Timo Junell &
Pekka Stenfors (toim.)

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Insinöörien verkkokoulutus vastauksena rakenne-muutokseen

Kokemuksia PoraKONE-hankkeesta

274
Raportteja

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Timo Junell &
Pekka Stenfors (toim.)

Insinöörien verkkokoulutus vastauksena rakenne-muutokseen –

Kokemuksia PoraKONE-hankkeesta

6Aika
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020
Euroopan unioni
Euroopan sosiaalirahasto
PoraKONE
OAMK OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampereen ammattikorkeakoulu
Metropolia

Turun ammattikorkeakoulun raportteja 274

Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2021

Kuvat: Kansikuva Pixabay, s. 16, 55, 63 ja 86 Unsplash, s. 69 ja 99 Pixabay.

ISBN 978-952-216-781-1 (painettu)
ISSN 1457-7925 (painettu)
ISBN 978-952-216-782-8 (pdf)
ISSN 1459-7764 (elektroninen)

Painopaikka: PunaMusta Oy, Vantaa 2021

http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167811.pdf

Turun AMK:n sarjajulkaisut:turkuamk.fi/julkaisut

YMPÄRISTÖMERKKI
MILJÖMÄRKT
Painotuotteet
4041-0619

SISÄLTÖ

Tiivistelmä **5**
Tekijät **6**

1 JOHDANTO **7**

2 VERKKO-OPETUKSEN RATKAISUT PORAKONE -HANKKEESSA **8**
2.1 Hankkeen tutkimuskatsaus 8
2.2 Verkko-opetus 9
2.2.1 Verkko-opetuksen suunnittelu ja toteutus 9
2.2.2 Verkko-opintojakson tekemiseen ja ylläpitoon vaadittavat resurssit 13
2.2.3 Verkko-opintojaksotyyppejä 14
2.3 Digitaaliset oppimisympäristöt – käyttäjänäkökulma 16
2.3.1 Oppimisympäristöjen ominaisuuksia 17
2.3.2 Oppimisympäristöjen esittely 19
2.3.3 Oppimisympäristöjen vertailua 23
2.3.4 Yhteenveto oppimisympäristöistä 26
2.4 Hankkeessa hyödynnetyt ohjelmistot, laitteet ja tilat 26
2.4.1 PLM-järjestelmän käyttöönotto oppilaitoksessa 26
2.4.2 VPN-yhteyden hyödyntäminen ohjelmistojen etäkäytössä 31
2.4.3 Digitaalisuusharjoituksissa käytettävät laitteistot 32
2.4.4 Hitsaamon vaatimukset IWS-koulutuksessa 33

3 OPINTOMODUULIT **36**
3.1 Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostoissa 36
3.1.1 Opintojaksojen toteuttaminen 37
3.1.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta 49
3.1.3 Opiskelijapalauteiden analyysi 53
3.1.4 Opintojaksojen jatkokehitys 55
3.2 Meritekniikka 55
3.2.1 Opintojaksojen toteuttaminen 56
3.2.2 Opiskelijapalautteiden analyysi, oppimistulokset 58
3.2.3 Opintojaksojen jatkokehitys 61
3.3 Erikoislujat teräkset ja hitsaus 63
3.3.1 Opintojaksojen toteuttaminen 63
3.3.2 Kokemukset opintojakson toteuttamisesta 64

3.3.3 Opiskelijapalautteiden analyysi 65
3.3.4 Opintojaksojen jatkokehitys 67
3.4 Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa 67
3.4.1 Opintojaksojen toteuttaminen 68
3.4.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta 72
3.4.3 Opiskelijapalautteiden analyysi 73
3.4.4 Opintojaksojen jatkokehittäminen 74
3.5 Cleantech 75
3.5.1 Opintojaksojen toteuttaminen 75
3.5.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta 79
3.5.3 Opiskelijapalautteiden analyysi 81
3.5.4 Opintojaksojen jatkokehittäminen 84
3.6 Yhteistyö opintojaksojen suunnittelussa ja toteutuksessa 85
3.6.1 PLM-järjestelmän käyttöönotto ja käyttö oppilaitos-yhteistyössä 85
3.6.2 Oppilaitosyhteistyö hitsausharjoitusten toteuttamisessa 86
3.6.3 Sulautettujen järjestelmien käyttö oppilaitos-yhteistyössä 87
3.7 Yritysyhteistyö 87
4 OPINTOMODUULEIHIN HAKEUTUMINEN ... 89
4.1 Opintomoduulien tarjontaväylät 89
4.2 Opintomoduulien kohderyhmien löytäminen ja koulutus-tarpeen ennakoiminen 92
4.3 Opintomoduuleista tiedottaminen 96
5 TEKNIIKAN ALAN OPPIMISEN YRITYSYHTEISTYÖ, LAATU JA MENETELMÄT ... 99
5.1 Yritysklusterin aikaansaaminen 99
5.2 Yrityksissä oppimisen viitekehys 101
5.2.1 Lähtötilanne viitekehyksen implementoinnille 101
5.2.2 Viitekehyksen implementointi ja pilotointi yritysten kanssa 102
5.3 Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe 104
6 YHTEENVETO ... 107
6.1 Johtopäätöksiä ja kehittämisajatuksia jatkoon 107
6.2 Hankehallinnosta 108
LÄHTEET ... 110
LIITE 1. Metropolia Ammattikorkeakoulun PLM-järjestelmä ... 113

Tiivistelmä

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

Timo Junell & Pekka Stenfors (toim.). Insinöörien verkkokoulutus vastauksena rakennemuutokseen – Kokemuksia PoraKONE-hankkeesta

Kirjoittajat: Pekka Hautala, Timo Junell, Tero Karttiala, Kaj Lindedahl, Heikki Parviainen, Juha Porvali, Esa Toukoniitty, Vesa Rahkolin, Petri Pohjola, Sami Hämäläinen, Mika Nikander, Lauri Kosomaa, Jari Lahtinen, Tommi Paanu, Pekka Räisänen, Kai Saarinen, Pekka Salonen, Pekka Stenfors ja Pia Tulimaa.

PoraKONE – Paikalliseen rakennemuutokseen vastaaminen insinöörikoulutusta laajentamalla -hankkeessa kehitettiin uudenlainen tapa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin. Hankkeessa kehitettyä toimintamallia sovellettiin pilottikoulutuksissa kone-, energia-, ja meritekniikan toimittajaverkostojen tarpeisiin. Koneala on valittu nopean kokeilun kohteeksi, koska siinä osaavan työvoiman tarve on suuri lähitulevaisuudessa.

Tässä loppujulkaisussa esitellään tarkemmin valittujen alojen täydennyskoulutusten toteutuksia, jota olivat hankkeen keskeisiä toimenpiteitä. Nämä insinöörikoulutuksen sisältöä laajentavat opetusmoduulit suunniteltiin ja toteutettiin kokonaan tai lähes kokonaan etäopetuksena.

Käytännön kokemusten ja opiskelijapalautteiden lisäksi analysoimme myös eteen tulleita ongelmia ja niiden ratkaisuvaihtoehtoja jatkoa ajatellen. Osa haasteista liittyi teknisiin järjestelmiin ja oppimisympäristöihin, osa kiristyneisiin tietoturvavaatimuksiin. Kaikkia haasteita ei onnistuttu ennakoimaan hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Lisäksi kuvataan hankkeen hallinnoinnin toteutusta ja hankkeesta kertyneitä oppeja verkko-opintojaksojen toteutukseen insinöörikoulutuksessa. Mikä hienointa, hankkeessa kehitetyt opintojaksot tulevat eri muodoissa olemaan tarjolla avoimen ammattikorkeakoulun tarjonnassa. Suurin osa vieläpä täysin verkossa suoritettavina, mikä oli hankkeen tarkoituksenakin.

Tekijät

Pekka Hautala
TkL, osaamisaluepäällikkö, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 5.2.

Timo Junell
DI, lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Raportin toimittajana ja kirjoittajana luvussa 2.

Tero Karttiala
Insinööri (ylempi AMK), lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.1.

Kaj Lindedahl
DI, lehtori, puhtaat ja älykkäät ratkaisut / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.5.

Heikki Parviainen
DI, lehtori, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 4.

Juha Porvali
DI, tutkimusinsinööri, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 2.4.

Pekka Salonen
TkL, yliopettaja, ajoneuvo- ja konetekniikka / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 5.2.

Esa Toukoniitty
TkT, lehtori, puhtaat ja älykkäät ratkaisut / Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 2.3. ja 3.5.

Vesa Rahkolin
DI, projektipäällikkö, konetekniikka / Oulun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 2.4., 3.3., 3.6., 3.7. ja 5.1.

Petri Pohjola
DI, lehtori, teollisuusteknologia / Tampereen ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.4.1.

Sami Hämäläinen
DI, lehtori, projektipäällikkö / Tampereen ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.4.1.

Mika Nikander
DI, projektipäällikkö / Tampereen ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 2.4.3, 3.4. ja 3.6.

Lauri Kosomaa
DI, lehtori, meritekniikan koulutusvastaava / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.2.

Jari Lahtinen
TkT, yliopettaja, kone- ja meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.2.

Tommi Paanu
TkL, yliopettaja, moottori- ja energiateknologian koulutusvastaava / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.2.

Pekka Räisänen
TkT, yliopettaja, meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 5.3.

Kai Saarinen
FM, tietojenkäsittelytieteet; insinööri (AMK), laivatekniikka; lehtori, kone- ja meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvuissa 2.4. ja 3.2.

Pekka Stenfors
VTM, projektipäällikkö / Turun ammattikorkeakoulu. Raportin toimittajana ja kirjoittajana luvuissa 1., 3.7. ja 6.

Pia Tulimaa
DI, lehtori, meritekniikka / Turun ammattikorkeakoulu. Kirjoittajana luvussa 3.2.

1 Johdanto

Pekka Stenfors

Lähivuosina eläköitymässä oleva ikäluokka tuli aikanaan työmarkkinoille tilanteessa, jossa hankitun koulutuksen saattoi ajatella kantavan koko työuran. Nyt työurien pidentyessä ja työmarkkinoiden ollessa jatkuvassa murrostilanteessa on todettava, että nuorena hankittu osaaminen ei enää kanna uran loppuun.

Etenkin insinöörien osaamisvaatimukset ovat jatkuvassa muutoksessa kehittyvien työvälineiden ja -menetelmien myötä. Tämä korostuu työttömiksi jääneiden insinöörien kohdalla, joilla ei ole mahdollisuutta ylläpitää osaamistaan työnantajan tarjoamilla ohjelmistoilla. PoraKONE-hankkeessa kehitettiin uudenlaista tapaa vastata nopeasti insinöörien muuttuviin osaamistarpeisiin.

Tähän ovat sisältyneet muun muassa selvitykset koulutukseen hakeutumisen tavoista, insinööriosaamisen auditoinneista sekä etäopetuksesta teollisuuden järjestelmillä. Saatuja oppeja on sitten hyödynnetty kone-, energia-, ja meritekniikan alojen verkko-opintojaksojen laadinnassa ja pilotoinnissa. Esiin nousseisiin tarpeisiin on pyritty vastaamaan niin, että konealan koulutuksen laatu ja saatavuus paranevat jo hankkeen aikana ja erityisesti sen jälkeen.

Hankkeessa rakennetut opintomoduulit soveltuvat sekä toimialaa vaihtaville insinööreille että perustutkinnon laajentamista kaipaaville opiskelijoille. Näin pystytään pidentämään työuria ja turvaamaan osaavan työvoiman saatavuus työvoimatarpeen nopeissa muutoksissa. Hankkeessa pilotoituja opintokokonaisuuksia voidaan tarjota normaalin insinöörikoulutuksen laajentamiseen, täydentävän koulutuksen moduuleina, muuntokoulutuksessa, työvoimakoulutuksessa ja kaikille halukkaille avoimessa ammattikorkeakouluopetuksessa.

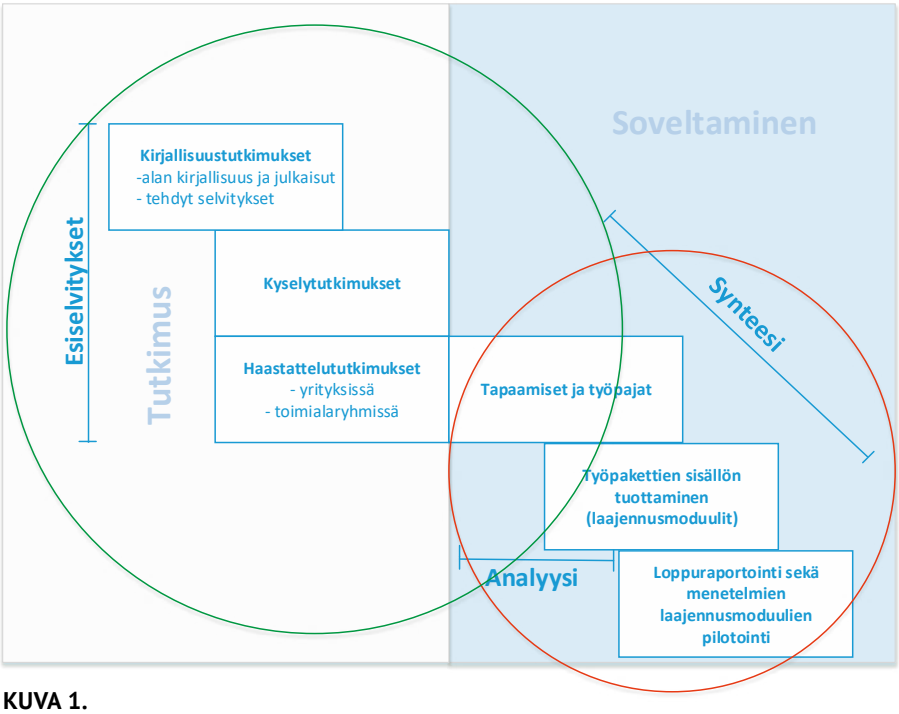
Kevään 2020 aikana on käynyt selväksi, että verkko-opintojen kehittäminen ja tarjoaminen on vastannut akuuttiin tarpeeseen. Paitsi Covid-19-pandemiaan vastaaminen, myös varautuminen tuleviin poikkeustilanteisiin edellyttää toimivia verkko-opetusmateriaaleja ja kattavaa paikasta riippumattomien opintojen tarjontaa. Tässä ammattikorkeakouluilla on vielä kehitettävää, mutta PoraKONE-hankkeen myötä on ainakin päästy hyvään alkuun.

2 Verkko-opetuksen ratkaisut PoraKONE -hankkeessa

2.1 Hankkeen tutkimuskatsaus

Timo Junell

PoraKONE-hankkeen käynnistyessä aloitettiin työpaketteihin ja opintomoduuleihin liittyvät esiselvitykset. Näissä lähdettiin liikkeelle kirjallisuustutkimuksilla, joissa selvitettiin työpakettien sisältöihin liittyvien aihepiirien nykytilaa. Myöhemmin hankkeessa toteutettiin kysely- ja haastattelututkimuksia työpakettien aihesisältöjen tarkentamiseksi sekä opintomoduulien hyvien toteutustapojen löytämiseksi.



KUVA 1.
PoraKONE-hankkeen tutkimusasetelma.

Kysely- ja haastattelututkimuksien jälkeen hankkeen työpaketeissa siirryttiin työstämään syntynyttä aineistoa työpajoissa yhdessä yritysten sekä 6Aika-alueen korkeakoulujen kanssa. Kerätyn aineiston ja materiaalien pohjalta aloitettiin työpakettien tekeminen ja opintomoduulien rakentaminen sekä pilotointi.

Kuvassa 1 on esitetty PoraKONE-hankkeen tutkimusasetelma ja hankkeen edistyminen. Kuvaan on merkitty vihreällä ympyrällä hankkeen väliraportissa kuvatut toimenpiteet ja punaisella ymypyrällä loppuvaiheen toimintaa. Kirjoitushetkellä hankkeen työpaketit ja opintomoduulit ovat valmistuneet. Suurin osa opintomoduulien opintojaksoista on myös ehditty pilotoimaan opiskelijoilla. Tässä raportissa kerrotaan lisää opintomoduulien rakentamisesta ja pilotoinnista saaduista kokemuksista.

2.2 Verkko-opetus

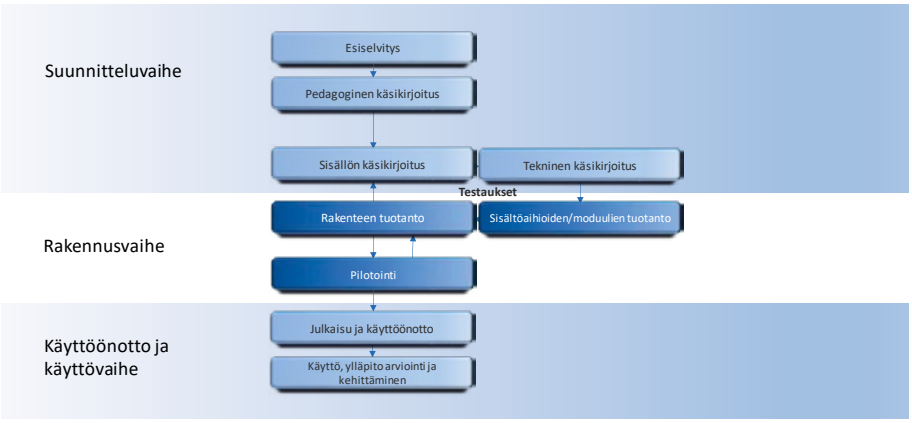
Timo Junell

2.2.1 Verkko-opetuksen suunnittelu ja toteutus

Verkko-opetusta voidaan toteuttaa eri tavoilla. Voidaan puhua etäopetuksesta, missä opettaja pitää luentoja luokkahuoneen sijasta verkossa videoneuvottelujärjestelmän avulla. Verkko-opintojakso on opintokokonaisuus, joka on laadittu verkon oppimisympäristössä suoritettavaksi. Lisäksi löytyy edellä mainittuja tapoja ja lähiopetusta yhdistäviä malleja, ns. hybridiopintojaksoja. Oli tapa mikä hyvänsä, niin opetuksen toteutus on hyvä suunnitella. Alla on esitetty malli (Kuva 2) verkko-opetuksen toteuttamiseksi ideoinnista valmiiksi opintojaksoksi.

Verkko-opetuksen laatiminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Alun suunnitteluvaiheessa suoritetaan esiselvitys, joka sisältää mm. ideoinnin, sisällöllisen ja teknisen toteutustavan ja tarvittavat resurssit. Tämän jälkeen siirrytään suunnittelussa käsikirjoitusvaiheeseen. Verkko-opetuksen tuottamiseen tarvitaan kolme käsikirjoitusta (Aho & Kullaslahti, 2006). Pedagoginen käsikirjoitus sisältää suunnitelman opettajan ja opiskelijan toiminnasta, oppimisen tukemisesta sekä vuorovaikutuksesta opintojaksolla.

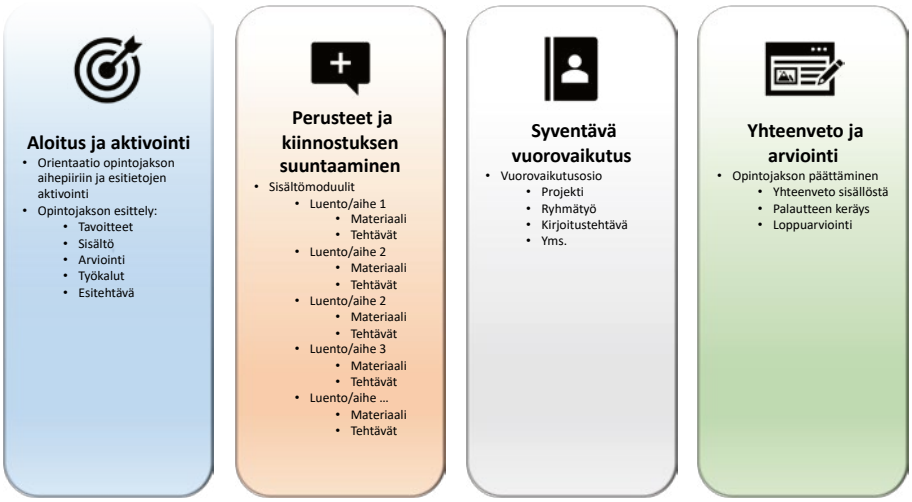
Pedagoginen käsikirjoitus toimii lähtökohtana sisällölliselle ja tekniselle käsikirjoitukselle. Sisällön käsikirjoitus sisältää verkko-opetuksen materiaalin (kalvot, videot yms.) ja tehtävien sekä oppimisympäristön rakenteen suunnittelun. Tekninen käsi-



KUVA 2.
Verkko-opetuksen toteuttamisen vaiheet (mukailtu Aho & Kullaslahti, 2006).

kirjoitus sisältää opetuksen tietoteknisen toteutuksen kattaen oppimisympäristön sekä tarvittavien ohjelmistojen ja laitteiden valinnat.

