehittää taitojasi ja valita itseäsi kiinnostavat vaihtoehdot ammattilliset opinnot seuraavaa lukuvuotta varten.

3. vuositeema: Luova insinööri. Kolmannen opintovuoden aikana tutustut asiakasrajapinnassa työskentelyyn ratkaisemalla todellisia toimeksiantoja. Syvennät omaa osaamistasi valinnaisten ammattiaineiden avulla ja rakennat näin omaa osaamispolkuasi. Kolmannen vuoden aikana sinulla on mahdollisuus tutustua kotikansainvälistymiseen vieraskielisillä opintojaksoilla tai opiskella lukukauden jossakin Lapin AMK:n partnerikoulussa Euroopassa tai muualla maailmassa. Opintovuoden päättyessä kykenet työskentelemään asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaisesti sekä soveltamaan englannin kieltä käytännön tilanteissa.

5. lukukausiteema: Toimeksianto työelämästä

Kuvaus ja osaamistavoite: Tutustut todellisen toimeksiannon kautta asiakasrajapinnassa työskentelyyn. Opit työelämän käytänteet ja osaat toimia englannin kielellä omalla alallasi.

6. lukukausiteema: Osaaminen esille

Kuvaus ja osaamistavoite: Lukukauden tavoitteena on viimeistellä lukuvuoden alussa aloitettu projekti ja esitellä projektin tulokset. Syvennät omaa osaamistasi valinnaisten ammattiaineiden kautta.

4. vuositeema: Insinööri irti ! Neljännen opintovuoden aikana syvennät kone-tekniikasta asiantuntemustasi sekä teet opinnäytetyön, jossa kiteytyy neljän vuoden aikana hankittu osaaminen. Opintovuoden päättyessä valmistut konetekniikan insinööriksi (AMK). Sinulla on teoreettinen, käytännöllinen ja asenteellinen valmius

toimia konetekniikan insinöörin tehtävissä erilaisissa työympäristöissä. Sinulla on edellytykset kehittyä työssäsi todelliseksi konetekniikan ammattilaiseksi ja asiantuntijaksi. Sinulla on myös edellytykset esimiestoimintaan ja johtamiseen sekä alan talousasioiden perusteiden hallintaan.

7. lukukausiteema: Insinöörin vastuu

Kuvaus ja osaamistavoite: Tutustut konetekniikan alan talousasioihin sekä opit esimiestaitojen ja johtamisen perusteet. Ymmärrät alalla vallitsevia taloudellisia perusteita ja opit tarvittavat taidot opinnäytetyön tekemiseksi.

8. lukukausiteema: Opinnäytetyö

Kuvaus ja osaamistavoite: Viimeisen lukukauden aikana kokoat aiemmin opitut tiedot ja taidot ja teet opintojen vaatiman opinnäyte- eli insinöörityön. Valmistut konetekniikan alan osaajaksi ja omaat tarvittavat tiedot ja taidot hakeutuaksesi insinöörin töihin.

Kompetenssit

Lapin ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmien perustana toimivat työelämän osaamisvaatimuksista johdetut laajat osaamisalueet eli kompetenssit ja niihin liittyvät osaamistavoitteet arviointikriteereineen.

Opetussuunnitelmien kompetenssit jakautuvat kaikille koulutuksille yhteisiin yleisiin työelämäkompetensseihin (1-5) ja koulutuskohtaisiin kompetensseihin (6-11). Yleiset kompetenssit ovat eri koulutuksille yhteisiä työelämän osaamisalueita, mutta niiden erityispiirteet ja tärkeys voivat vaihdella eri ammateissa ja työtehtävissä. Yleiset kompetenssit luovat perustan työelämässä toimimiselle, yhteistyölle ja asiantuntijuuden kehittymiselle. Yleiset kompetenssit kehittyvät pääsääntöisesti opetusmenetelmien ja ammatin sisällön oppimisen yhteydessä koko koulutuksen ajan. Yleisten kompetenssien arviointi toteutuu koulutuskohtaisten kompetenssien arvioinnin yhteydessä. Koulutuskohtaiset kompetenssit on luotu yhteistyössä työelämän yhteistyökumppanien kanssa.