Rakennusvaiheessa tehdään käsikirjoituksien pohjalta oppimateriaali, oppimistehtävät sekä mahdolliset tentit. Myös oppimisympäristö ja tietotekniset ratkaisut sekä mahdolliset opetuksessa käytettävät ohjelmistot ja laitteet tehdään valmiiksi. Tässä vaiheessa voidaan myös mahdollisuuksien mukaan testata tai pilotoida opintojaksoa.



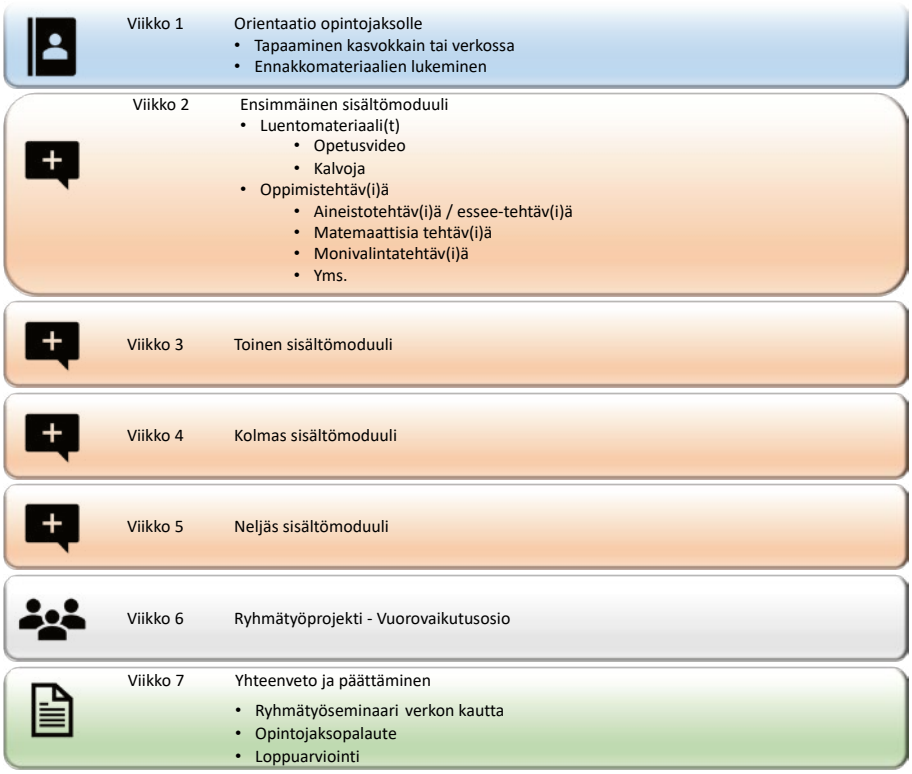
KUVA 3.
Verkko-opintojakson perusrakenne.

Käyttöönotto- ja käyttövaiheessa rakennettu verkko-opetuskokonaisuus julkaistaan opiskelijoille ja sitä kehitetään ja päivitetään jatkuvan parantamisen periaatteella.

Verkkototeutusten arviointiin ja verkko-oppimateriaalin laadunhallintaan löytyy erilaisia kriteeristöjä eri näkökulmista sekä työkaluja. eAMK-hankkeessa on luotu verkkototeutusten laatukriteereitä (Varonen & Hohenthal 2017) ja *Verkko-oppimisen muotoilukirja*sta (Huhtanen 2019) löytyy myös työkaluja sekä tarkastuslistoja toteutuksen arviontiin ja kehittämiseen.

Aalto-yliopiston & Huhtasen 2019 mukaan verkko-opintojakson perusrakenne tai runko luento- tai moduulipohjaiselle opintojaksolle voidaan jakaa neljään vaiheeseen:

1. Aloitus ja aktivointi
2. Perusteet ja kiinnostuksen suuntaaminen
3. Syventävä vuorovaikutus
4. Yhteenveto ja arviointi.



KUVA 4.
Esimerkkirakenne verkko-opintojaksolle (mukaillen Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli. 2019).

Verkko-opintojakson perusrakenteen suunnittelun pohjalta voidaan verkko-opintojakso pilkkoa luento-, moduuli- tai aihetasoilla tarkemmin osiin. Verkko-opintojakson voi lisäksi osittaa ajallisesti esimerkiksi aihe per viikko. Johtuen verkko-opetuksen vähäisemmästä vuorovaikutuksesta verrattuna lähiopetukseen, on opintojakson sisällön seuraaminen ja kokonaisuuden seuraaminen vaativampaa opiskelijoille. Tästä syystä opintojakson aiheiden ositus ja sisällön pilkkominen sekä rakenteellinen selkeys on välttämätöntä, jotta opiskelijat pysyvät opetuksessa mukana ja oppivat. Kuvassa 4 on esitetty esimerkkirakenne verkko-opintojaksolle.

Verkko-opintojakson rakentaminen vaatii paljon erilaista osaamista. Vaikka sama henkilö voi toimia useissa rooleissa, niin verkko-opetuksen laatimisessa on hyvä käyttää varattujen resurssien ja mahdollisuuksien mukaan asiantuntijoita esimerkiksi opetusvideoiden tai grafiikan teknisessä toteutuksessa. Verkko-opetuksen tuotannossa on todettu tarvittavan seuraavanlaisia toimijoita:

- Tuottaja tai projektipäällikkö vastaa toiminnan organisoinnista ja tuotannon etenemisestä. Hallitsee tuotantoprosessin kokonaisuutena ja sopii tekijänoikeudet, aikataulun ja budjetin. Hoitaa yhteydenpidon sekä tiedottamisen.

- Pedagoginen käsikirjoittaja suunnittelee opiskelijan ja opettajan toiminnan, vuorovaikutuksen ja oppimisen opintojaksolla.

- Sisällön käsikirjoittaja suunnittelee opintojakson oppimisprosessin, oppimateriaalin sisällön, oppimistehtävät, ohjauksen ja vuorovaikutuksen sekä oppimista tukevat verkkotyökalut yhdessä pedagogisen käsikirjoittajan kanssa.

- Graafikko luo visuaalisen ilmeen oppimateriaalille.

- Video-, äänisuunnittelija tai animaattori tuottavat mediaelementtejä opintojaksolle.

- Verkkoympäristön esim. oppimisympäristön tekninen tuki (oppilaitoksen tietohallinto) jakaa ympäristöntunnukset ja perustaa työtilat sekä huolehtii ympäristön ylläpidosta.

- Verkko-opintojakson tekemisessä saatetaan tarvita lisäksi opetusvideoiden käsikirjoittajaa, joka toimii yhteistyössä sisällöntuottajien kanssa. Myös näyttelijää tai ääninäyttelijää voidaan opetusvideoiden tekemisessä käyttää. Lisäksi ohjelmoijaa voidaan tarvita rakentamaan oppimisympäristöön tarvittavia toimintoja yhdessä oppilaitoksen tietohallinnon kanssa. (mukailtu Aho & Kullaslahti, 2006)

2.2.2 Verkko-opintojakson tekemiseen ja ylläpitoon vaadittavat resurssit

Kuten moneen muuhunkin työhön voi verkko-opintojakson tekemiseen käyttää vähän tai paljon resursseja. Myös verkko-opintojakson toteuttamisen tai ylläpidon vaatimat resurssit voivat vaihdella. Keskeisimmät resurssit ovat käytettävissä oleva työaika, oppimisympäristöt ja ohjelmistot, lisenssimaksut sekä tarvittavat laitteet. Verkko-opintojakson tekemiseen kuluva aika voi olla jotain välillä 25–500 h (onlinecoursehow.com-sivusto). Tai tekemiseen kuluva aika voi olla kokonaisuudessaan viisi kuukauttakin (SUNY Broome Community College -verkkosivut).

Kaikki tämä riippuu pitkälti opintojakson halutusta sisällöstä – materiaaleista, oppimistehtävistä ja valitusta oppimisympäristöstä sekä pedagogisesta ratkaisusta. Suuri vaikuttava tekijä on myös, miten laadukas verkkokurssista materiaalien tai oppimistehtävien suhteen halutaan. Paljon videoita tai animaatioita sisältävän verkko-opintojakson tekeminen kestää lähtökohtaisesti kauemmin. 3–5 minuutin pituisen, kohtuullisen laadukkaan, opetusvideon tekemiseen menee aikaa noin 10 tuntia (Erappu-verkkosivut). Vastaavasti animoituun videoon kuluu aikaa jonkin verran enemmän.

Myös opetusmateriaalin – esimerkiksi luentokalvojen – tekeminen kestää, jos siinä on paljon piirrettyjä kuvia, kaaviota tai taulukoita. Verkko-opintojakson tekeminen vaatii myös oppimisympäristön sekä mahdollisia ohjelmistoja ja laitteita sisällön opettamiseen. Nämä voivat aiheuttaa huomattaviakin kustannuksia ja ne on otettava huomioon opintojakson suunnittelussa. Esimerkkeinä näistä ovat oppimisympäristöjen ja ohjelmistojen lisenssimaksut sekä laiteinvestoinnit.

Valmiin verkko-opintojakson järjestäminen sekä ylläpito vie myös lähtökohtaisesti työaikaa. Opintojaksolla olevien opiskelijoiden määrä vaikuttaa hallinnollisen ja vuorovaikutteisen työn määrään. Opiskelijoiden lisääminen opintojaksolle, arvioinninanto ja opiskelijoilta tuleviin viesteihin vastaaminen on vielä pitkälti manuaalista työtä. Opiskelijoiden kanssa tapahtuva vuorovaikutus, esimerkiksi verkkoseminaarit, neuvonta ja muu kysymyksiin vastaaminen, vie aikaa. Suurin osa vuorovaikutuksesta verkko-opintojaksolla on pedagogisesti järkevää suorittaa opettajan ja opiskelijan kesken, mutta nykyään joihinkin oppimisympäristöihin on saatavilla digitaalinen oppimisavustaja eli chatbot (Oppimisanalytiikkaselvitys 2020). Digitaalinen oppimisavustaja osannee ohjata opiskelijaa eteenpäin ainakin yksikertaisimmissa ongelmissa ilman, että opettajan tarvitsee puuttua asiaan.

Verkko-opintojakson opetusratkaisuilla on myös suuri vaikutus toteutuksen aikana tarvittavaan työn määrään. Yksi esimerkki tästä ovat oppimistehtävät ja tentit. Jos opintojaksolla on paljon manuaalista työtä vaativia tehtävän tai tentin tarkastuksia, vie tämä luonnollisesti paljonkin työaikaa. Eri oppimisympäristöissä on nykyisin mahdollista automatisoida ainakin osa oppimistehtävien ja tenttien tarkastuksista. Toisaalta ihan kaikkia tehtäviä ei ole myöskään pedagogisesti järkevää automatisoida. Lisäksi oppimisympäristöissä tekoäly ei ole vielä niin kehittynyt, että se osaisi tarkistaa esimerkiksi esseetyyppisiä tehtäviä. Selkeiden matemaattisten tehtävien, joissa on ns. yksi vastaus, tarkistaminen toimii kuitenkin automaattisesti osassa oppimisympäristöistä. Myös vertaisarviointia on mahdollista käyttää tehtävien tarkastustapana.

Kuten kaikessa opetuksessa myös verkko-opetuksessa täytyy opetusmateriaalia ja oppimistehtäviä aika ajoin päivittää. Jos opetusmateriaali opintojaksolla on pääosin esimerkiksi videomuodossa, voi päivittäminen pahimmillaan tarkoittaa koko videon uudelleen tekemistä. Myös kuvien sekä animaatioiden päivittäminen materiaaleihin saattaa viedä paljonkin aikaa. Lisäksi eräät automaattitarkastusta käyttävät oppimistehtävät oppimisympäristöissä ovat ongelmallisia, koska niiden päivittäminen tarkoittaa käytännössä tehtävän uudelleen luomista. Verkko-opintojakson päivittämisessä pitää hyvin paikkansa sanonta: ”Onko kiire vai tehdäänkö tietokoneella”.

2.2.3 Verkko-opintojaksotyyppejä

Verkko-opintojakso

Verkko-opintojakso (Online Course, Web-based Course) toteutetaan kokonaan internetin välityksellä. Se on suunniteltu toimimaan oppimisympäristössä tai -alustassa, jossa opiskelijoille jaetaan opiskelumateriaali, annetaan tehtävät ja harjoitukset sekä järjestetään mahdolliset tentit. Verkko-opintojakso voidaan järjestää tiettynä ajankohtana tai se voi olla jatkuvasti käynnissä oleva nonstop-tyyppinen toteutus. Verkko-opintojakso voidaan toteuttaa täysin ajasta ja paikasta riippumattomana, jolloin opiskelija etenee opintojaksolla omaan tahtiinsa.

Verkko-opintojakso voidaan vastaavasti toteuttaa niin, että opiskelijalta vaaditaan osallistumista opetukseen tiettyyn aikaan (reaaliaikainen) tai opintojaksolla on esimerkiksi viikoittaiset tehtävän palautukset (deadline) sekä tiettyyn ajankohtaan ajastettu tentti. (Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli 2019; University of Oregon 2020)

Hybridiopintojakso

Hybridiopintojaksolla (Hybric Course, Blended Learning) opetus on siirretty suurimmalta osalta verkkoon. Opintojaksolla on kuitenkin lähiopetusta, mutta selvästi verkko-opetusta vähemmän. Esimerkiksi opintojakson luennot on voitu siirtää verkkoon ja laboraatiot pidetään lähiopetuksena kasvokkain. (Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli 2019; University of Oregon 2020)

Käänteinen opintojakso

Käänteinen opintojakso (Flipped Course) yhdistää perinteistä lähiopetusta ja digitaalista oppimista. Käänteisessä opettamisessa opettajat tallentavat luentonsa videomuotoon. Opiskelijat katsovat etukäteen ennen oppitunnille saapumistaan opettajan tekemän videon käsiteltävästä aiheesta ja mahdollisesti tekevät myös aiheeseen liittyvän lyhyehkön tehtävän. Tämän menettelyn etuna on, että opiskelija pystyy valmistautumaan tunnilla käsiteltävään aiheeseen omassa tahdissaan ja hänelle parhaiten sopivaan ajankohtaan.

Oppitunnin alussa opettaja voi pitää tietoiskuja, joissa hän selittää opiskelijoille lisää käsiteltävän aiheen vaikeista kohdista. Opiskelijat opiskelevat oppitunnillakin omaan tahtiinsa opettajan tukemana. Oppitunnilla opettaja toimii fasilitaattorina tai couchaajana eikä perinteisenä luennoitsijana opiskelijoiden edessä. Toisin sanoen opettaja toimii käänteisesti. Hän on oppitunnilla opiskelijoiden taustalla eikä edessä. (Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli 2019; University of Oregon 2020)

MOOC

MOOC (Massive Open Online Course) on verkko-opintojakso, joka on suunniteltu rajoittamattomalle tai suurelle opiskelijajoukolle. Toinen sen erityispiirre on avoimuus, kuka tahansa voi osallistua opintojaksolle. Lisäksi MOOC-opintojaksot ovat suurelta osin ilmaisia. Nämä piirteet erottavat MOOC-opintojakson perinteisestä verkko-opintojaksosta. Suuren osallistujamäärän vuoksi MOOC-opintojakson arviointi (tehtävät, tentit) on suurelta osin automatisoitu tai se on toteutettu vertaisarvioinnilla. MOOC-opintojaksoilla käytetään esimerkiksi Coursera-, Udemy-, Udacity- tai edX- oppimisalustoja. (Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli 2019; University of Oregon 2020)

2.3 Digitaaliset oppimisympäristöt – käyttäjänäkökulma

Esa Toukoniitty ja Timo Junell

Viime vuosien aikana digitaalisten oppimisympäristöjen käytöstä on tullut arkea kaikissa oppilaitoksissa (Kaarakainen M-T, Kaarakainen S-S, Tanhua-Piiroinen, Viteli, Syvänen ja Kivinen 2017, s. 40). Moni opettaja ja opiskelija on pakon edessä ottanut käyttöön oppimisalustan ja koronakevät 2020 pakotti viimeisimmätkin digitalisaation vastustajat tähän muutokseen. Ne, jotka ovat pidempään – vuosia tai vuosikymmenen – hyödyntäneet digitaalisia oppimisalustoja, ovat huomanneet, että tarjonta on valtavaa ja jatkuvassa muutoksessa. Valittavissa on satoja alustoja ja tuhansia sovelluksia, toiset häviävät nopeasti ja toiset sinnittelevät vuosia. Vain harva sovellus tai alusta kuitenkaan vakiinnuttaa asemansa käyttäjien keskuudessa (Merisalo & Silmälä 2017, s. 12–35).

Vakiintuneiden alustojen käyttöä puoltaa mm. tietoturva, käyttäjätuki, käyttäjäkoulutus, verkon (mm. Facebook) käyttäjäyhteisöt ja esimerkkimateriaali ja muut ohjeistukset (YouTube-videot), joista voi olla paljon apua ongelmatilanteissa ja alkuun pääsyssä. Vakiintuneiden alustojen etuna on myös se, että niitä kehitetään jatkuvasti niin, että toiminnallisuus säilyy muuttuvassa toimintaympäristössä.

2.3.1 Oppimisympäristöjen ominaisuuksia

Digitaalisuuden myötä on alettu puhua fyysisen oppimisympäristön rinnalla digitaalisista oppimisympäristöistä tai -alustoista (eng. Learning Platform, Learning Management System, LMS). Tässä keskitytään käsittelemään muutaman käytössä olevan jo vakiintuneen oppimisympäristön ominaisuuksia ja käytettävyyttä opettajan ja opiskelijan kannalta.

Opettajalle tärkeitä ominaisuuksia:

- Alustan perustaminen, koostaminen ja muokkaus – onko työlästä vai intuitiivista, onnistuuko rakenteen muokkaus ja muuttaminen jälkikäteen? Onko helppo monistaa alustaa uusille toteutuksille kokonaan tai vain osia? Voidaanko sisältöä käyttää muilla alustoilla?
- Osallistujien hallinta, lisääminen ja poistaminen alustalta. Toimiiko vain oman organisaation sisällä vai avoin kaikille?
- Alustan yhteensopivuus muiden sovellusten ja sisältöjen kanssa.
- Yleinen käytettävyys – PC, tabletti, mobiili, intuitiivisuus ja helppous.
- Arviointi, käsin vai automaattisesti, siirtyvätkö arvosanat tai osasuoritukset helposti esim. opintorekisteriin.
- Oppimisanalytiikka ja palaute opiskelijalle. Pystyykö opettaja seuraamaan opiskelijan tekemistä kurssin aikana ja antamaan palautetta helposti.
- Sisällön ja opetusmateriaalin jakaminen.
- Tehtävien ja harjoitusten tekeminen, palaute opiskelijalle, arviointi.
- Viestintä ja tiedottaminen.
- Vuorovaikutteisuus – keskustelualueet.
- Yhteistoiminnallisuus – mahdollistaako osallistujien ryhmätyöskentelyn ja yhdessä tekemisen?
- Eriyttäminen – onko mahdollista tarjota osallistujille räätälöityjä sisältöjä ja polkuja?

Oppilaalle tärkeitä ominaisuuksia:

- Liittyminen alustalle. Onko automaattista vai vaatiiko monia välivaiheita? Toimiiko vain oman organisaation sisällä vai onko avoin kaikille?
- Tehtävien arviointi ja edistymisen seuranta, käsin vai automaattisesti, näkyykö helposti opiskelijalle vai vasta kurssin lopussa. Siirtyvätkö arvosanat helposti opintorekisteriin.

- Oppimisanalytiikka ja palaute opiskelijalle. Onko kurssin edetessä mahdollista saada palautetta vai vain lopussa arvosanojen ja pisteiden muodossa.
- Sisällön ja opetusmateriaalin jakaminen – helppous, muokattavuus.
- Tehtävien ja harjoitusten tekeminen ja palauttaminen – saako palautetta, korjausehdotuksia, arvioinnin.
- Yleinen käytettävyys – PC, tabletti, mobiili, intuitiivisuus ja helppous.
- Viestintä ja tiedottamien – kulkevatko viestit myös organisaation ulkopuolisille vai vain sisäisesti?
- Vuorovaikutteisuus – keskustelualueet – onko kaikilla mahdollisuus osallistua ja aloittaa uusia keskusteluja?
- Henkilökohtaisen ohjauksen ja kysymysten käsittelyn mahdollisuus.
- Yhteistoiminnallisuus – mahdollistaako osallistujien ryhmätyöskentelyn ja yhdessä tekemisen?
- Eriyttäminen – onko mahdollista tarjota osallistujille räätälöityjä sisältöjä ja polkuja osaamisen ja henkilökohtaisen tilanteen mukaan (esim. työt ja muut aikataulut).

Juuri koskaan opettaja tai opiskelija ei tarvitse oppimisalustan kaikkia yllä mainittuja ominaisuuksia, eikä juuri mikään yksittäinen tarjolla olevista alustoista pysty kaikkia listattuja ominaisuuksia tarjoamaan. Usein muutamalla ominaisuudella saadaan laadittua mielekäs ja ketterästi toimiva sekä opiskelijaa että opettajaa miellyttävä kurssikokonaisuus. Etukäteen on myös täysin mahdotonta sanoa, miten alustan käyttäjät kokevat sen, miten intuitiivista oli käytettävyys juuri kyseiseen tarpeeseen ja kyseiselle henkilölle. Alustan soveltuvuus selviää kokeilemalla ja siksi kannattaa rohkaistua kokeilemaan eri alustoja. Rutiinin ja kokeilujen myötä löytyy omiin tarkoituksiin sopivat ja järkevät alustavaihtoehdot.

Satojen alustojen joukosta löytyy ilmaisia ja maksullisia vaihtoehtoja. Viime vuosina on yleistynyt käytäntö, että ilmaisversiona tarjotaan perusversiota, joka ei sisällä kaikkia toimintoja, mutta sillä pääsee alkuun (esimerkkeinä ThingLink ja Padlet). Toinen vaihtoehto on kokeiluversio, joka toimii vain muutaman viikon ja sen jälkeen alustan käyttö edellyttää maksullisen version hankintaa (esimerkiksi MoodleCloud).

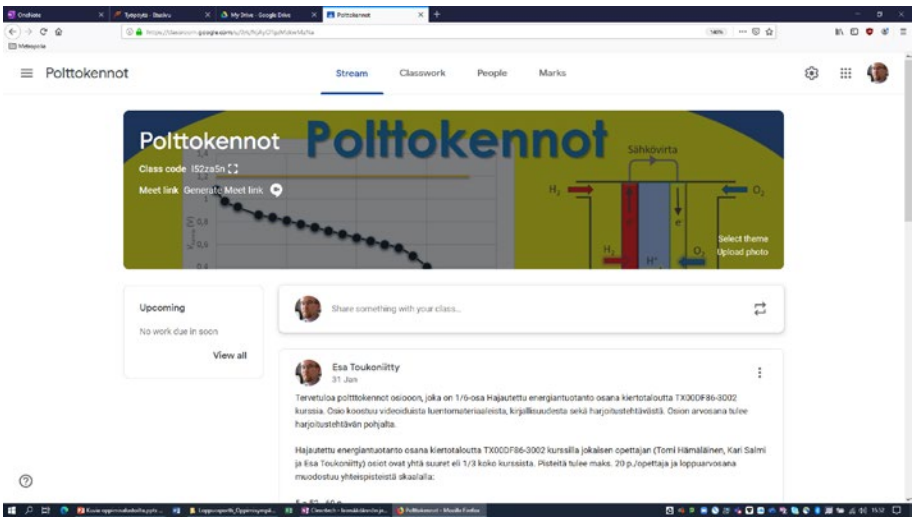
Ilmaisen oppimisalustan käyttöönotossa on paljon riskejä ja onkin suositeltavaa käyttää maksullisia ja oppilaitoksen hyväksymiä vaihtoehtoja. Suurimmat riskit ilmaisversioiden käytössä liittyvät tietosuojaan. Lisäksi käyttäjätuen saaminen tai alustan jatkuvuus pitkällä aikavälillä ovat ilmeisiä ilmaisalustan riskejä. Pitkän aikavälin jatkuvuus ei ole taattu millään alustalla eli myös oppilaitoksen lisenssit voivat syystä tai toisesta päättyä, jolloin alustalle tehty sisältö ja työ häviävät.

EU:n yleisen tietosuoja-asetuksen (GDPR) voimaantulon myötä on oppimisalustan valinta helpottunut merkittävästi. Käytännössä oppimisalusta pitää valita oppilaitoksen ostamista hyväksytyistä alustoista tai edessä on pitkä tietoturvakäsittely ennen uuden alustan mahdollista hyväksymistä ja käyttöönottoa. Suomessa ja maailmalla alan jättien Googlen ja Microsoftin tarjoamat alustat ovat käytössä lähes kaikissa oppilaitoksissa ja näiden tietoturva on kunnossa. Myös kaikki maksulliset oppilaitoksen käytössä olevat alustat voi ottaa huoletta käyttöön.

2.3.2 Oppimisympäristöjen esittely

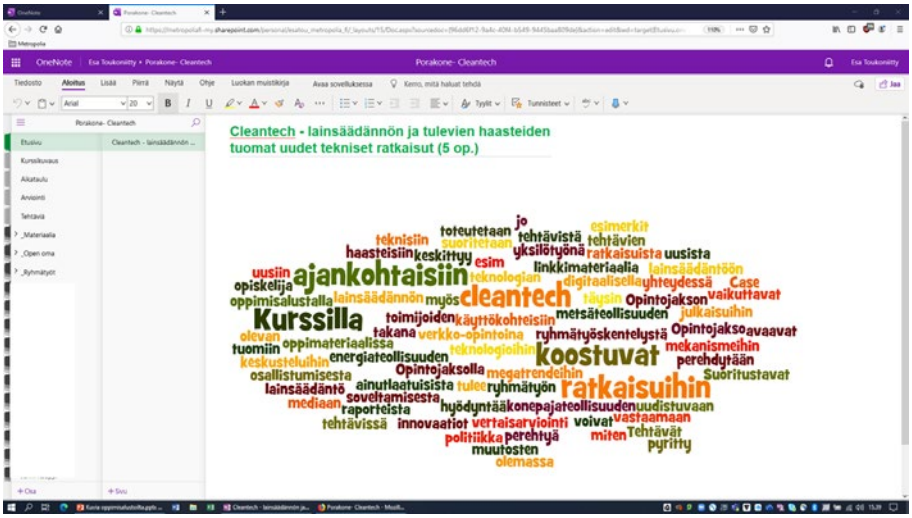
Seuraavassa on vertailtu muutamia yleisiä oppilaitoksissa käytössä olevia järjestelmiä: Google Apps for Education (GAFE), Microsoftin O365 Education -paketti ja Moodle. Lisäksi mukaan vertailuun on otettu Metropolia Ammattikorkeakoulun käytössä oleva sisäinen oppimisympäristö ja opintojaksojen hallintatyökalu Oma. Vertailussa ei ole mukana Turun ammattikorkeakoulun Optima-oppimisympäristöä, koska se on poistumassa käytöstä. Edellä mainituista järjestelmistä voidaan erottaa muutamat selkeät oppimisympäristöt ja -alustat:

- Classroom (Google)
- OneNote Class Notebook (Microsoft)
- Teams (Microsoft)
- Moodle (avoin lähdekoodi – open source)
- Oma (Metropolia).



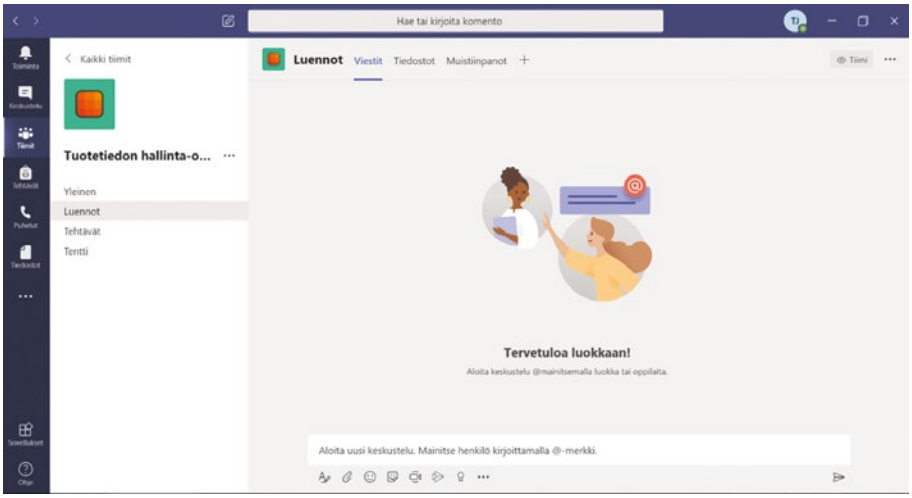
KUVA 5. Google Classroom.

Classroom on Googlen virtuaalinen oppimisympäristö (Kuva 5). Se kehitettiin sujuvoittamaan ja yksinkertaistamaan tehtävien jakamista ja arviointia sekä mahdollistamaan opettajien ja opiskelijoiden välistä kommunikointia. Näiden mahdollistamiseksi Google Classroomiin on liitetty Googlen muita työkaluja, kuten mm. Drive, Sheets, Slide, Forms ja Calender. Classroomissa opettaja pystyy jakamaan opiskelumateriaalia linkkeinä, tiedostoina tai videoina. Tehtäviä opiskelijat pystyvät palauttamaan joko tiedostoina tai esim. vastauksina Formsissa. Google Classroomissa opettaja pystyy kommentoimaan ja arvioimaan opiskelijan palauttamia tehtäviä sekä seuraamaan opiskelijan edistymistä opintojaksolla. (Google Classroom. 2020)



KUVA 6.
Onenote Class Notebook.

Microsoftin OneNote Class Notebook (Kuva 6) on selainpohjainen oppimisympäristö. Ympäristö on rakennettu Microsoftin OneNote-muistikirjasovelluksen päälle. OneNote Class Notebookilla opettaja voi jakaa materiaalia sekä teettää ja arvostella oppimistehtäviä. Opettajat voivat luoda sovelluksella opintojakson yhteisen työtilan lisäksi myös oman työtilan (muistikirjan) jokaiselle opiskelijalle, jota muut opiskelijat eivät näe. Yksityiseen työtilaan voi opettaja luoda juuri kyseiselle opiskelijalle yksilöityjä tehtäviä. Sovellukseen voi muodostaa opiskelijoista myös ryhmiä ryhmätöitä varten. (OneNote Class Notebook, 2020)



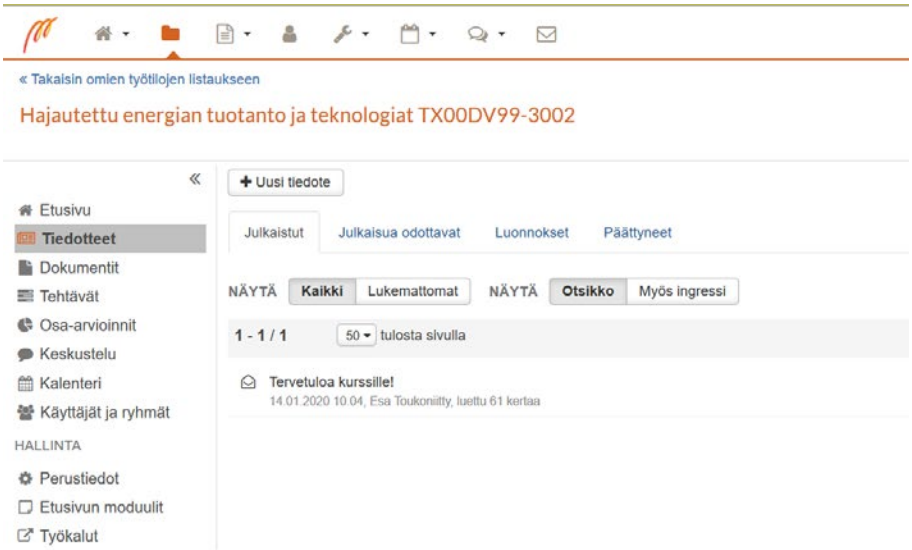
KUVA 7.
Microsoft Teams.

Microsoft Teams (Kuva 7) on ensisijaisesti ryhmätyöalusta keskusteluita ja tiedostojen jakamista varten, mutta sitä voi hyödyntää myös oppimisympäristönä. Teamsiin on viime aikoina tehty useita versiopäivityksiä, joiden myötä siitä on tullut varsin monipuolinen oppimisympäristö. Teamsiin on myös integroitu Microsoftin Office 365 -sovellukset suoraan käytettäviksi.

Kuva 8.
Moodlen oppimisympäristö.

Lisäksi siihen voi yhdistää muitakin sovelluksia ja pilvipalveluita. Teamisissa onnistuu opetusmateriaalin (tiedostot, videot ja linkit) jako sekä tehtävien teettäminen ja videoyhteydellä toteutettu etäopetus. Teamsiiin odotetaan ilmestyväksi pienryhmätyöskentelyn mahdollistava breakout room -toiminto. Myös opiskelijoiden palauttamien tehtävien kommentointi ja arviointi onnistuvat Teamsissa. (Microsoft Teams 2020)

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) on avoimen lähdekoodin virtuaalinen verkko-oppimisympäristö. Moodlen on kehittänyt Martin Dougiamas ja se on ohjelmoitu PHP-kielellä. Moodle toimii Windows-, Linux- ja MacOS-käyttöjärjestelmissä. Moodlen oppimisympäristöä (Kuva 8) voidaan hyödyntää eri etäopetus- ja verkko-opetusmuodoissa, esim. hybridiopintojaksoissa tai käänteisessä opetuksessa. Moodlessa toteutetuissa opintojaksoissa opetusmateriaali voidaan esittää erilaisilla tavoilla, kuten esimerkiksi perinteisinä luentokalvoina tai interaktiivisina opetusvideoina. Lisäksi Moodlessa on erilaisia tehtävä sekä tenttitehtävätyyppejä sekä pelejä, joilla on mahdollista luoda monipuolista oppimista. Tehtävien ja tenttien arviointiin voidaan käyttää erilaisia arviointimenetelmiä ja Moodlessa on myös opiskelijan edistymisen seurantatyökalu. (Moodle.org 2020)



KUVA 9.
Opintojakson työtila OMAssa.

OMA (Kuva 9) on Metropolia Ammattikorkeakoulun intraan rakennettu opintojakson hallintatyökalu. Jokaiselle opettajan pitämälle opintojaksolle luodaan oma työtila. Opintojakson työtilan kautta onnistuvat tiedottaminen, dokumenttien, linkkien ja tehtävien jakaminen ja arviointi. Myös keskustelualue sekä opintojaksokohtainen kalenteri löytyvät työtilasta. Työtilaan voidaan linkittää myös muita oppimisympäristöjä ja pilvipalveluita. (OMA, 2020)

2.3.3 Oppimisympäristöjen vertailua

Alla vertaillaan oppimisympäristöjen ominaisuuksia sekä opettajan että opiskelijan kannalta. Vertailuun valittujen oppimisalustojen kehitys on nopeaa ja versiopäivitysten myötä uusia, paranneltuja ominaisuuksia tulee jatkuvasti lisää. Vertailussa kannattaa huomioida, että organisaatiosta ja lisenssistä johtuvia eroavaisuuksia voi myös esiintyä riippuen siitä, mitkä ominaisuudet on ostettu tai otettu käyttöön. Taulukossa 1 löytyy koottuna vertailua oppimisympäristöjen ja -alustojen ominaisuuksista opettajan näkökulmasta ja taulukossa 2 on oppimisympäristöjä vertailtu opiskelijan näkökulmasta. Taulukoissa vihreä väri sekä sen sävyt tarkoittavat hyvää, toimivaa ominaisuutta oppimisympäristöissä. Punainen väri tarkoittaa puuttuvaa tai huonosti toimivaa ominaisuutta.

Oppimisympäristön tai -alustan perustaminen vaatii aina jonkin verran työtä. Opintojakson työtilan perustaminen Moodlessa vaatii useimmissa oppilaitoksissa paikallisen HelpDeskin apua. Näin voi myös olla vanhan työtilan kopioimisen suhteen. Opintojakson työtilan tilauksen käsittelyaika voi olla pitkäkin. Osassa oppilaitoksia opintojakson työtilan voi opettaja luoda itsekin. Metropolia Ammattikorkeakoulun OMAn opintojakson työtila on perusasetuksineen valmiina ja sen käyttö vaatii vain vähän muokkausta.

Opintojakson työtilan voi muokata monipuolisesti tarkoitukseen sopivaksi kaikissa oppimisympäristöissä. OMAssa muokkaus on kaikkein rajallisinta, kun taas Moodlessa mahdollisuuksia on eniten. Opintojakson työtilan monistamista, kopiointia ja uudelleenkäyttöä ei välttämättä tule ajatelleeksi perustamisvaiheessa, mutta kaikkia oppimisympäristöjä voi tietyissä rajoissa kopioida ja uudelleen käyttää myös vain osina. Moodlesta ja OneNote Class Notebookista voi tehdä varmuuskopioita, jotka eivät ole käyttäjäsidonnaisia.

Osallistujien hallinnointi ja lisääminen oppimisalustalle on työläintä OneNote Class Notebookissa, jossa ainoa vaihtoehto on lisätä jokainen opiskelija erikseen nimen tai

TAULUKKO 1.
Oppimisympäristöjen ominaisuuksien vertailua opettajan näkökulmasta.

Ominaisuus	Oma (Metropolia)	Class Notebook (Microsoft)	Teams (Microsoft)	Classroom (Google)	Moodle
Alustan perustaminen	Helppoa, valmiina kurssin alkaessa	Perustetaan erikseen, vaatii työstämistä	Perustetaan erikseen, vaatii työstämistä	Perustetaan erikseen, vaatii työstämistä	Hankalaa, pitää tilata erikseen ja työstää
Työtilan sisällön ja rakenteen koostaminen ja muokkaus.	Yksinkertainan, muokkaus ertittäin rajattua	Helppoa, paljon mahdollisuuksia	Helppoa, paljon mahdollisuuksia	Helppoa, paljon mahdollisuuksia	Erittäin monipuolinen, mutta vaatii aikaavievää valmistelutyötä
Monistaminen ja uudelleenkäyttö uusille toteutuksille kokonaan/osina	Onnistuu	Onnistuu	Onnistuu	Ok, tietyin osin	Onnistuu
Voidaanko sisältöä käyttää sellaisenaan muilla alustoilla?	ei	ei	ei	ei	ei
Osallistujien hallinta, lisääminen ja poistaminen alustalta	Kyllä. Osallistujat lisättynä automaattisesti alustalle	Kyllä, mutta osalistujat pitää lisätä yksitellen.	Kyllä. Lisäys yksitellen tai ilmoittautumiskoodilla (rajoitetusti)	Kyllä. Lisäys yksitellen tai ilmoittautumiskoodilla	Kyllä. Lisäys erikseen tai ilmoittautumiskoodilla
Toimiiko myös oman organisaation ulkopuolisille	Ei	Ei	Kyllä (rajoitetusti)	Kyllä	Kyllä
Alustan yhteensopivuus muiden sovellusten ja sisältöjen kanssa	Rajoitettu	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä	Hyvä
Käytettävyys	Intuitiivinen, mutta rajallinen	Intuitiivinen ja monipuolinen	Intuitiivinen ja monipuolinen	Intuitiivinen	Hankala ja työläs. Ei intuitiivinen
Arviointi, käsin vai automaattisesti,	Käsin	käsin	käsin	käsin	käsin ja automaattisesti
Siirtyykö arvosanat tai osasuoritukset helposti esim. opintorekisteriin.	Kyllä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä
Materiaalien jakaminen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tehtävien ja harjoitusten jako, palautus	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tehtävien automaattinen arviointi	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Tehtävien kirjallinen palaute	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tehtävien video/ääni palaute	EI	Kyllä	ei	ei	Kyllä
Tehtävien automaattinen palaute	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Viestit ja tiedottaminen osallistujille	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Vuorovaikutteisuus - keskustelualueet	Kyllä	EI	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Yhteistoiminnallisuus - mahdollistaako osallistujien ryhmätyöskentely ja yhdessä tekemisen	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Eriyttäminen - onko mahdollista tarjota osallistujille räätälöityjä sisältöjä ja yksilöllisiä polkuja	Ei	Ei	Ei	Ei	Rajoitetusti

sähköpostin perusteella. Classroomissa ja Moodlessa opiskelija voi lisätä itsensä ilmoittautumiskoodilla tai -avaimella. Teamsissa löytyy sama ominaisuus, mutta vain oman organisaation opiskelijoille. Taulukon 1 (opettaja) ympäristöistä vain Classroom ja Moodle hyväksyvät suoraan käyttäjiä oman organisaation ulkopuolelta. Tämä voi olla merkittävä rajoite, kun suunnitellaan opintojaksoja laajempaan jakoon organisaatiorajojen yli ja se voi aiheuttaa ylimääräistä hallinnollista työtä.

Kaikki oppimisympäristöt OMAa lukuun ottamatta ovat hyvin yhteensopivia muiden sovellusten kanssa. OMAan sovelluksia on mahdollista linkittää. Opettajanäkökulmasta kaikki muut alustat Moodlea lukuun ottamatta ovat käytettävyydeltään intuitiivisia.

Tehtävien automaattinen arviointi on mahdollista rakentaa suoraan vain Moodlessa. Materiaalin ja tehtävien jakaminen onnistuu kaikilla alustoilla samoin kuin kirjallisen palautteen antaminenkin. Moodle on tehtävien asetusten ja ominaisuuksien

TAULUKKO 2.
Oppimisympäristöjen ominaisuuksien vertailua opiskelijan näkökulmasta.