Konetekniikan koulutuksen kompetenssit ovat:

1. Oppimisen taidot
2. Eettinen osaaminen ja vastuullisuus
3. Työyhteisöosaaminen
4. Innovaatio-osaaminen
5. Kansainvälistymisosaaminen
6. Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen
7. Konetekninen perusosaaminen
8. Suunnitteluosaaminen
9. Tuotantotekniikan osaaminen
10. Turvallisuusosaaminen
11. Konetekniikan yrittäjyysosaaminen

Kaikkiin Lapin AMK:n opetussuunnitelmiin sisältyy läpileikkaavina osaamistavoitteina Lapin AMK:n strategiset painopistealueet etäisyyksien hallinta, turvallisuusosaaminen, arktinen yhteistyö ja rajaosaaminen, luonnonvarojen älykkään käytön edistäminen sekä palveluliiketoiminta ja yrittäjyys.

Suomen kielen ja viestinnän opinnot on integroitu pakollisiin ammattiopintoihin, erityisesti projektiopintoihin ja opinnäytetyöhön. Suomen kielen ja viestinnän osaaminen kehittyy koko koulutuksen ajan ja sitä arvioidaan vuosittain. Englannin

kieliopinnot on kokonaan integroitu ammattiopintoihin ja lukukausiprojekteihin. Englannin kielen osaaminen kehittyy myös koko koulutuksen ajan. Ruotsin kieliopinnot järjestetään laissa määrätyn osaamisen saavuttamiseksi ja ne integroidaan kokonaan lukukausiprojekteihin sekä ammattiaineisiin.

Kansainvälisyys

Kansainvälisyys toteutuu opetussuunnitelman läpäisevänä jatkumona vieraskielisen lähdemateriaalin hyödyntämisenä opetuksessa ja kieliopintoina. Kolmas lukuvuosi on suunniteltu erityisesti vieraskielisiä opintoja ajatellen. Voit osallistua kansainväliseen vaihtoon ja myös erilaisiin kotikansainvälistämistä tukeviin opintojaksoihin. Kotikansainvälistyminen ja opiskelijavaihdot ovat erityisesti esillä kolmannen lukuvuoden opinnoissa. Voit suorittaa halutessasi min. 3kk vaihtojakson jossain ulkomaisessa partnerikoulussamme, joita sijaitsevat useassa eri maassa ympäri maapalloa.

OPINTOJEN TOTEUTTAMINEN JA ARVIOINTI

Oppimisnäkemys

Lapin ammattikorkeakoulun oppimisnäkemys on osaamis- ja ongelmaperustainen oppiminen. Oppimisen tavoitteena on ammatillisen osaamisesi kehittyminen opiskelijakeskeisten ja aktivoivien oppimis- ja ohjausmenetelmien avulla. Ammatillinen osaamisesi syvenee ongelmanratkaisu – ja päätöksentekotaitoja vahvistavien oppimis- ja kehittämisprojektien avulla.

Osaamis- ja ongelmaperustainen oppimisnäkemys tarkoittaa niitä asioita, joilla oppimistasi jäsennetään ja organisoidaan (esimerkiksi ongelmaperustainen sykli/vaihemalli, ongelmaperustainen projektioppiminen, CDIO tai näiden erilaiset yhdistelmät). Kaikissa oppimisen organisointitavoissa lähtökohtana ovat työelämän ongelmat ja työelämäläheinen toteutus.

CDIO

Konetekniikan opetussuunnitelma tukee insinöörin työtehtävissä tarvittavien tietojen ja taitojen kehittymistä mukailemalla kansainvälistä insinöörikoulutuksen kehystä ja CDIO-periaatetta. Käytännössä se näkyy siten, että opit hahmottamalla (C = conceive), suunnittelemalla (D = design), toteuttamalla (I = implement) ja käyttämällä (O = operate). Lapin Ammattikorkeakoulu on osa laajaa kansainvälistä insinöörikoulutuksen kehittäjäverkostoa (CDIO, www.cdio.org), jossa on yli 50 jäsentä 25 eri maasta.