Ominaisuus	Oma (Metropolia)	Class Notebook (Microsoft)	Teams (Microsoft)	Classroom (Google)	Moodle
Liittyminen alustalle	Helppoa, valmiina kun opettaja hyväksyy ilmoittautumisen	Hankalaa. Vaatii pilvipalvelujen hyväksynnän* ja opettajan lisäämään jokaisen erikseen alustalle	Vaatii pilvipalvelujen hyväksynnän*, mutta onnistuu koodilla rajoitetusti tai opettajan lisäämänä	Vaatii pilvipalvelujen hyväksynnän*, mutta onnistuu koodilla tai opettajan lisäämänä	Onnistuu koodilla tai opettajan lisäämänä
Toimiiko myös oman organisaation ulkopuolisille	Ei	Ei	Kyllä, mutta rajoitetuimmin oikeuksin.	Kyllä	Kyllä
Alustan yhteensopivuus muiden sovellusten ja sisältöjen kanssa	Rajoitettu	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä	Hyvä
Henkilökohtaisen ohjauksen ja kysymysten käsittelyn mahdollisuus	Ei	Kyllä, opiskelijan henkilökohtaisella alueella	Rajoitetusti	Rajoitetusti	Kyllä
PC käytettävyys	Kyllä	Työpöytä sovellus ja online	Työpöytä sovellus ja online	Työpöytä sovellus ja online	Online
Tabletti ja mobiili käytettävyys	Ei toimi kunnolla	Kyllä, erillinen sovellus, jossa rajoitetut toiminnot	Kyllä, erillinen sovellus, jossa rajoitetut toiminnot	Kyllä, erillinen sovellus, jossa rajoitetut toiminnot	Kyllä, erillinen sovellus.
Käytettävyys yleisesti	Intuitiivinen ja yksinkertainen, mutta rajalliset toiminnot	Intuitiivinen ja monipuolinen	Intuitiivinen ja monipuolinen	Intuitiivinen	Hyvä, mutta riippuu työtilan asetuksista ja rakenteesta
Siirtyykö arvosanat tai osasuoritukset helposti esim. opintorekisteriin.	Kyllä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä	Ei, vaatii työstämistä
Materiaalien jakaminen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tehtävien ja harjoitusten jako ja palautus alustalle	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tehtävien ja harjoitusten palaute opiskelijalle kirjallisesti	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Opettajan muokaus ja korjaus suoraan palautettuun tehtävään	Ei	Kyllä	EI	Ei	Ei
Tehtävien ja harjoitusten palaute ääni tai videotiedostona opiskelijalle	EI	Kyllä	EI	Ei	Kyllä
Tehtävien automaattinen arviointi	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Tehtävien automaattinen palaute	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Viestit ja tiedottaminen osallistujille	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Vuorovaikutteisuus - keskustelualueet	Kyllä	EI	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Oppimisanalytiikka	Ei	EI	Ei	Ei	Rajoitetusti
Yhteistoiminnallisuus - mahdollistaa ryhmätyöskentely ja yhdessä tekemisen	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Eriyttäminen - onko mahdollista tarjota osallistujille räätälöityjä sisältöjä ja yksilöllisiä polkuja	Ei	Ei	Ei	Ei	Rajoitetusti

* Tehdään vain kerran opintojen alussa/aikana.

suhteen monipuolisin. Tehtävien palautus Classroomissa voidaan hoitaa Forms-sovelluksella, jolloin on mahdollista antaa automaattisesti palautetta opiskelijan vastauksista. Tehtävien ääni- ja videopalaute on mahdollista Moodlessa ja OneNote Class Notebookissa. Keskustelualue ja viestien lähetystoiminnot löytyvät kaikista valmiina paitsi OneNote Class Notebookista.

Taulukossa 2 (opiskelija) on kuvattu oppimisympäristöjen tai -alustojen ominaisuuksia opiskelijan näkökulmasta. Opiskelijalle OMAan liittyminen on helpointa ja alussa uutena järjestelmänä Microsoft Teams ja OneNote Class Notebook ovat

kokemuksien perusteella kaikkein hankalimpia. Opiskelijat käyttävät oppimisympäristöjä hyvinkin paljon mobiililaitteilla, mikä onnistuu erillisellä sovelluksella kaikkien muiden alustojen paitsi OMAn kanssa. Mobiilisovellukset ovat ominaisuuksiltaan supistettuja ja kaikkia toimintoja ei ole käytettävissä samassa laajuudessa kuin selaimessa tai työpöytäsovelluksessa.

2.3.4 Yhteenveto oppimisympäristöistä

Vertailuun pyrittiin ottamaan käyttäjämäärältään suurimmat oppilaitoskäytössä olevat järjestelmät, jotka täyttivät oppimisympäristön määritelmät. Oppimisympäristöjen vertailuun valittiin viisi ympäristöä, eikä sitä näin ollen voi pitää kattavana otoksena ympäristöistä. Lisäksi eri organisaatioiden välillä oppimisympäristöjen käytettävissä olevissa toiminnoissa voi olla eroja versioiden ja lisenssien välillä. Kaikkia oppimisympäristöjä kehitetään jatkuvasti ja uusi toimintoja lisätään sekä bugeja korjataan. Esitellyistä viidestä vaihtoehdosta Moodle on selkeästi monipuolisin, mutta toisaalta vaikein päästä alkuun ja opintojakson työtila on siinä työläin rakentaa.

Oppimisalustan valintaan vaikuttaa ennen kaikkea sen saatavuus oppilaitoksessa, tietoturva ja käyttövaatimukset siitä, mitä toimintoja ja ominaisuuksia halutaan sisällyttää alustalle. Jos tarkoitus on vain tiedottaa, jakaa materiaalia ja kerätä tehtävän palautuksia, niin melkein mikä tahansa alusta on riittävä. Kun vaatimukset kasvavat, niin vaihtoehtojen määrä vähenee. Toisaalta kaikkia ominaisuuksia ei tarvitse sisällyttää varsinaiselle oppimisalustalle, vaan toiminnallisuutta voidaan helposti lisätä linkittämällä sopivia sovelluksia. Valinnassa painavat myös käyttäjien aiemmat kokemukset alustoista.

2.4 Hankkeessa hyödynnetyt ohjelmistot, tilat ja laitteet

2.4.1 PLM-järjestelmän käyttöönotto oppilaitoksessa

Juha Porvali

PDM-/PLM-ohjelma, ohjelmisto vai järjestelmä?

Tuotetiedon hallintaan (engl. Product Data Management, PDM) ja tuotteen elinkaaren hallintaan (engl. Product Lifecycle Management, PLM) keskittyvät ohjelmat ovat lähes kaikille yrityksille arkipäivää, PDM-/PLM-ohjelmia pitäisi oikeastaan kutsua

ohjelmistoiksi, sillä ne koostuvat useamman eri ohjelman yhdistelmästä ja myös palvelintason asennuksista. Tyypillistä näille ohjelmistoille on, että varsinainen tietokanta ja tallennustila ovat palvelinympäristössä, jolla tarkoitetaan yrityksen sisäverkkoon kytkettyä palvelinta tai erillistä ulkopuolista internetyhteyden päässä olevaa palvelinta esimerkiksi pilvipohjainen ratkaisu. Suunnitteluinsinöörille nämä ohjelmistot näyttäytyvät päivittäisessä työssä esimerkiksi tietokoneavusteisen suunnitteluun (CAD) tarkoitetun ohjelman yhteydessä ja dokumentoinnin tallennuksessa.

Palvelimeen käyttäjä ottaa yhteyden erillisellä työpöytä- tai selainpohjaisella ohjelmalla, joka näyttää käyttäjälle palvelimella sijaitsevan tietokannan sisältämää tietoa ja tarjoaa mahdollisuuden tallentaa tietokantaan uutta tietoa tai muokata siellä olevaa tietoa. Ohjelmistoa hankkivan tai sen jo hankkineen yrityksen tuotteista, käytännöistä ja organisaatiorakenteesta riippuen näiden ohjelmistojen tietokantojen sisällöt ja ohjelmiston ulkoasu ovat yleensä räätälöitävissä soveltumaan juuri kyseisen yrityksen tarpeisiin. Yrityksen tavoitteet ohjelmistojen suhteen ovat selvät: niiden käytöllä pyritään vähentämään esimerkiksi suunnittelussa tapahtuvien virheiden määrää. (Sääksvuori and Immonen 2008; Dassault Systèmes 2020)

Tyypillisesti yrityksen käyttämät digitaaliset suunnitteluohjelmat tai -ohjelmistot ovat integroitavissa PDM-/PLM-järjestelmän kanssa. Tällöin tallennustilana toimii palvelimen kovalevy ja tiedoston tallennus tuottaa merkinnän myös PDM-/PLM-ohjelmiston tietokantaan. (NX Integration 2020). Ohjelmiston pystyy yleensä myös kytkemään yrityksen muihin ohjelmiin tai ohjelmistoihin erikseen luodulla rajapinnalla (Microsoft Office Integration 2020).

Kaikki tämä räätälöinti, integrointi ja rajapintojen luominen tarkoittavat sitä, että PDM-/PLM-ohjelmiston hankinta ja käyttöönotto eroavat merkittävästi tavallisen työpöytäohjelman tai -ohjelmiston hankinnasta ja käyttöönotosta. Merkittävimpänä erona työpöytäohjelmiston hankintaan on se, että ohjelmiston lisäksi täytyy myös hankkia palvelin tai palvelimen käyttöoikeus.

Palvelinohjelmiston asennukset, työasema-asennukset ja järjestelmän muokkaaminen yrityksen tarpeita vastaavaksi kuuluvat käyttöönottoprosessiin, kun taas yksittäinen ohjelma asennetaan työasemalle ja on heti valmis käytettäväksi. PDM-/PLM-ohjelmistojen toimittajat kuitenkin tyypillisesti tarjoavat palveluita ohjelmiston käyttöönoton helpottamiseksi sen hankkivalle yritykselle. PDM-/PLM-ohjelmistojen käyttöön liittyy tyypillisesti yrityksissä sääntöjä, esimerkiksi tietokantaan tallennettavien nimikkeiden on oltava englanninkielisiä. Ohjelmiston ja ohjelmiston

käyttöön liittyvien sääntöjen ja muiden käytäntöjen yhdistelmää voidaan sitten kutsua PLM-järjestelmäksi.

Yrityksen alihankintaverkostolla voi olla myös pääsy yrityksen PLM-järjestelmään. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että alihankkijan työasemilta on pääsy palvelimelle, jolla yrityksen ohjelmisto on käynnissä. Pääsy voidaan suorittaa joko selainpohjaisella tai työpöytäohjelmalla. Pääsy asiakkaan järjestelmään tuo mukanaan alihankkijan lupauksen pitäytyä kyseisen yrityksen PLM-järjestelmän käyttösäännöissä. Alihankintaverkoston käyttämille käyttäjätunnuksille voidaan asettaa tietojen näkyvyys- tai käyttörajoitteita. (Sääksvuori & Immonen 2008, s. 136–137)

Yksinomaan opetuskäyttöön suunnattua PLM-/PDM-ohjelmistoa ei ole mielekästä lähteä etsimään, sillä kaikki järjestelmät pohjautuvat samaan teoriaan tuotteen elinkaaresta ja tiedon hallinnasta. Ohjelmistojen valintakriteereissä voidaan kuitenkin poiketa yritysmaailman kriteereistä. Ohjelmistojen sisäisissä rakenteissa voi olla eroja, mutta kaikki pelaavat lähes samoilla pelisäännöillä. Ei ole myöskään mielekästä yrittää saada opiskelijasta kaikkien ohjelmistojen asiantuntijaa, vaan olisi syytä valita yksi ohjelmisto. Sen käyttäminen edesauttaa opiskelijaa pärjäämään samankaltaisten ohjelmistojen kanssa tulevaisuudessa. Valittua ohjelmistoa käytetään opetuksessa teorian tukena ja sen sisältöä voidaan muokata siten, että harjoitustehtävissä pystyy näkemään teorian toteutuvan käytännössä.

PDM-/PLM-järjestelmän valintakriteerit oppilaitosympäristössä

Pelkästään oppilaitoskäyttöön valittavan PDM-/PLM-ohjelmiston valintakriteerit poikkeavat hieman tavanomaisen yrityksen valintakriteereistä. Oppilaitokselle tärkeitä asioita ovat järjestelmän helppokäyttöisyys, ohjelmiston käytön määrä teollisuudessa, käyttöliittymien yleismaailmallisuus, yhteensopivuus jo olemassa olevien ohjelmien kanssa ja hankintakustannukset. Riippuen oppilaitoksen muusta toiminnasta myös esimerkiksi projektien ohjelmistolle asettamat vaatimukset saatetaan ottaa huomioon. Ohjelmiston käyttöliittymien yleismaailmallisuus kriteerinä on tavanomaisen yrityksen valintakriteereistä poikkeava, sillä yrityksen ei ole tarkoitus kouluttaa järjestelmänsä käyttäjiä seuraavan työnantajan tarpeita ajatellen. Lisäksi oppilaitos voi ottaa huomioon valinnassaan myös esimerkiksi lähialueen suuret yritykset tai järjestelmät, mutta kovin suurta painoarvoa ei sille kannata asettaa.

Valintakriteerien painoarvot vaihtelevat oppilaitos- ja henkilökuntakohtaisesti. Hankintakustannuksia varmasti käsitellään eri tavalla tavanomaisessa yrityksessä, sillä oppilaitoksen hankinnoissa harvoin pohditaan esimerkiksi käsitettä

takaisinmaksuaika. Oppilaitoksessa voidaan kuitenkin pohtia mahdollisten projektien läpimenoaikaa, hankitun järjestelmän vaikutusta siihen ja tämän kautta saatuihin taloudellisiin etuihin.

Oppilaitosten tulee myös erityisesti ottaa huomioon henkilötietojen käsittelyä koskevat asiat ohjelmistossa. Varsinainen tietokanta ja tuotetun tiedon tallennustila sijaitsevat palvelimella, johon otetaan yhteyttä ja kirjaudutaan käyttämällä jotakin käyttäjätunnusta. Tämä tarkoittaa sitä, että palvelimella säilytetään myös henkilötietoja, mikä luetaan henkilötietojen käsittelyksi. Henkilötietoja on luokiteltu suoriksi tunnisteiksi, vahvoiksi/epäsuoriksi tunnisteiksi ja välillisiksi/epäsuoriksi tunnisteiksi, joista esimerkiksi opiskelijanumero sijoittuu vahvaksi/epäsuoraksi tunnisteeksi ja nimen mukainen sähköpostiosoite suoraksi tunnisteeksi.

Oppilaitoksen on noudatettava henkilötietojen käsittelyä koskevaa kansallista ja kansainvälistä lainsäädäntöä, johon kuuluu esimerkiksi General Data Protection Regulation (GDPR). Riippuen oppilaitoksen tietosuojapolitiikasta, näiden ohjelmistojen valintakriteerit voivat poiketa oppilaitoskohtaisesti toisistaan hieman, koska kyseessä on aina tulkinta laeista ja asetuksista. (EUR-Lex - 32016R0679 - EN - EUR-Lex 2020, Yleinen tietosuoja-asetus (GDPR) 2020)

Käyttöoikeusvaatimukset oppilaitosympäristössä

Tavanomaisen teollisuusyrityksen hierarkia saattaa poiketa melko paljonkin oppilaitosympäristön hierarkiasta, joka johtuu lähinnä teollisuusyrityksen koosta. Oppilaitosympäristössä käyttäjille on asetettava eri oikeuksia. Siellä hierarkian pohjalla ovat opiskelijat, joiden käyttäjäoikeuksia on syytä rajoittaa, jotta järjestelmään ei tulisi ongelmatilanteita.

Ongelmatilanteita voi syntyä, kun opiskelija pystyy muuttamaan ohjelmistosta sellaisia asetuksia, joita hänen ei pitäisi pystyä muuttamaan. Opiskelijoiden pitäisi kuitenkin pystyä luomaan tietokantaan esimerkiksi nimikkeitä ja tuomaan sinne dokumentteja. Tavanomaisen yrityksen tapauksessa nämä olisivat lähes rivisuunnittelijoita vastaavilla käyttöoikeuksilla, ehkä jopa hieman supistetuilla. Kuitenkin voi olla opintojaksoja, jotka liittyvät aiheisiin, joihin tavallisella suunnittelijalla ei ole oikeuksia, jolloin opiskelijan käyttöoikeuksia pitäisi pystyä myös säätämään opintojaksokohtaisesti.

Opettajien tarvitsemat käyttäjäoikeudet määritellään riippuen PLM-ohjelmiston käyttöön liittyvistä säännöistä ja kuinka ne on sovittu, esimerkiksi ovatko opinto-

jaksot verrattavissa tavanomaisen yrityksen projekteiksi. Mikäli opintojaksot ovat ns. projekteja, täytyy lehtoreilla olla kyky luoda näitä projekteja, hallinnoida niitä ja mahdollisuus lisätä tai poistaa käyttäjiä projekteista. Lisäksi lehtoreilla olisi syytä olla kyky ratkaista esimerkiksi käyttäjätunnuksiin opintojakson aikana liittyviä ongelmia. Tyypillisesti yrityksessä kaiken voivaa käyttäjää kutsutaan esimerkiksi tietokannan ylläpitäjäksi (engl. database administrator, dba).

IT-tuen merkitys oppilaitoksen ohjelmiston käytössä ja käyttöönotossa vaihtelee varmasti oppilaitoksittain ja se riippuu vahvasti valitun ohjelmiston käyttöönottoon ja käyttöön asetetuista resursseista. Pienimmillään IT-tuki ei osallistu ohjelmiston käyttöön millään tavalla, vaan kaikki ohjelmiston käyttöön liittyvä jää teknisten pääkäyttäjien tai lehtorien vastuulle. Vaihtoehtoisesti IT-tuki voi olla vastuussa ohjelmiston käyttöön liittyvistä alustusprosesseista, kuten käyttäjien lisäämisestä, käyttäjäoikeuksista ja erilaisten järjestelmän sisäisten ryhmien säännöistä. IT-tuen rooli tavanomaisen teollisuusyrityksessä liittyen PLM-/PDM-ohjelmistoon voi olla lähempänä jälkimmäistä vaihtoehtoa. Oppilaitosympäristössä IT-tuen rooli voi olla jostain näiden kahden ääripään väliltä.

Oppilaitoksessa voi kuitenkin olla muutakin ohjelmistoa ja järjestelmää hyödyntävää toimintaa, kuten projektitoiminta. Siihen liittyy yleensä kahdenlaista henkilöstöä, projektipäälliköt ja projekti-insinöörit. Oletetaan, että oppilaitoksen projekteja käsitellään samalla tavalla kuin opintojaksoja. Tällöin projektipäälliköiden järjestelmään liittyvien käyttöoikeuksien tulisi vastata samoja käyttöoikeuksia kuin lehtoreilla. Projektipäälliköiden pitäisi pystyä luomaan projekteja ja asettamaan niiden jäseniksi projekti-insinöörejä samaan tapaan kuin lehtorit luovat opintojaksoja ja lisäävät opintojaksoille opiskelijoita. Projekti-insinöörit vaatisivat suurin piirtein samat käyttöoikeudet kuin suunnitteluinsinööri tavanomaisessa yrityksessä, jotta suunnittelutyöt onnistuvat.

Opetustoiminnan ja projektitoiminnan huomattavampana erona on kuitenkin tiedon säilyvyyden tärkeys ja tiedon eheys. Opetustoiminnalle tiedon säilyvyys ei ole niin kriittistä kuin projektitoiminnalle. Siinä syntyvää tietoa saatetaan tarvita myöhemmin, jos projektin aikana syntyneisiin fyysisiin tuotteisiin joudutaan tekemään muutoksia. Tiedon pitäisi olla kuitenkin sellaista, etteivät asiattomat pääsisi sitä sotkemaan edes vahingossa.

Tämän lisäksi oppilaitoksen henkilökunnan ja oppilaiden henkilötietojen käsittely- tai säilytysajassa on myös eroja. Henkilökunta on yleisesti pidempään talossa kuin

opiskelijat, joiden tulisi ainakin valmistua noin neljässä vuodessa. Projektit voivat olla sisällöltään projektin ulkopuolisilta henkilöiltä salassa pidettäviä. Tällaista materiaalia pitäisi pystyä piilottamaan projektiin kuulumattomilta henkilöiltä. Projektitoiminnan järjestelmän käyttöön, kuten esimerkiksi työnkiertojen sisältöön ja tarpeeseen, vaikuttaa projektihenkilökunnan määrä ja projektien tyypilliseen kulkuun liittyvät asiat.

2.4.2 VPN-yhteyden hyödyntäminen ohjelmistojen etäkäytössä

Kai Saarinen

Turun ammattikorkeakoulun toteuttama opintojakso **Laivan rakenteiden mallintaminen** toteutetaan suunnittelujärjestelmällä, jonka lisensointi edellyttää suojattua yhteyttä käyttäjän ja lisenssipalvelun välillä. Turun ammattikorkeakoulussa ei tällaista ollut aiemmin tarjota opiskelijoiden käyttöön. Hankkeen toteutuminen edellytti opiskelijoiden käyttöön tarkoitetun VPN-yhteyden käyttöönoton.

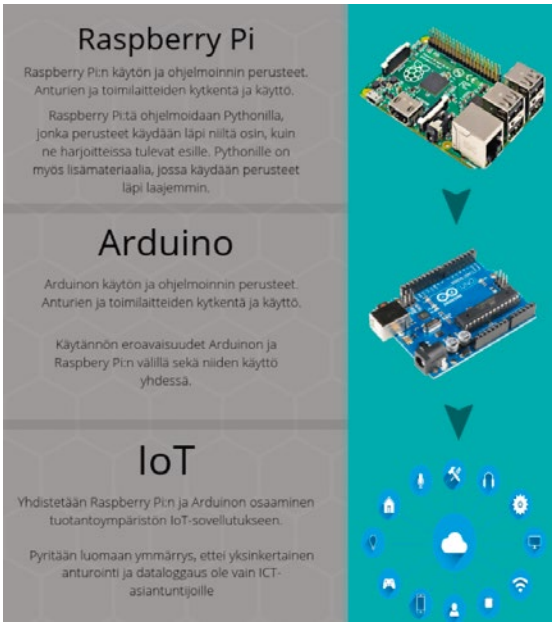
Ensimmäisessä vaiheessa tarkasteltiin ja määritettiin vaatimuksia ammattikorkeakoulun verkon ulkopuolelta tulevalle verkkoliikenteelle. Samalla toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun oma OpenVPN-pohjainen VPN-yhteys. Sen asennuksen jälkeinen tietokoneen asetusten konfigurointi oli monivaiheinen. Syksyn 2019 aikana toteutetun laajemman testauksen yhteydessä kävi ilmi, että opiskelija-VPN-sovelluksen käytön ongelmat aiheuttivat runsaasti yhteydenottoja testauksessa olevilta opiskelijoilta. Tämä ja opiskelijaryhmien ja yhteydellä välitettävien palveluiden hallinta havaittiin olevan liian raskaita ylläpitää suurilla opiskelijamäärillä.

Näiden kokemusten perusteella alkuvuodesta 2020 Turun ammattikorkeakoulussa aloitettiin muiden vaihtoehtojen kartoittaminen. Lopulta päädyttiin ottamaan käyttöön eurooppalaisten korkeakoulujen kehittämä EduVPN-sovellus. Siinä opiskelijoiden käyttöoikeuksien hallinta on vähemmän työllistävää ja käyttäjien autentikoinnissa on mahdollista hyödyntää jo olemassa olevia palveluita. Käyttäjän tunnistautumisessa käytetään korkeakouluissa entuudestaan käytössä olevaa Haka-kirjautumista. EduVPN-sovelluksen asentaminen, käyttöönotto ja käyttö on helppoa kokemattomallekin tietokoneen käyttäjälle.

2.4.3 Digitaalisuusharjoituksissa käytettävät laitteistot

Mika Nikander

Tässä kokonaisuudessa toteutetaan kolme kappaletta digitaalisuusharjoituksia, jotka liittyvät tyypillisen teollisen valmistussolun perustoimintoihin (Kuva 10).



KUVA 10.
Digitaalisuusharjoitukset ryhmille -kurssin sisältö.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan tämä kurssi oli tarkoitus järjestää osittain pienryhmäopetuksena TAMKin tiloissa, mutta koronatilanteen takia sisältö jouduttiin sovittamaan kokonaan etäopetukseen soveltuvaksi. Vuoden 2019 puolella toteutettu Raspberry PI -osio voitiin toteuttaa osittain TAMKin tiloissa, mutta Arduino- ja IoT-osiot toteutettiin kokonaan etäopetuksena keväällä 2020.

Raspberry PI -harjoitteissa opetellaan perusteet Raspberryn käytöstä tietokoneena sekä sensoridatan lukemista ja LEDin ohjaamista sen avulla.

Arduinon käytön ja ohjelmoinnin perusteissa käydään lävitse anturien ja toimilaitteiden kytkentä ja käyttö.

IoT-harjoituksessa hyödynnetään Raspberry PI - ja Arduino-osaamista datan keräämisessä pilvipalvelussa.

Jokainen moduuli koostuu komponenttien oikeasta kytkennästä ja siihen liittyvistä ohjelmistokoodeista. Tarkoitus on saada henkilöt kokemaan onnistumisia edistymisen aikana, joten oikeat koodit toimitetaan aina sisältökohtaisesti oppimisen tueksi. Lähtökohtana on, että henkilön ei tarvitse osata etukäteen tiettyjä asioita voidakseen edetä kurssilla. Tarvittava teoria on pyritty tekemään mahdollisimman helppolukuiseksi.

2.4.4 Hitsaamon vaatimukset IWS-koulutuksessa

Vesa Rahkolin

Oulun ammattikorkeakoulun toteuttama monimuotoinen hitsausneuvojakoulutus (IWS) perustuu kansainvälisiin vaatimuksiin. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys (SHY) toimii hyväksyttynä organisaationa valvoen pätevöintikoulutusta Suomessa.

Yhtenä tärkeänä opintojakson osana ovat käytännön hitsaamoharjoitukset. Tässä osassa opiskelija hitsaa opettajan ohjaamana eri kaarihitsausprosesseilla. Tavoitteena on, että opiskelija tutustuu käytännössä hitsausprosesseihin sekä osaa tunnistaa ja ratkaista hitsaukseen liittyvät tyypillisimmät ongelmatilanteet.

Kansainvälinen ohjeistus asettaa vaatimuksia hitsaamolle, näytepaloille ja menettelyohjeille. Nämä vaatimukset varmistetaan siten, että SHY auditoi koulutuksen järjestäjän. Useassa ammattioppilaitoksessa annetaan kansainväliseen hitsaajan (IW) tutkintoon johtavaa koulutusta. Tällaisen oppilaitoksen hitsaamo on auditoitu ja hitsaamon vaatimukset täyttävät myös insinööritasoisen IWS-, IWT- ja IWE-pätevöintikoulutuksen vaatimukset.

Hitsaamossa tulee olla riittävä määrä hyvin varustettuja suorituspaikkoja, joiden ilmastointi ja valaistus on asianmukaisesti järjestetty. Hitsaamoharjoitukset voidaan toteuttaa esimerkiksi pareittain, joten jokaiselle oppilaalle ei tarvitse olla omaa suorituspaikkaa. Turvallisuusnäkökohdat tulee olla otettu huomioon. Opiskelijoilla tulee olla henkilökohtaiset suojavarusteet (vaatetus, silmäsuojaimet ja tarvittaessa kuulosuojaimet).

Opintojaksolla harjoitellaan seuraavilla hitsausprosesseilla:

- Puikkohitsaus 111
- MIG/MAG-hitsaus 131/135/136/138
- TIG-hitsaus 14
- Kaasuhitsaus 311 ja kaasuleikkaus 81.

Koulutuksen sisältöön kuuluu myös muita hitsausprosesseja, jotka voidaan toteuttaa demonstraationa, videoesityksenä tai yritysvierailujen yhteydessä. Lisäksi mittalaitteet, joilla todennetaan hitsausparametrit, on oltava saatavilla ja ne ovat joko kalibroitu tai validoitu.

Koulutuksessa annetaan perehdytys rikkovaan (DT) ja rikkomattomaan aineenkoetukseen (NDT). Laboratorioharjoituksia ja esityksiä varten oppilaitoksella tulee olla käytettävissä DT- ja NDT-tutkimukseen sekä metallurgiseen tutkimukseen sopivat laitteet. Osa DT- ja NDT-laitteista voidaan esitellä myös vierailemalla esimerkiksi akkreditoidussa testauslaboratoriossa.

Oppilaitoksen vaatimuksiin kuuluvat myös hitsatut näytekappaleet. Niiden hitsauksen tulee olla dokumentoitu. Dokumentti voi olla esimerkiksi hitsausohje. Näytekappaleet tulee olla hitsattu opetettavilla hitsausprosesseilla ja -materiaaleilla. Vaatimuksena on, että näytekappaleita on hitsattu vähintään yksi kutakin hitsausprosessia kohden. Lisäksi vaaditaan näytekappaleet laser-, piste-, plasma- ja kitkahitsaukselle.

Näytekappalekokoelmaan sisältyy myös syövytettyjä ja kiillotettuja makrohieitä, jotka kuvaavat opetettaville hitsausprosesseille ominaisia hitsausvirheitä. Silmämääräiseen tarkastukseen tulee olla asianmukaisia mittavälineitä (viivoittimet, mittanauhat, työntömitat, rakomitat, sädetulkit, suurennuslasit).

Radiografinen kuvasto tai vastaavasti dokumentoituja kuvia virheistä ja näytekappaleista tulee olla käytettävissä käytännön NDT-harjoituksia varten. Rikkovassa aineenkoetuksessa on oltava kutakin menetelmää (isku-, veto- ja taivutuskokeet) kuvaava koesauva. Hitsausaineiden säilytys, varastointi ja käsittely tulee toteuttaa asianmukaisesi valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Hitsaamoharjoituksissa on erittäin tärkeää ottaa huomioon työturvallisuusnäkökohdat. Ensimmäinen hitsaamopäivä on hyvä aloittaa perehdyttämällä opiskelijat työturvallisuuteen ja hitsaustyöpisteeseen.

3 Opintomoduulit

PoraKONE-hankkeen keskeisenä toimenpiteenä insinöörien osaamisen laajentamiselle ovat hankkeessa laaditut opintomoduulit. Niiden on tarkoitus sopia kone-, energia- ja meritekniikan alojen opiskelijoille sekä näille aloille vaihtaville insinööreille. Kunkin moduulin koko on 15 opintopistettä, mikä vastaa opiskelijan 2,5 kuukauden täysipäiväistä työmäärää. Opintopisteiden jakautuminen moduulin sisällä eri opintojaksoihin vaihteli hieman ammattikorkeakoulujen kesken, mikä perustuu valittuihin aiheisiin sekä vallitseviin käytäntöihin.

Metropolia Ammattikorkeakoulu teki **Digitaalinen tuotetieto -** ja **Cleantech-**moduulit. Molemmat koostuvat kolmesta viiden opintopisteen opintojaksosta. Turun ammattikorkeakoulu toteutti **Meritekniikan** opintomoduulin, joka koostuu viidestä eri laajuisesta opintojaksosta. Oulun ammattikorkeakoulun **Erikoislujat teräkset ja hitsaus** -moduuli sisältää kaksi opintojaksoa. Tampereen ammattikorkeakoulu vastasi **Teollisuustalouden** opintomoduulin toteutuksesta, mikä sisältää viisi kolmen opintopisteen opintojaksoa.

Opintojaksojen toteutustavoissa on eroja, jotka johtuvat osittain opetettavien kokonaisuuksien luonteesta ja osittain kunkin ammattikorkeakoulun käytössä olevista verkko-opetusympäristöistä. Toisaalta halusimme hankkeessa kokeilla erilaisia lähestymistapoja verkko-opetukseen, jotta voisimme arvioida näiden toimivuutta insinöörien koulutuksessa jatkokehitystä ajatellen. Opintojaksoista löytyykin piirteitä aiemmin kuvatuista tyypeistä verkko-opintojaksojen lisäksi sekä hybridiopintojaksosta että MOOC:sta.

3.1 Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostoissa

Tero Karttiala

Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostoissa -opintokokonaisuus koostuu kolmesta viiden opintopisteen opintojaksosta. Ne ovat Tuotteen elinkaarenhallinnan perusteet, Tuotetiedon hallinta ja Tuotetiedonhallinta-

järjestelmän käyttöönottoprojekti. Opintojaksot muodostavat toisiaan täydentävän kokonaisuuden, jonka opiskeltuaan opiskelija saa hyvät valmiudet järjestelmien käyttöön eri rooleissa.

Tuotteen elinkaarenhallinnan perusteet -opintojaksolla luodaan peruskäsitys asian merkityksestä yrityksen toiminnassa. Opintojaksolla keskitytään siihen, miten eri tietojärjestelmät liittyvät yrityksen toimintoihin ja miten ne liittyvät teorian tasolla toisiinsa. Lisäksi tutustutaan alihankintaverkossa vallitseviin käytäntöihin ja mahdollisuuksiin parantaa alihankintaverkoston kilpailukykyä.

Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla opiskelija oppii aiheen (engl. Product Data Management) periaatteet. Opintojaksolla käydään läpi tuotetiedon hallintaan liittyvät periaatteet ja prosessit. Lisäksi opiskelija tutustuu yleisesti vallitseviin käytäntöihin valmistavan teollisuuden alihankintaverkostossa. Oppimisen tukena on oppimisalustalla julkaistua videoluentomateriaalia, käytännön harjoituksia ja tehtäviä. Osa tehtävistä tehdään tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän avulla.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti -opintojaksolla kootaan yhteen edellisistä opintojaksoilta saatu oppi käytännön toteutuksen avulla. Sen aikana suunnitellaan ja toteutetaan tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto. Opiskelijat oppivat syvällisesti, miten tuotetiedonhallintajärjestelmissä on toteutettu roolien jakaminen, tuotteen jako nimikkeiksi, nimikkeiden luokittelu, työkiertoprosessit ja järjestelmän arkkitehtuuri. Opintojaksolla on casetyyppisiä tehtäviä sekä tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän avulla toteutettuja tehtäviä. Opintojakso toteutetaan lähiopetuksena, koska verkkokurssi ei ole toistaiseksi mahdollinen teknisten haasteiden takia.

3.1.1 Opintojaksojen toteuttaminen

Opintojaksojen oppimisympäristö ja opetusmenetelmät

Opintojaksot toteutettiin Moodle-oppimisalustalla. Niiden sisältö oli alun perin tarkoitus automatisoida, jotta opiskelijat voivat suorittaa opintojakson aikaan ja paikkaan sitoutumattomasti. Tehtävät ja luentomateriaalit pyrittiin saamaan sellaiseen muotoon, jossa ajalla tai paikalla ei ole merkitystä. Tehtävätyyppien valinnassa yksi ohjaava valintaperuste oli opettajan tekemän mekaanisen tehtävien tarkistustyön määrän minimointi. Opintojaksojen pilottitoteutusten yhteydessä todettiin kuitenkin,

että aiheen täysin automatisoitua opetusta ei ole järkevää tehdä, vaan opettajan työpanosta tarvitaan jatkossakin.

Opintojaksot ajastettiin siten, että opiskelija etenee asia kerrallaan. Jokaisen asiakokonaisuuden jälkeen on kysymyksiä, joiden avulla opiskelija voi arvioida omaa osaamistaan. Ensimmäisen opintojakson, Tuotteen elinkaarenhallinnan perusteet, osalta pilottitoteutus tehtiin edellä kuvatulla tavalla. Opintojakso eteni siten, että viikoittain julkaistiin materiaalia ja opiskelijat perehtyivät siihen omassa tahdissaan. Ratkaisuun päädyttiin, koska opetusmateriaalin viimeistely kesti odotettua kauemmin ja sitä jouduttiin muokkaamaan kurssin aikana.

Tällainen ajastetusti etenevä materiaali sopii silloin, kun opiskelija haluaa tehdä itsenäisesti opintojaan, mutta asiakokonaisuuden hahmottaminen vaatii aikaa. Ajastamisen etuna on myös opiskelijoiden samanaikainen eteneminen, joka mahdollistaa vertaisoppimisen ja ryhmätöiden tekemisen.

Tuotetiedon hallinta -pilottikurssin toteutuksessa huomioitiin edellisestä opintojaksosta saadut palautteet ja havainnot. Opintojakso toteutettiin samalla ajastusmenetelmällä kuin edellinen kurssi. Tähän ratkaisuun päädyttiin samoista syistä kuin edellisen opintojakson kohdalla. Lisäksi kurssin pilottivaiheessa haluttiin kokeilla vertaisoppimismenetelmiä verkkokurssin osana. Opintojaksolla kokeiltiin menestyksekkäästi tehtäviä, joiden arviointi toteutettiin opiskelijoiden vertaisarvioinnilla. Tehtävät liittyivät aiheen kirjalliseen materiaaliin sisältyvän tiedon oppimiseen. Tutustuttuaan materiaaliin opiskelijat kirjoittivat esseetyyppisiä vastauksia ennalta esitettyihin kysymyksiin.

Tehtävän määräajan sulkeuduttua opiskelijat saivat vertaisarvioitavakseen kolmen muun opiskelijan vastaukset. Lisäksi he saivat kysymyksiä, joita hyödyntämällä vertaisarviointi tuli tehdä. Opiskelijoiden piti perehtyä aiheeseen ensin itse ja sen jälkeen päätellä vertaisoppimismenetelmän avulla, oliko hän ymmärtänyt asian samalla tavalla kuin opiskelijakollegansa. Opiskelijan oppiminen arvioitiin vielä erikseen tentin avulla opintojakson lopuksi.

Vertaispalautetta käytettäessä opintojakso on ajastettava siten, että opiskelijoiden tekemät tehtävät on palautettu viimeistään määräaikaan mennessä. Määräaika on oltava ehdoton, sillä myöhässä palautettujen tehtävien lisääminen vertaisarviointiin ei ole mahdollista käytössä olleessa järjestelmässä. Tällöin opiskelija, joka on palauttanut tehtävän myöhässä, ei myöskään pääse arvioimaan muiden tehtäviä.

Eräs vertaisoppimismenetelmä, josta pilottiopintojaksoilla saatiin hyviä kokemuksia, oli foorumityyppisen keskustelualueen lisääminen jokaisen aihekokonaisuuden yhteyteen. Keskustelualue ja ennalta kirjoitettu ohje johonkin tekniseen haasteeseen antaa havaintojen perusteella paremman oppimistuloksen kuin pelkkä ohje. Erityisesti teknisten haasteiden ratkaisemiseksi keskustelualue osoittautui hyväksi menetelmäksi. Toisen pilottiopintojakson aikana saatiin kokemuksia keskustelualueen käyttämisen vahvuuksista.

Tuotetiedon hallinta -opintojakson toteutuksessa käytettiin oppimisalustan lisäksi tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää, jonka avulla opiskelijat pääsivät tekemään käytännön harjoituksia autenttisessa ympäristössä. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän käytössä muun muassa kirjautuminen järjestelmään aiheutti kuitenkin haasteita monelle opiskelijalle. Näiden ongelmien ja niihin liittyvien ratkaisujen puiminen keskustelualueen avulla osoittautui erittäin hyödylliseksi. Opiskelijapalautteen perusteella pääteltiin, että keskustelualueelta saatava tieto on täsmälleen oikeanlaista, koska sen kirjoittaja on todennäköisesti ollut saman haasteen kanssa tekemisissä.

Lisäksi Moodle-oppimisalustalta tulee heräte opettajan sähköpostiin, mikäli joku kirjoittaa keskustelualueelle. Opettaja voi tarpeen mukaa reagoida kirjoituksiin ja edistää oppimista omalla työpanoksellaan. Sähköpostitse välitetty heräte vähentää opettajan työkuormaa ja helpottaa opiskelijoiden edistymisen seurantaa aiheen parissa, sillä opettajan ei tarvitse erikseen seurata keskusteluja. Opettajan tarvitsee reagoida ainoastaan, mikäli hän saa herätteen sähköpostiinsa.

Opiskelijoiden etenemisen seuraaminen todettiin hyödylliseksi tavaksi kontrolloida opiskelijoiden edistymistä opintojakson aikana. Oppimismateriaaliin voi yhdistää seurannan, jonka avulla järjestelmä kirjaa muistiin, onko opiskelija avannut kyseisen materiaalin. Menetelmä ei kuitenkaan seuraa opiskelijan käyttäytymistä, joten tietoa siitä, onko opiskelija esimerkiksi lukenut materiaalin kokonaan, ei tällä menetelmällä saada.

Tehtävien osalta tilanne on hieman toisenlainen. Järjestelmän voi asettaa siten, että opiskelija saa edistymismerkinnän vasta saatuaan tehtävästä hyväksyttyyn suoritukseen vaaditun pistemäärän tai arvosanan. Tällöin voidaan päätellä opiskelijan tutustuneen materiaalin riittävällä tasolla. Järjestelmä ilmoittaa myös opiskelijalle opintojaksolla etenemisen. Hän voi siis seurata omaa etenemistään. Opiskelijapalautteen perusteella tämän arveltiin olevan motivoiva tapa seurata omaa oppimista.

Kolmas pilottiopintojakso on Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti. Siinä tavoitteena on oppia tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien logiikka ja prosessit. Opintojakson sisältö on suunniteltu joukoksi casetyyppisiä kokonaisuuksia, joiden avulla opiskelija oppii tavoitteiden mukaiset asiat. Suunnitelman mukaan opiskelijat muodostavat ryhmiä, joiden tavoitteena on tehdä käyttöönottoprojekti tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmälle. Projekti sisältää tyypillisten prosessien määrittelyn, niiden käyttökuntoon saattamisen ja prosessien testaamisen.