Työelämässä tarvittavien valmiuksien kehittymistä tukevat monet oppimisprojektit ja opiskelijoiden aktivointi eri tavoin opintojen aikana. Lukukausien sisältämiä projekteja tehdään yhdessä, pienissä tiimeissä, joissa voit oppia tuntemaan opiskelutovereitasi ja kehittää osaamistasi tulevaisuutta varten. Opit suunnittelemaan ajankäyttöä ja pääset harjoittelemaan erilaisia työtilanteita varten. Työnantajat arvostavat sitä, että valmistuva insinööri kykenee toimimaan erilaisten ihmisten kanssa, sopeutuu muutoksiin ja pystyy tuomaan esille omaa osaamistaan eri tilanteissa. Kolmannen lukuvuoden aikana opetussuunnitelmaan sisältyy myös suunnittelusta toteutusvaiheeseen etenevä projekti, jolla on ulkoinen asiakas. Käytännössä asiakas voi olla toimialan jokin TKI-hanke (TKI = tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta) tai alueen yritys. Asiakasprojektit ovat sinulle näytönpaikoja, jotka voivat avata ovia myös harjoitteluun ja tulevaisuudessa jopa opinnäytetyöhön.

Opetussuunnitelma on rakenteeltaan osaamisperustainen. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että eri vuosille sijoittuvat opinnot on ryhmitelty aihepiireittäin isommiksi kokonaisuuksiksi niitä yhdistävien vuositeemojen mukaan. Osaamisesi kasvaa siten vähitellen insinöörin tehtäviin

Uuden sukupolven insinöörit tarvitsevat CDIO-taitoja, jotka koostuvat kolmesta osa-alueesta:

1. Henkilökohtainen osaaminen: insinöörin tehtävissä vaadittava päättely- ja ongelmanratkaisutaito, kokonaisuuksien hahmottaminen, kokeilu ja tiedonhankinta, luovuus, kriittisyys ja ammattietiikka.

2. Ihmissuhdetaidot: vuorovaikutus- ja tiimityötaidot, johtaminen ja kommunikointi eri tilanteissa.

3. Tuotteistaminen: tuotteiden ja systeemien rakentamisen taito hahmottelusta ja ideoinnista käyttöönottoon eri ympäristöissä (yritykset ja muut organisaatiot).

Opetuksen sijasta keskiössä on sinun oppimisesi ja osaamisesi. Oppiminen on yhteisöllistä, yhteistoiminnallista, opiskelijoiden, opettajien ja työelämän aktiivista vuorovaikutusta ja osallistumista yhteisen tiedon rakentamiseen. Oppimisprosessissa nivoutuvat yhteen teoria-, käytäntö- ja kokemustieto. Opiskelijan, opettajan ja työelämän edustajien roolit muuttuvat oppimisprosessissa. Opiskelija on aktiivinen ja vastuullinen oman oppimisensa subjekti. Opettaja on oppimisen asiantuntija, oppimisen ohjaaja ja mahdollistaja. Opettaminen on monialaista, oppiaine-, koulutus- ja toimialarajat ylittävää tiimityötä, jossa yhteisopettajuus tarkoittaa oppimisen yhdessä suunnittelemista, toteuttamista ja arvioimista.

Koulutuksen viralliset tavoitteet toimivat sinulle oppimista ohjaavina ja motivoivina suunnannäyttäjinä. Opetussuunnitelma toimii lähtökohtana henkilökohtaiselle opiskelusuunnitelmallesi (HOPS), jonka laatimiseen saat ohjausta ryhmäsi opettajatuutorilta sekä yhteisissä koulutustilaisuuksissa.

Hankittu osaaminen ja hyväksiluku

Tutkintoa suorittaessasi sinulla on mahdollisuus ammattikorkeakoulun päätöksen mukaisesti lukea hyväksi muussa kotimaisessa tai ulkomaisessa korkeakoulussa taikka muussa oppilaitoksessa suorittamiasi opintoja sekä korvata tutkintoon kuuluvia opintoja muilla saman tyyppisillä opinnoilla. Opiskelijana saat ammattikorkeakoulun päätöksen mukaisesti lukea hyväksi sekä korvata tutkintoon kuuluvia opintoja myös muulla tavoin osoitetulla osaamisella (932/2014, 37§9). Menettelystä käytetään nimitystä hyväksiluku.

Hyväksiluvussa on kolme päätapaa:

- **korvaaminen**
- **sisällyttäminen**
- **aiemmin ja opiskelun aikana hankitun osaamisen tunnistaminen ja tunnustaminen (HOT).**

Korvaamisella tarkoitetaan opetussuunnitelmaan kuuluvien opintojen korvaamista muualla suoritetuilla, sisällöiltään samantyyppisillä korkeakoulutasoisilla opinnoilla. Sisällyttäminen tarkoittaa muualla suoritettujen korkeakouluopintojen liittämistä osaksi tutkintoa. Hankitun osaamisen tunnistaminen tarkoittaa sitä, että opiskelija pyrkii ymmärtämään hankkimaansa osaamista ja jäsentää sen suhteessa opintojakson tai osaamisalueen osaamistavoitteisiin siten, että hän pystyy kuvaamaan ja näyttämään toteen osaamisensa. Hankitun osaamisen tunnustaminen tarkoittaa virallisen hyväksynnän antamista hankkimallesi osaamiselle.

Arviointi ja palaute

Opiskelun eri vaiheissa tapahtuva arviointi muodostaa johdonmukainen kokonaisuuden, joka tukee koulutuksen tavoitteena olevan osaamisen saavuttamista. Arvioinnin suunnittelu pyritään toteuttamaan kolmikantaperiaatteella (opiskelija, työelämänedustaja/ohjaaja, opettaja).

Kehittävä arviointi huomioi sekä oppimisprosessin että osaamisen eli tuotoksen arvioinnin. Oppimisprosessin arvioinnissa opintojakson tasolla keskeisiä työvälineitä ovat itsearviointi ja palaute. Arviointiperusteiden, menetelmien ja kriteerien lähtökohtana ovat kyseisen opintojakson osaamistavoitteet, jotka johdetaan koulutuksen kompetensseista. Opiskelijoiden oppimisen ja osaamisen arviointi perustuu opetussuunnitelmissa oleviin opintojakson osaamistavoitteisiin ja arviointikriteereihin joiden avulla oppimistulokset voidaan tunnistaa. Opintosuoritukset arvioidaan asteikolla kiitettävä (5), hyvä (3-4), tyydyttävä (1-2), hylätty (0) tai asteikolla hyväksytty (H) – hylätty (0).

Opiskelijoilta kerättävän palautteen avulla kehitetään koulutuksen laatua. Sinulla on mahdollisuus antaa palautetta opintojaksojen toteutuksesta sekä koulutuksesta ensimmäisen, toisen ja kolmannen vuoden vuosipalautteena sekä valmistumisvaiheessa tutkinnon haun yhteydessä.

Oppiminen, tutkiminen ja kehittäminen erilaisissa oppimis- ja kehittämisympäristöissä

Opiskelu on toiminnallista ja käytännönläheistä erilaisissa työelämälähtöisissä oppimisympäristöissä. Lapin AMK:ssa opiskelu ja oppiminen toteutuvat työelämäläheisesti. Tämä mahdollistaa työelämästä ja alueelta nousevien ilmiöiden ja ongelmien käsittelyn oppimisen, tutkimisen ja kehittämisen lähtökohtana. Ammatillinen kasvu toteutuu monipuolisissa ja vaihtelevissa ympäristöissä, joita ovat muun muassa laboratoriot, työelämä sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiohankkeet.

Ammattitaitoa edistävä harjoittelua toteutuu eri puolilla Lappia ja Suomea sijaitsevissa yrityksissä ja organisaatioissa. Myös harjoittelu ulkomailla on mahdollista. Opintoihin liittyvät opinnäytetyöt tehdään osana työelämän kehittämistä. Opiskelijoilla on mahdollisuus valita opintoja eri koulutusohjelmien opetustarjonasta, joka mahdollistaa luonnollisella tavalla monialaisen yhteistyön. Nämä osaamisalan yhteiset opinnot antavat tutkinnolle erityistä laaja-alaisuutta.