Aivan kaikkia aiheeseen liittyviä asioita ei voi opettaa verkossa aikaan ja paikkaan sitoutumattomasti. Tästä syystä opintojakso toteutetaan verkkokurssin sijaan lähiopetuksena. Tähän ratkaisuun päädyttiin tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien teknisten ominaisuuksien takia. Järjestelmän käyttöön liittyviä asioita muokataan valitussa järjestelmässä työpöytäohjelman kautta. Järjestelyt työpöytäohjelman asentamiseksi opiskelijan henkilökohtaiselle työasemalle ja sen sisäverkkoon liittämiseksi osoittautuivat hankaliksi toteuttaa. Tämän lisäksi kyseisellä työpöytäohjelmalla pystyy muokkaamaan asioita, jotka vaikuttavat kaikkien käyttäjien asetuksiin, jolloin käyttövirheet aiheuttavat ongelmatilanteita kaikille järjestelmän käyttäjille.

Opiskelijoiden tehdessä tehtäviä oman aikataulunsa mukaisesti virheitä voi sattua mihin kellonaikaan tahansa ja niitä pitäisi pystyä ratkaisemaan liki välittömästi, jotta opintojakso pysyisi aikataulussa. Asiaa voitaisiin myös harjoitella käynnistämällä palvelinohjelmisto virtuaalipalvelimella ja muokkaamalla tämän ohjelman asetuksia. Myös tämän vaihtoehdon käyttäminen opiskelijoiden henkilökohtaisilla työasemilla todettiin hankalaksi toteuttaa. Virheiden välttämiseksi ja opintojakson aikataulussa pysymiseksi ainoaksi vaihtoehdoksi jää toistaiseksi järjestää opintojakso lähiopetuksena.

Pilottiopintojaksoja toteutettaessa käytössä oli kaksi vaihtoehtoa vuorovaikutteisten verkkotapaamisten järjestämiseen; Microsoft Teams -videoneuvotteluohjelma ja Zoom Video Communications Inc:n Zoom-videoneuvotteluohjelma. Vuorovaikutteisia verkon kautta tapahtuvia luentoja pilottiopintojaksoilla ei kuitenkaan järjestetty. Pilottiopintojaksojen toteutuksessa pyrittiin rakentamaan opintojakso, joka ei vaadi tulevaisuudessa opettajan aktiivista läsnäoloa. Tällöin ei ollut myöskään perusteltua järjestää luentoja verkossa.

Tästä ajatuksesta poikettiin kuitenkin yhden kerran. Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmiin liittyvien teknisten haasteiden takia päädyttiin järjestämään verkkotapaaminen, jossa opiskelijoille tarjottiin teknistä tukea. Tapaaminen järjestettiin

Zoom-videoneuvotteluohjelman välityksellä niille opiskelijoille, joilla oli ollut vaikeuksia järjestelmiin kirjautumisen kanssa. Opiskelijoille lähetettiin sähköpostitse kutsu videoneuvotteluun ja opiskelijat liittyivät tapaamiseen omalta tietokoneeltaan. Videoneuvotteluihin liittymisessä ei havaittu merkittäviä ongelmia, vaan tapaamiseen pääsivät paikalle kaikki halukkaat. Siinä keskusteltiin haasteista jokaisen opiskelijan kanssa erikseen ja etsittiin ratkaisu tapauskohtaisesti. Samalla saatiin myös palautetta kurssiin liittyvien ohjeiden sisällöstä. Tapaamisen avulla opiskelijoiden tekniset pulmat saatiin ratkaistua ja opiskelijapalaute tapaamisesta oli myönteistä. Tapaaminen koettiin niiden osalta hyödylliseksi, joilla oli ollut haasteita järjestelmien kanssa.

Verkkoluentoja tai verkon välityksellä järjestettyjä kokoontumisia ei opetusmenetelmänä ole pakko toteuttaa. Luennot voidaan järjestää myös videoiden ja muun materiaalin avulla. Akuutit ongelmat, kuten pilottiopintojaksolla havaitut tekniset haasteet opiskelijoiden kirjautumisessa järjestelmiin, saattavat vaatia lähikontaktin.

Havaintojen perusteella mahdollisuus verkkotapaamisiin on hyvä olla tarvittaessa olemassa. Jatkossa opintojaksoja valmisteltaessa on hyödyllistä harkita valmiiksi prosessi verkkotapaamisia varten. Niiden järjestämistä varten oppilaitoksiin hankitut ohjelmat ovat oppilaitoskohtaisia ja niiden kehittyminen on pilottiopintojaksoja toteutettaessa varsin nopeaa. Joten jatkossa verkkotapaamisten teknisestä kehityksestä ja niiden käytön oletetun yleistymisestä riippuen kannattaa harkita opintojaksokohtaisesti prosessi niiden hyödyntämiseksi. Verkkotapaaminen onkin oiva lisä muiden verkko-opetustyökalujen rinnalla.

Opetusmateriaalit, tehtävät ja tentit opintojaksoilla

Pilottiopintojaksoilla luentomateriaalia julkaistiin muutamalla eri tavalla. Näistä menetelmistä kerättiin kokemuksia sekä opettajan että opiskelijoiden näkökulmasta. Opiskelijoiden kokemuksia kerättiin haastattelemalla yksittäisiä opiskelijoita. Haastattelutilanteet ajoittuivat uuden materiaalin julkaisuajankohtiin. Tällä menetelmällä saatiin tietoa siitä, minkälaisen ensivaikutuksen opiskelija oli saanut materiaalista. Lisäksi muutamaa pilottikurssille osallistunutta opiskelijaa pyydettiin kokeilemaan ennakkoon joitain tehtäviä, jotta mahdolliset tekniset ongelmat saatiin ratkaistua ennen materiaalin julkaisua kaikille opiskelijoille. Näin toimimalla pyrittiin välttämään tilanne, jossa jokin tekninen ongelma aiheuttaa kaikille opiskelijoille turhaa päänvaivaa.

Opettajien tekemiä luentokalvoja julkaistiin pdf-tiedostoina. Tällä menetelmällä opiskelija voi tutustua aiheeseen itsenäisesti. Menetelmän etuna on tiedostomuodon hyvä yhteensopivuus tyypillisesti käytettyjen ohjelmistojen kanssa. Heikkous tällaisessa opetusmateriaalin julkaisussa on taas oppimiskokonaisuuden puute. Luentokalvot lähiopetuksen tukena sisältävät yleensä vain osan informaatiosta. Lähiopetuksessa luentokalvojen lisäksi opettaja puhuu osan aiheen sisällöstä. Tällöin luentokalvot ja opettajan esiintyminen muodostavat kokonaisuuden, jonka avulla opiskelija muodostaa käsityksen kyseessä olevasta aiheesta. Pelkkien luentokalvojen julkaisu ilman lisäinformaatiota on siis kyseenalaista.

Toisaalta, mikäli aihe kokonaisuudessaan saatetaan kirjalliseen muotoon, on harkittava, ovatko luentokalvot sille oikea esitysformaatti. Kirjallisen materiaalin julkaisuun on olemassa parempia formaatteja, kuten pdf-tiedostomuotoon tallennettu kirjallinen tuotos. Pdf-tiedostoina julkaistavat luentokalvot sopivatkin parhaiten osaksi opetusmateriaalia, jossa tietoa jaetaan useassa eri formaatissa ja järjestelmien yhteensopivuus on tärkeää.

Pilottikurssien toteutuksessa kokeiltiin myös luentokalvojen julkaisua interaktiivisena videona. Samankaltainen sisältö, jota opettaja julkaisee tyypillisesti luentokalvoilla, oli saatettu interaktiiviseksi videoksi. Tämän menetelmän etuna pdf-tiedostona julkaistuihin luentokalvoihin nähden on niiden vuorovaikutteisuus. Videon sisältämiin luentokalvoihin voi lisätä dian vaihtumiseen ja sisällön etenemiseen liittyviä animaatioita, joiden avulla opiskelija voi esimerkiksi navigoida luentokalvojen välillä haluamallaan tavalla. Lisäksi materiaaliin voi lisätä toimintoja, jotka auttavat opiskelijaa tutustumaan aiheeseen tarkemmin. Tämäntyyppistä ratkaisua käytettiin pilottiopintojaksoilla tukemaan muuta materiaalia. Niillä julkaistiin interaktiivisia videoita ilman selittävää ääniraitaa. Tämä tapa jättää osan tiedosta välittymättä, joten sen käyttäminen sellaisenaan on myös kyseenalaista.

Yhtenä julkaisumenetelmänä käytettiin luentojen muuttamista videoiksi. Käsiteltävän aiheen luentomateriaali koostettiin videokäsikirjoitukseksi. Tämän jälkeen video tuotettiin ja siihen liitettiin ääniraita. Lopputuloksena saatiin video, jossa käsiteltiin luennon aihetta yksinkertaisten animaatioiden ja käsikirjoituksen mukaisen luetun tekstin avulla. Menetelmän etuna on tavallisiin luentokalvoihin verrattuna luonteva mahdollisuus animaatioiden käyttöön. Niiden avulla voidaan havainnollistaa sellaisia asioita, joita esimerkiksi luentokalvoissa ei voi toteuttaa.

Videoiden tuottamisen opetusmateriaaliksi havaittiin olevan kovin työlästä verrattuna esimerkiksi luentokalvojen tekemiseen ja oppitunnin pitämiseen. Lyhyeenkin videoon tarvitaan aiheen materiaalin lisäksi harkittu käsikirjoitus. Käsikirjoitusvaiheen työläys suhteessa käytössä oleviin resursseihin nähden tuli hieman yllätyksenä. Työn edetessä resurssien rajallisuus huomioitiin siten, että opetusvideoiden tuottaminen päätettiin yksinkertaistaa ja hankalista yksityiskohdista luopua. Hankkeen edetessä videoiden tuottaminen keskittyi animaatioiden ja luentojen sijaan tuotetiedonhallintajärjestelmien käyttöliittymien avulla esitetyiksi opetusvideoiksi. Näillä videoilla aiheen pedagoginen sisältö liittyy tiiviisti järjestelmien käyttöön, joten ratkaisu oli myös luonteva toteuttaa.

Opintojaksojen opettajan näkökulmasta tehtyjen havaintojen perusteella pelkkä opetusvideon katsominen ei tuottanut toivottua oppimistulosta. Tästä voitiin johtaa päätelmä, jonka mukaan videoiden lisäksi myös muuta materiaalia tarvitaan oppimisen tueksi. Ratkaisuna kokeiltiin tehtäviä eri muodoissa sekä kirjallisen materiaalin sisällyttämistä kurssimateriaaliin. Tehtävien sijoittelua eri kohtiin materiaalia kokeiltiin Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla.

Aluksi kokeiltiin menetelmää, jossa aihe esiteltiin ns. casetyyppisesti, reaalimaailmaan sijoittuvana tehtävänä. Opiskelijat saivat tehtävän, joka voi olla todellinen myös työelämässä. Se esitettiin kirjallisessa muodossa ja siihen liitettiin opetusvideo, jolla tehtävän suorittaminen oli esitetty. Lopuksi opiskelijan tuli vastata muutamaan kysymykseen, joiden avulla osoitettiin aiheen pääkohdat. Samalla saatiin arvioitua opiskelijan osaaminen aiheesta.

Havaintojen mukaan tällä menetelmällä opiskelijat saivat tehtävät tehtyä ja he myös vastasivat kysymyksiin oikein. Kyseisen kokeilun aikana opiskelijoilta ei tullut kysymyksiä tehtävän suorittamisesta. Kysyttäessä erikseen opiskelijoilta tehtävän suorittaminen onnistui videoiden ja aiemmin hankitun osaamisen perusteella. Hyvien oppimistulosten ja palautteen rohkaisemana tätä menetelmää sovellettiin myös opintojakson muissa osioissa.

Toinen pilottiopintojaksoilla kokeiltu menetelmä oli kysymyksien liittäminen opetusvideoihin. Tämän etuna on kysymysten esittäminen oppimisen kannalta juuri oikeaan aikaan. Samalla videon seuraamisesta tulee interaktiivista, jolloin opiskelijan tulee reagoida videon sisältämiin herätteisiin. Pitkissä, paljon asiaa sisältävissä videoissa aineiston pilkkomisen arvioitiin parantavan oppimistuloksia.

Moodle-oppimisalustan työkalujen avulla videon tai kuvamateriaalin päälle voi lisätä kommentteja, kysymyksiä ja tehtäviä. Kysymysten liittäminen videoihin on käytössä olevissa järjestelmissä kaksivaiheinen prosessi. Aluksi opetusmateriaali luodaan jollain ohjelmistolla videoksi, jonka jälkeen sen päälle lisätään kysymyksiä tai muuta lisämateriaalia.

Tällä menetelmällä tehtyjen oppimateriaalien päivittäminen tai editointi osoittautui hankalaksi. Pienetkin muutokset videossa aiheuttavat tarpeen muuttaa kysymysten sijaintia aikajanalla. Tämän tekeminen oppimisalustan käyttöliittymässä on melko työlästä, joten materiaalin päivittäminen tai editointi jälkikäteen saattaa olla jopa mahdotonta. Interaktiivisten luentovideoiden käyttö havaittiin hyväksi menetelmäksi oppimistulosten kannalta, mutta niiden muuttaminen jälkikäteen käytetyillä työkaluilla on varsin hankalaa.

Vaikka tuotteen elinkaarenhallinta aiheena on suhteellisen tuore, on sitä tutkittu vuosien saatossa paljon. Lähdemateriaalia on käytössä runsaasti. Tutkimuksia ja kirjoja on saatavilla, mutta ne ovat pääosin englanninkielisiä. Haaste opetuksen toteuttamisessa on siinä, että suomenkielistä kirjallisuutta on julkaistu kovin vähän. Tästä syystä pilottiopintojaksojen materiaalina päädyttiin käyttämään suomenkielisen kirjallisuuden lisäksi englanninkielistä materiaalia. Pilottiopintojaksojen verkossa toteutetun opetuksen aikana huomattiin käteväksi tavaksi käyttää lähdemateriaalina verkossa julkaistuja kirjoja sekä julkaisuja.

Pilottikurssien opetusmateriaalina käytettiin sekä perinteisiä fyysisiä kirjoja että e-kirjoja. Niiden saatavuus suoraan verkossa poistaa opiskelijoilta tarpeen käydä henkilökohtaisesti kirjastossa. Samalla opiskeluun epäsuorasti kuluva aika lyhenee. Näin myös ajankäytöstä tulee tehokkaampaa.

Verkossa on jonkin verran videoita, jotka käsittelevät tuotteen elinkaarenhallintaa. Näitä videoita käytettiin hyödyksi linkittämällä oppimisalustalle valikoituja videoita ja antamalla opiskelijoille tehtäväksi tutustua myös muihin aiheeseen liittyviin videoihin. Tätä menetelmää käytettiin hyödyksi aiheeseen tutustumisen yhteydessä.

Opiskelijoilta kysyttäessä videoihin tutustumisen koettiin olevan hyödyllistä. Niiden antaman informaation yhdistäminen kirjallisuudesta hankittuun tietopohjaan koettiin helpottavan opittavan asiakokonaisuuden hahmottamisessa. Opettajan näkökulmasta verkossa julkaistujen videoiden hyödyntäminen osana opetusmateriaalia koettiin hyödylliseksi. Videoissa huomattiin olevan pieniä eroja näkökulmassa ja niiden

oletettu kohderyhmä saattaa hieman poiketa toisistaan. Tämän koettiin olevan hyvä asia aiheen oppimisen kannalta. Opiskelija saa huomattavasti laajemman kokonaiskuvan opittavaan asiaan kuin pelkästään kirjallisuudesta ja opetusmateriaalista.

Pilottiopintojaksoilla käytettiin luentorakennetta, jossa aluksi esiteltiin asiakokonaisuus ja opetusmateriaali. Näiden lisäksi opiskelijoille annettiin käsiteltävään aiheeseen liittyvä tehtävä tai tehtäviä. Lopuksi aiheen oppiminen varmistettiin kysymyksillä. Opintojaksoilla käytetyt tehtävätyypit voidaan jakaa ryhmiin tiedonhankintatehtävät ja casetyyppiset tehtävät.

Tiedonhankintatehtävien avulla opiskelijoille pyrittiin luomaan tietopohjaa aiheesta. Tehtävät käsittivät lähdemateriaaliin tutustumisen ja siitä omien johtopäätösten tekemisen. Lähteinä opintojaksoilla käytettiin alan kirjallisuutta, verkossa julkaistua alan toimijoiden materiaalia sekä verkossa julkaistuja videoita. Näiden avulla opiskelijan piti muodostaa kokonaiskuva aiheesta ja kirjoittaa esseetyyppinen vastaus. Vastaukset tallennettiin oppimisympäristöön niille varattuun paikkaan. Tallentaessaan tehtävän opiskelijan tuli myös tarkistuttaa tekstinsä Turnitin-palvelussa, joka vertaa opiskelijan palauttamaa tekstiä aiemmin palautettuihin vastauksiin sekä verkossa julkaistuun materiaaliin. Tällä menetelmällä pyritään estämään plagiointitapaukset.

Määräajan umpeuduttua vastaukset vertaisarvioitiin. Opiskelijoille annettiin kolmen muun opiskelijan vastaukset ja heitä pyydettiin arvioimaan kysymysten avulla, ovatko vastaukset oikein. Opiskelijat, jotka olivat palauttaneet tehtävän ajallaan, saivat palauteen omasta tehtävästään vertaisarvioituna. Opiskelijapalautteen perusteella vertaisarviointi oli hyvä tapa varmistaa asian ymmärtäminen oikealla tavalla.

Ilman opettajan suorittamaa tarkistusta on kuitenkin mahdollista, että asia on ymmärretty väärin tai sitä on tulkittu virheellisesti. Tähän voidaan vaikuttaa lisäämällä tehtävän tarkastusprosessiin opettajan tekemä tarkistus. Myös vertaispalautteen antajien lukumäärää kasvattamalla virheellisten tulkintojen mahdollisuus pienenee. Opettajan tekemä tarkistus lisää opettajan työkuormaa, eikä ajatus automaattisesti tarkistettavista tehtävistä tällöin toteudu. Tämäntyyppisen tehtäväkokonaisuuden järjestäminen vaatii myös tehtävien ajastamisen siten, että kaikki opiskelijat palauttavat tehtävät määräaikaan mennessä.

Tiedonhankintaa tehdessään opiskelija kokoaa tietoa eri lähteistä ja yhdistää sitä omien tulkintojen ja kokemusten perusteella. Näiden tulkintojen kokoamista varten

hyväksi käytännöksi on osoittautunut kirjallisen tuotoksen tekeminen. Pilottitoteutuksien yhteydessä opiskelijoita pyydettiin laatimaan esseetyyppinen vastaus ennalta esitettyihin kysymyksiin. Tällä menetelmällä pyrittiin ohjaamaan tiedonhankintaa aiheen suhteen oikeaan suuntaan. Kuitenkin niin, että opiskelijalle jäisi kokemus, että hän on itse löytänyt tiedon ja osannut yhdistää sen oikealla tavalla.

Verkkokurssina toteutettavan opetuksen kannalta tämäntyyppinen tehtävä on hankala, sillä sen automatisointi saattaa olla haastavaa. Opintojakson opettajan työkuorma kasvaa tarkistettavien tehtävien lukumäärän kasvaessa. Oppimistuloksia tarkasteltaessa tämäntyyppiset tehtävät ovat kuitenkin hyödyllisiä, joten opetusta suunnitellessa tulee harkita, onko resurssien käyttö tällaisten tehtävien teettämiseen hyödyllistä.

Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla osa tehtävistä toteutettiin casetyyppisinä tehtävinä. Opiskelijoille annettiin tehtävän kuvaukset siten kuin ne olisivat todellisia työtehtäviä tuotetiedonhallintajärjestelmää käyttävässä yrityksessä. Tehtävänannot julkaistiin oppimisympäristössä ja tehtävän suorittaminen tapahtui tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmässä. Oppimistulokset arvioitiin oppimisympäristössä olleiden kysymysten avulla. Tehtävien suorittamista varten oppimisalustalla oli julkaistu ohjeita ja materiaalia kirjallisina dokumentteina, videoina sekä järjestelmiin sopivina tiedostoina. Näiden avulla opiskelijan tuli tutustua eri toimintoihin ja tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmien prosesseihin.

Tehtävänannossa luotiin siis tarve ja motiivi tehdä jokin toiminto. Opiskelijan tehdessä tehtävää oletettiin, että opiskelijalle tulee kysymyksiä ja haasteita, joiden ratkaisuja hänen piti pohtia itse. Tähän pilottitoteutuksia suunniteltaessa oli kiinnitetty huomiota. Opetusmateriaalissa pyrittiin antamaan ohjeita täsmälleen siinä kohdassa, jossa opiskelija esittää miten- tai miksi-kysymyksen. Oikein kohdennetun avun tai lisätiedon arveltiin vaikuttavan positiivisesti oppimiskokemukseen. Tehtävien tekeminen ja opiskelijoiden edistyminen todettiin oppimisalustalle tehtyjen kysymysten avulla. Niissä kysyttiin yksityiskohtaisia tietoja, joita opiskelija sai tietoonsa ainoastaan tehtyään tehtävän. Tällä menetelmällä osoitettiin opittavasta asiasta pääkohdat ja varmistettiin opiskelijoiden osaaminen.

Tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmän käyttö opetuksessa on keskeinen osa järjestelmän prosessien ja periaatteiden oppimista. Järjestelmän käytön sisällyttämisen opettamiseen huomattiin antavan teorian lisäksi varsin havainnollisen kuvan aiheen sisällöstä. Opetettavan aiheen luonteeseen kuuluu tärkeänä osana järjestelmien

käyttö. Vaikka opiskelijalla tulevassa työelämässä ei olisikaan käytössä samaa tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmää kuin pilottiopintojaksoilla, ovat järjestelmien sisältämät toiminnallisuudet ja prosessit pääosin samoja. Oppimistavoitteena opintojaksoilla onkin nimenomaan järjestelmien taustalla vaikuttavan logiikan ja prosessien ymmärtäminen. Lisäksi opiskelijapalautteen perusteella harjoitusten tekeminen autenttisessa tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmässä tekee opiskelusta mielekkäämpää.

Pilottiopintojaksolla käytettiin tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmänä Siemens Teamcenter PLM-järjestelmää. Järjestelmän käyttöä voi harjoitella verkossa selainpohjaisen käyttöliittymän avulla tai oppilaitoksen lähiverkossa paikallisesti asennetun käyttöliittymän avulla (Järjestelmän toiminnallisuutta käsitellään tarkemmin liitteessä 1). Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla tavoite oli toteuttaa opintojakso täysin verkossa, joten selainpohjainen käyttöliittymä oli ainoa mahdollinen oppimisympäristö.

Selainpohjainen Active Workspace -käyttöliittymä on ominaisuuksiltaan hieman suppeampi kuin järjestelmän kokonaisvaltaiseen käyttöön tarkoitettu Rich Client -käyttöliittymä. Näiden reunaehtojen takia opintojaksoon liittyvät tehtävät oli suunniteltava siten, että niiden tekeminen on mahdollista suppeammassa käyttöliittymässä. Tässä onnistuttiinkin pääosin hyvin, mutta kaikkia aiheita ei voinut järjestelmien ominaisuuksien takia toteuttaa casetyyppisten tehtävien avulla. Näissä tapauksissa opetus toteutettiin esimerkkien avulla.

Opiskelijoiden edistymistä opintojaksolla seurattiin materiaalin käytön ja tehtävien palautusten lisäksi aiheeseen liittyvien kysymysten avulla. Niillä pyrittiin osoittamaan aiheesta tärkeät kohdat ja samalla varmistamaan opiskelijoiden aiheeseen liittyvä osaaminen. Kysymysten sisältö oli laadittu muun oppimateriaalin pohjalta ja opiskelija pystyi halutessaan tarkastamaan vastauksen materiaalista. Tällä menetelmällä pyrittiin aktivoimaan opiskelijat palaamaan opetusmateriaaliin ja syventämään oppimistaan.

Pilottiopintojaksoilla kysymykset oli tarkoitus ajastaa siten, että opiskelijan olisi vastattava kysymykseen ennen kuin hän pääsee etenemään kurssilla seuraavaan aiheeseen. Pilottiopintojaksoja toteutettaessa materiaaliin tuli jonkin verran muutoksia opintojakson kuluessa, joten tästä suunnitelmasta luovuttiin. Tulevaisuudessa opintojaksoa toteutettaessa uudelleen kannattaa kuitenkin harkita ajastuksen lisäämistä.

Kysymykset oli sijoitettu oppimisalustalla aihekokonaisuuden loppuun. Opiskelijoita kannustettiin kuitenkin tutustumaan kysymyksiin muuhun materiaalin tutustumisen aikana.

Tuotetiedon hallinta -opintojakson päätteeksi järjestettiin tentti, jonka avulla varmistettiin opiskelijoiden osaaminen. Muilla pilottiopintojaksoilla osaaminen varmistettiin opiskelijoiden etenemisen seurannalla ja tehtävien palautusten avulla. Tentin katsottiin olevan osa opetusta ja oppimistilanne siinä missä luennot ja tehtävätkin. Tosin sillä erotuksella, että tentin arviointia käytetään opintojakson arviointiin.

Tentin rakenne pyrittiin toteuttamaan siten, että se etenee loogisessa järjestyksessä aiheeseen nähden. Se pyrki simuloimaan mahdollisimman hyvin todellisia työtehtäviä. Aiheet oli järjestelty siten, että aluksi oli ns. lämmitteleviä kysymyksiä, joiden aiheena oli alan terminologia. Tällä pyrittiin luomaan opiskelijoille muistiyhteys opiskelumateriaaliin. Lämmittelyosuuden jälkeen kysymykset esitettiin aihe kerrallaan samassa järjestyksessä kuin aiheet esiintyvät tyypillisesti tuotteen elinkaarenhallintajärjestelmissä. Opiskelijoilla oli myös mahdollisuus palata aiempiin kysymyksiin, mikäli jonkin aiemman kysymyksen vastaus tuli jälkikäteen mieleen.

Tentti julkaistiin oppimisympäristössä, jossa opiskelijoiden piti tehdä tentti määräaikaan mennessä. Julkaisun ja määräajan väli oli viikko, jonka ajateltiin olevan sopiva ottaen huomioon pilottiopintojaksolla esiintyneiden haasteiden aiheuttama toteutuksen venyminen. Tentin suorittamisajaksi oli määritelty kolmen tuntia, jonka aikana opiskelijoiden arvioitiin ehtivän vastaamaan kaikkiin kysymyksiin. Kysymysten asettelussa pyrittiin monipuolisuuteen. Niitä esitettiin visuaalisesti sekä tekstinä.

Tenttiessään opiskelija saattoi käyttää kaikkea saatavilla olevaa materiaalia. Sen käyttöä ei pyritty estämään millään tavalla, vaan siihen päinvastoin kannustettiin. Tähän päädyttiin, sillä vilpin estäminen aikaan tai paikkaan sitomattomassa verkkotentissä on haastavaa. Tentin ajateltiin olevan myös oppimistilanne tulevaa varten. Työelämässä materiaalin ja ohjeiden käyttö on sallittua, jopa pakollista, jotta asiat tehdään oikein. Tentillä pyrittiin tiedon sitomiseen ja vahvistamaan tiedon oikeaa ymmärtämistä. Tätä taustaa vasten ajatellen opintojaksolla järjestettävän tentin aikana materiaalin käyttö oli myös loogista sallia.

3.1.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta

Pilottiopintojaksot suunniteltiin siten, että opettajan työkuormaa olisi mahdollisuuksien mukaan pienennetty verrattuna perinteiseen lähiopetukseen. Tähän tavoitteeseen pyrittiin automatisoimalla kaikki mahdolliset rutiininomaiset tehtävät. Luentojen sijaan oppimisalustalla julkaistiin oppimiskokonaisuuksia, jotka koostuivat luennonomaisista videoista sekä tehtävistä ja niihin liittyvistä ohjeista. Tehtävien tarkastaminen pyrittiin automatisoimaan ja mikäli se ei tullut kyseeseen, pyrittiin asia ratkaisemaan siten, ettei opettajan työkuorma kasvaisi.

Pilottiopintojaksojen verkkokurssien aikana huomattiin, että vaikka opettajan resursseja saadaan säästettyä rutiininomaisten tehtävien automatisoinnilla, tilalle tuli verkkokurssien huolto ja ylläpito. Opiskelijoiden ohjaaminen ei poistu opetuksesta, vaikka lähikontaktia ei olisi. Se esiintyy aiempaan verrattuna erilaisessa muodossa. Ohjaaminen tapahtuu usein digitaalisten alustojen kautta ja vaatii lisäksi opettajalta hyvää tietoteknistä osaamista.

Opettajan resurssien käyttö muuttuu verkossa tapahtuvassa opetuksessa verrattuna lähiopetukseen. Ajallisesti resursseja kuluu ainakin yhtä paljon kuin lähiopetuksessakin. Tehtävänkuva vain muuttuu. Opintojaksojen sisällön tuottaminen osoittautuikin varsin aikaa vieväksi. Tarvittavan ajan määrä riippuu vahvasti siitä, onko aiheesta olemassa valmiina materiaalia tai onko tekijällä kokemusta siitä. Mikäli aihe on hänelle ennestään tuttu, arvioidaan resurssien tarpeen olevan seuraavan taulukon 3 mukainen.

TAULUKKO 3.
Resurssitarve opintojakson tuottamiseen tutusta aiheesta.

Opintojakson sisällön koostaminen, mikäli aiheesta on ennestään osaamista (tuntimäärä yhteensä)	**80**
Lähdemateriaalin hankinta	40
Lähdemateriaalin koostaminen opetusmateriaaliksi	40

Jos opintojakson sisältö ei ole tekijöille ennestään tuttu tai materiaalia ei ole valmiina, on resursseja varattava aineiston kokoamiseen huomattavasti enemmän kuin tapauksessa, jossa aihe on tuttu. Alla olevassa taulukossa 4 on arvio tarvittavien resurssien määrästä.

TAULUKKO 4.
Resurssitarve opintojakson tuottamiseen tuntemattomasta aiheesta.

Aiheeseen tutustuminen, mikäli aiheeseen liittyvää osaamista ei ole ennestään, eikä siitä ole olemassa valmista opetusmateriaalia (tuntimäärä yhteensä)	**500**
Lähdemateriaalin hankinta yhteensä	340
Haastattelut	160
Kirjallisuuslähteet	120
Kurssit ja kouluttautuminen	60
Lähdemateriaalin koostaminen	160

Verkko-opintojaksojen suunnitteluun kuluva aika muodostui aihekokonaisuuden koostamisesta, käsikirjoitusten tekemisestä sekä katselmoinnista ja editoinnista. Oheisessa taulukossa 5 on esitetty likimääräiset tuntimäärät tarvituille resursseille.

TAULUKKO 5.
Resurssitarve verkko-opintojakson suunnitteluun.

Verkkokurssin toteutuksen suunnittelu yhteensä	**340**
Aihekokonaisuuden koostaminen	80
Käsikirjoitusten tekeminen	200
Katselmointi	20
Editointi	40

Verkossa toteutettavan opintojakson materiaalin tuottamiseen kuluva aika koostuu pääosin videoiden tuottamisesta, tehtävien laatimisesta ja kysymysten laatimisesta. Videoiden tuottamiseen kuluu aikaa noin 30 tuntia videota kohden ja tehtävien laatimiseen noin 20 tuntia. Opintojakson tekemiseen varattavan tuntiresurssin määrä riippuu videoiden ja tehtävien lukumäärästä. Oheisissa taulukoissa 6 ja 7 on esitetty likimäärin pilottiopintojaksojen tekemiseen kuluneet resurssit tunteina.

TAULUKKO 6.
Resurssitarve verkko-opintojakson materiaalin tuottamiseen.

Verkko-opintojakson materiaalin tuottaminen	Tuntia/luento
Videot luennoille	30
Tehtävien laatiminen luennoille	20
Kysymysten laatiminen luennoille	5

TAULUKKO 7.
Resurssitarve toteutetussa verkko-opintojaksossa.

	Kpl/opintojakso	Tuntia/opintojakso
Videoita opintojaksolla	18	540
Tehtäviä opintojaksolla	18	360
Tenttien laatiminen	1–2	20

Opettajan resursseja kuluttaa pääosin opiskelijoiden ohjaaminen ja opintojakson verkkototeutuksen huoltaminen ja ylläpito. Opiskelijoiden ohjaamiseen pitää havaintojen perusteella varata runsaasti aikaa. Tämä toki riippuu opiskelijoista ja heidän tietoteknisistä taidoistaan. Opintojaksojen huoltoon ja ylläpitoon pitää myös varata resursseja. Toteutukset vaativat jatkuvaa päivittämistä ja ylläpitoa, jota ei ole mahdollista automatisoida. Havaintojen mukaan resurssien tarve lähiopetukseen verrattuna ei vähene, mutta niiden käyttökohde muuttuu verkossa tapahtuvan opetuksen toteuttamisessa. Opintojaksojen ylläpitoon kuluva aika on esitetty oheisessa taulukossa 8.

TAULUKKO 8.
Resurssitarve verkko-opintojakson ylläpidossa.

Opintojakson ylläpitoon liittyvät tehtävät yhteensä	**100**
Opintojakson ylläpito yhteensä	**50**
Lähdemateriaalin ajanmukaistaminen	5
Oppimisympäristön päivittäminen	5
Tehtävien ajastaminen	5
Linkkien päivittäminen	5
PLM-järjestelmän ylläpitoon liittyvät tehtävät	30
Opiskelijoiden ohjaaminen yhteensä	**25**
Tekniset haasteet	10
Aiheeseen liittyvät kysymykset	5
Opiskelijoiden edistymisen seuranta	5
Muu tutorointi	5
Tehtävien tarkastaminen yhteensä	**25**
Esseetyyppiset tehtävät	5
Manuaalisesti tarkastettavat tehtävät	5
Automaattisesti tarkastettavat tehtävät	2
PLM-järjestelmään liittyvät tehtävät	5
Tentit	8

3.1.3 Opiskelijapalauteiden analyysi

Pilotoitujen opintojaksojen Tuotteen elinkaarenhallinnan perusteet ja Tuotetiedon hallinta opiskelijapalautteita kerättiin rahoittajan seurantietolomakkeella (Taulukko 9). Taulukossa on esitetty lomakkeen 13 kysymyksestä saatu palaute asteikolla 1–5. Opiskelijapalautteesta voidaan todeta, että opintojaksojen vastaanotto ja kokemukset olivat melko positiivisia.

Lisäksi opiskelijoilta kerättiin palautetta opintojaksoista opettajan tekemillä kyselyillä. Niiden tuloksista voidaan nostaa seuraavia opiskelijoiden esiin tuomia seikkoja. Opintojaksolla olevat videot koettiin pääsäännöllisesti laadukkaiksi seuraavin kommentein.

> Videomateriaali oli selkeää ja hyvin havainnollista.
>
> Videomateriaali on kurssin parasta sisältöä.
>
> Verkko-opetuksessa ja opiskelussa omassa tahdissa videoihin voi aina palata ja katsoa uudelleen mielenkiintoiset tai epäselväksi jääneet kohdat. Videoihin voisi vielä lisätä selkeämmän yhteenvedon ja nostaa esille kurssin tärkeimmät kysymykset joihin videon tulisi antaa vastaukset. Videoitten ajallinen kesto oli sopiva.

Opintojaksoilla oli luentojen yhteyteen tehty erityyppisiä oppimista tukevia tehtäviä. Niistä osa oli esimerkiksi tiedonhakuun liittyviä kirjallisia tehtäviä. Tehtäviä oli sisällytetty myös opetusvideoihin. Arviointi oli pitkälle automatisoitu, mutta muun muassa kirjallisten tehtävien arvioinnissa hyödynnettiin opiskelijoiden vertaisarviointia. Tehtävistä ja niiden arvioinneista annettiin seuraavanlaista palautetta.

> Käytännön läheiset tehtävät ja niihin liittyvät materiaalit olivat hyvä pohja kurssille.
>
> Selkeämmät tehtävänannot, mielellään kaikki samaan dokumenttiin.
>
> Ideana vertaisarviointi on hieno, sillä sen avulla näkee mitä muut ovat ajatelleet kyseisessä tehtävässä.
>
> Mielestäni vertaisarviointi tehtävä oli ok, sekä kurssilla käytetyt videot olivat hyviä ja simppeleitä.

Lisäksi opintojaksosta annettiin vielä alla oleva palaute:

> Tuotetiedon hallinnan kurssi on tärkeä insinöörin työelämässä, koska uusia tuotteita syntyy jatkuvasti ja niihin liittyvän tiedon määrä kasvaa.

TAULUKKO 9.
Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostoissa -moduulin opiskelijapalautteet.

Vastaa asteikolla 1 (täysin eri mieltä) – 5 (täysin samaa mieltä)	Digitaalisen tuotetiedon hyödyntäminen konetekniikan alihankintaverkostoissa
1. Koulutuksen tarjoama joustava ja yksilöllisen opintopolku on tehostanut omaa oppimistani	3,55
2. Koulutuksen aikana tarjottu tuki ja ohjaus ovat tehostaneet omaa oppimistani	3,10
3. Mielestäni koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet omaa kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen)	3,57
4. Arvioni mukaan mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantuneet	3,18
5. Mielestäni koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani	3,98
6. Mielestäni koulutuksen fyysinen ympäristö sekä oppimateriaalit olivat laadukkaat ja tehostivat omaa oppimistani	3,33
7. Mielestäni kouluttajan hyvät ja toimivat työelämäyhteydet ovat tehostaneet omaa oppimistani	3,50
8. Mielestäni kouluttajan asiantuntemus vastasi koulutuksen tavoitteisiin ja tehosti omaa oppimistani	3,66
9. Arvioni mukaan oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantunut	3,55
10. Mielestäni oma osaamiseni vastaa nyt koulutuksen / kehittämistoimenpiteen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin	3,37
11. Mielestäni oma ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena	3,38
12. Mielestäni kehittämistoimen ansiosta oman työorganisaationi kyky tarjota laadukasta koulutusta sekä osaamisen kehittämistä edistävää ohjausta ja tukea on parantunut (esim. hanke, jossa kohteena oppilaitoksen antaman koulutuksen kehittäminen, ei suora koulutushanke)	3,32
13. Mielestäni koulutuksen oppimisilmapiiri oli myönteistä ja kannustavaa ja tehosti omaa oppimistani	3,75
KA	**3,5**

3.1.4 Opintojaksojen jatkokehitys

Tuotteen elinkaarenhallinnan perusteet sekä Tuotetiedon hallinta -opintojaksojen materiaalia (luentoja ja tehtäviä) täydennetään jatkossa pilotoinnissa saadun palautteen perusteella. Lisäksi opintojaksojen valmiita tehtäviä selkeytetään erityisesti tehtävänannon osalta. Myös opintojaksojen tenttejä uudistetaan vastaamaan vieläkin paremmin verkko-opetuksen tarpeita.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti -opintojaksoa ei pystytty hankkeen aikana toteuttamaan GDPR-asian ratkaisun viivästymisen ja yllättävien tietoteknisten haasteiden takia.

3.2 Meritekniikka

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

Kaikki meritekniikan opintojaksot toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun oppimisympäristössä Optimassa, joka korvataan vaiheittain syksystä 2020 alkaen uudella itslearning-järjestelmällä. Järjestelmän vaihto tehdään, koska Optima on vanhentunut sekä ulkoasultaan että käytettävyydeltään. Opintojaksojen pilotoinnit oli kuitenkin

toteutettava Optimassa, sillä siirtyminen uuteen järjestelmään tapahtuu vasta hankkeen päätyttyä. Turun ammattikorkeakoulussa onkin jatkossa varattava aikaa hankkeessa toteutetun sisällön siirtämiseen ja muokkaamiseen uutta järjestelmää varten.

3.2.1 Opintojaksojen toteuttaminen

Jaksojen teemoja oli mietitty sekä selvitysten pohjalta, opetuksen lähtökohdista että kysymällä näkemyksiä alan yrityksiltä kuten väliraportista käy ilmi. Alla on kuvattu opintojaksojen käytännön toteutusta.

Laivanrakennuksen perusteet ja säännöt -opintojaksolla käsiteltiin seitsemää teemaa: laivatyypit, laivateoria, laivan järjestelmät, laivasuunnittelu, laivatuotanto, laivanrakennuksen toimijat ja säännöt. Kurssille kuvattiin kuhunkin teemaan kuuluvat alustusvideot, jotka perehdyttivät opiskelijan aiheen sanastoon ja perusteisiin. Tämän lisäksi opiskelijalle annettiin tehtävästä riippuen erilaisia internetlinkkejä ja luettavaa materiaalia. Annettujen materiaalien lisäksi opiskelijan tuli itsenäisesti etsiä tietoa ja soveltaa sitä hyvän tutkimuksen periaatteiden mukaisesti.

Opiskelijat suorittivat teemoihin liittyviä tehtäviä, joita oli yhteensä 28 kappaletta. Tämän lisäksi opiskelijat pitivät oppimispäiväkirjaa, jota opettaja kommentoi jokaisen suorituksen jälkeen. Oppimispäiväkirjassa listattiin oppimista, haasteita, onnistumisia sekä ajankäyttöä. Tehtävät suoritettiin pääosin hyvin ja oppimispäiväkirjaa täytettiin ahkerasti. Oppimispäiväkirjat dokumentoivat, että tehtävien suorittamiseen kului suurimmaksi osaksi niihin suunniteltu aika.

Opiskelijat palauttivat pääosin annetut tehtävät määräaikaan mennessä oppimisympäristöön, jonka jälkeen he saivat opettajalta henkilökohtaisen palautteen ja arvosanan tehtävästä. Apua ja selvennystä tehtäviin sai sähköpostilla opettajalta. Opiskelijoille, jotka eivät ehtineet kurssin aikatauluun, tarjottiin mahdollisuus palauttaa tehtäviä myöhässä siten, että arvosanaan tuli myöhästymisestä johtuva alennus.

Omana osionaan, mutta perusteisiin ja sääntöihin liittyen toteutettiin **Harjoitustyöopintojakso**. Se koostui kolmesta erillisestä tehtävästä, joiden tarkoitus oli perehdyttää opiskelija käyttämään laivanrakennuksessa keskeisiä sääntöjä ja etsimään näitä eri lähteistä. Osaan lähteistä oli annettu Optimassa linkit, osa piti itse etsiä. Tehtävistä kaksi ensimmäistä liittyi rakenteelliseen palosuojeluun, viimeinen rakenteiden mitoitukseen. Harjoitusten tulokset piti palauttaa määräpäiviin mennessä Optimaan.

Laivan ympäristövaikutusten hallinta -opintojaksolla käsiteltiin myös seitsemää eri aihetta: laivan aiheuttamaa melua ilmaan, melua veteen, laivan vedenalaisen pohjan myrkkymaalausta, jätevesiä ja öljypäästöjä, painolastivesien käsittelyä, aallonmuodostusta ja pakokaasuja. Valitut teemat perustuivat kansainvälisen merenkulkujärjestön (International Maritime Organization, IMO) mukaiseen ryhmittelyyn.

Aluksi opiskelijat valitsivat itselleen projektityöaluksen, joka oli aiemmin rakennettu liikenteessä oleva alus. Opiskelijoille annettiin kustakin teemasta kirjallinen tehtävä, joka liittyi projektilaivaan. Tehtävä tuli palauttaa Optima-järjestelmään määräaikaan mennessä. Tämän jälkeen palautettuja tehtäviä kommentoitiin Optimassa. Seuraavaksi oli vuorossa Skype-kokous, jossa käytiin läpi seuraavaa teemaa ja siihen liittyvää tehtävää. Lopuksi opiskelijat kokosivat raportin, joka koostui osatehtävistä. Opintojakso arvioitiin raportin perusteella.

Opintojakso **Laivan LVI** on tyypiltään passiivinen verkko-opintojakso eli siinä ei ole säännönmukaisia verkkotapaamisia. Ohjaus tapahtuu tarvittaessa kirjallisesti Optima-oppimisalustan ns. seinän kautta, jota opettaja seuraa säännöllisesti viikoittain, ja jossa hän vastaa opiskelijoiden kysymyksiin tarvittaessa. Oppimateriaalina on Evac Oy:n laatima *Evac Piping Guide* sekä vesisumusammutukseen liittyviä artikkeleja ja kirjallisuutta. Opintojakso suoritetaan tekemällä kolme oppimistehtävää. Arviointi perustuu oppimistehtävien tuotoksiin sekä opiskelijoiden itsearviointiin.

Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta – Opettajat

Optima toimi oppimisympäristönä varsin hyvin, vaikka vieraista kouluista tulevien opiskelijoiden oikeudet päästä ympäristöön aiheuttivat lisätyötä opettajalle. Kurssin alussa osalla muiden oppilaitosten opiskelijoista oli järjestelmässä jopa neljä eri käyttäjätunnusta ja tämä aiheutti sekaannusta opiskelijoiden lisäämisessä opintojaksolle. Optima itsessään on hiukan vanhanaikainen, mutta opettajille ennestään tuttu, mikä helpotti kurssien luomista järkeväksi kokonaisuudeksi. Optima ei talleta suorituksia suoraan mihinkään rekisteriin, joten opettajien piti kirjata opintosuoritukset manuaalisesti toiseen järjestelmään. Rajatulla opiskelijamäärällä tämä on tehtävissä, mutta osallistujamäärän kasvaessa tämä vaatisi huomattavaa resurssilisää opettajille.

Opettajien havaintojen mukaan opiskelijoiden motivaatiossa oli suuria eroja jokaisella kurssilla, mikä näkyi muun muassa melko suurina keskeyttämisprosentteina.

Tämä ilmeni etenkin harjoitustyöopintojakson kohdalla, missä rohkaisusta huolimatta kaikki 13 ilmoittautunutta keskeyttivät. Opintojaksojen houkuttelevuutta täytyy siis pyrkiä parantamaan, vaikka osittain lienee kysymys verkkokursseihin tyypillisesti liittyvästä ilmiöstä. Verkko-opintojen aloittaminen on vaivatonta, mutta myös niiden keskeyttämisen kynnys vaikuttaa matalammalta kuin perinteisillä kursseilla.

Kokonaisuutena 33 henkilöä eli noin 50 % meritekniikan kursseilla aloittaneista suoritti ne loppuun. Esimerkiksi laivan ympäristövaikutuksia käsitelleellä kurssilla havaittiin, että moni ilmoittautuneista opiskelijoista ei ollut ilmoittautunut riittävän päämäärähakuisesti kurssille. Erään opiskelijan kommentti oli osuva:

> Valitsin vähän kiinnostavista kursseista vähiten epäkiinnostavan, koska tutkinnostani puuttuu opintopisteitä.

Toisaalta osallistujissa oli myös aktiivisia opiskelijoita, jotka olivat paneutuneet tehtäviin ja olivat aktiivisesti mukana esimerkiksi laivan ympäristövaikutuksia käsitelleen kurssin Skype-kokouksissa. Näistä jäi opettajalle hyvä vaikutelma, koska osallistuneista opiskelijoista aktiivisimmilla oli elämänkokemusta ja osaamista taustalla, joten keskusteluista tuli mielenkiintoisia ja hyödyllisiä.

Hankkeen tarjoamat resurssit materiaalien valmisteluun saivat kiitosta opettajilta, etenkin kun osa opintojaksojen sisällöistä oli uusia tuttavuuksia ja toisaalta myös uusia opetuksen tapoja valmisteltiin. Näin ollen kurssien jatkokehitys koetaan mielenkiintoisena haasteena.

3.2.2 Opiskelijapalautteiden analyysi, oppimistulokset

Osallistuneet opiskelijat ovat olleet suurimmalta osin meritekniikan opiskelijoita sekä meriteollisuuteen työllistyneitä muiden erikoistumisten, kuten koneautomaation, opiskelijoita. Mukana oli kuitenkin opiskelijoilta myös erilaisilla taustoilla ja hankkeen toteuttajaorganisaatioiden lisäksi muistakin ammattikorkeakouluista.

Oppimispäiväkirjoja laatineet opiskelijat oppivat myös kurssin loppua kohden kirjoittamaan hyviä analyyseja omasta oppimisestaan ja antoivat arvokasta palautetta kurssin kehittämisen kannalta. Yksilöllisen ohjauksen takia opettajilta kului kohtalaisen paljon aikaa tehtävien lukemiseen ja arviointiin. Laivanrakennuksen perusteet - sekä Laivanrakennuksen ympäristövaikutukset -kursseilla oli tarjolla yksilöl-

listä palautetta säännöllisin väliajoin, mikä koettiin toimivaksi ratkaisuksi. Tällä tavoin toteutettavien kurssien osallistujien määrä on kuitenkin ehdottomasti pidettävä rajattuna, jotta opettajilla on tarpeeksi aikaa antaa laadukasta ja henkilökohtaista palautetta. Kokonaisuudessaan opintojaksot loppuun suorittaneiden oppimistulokset olivat hyvästä kiitettävään.

Opiskelijapalautetta kerättiin oppimispäiväkirjojen ja itsearviontien sekä Optiman viestikenttien lisäksi 13-kohtaisella rahoittajan laatimalla lomakkeella. Lomakkeita ei saatu kerättyä kaikilta kurssien suorittajilta, mihin osasyinä olivat koronapandemian aiheuttamat hankaluudet olosuhteissa sekä opiskelijoiden vastahakoisuus henkilötietojensa luovuttamiseen.

Osa lomakkeen kysymyksistä ei soveltunut verkkokoulutusten arviointiin, mutta olennaisimmista voidaan tehdä päätelmiä. Palautteiden arviointiasteikko oli 1–5 ja kysymyskohtaiset keskiarvot koko meritekniikan moduulin tasolla vaihtelivat välillä 3,0–4,6.

Opiskelijat arvioivat kahdessa kysymyksessä osaamisensa kehittymistä sekä sen vastaamista muuttuviin työelämän tarpeisiin. Vastausten keskiarvoa 3,5 voidaan pitää melko hyvänä tuloksena. Kysymykset joustavuudesta sekä koulutusjärjestelyjen sopivuudesta saivat hyviä arvioita kuten verkkokoulutuksen kohdalla voi odottaakin (keskiarvot välillä 3,9–4,35). Yllättävämpää on palaute myönteisestä ja kannustavasta ilmapiiristä, josta yli neljän (4) keskiarvo kertoo. Vastauksia voi tarkastella alta löytävästä taulukosta 10.

TAULUKKO 10.
Meritekniikan moduulin opiskelijapalautteet.

Vastaa asteikolla 1 (täysin eri mieltä) – 5 (täysin samaa mieltä)	Kokonaisuuden KA	Laivanrakennuksen perusteet	Laivan ympäristövaikutukset	Laivan LVI
1. Joustava ja yksilöllinen opintopolku on tehostanut oppimistani	**3,93**	4,13	4,00	3,67
2. Tarjottu tuki ja ohjaus ovat tehostaneet omaa oppimistani	**3,88**	3,75	3,89	4,00
3. Käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen)	**3,54**	3,63	3,67	3,33
4. Mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen seurauksena parantuneet	**3,34**	3,57	3,13	3,33
5. Koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani.	**4,35**	4,50	4,56	4,00
6. Fyysinen ympäristö sekä oppimateriaalit olivat laadukkaat ja tehostivat oppimistani	**3,89**	4,00	3,67	4,00
7. Kouluttajan hyvät ja toimivat työelämäyhteydet ovat tehostaneet oppimistani	**3,88**	3,88	3,75	4,00
8. Kouluttajan asiantuntemus vastasi koulutuksen tavoitteisiin ja tehosti oppimistani	**4,08**	4,25	3,67	4,33
9. Oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen seurauksena parantunut	**3,67**	3,50	3,50	4,00
10. Osaamiseni vastaa nyt koulutuksen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin	**3,49**	3,71	3,43	3,33
11. Ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena	**3,25**	3,43	3,00	3,33
12. Kehittämistoimen ansiosta oman työorganisaationi kyky tarjota laadukasta koulutusta sekä osaamisen kehittämistä edistävää ohjausta ja tukea on parantunut.	**3,60**	3,50	3,63	3,67
13. Koulutuksen oppimisilmapiiri oli myönteistä ja kannustavaa ja tehosti oppimistani.	**4,05**	4,38	4,11	3,67
	3,77	**3,86**	**3,69**	**3,74**

3.2.3 Opintojaksojen jatkokehitys

Meritekniikan moduulin kursseja on vaikea automatisoida, koska kyseessä on laajojen kokonaisuuksien hahmottaminen ja soveltaminen. Osan haasteesta luo myös se, että meritekniikan materiaalit ovat saatavuudeltaan rajattuja. Esimerkiksi kaikkiin kansainvälisiin sääntöihin tai alan kirjallisuuteen ei pääse käsiksi kaikkien kirjastojen kautta. Tämä vaati paljon pohdintaa opettajalta, mutta hankkeen ansiosta opettajilla oli aikaa etsiä kursseille tarpeeksi vapaasti saatavilla olevaa, laadukasta materiaalia.

Jatkokehitystä silmällä pitäen on tärkeätä myös puntaroida, millaisiin oppimistuloksiin jatkossa pyritään. Jos kurssit ovat yleissivistäviä, eivätkä edellytä esitietoja ja vaatimustaso on alhaalla, osallistujamäärä on todennäköisesti suuri samoin kuin kurssin läpäisseiden määrä. Mutta tukeeko tällainen koulutus tehokkaasti työllistymistä? Ehkäpä tämänkaltainen kurssi toimisi paremmin esiopetuksena jatkokursseille. Vai olisiko hyödyllisempää järjestää vaativaa täsmäkoulutusta, jolloin osallistujamäärä olisi pieni? Kurssin läpäisseiden osaamista todennäköisesti arvostettaisiin korkeammalle työelämässä. Vuoropuhelu koulutuksen tavoitteista työnantajien kanssa on edelleen tärkeätä.

Harjoitustöiden muokkaaminen houkuttelevimmiksi on välttämätöntä, kuten aiemmin todettiin. Samalla on muistettava, että myös työelämässä vastaavien tehtävien tekeminen on työlästä, joten liika helpottaminen antaisi alasta väärän kuvan. Myöskään opintopistemäärää ei voi kasvattaa, joten parhaaksi vaihtoehdoksi jää opiskelijoiden motivointi ja sitouttaminen lisäämällä ohjausta esimerkiksi etäpalaverien, ajallisen jaksottamisen ja muiden toimien muodossa. Näistä saatiinkin hyviä kokemuksia Laivanrakennuksen perusteet – sekä Laivan ympäristövaikutukset -opintojaksoilla.

Oma tilanteensa on **Laivan rakenteiden mallinnus** -opintojaksolla, jota ei ehditty toteuttamaan hankeen aikana, vaan sen ensimmäinen toteutus ajoittui vuoden 2020 lopulle. Jatkokehitystä tehdään sitten tämän pohjalta.

Toteutus on siirtynyt alkuperäisestä ajankohdastaan usean tekijän summana. Eniten toteutuksen aloitusta siirsi suojatun VPN-yhteyden puute. Opintojaksolla käytettävän Siemens NX -suunnittelujärjestelmän käyttö edellyttää yhteyttä opiskelijan oman tietokoneen ja Turun ammattikorkeakoulun verkossa toimivan lisenssipalvelun välillä. Tällaisen ulkopuolelta tulevan yhteyden on oltava riittävän tietoturvallinen,

esimerkiksi salattu VPN-yhteys. Opintojaksolla käytettävän VPN-yhteyden kehittämisvaiheet on esitelty luvussa 2.4.2.

Opintojakson tavoitteena on syventää opiskelijan ymmärrystä laivan rungon rakenteesta mallinnusharjoituksen avulla. Opintojakson toteutus painottuu rakenneosien erilaisten mallinnustekniikoiden käyttöön. Rungon rakenneosien mitoitusta opintojaksolla ei käsitellä.

Opintojakso tullaan toteuttamaan käyttäen Turun ammattikorkeakoulun Optima-oppimisympäristöä materiaalien jakopaikkana. Ohjaussessioissa hyödynnetään Microsoft Teams -ympäristöä. Opintojakso toteutetaan kokonaan verkko-opetuksena, jolloin opiskelija suorittaa itsenäisesti annetut mallinnustehtävät oman tahtinsa mukaisesti. Kaikille opiskelijoille yhteisiä Teams-sessioita tullaan pitämään joka toinen viikko. Tarvittaessa näiden koko ryhmän ohjaussessioiden välillä järjestetään ohjausta pienemmälle ryhmälle tai yksittäiselle opiskelijalle.

Opintojakson alussa esitellään yleiset periaatteet ja muut käytännöt, sekä varmistetaan Siemens NX- ja EduVPN-sovellusten asennusten ja käyttöönoton onnistuminen opiskelijan omaan tietokoneeseen.

Opintojakson sisältö on jaettu osiin suoritettavien mallinnustehtävien sisältöjen mukaisesti. Edellä mainittujen käytännön asioiden jälkeen tutustutaan laivan rungon muodostaman laivapalkin pitkittäiseen lujuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Samalla opiskelijalle muodostuu käsitys minkälaisista yksittäisistä rakenneosista laivan runkorakenteet muodostuvat.

Opiskelija saa pienen irtolastialuksen rungon 3D-mallin, johon rakenneosien mallinnusharjoitukset tehdään Siemens NX Ship Structure Basic Design -sovelluksella. Kaikki mallinnetut osat tallennetaan nykyaikaisen digitaalisen suunnitteluprosessin mukaisesti dokumenttienhallintajärjestelmään, Siemens Teamcenteriin.

Meritekniikan moduulin kurssit järjestettiin hankkeen päätyttyä syksyllä 2020 kokonaisuudessaan lukuun ottamatta Laivan ympäristövaikutusten hallinta -opintojaksoa, joka toteutetaan seuraavaksi vuoden 2021alussa. Tässä kuvattujen kehittämissuunnitelmien lisäksi omat mahdollisuutensa opintojen sisällölle tarjoaa syksyllä 2020 Turun ammattikorkeakoulussa käyttöön otettu uusi itslearning-oppimisympäristö, joka asettaa toisaalta myös omat vaatimuksensa.

3.3 Erikoislujat teräkset ja hitsaus

Vesa Rahkolin

Erikoislujat teräkset ja hitsaus -opintokokonaisuus koostuu kahdesta opintojaksosta. Ne ovat 10 opintopisteen **IWS-koulutus** ja 5 opintopisteen **Erikoislujat teräkset** -opintojakso. IWS-koulutus antaa hyvät valmiudet hitsaustöiden koordinointiin. Erikoislujat teräkset -opintojakso täydentää IWS-koulutuksen sisältöä erikoislujien terästen käytöstä koneenrakennuksessa.

Oulun ammattikorkeakoulu on pilotoinut molemmat monimuotoiset opintojaksot syksyn 2019 aikana ja lisäksi IWS-koulutuksen uudestaan vuoden 2020 aikana.

3.3.1 Opintojaksojen toteuttaminen

IWS-koulutuksen rakenne ja sisältö perustuvat kansainvälisiin vaatimuksiin. Kansainvälinen hitsausjärjestö IIW (International Institute of Welding) ja eurooppalainen EWF (European Welding Federation) ovat luoneet yhteisen hitsaushenkilöstön koulutus- ja pätevöitymisjärjestelmän. Kansainvälisellä ohjeistuksella saavutetut

pätevyydet ovat voimassa kaikissa järjestön jäsenmaissa. Pätevöintikoulutus on perinteisesti toteutettu luokkaopetuksena. Koulutus on kuitenkin mahdollista toteuttaa myös monimuoto-opetuksena.

Oulun ammattikorkeakoulu rakensi monimuotoisen IWS-koulutuksen (International Welding Specialist), jota ei ollut aikaisemmin toteutettu Suomessa. Monimuotototeutus on tervetullut uutinen varsinkin pääosin oman työnsä ohella opiskeleville ja heidän työnantajilleen. IWS-koulutusta täydentämään rakennettiin monimuotoinen Erikoislujat teräkset -opintojakso. Se keskittyy erikoislujien terästen käyttöön koneenrakennuksessa ja alan yritykset myötävaikuttivat sen toteuttamiseen.

Opetuksen suunnittelu lähti oppijan näkökulmasta. Opintojaksoja suunniteltaessa arvioitiin, että osalla tulevista opiskelijoista saattoi olla vuosia aikaa edellisistä opinnoista. Toisaalta monimuotoisessa koulutuksessa opiskelijalla on suuri itsenäisyys ja vastuu opintojen etenemisestä. Nämä lähtötiedot ohjasivat vahvasti opetuksen suunnittelua. Tavoitteeksi asetettiin luoda koulutus, joka näyttäytyy opiskelijalle selkeänä ja loogisesti etenevänä.

Oppimisympäristöksi valikoitui Oulun ammattikorkeakoulussa käytössä oleva Moodle, joka toimi aina opiskelun lähtöpisteenä itsenäisessä opiskelussa, verkko- ja lähiopetuksessa. Moodlen oppimisympäristöihin liitettiin lähes kaikki opiskeluun liittyvä kirjallisuus, luentomateriaalit ja tehtävät.

Oppimisympäristö mahdollisti oppimismateriaalin tarjoamisen opintojen etenemisen mukaisesti, jolloin osa tulevasta oppimismateriaalista on piilossa. Tällä pyrittiin ohjaamaan opiskelijan huomio oppimisympäristössä aina seuraavan ajankohtaiseen teemaan.

Ensimmäisen koulutuksen oppimisympäristön toteutuksen rakentaminen on työläin vaihe, jatkossa oppimisympäristö vaatii ylläpitoa ja ajantasaisen tiedon päivittämistä. Digitaalisen oppimisympäristön teknisessä toteutuksessa on tärkeää, ettei Moodlea kuormiteta tiedostoilla ja videoilla. Lähtökohtaisesti kaikki materiaali on Oulun ammattikorkeakoulun 365.oamk.fi-ympäristössä, josta materiaalit on linkitetty Moodleen.

3.3.2 Kokemukset opintojakson toteuttamisesta

Oulun ammattikorkeakoulussa on käytössä Moodle-oppimisympäristö, joten hankkeen koulutukset rakennettiin tälle alustalle. Opiskelijat kirjautuivat kurssiavaimella

oppimisympäristöön opetuksen etenemisen mukaisesti. Opettajilla oli mahdollisuus seurata opiskelijoiden oppimistehtävien etenemistä ja itsenäisen opiskeluun käytettyä aikaa.

Koulutuksiin liittyvät verkko-opetukset toteutettiin Adobe Connect -verkkokokousohjelmalla. Opiskelijoita aktivoitiin Moodlessa olevilla oppimistehtävillä, jotka oli räätälöity opetusaiheiden mukaisesti. Samalla pystyttiin dokumentoimaan opiskelijoiden läsnäolo verkko-opetustunneilla.

Kun perinteisestä lähiopetuksesta on siirrytty monimuoto-opetukseen, opetus- ja oppimistavat muuttuvat. Koulutuksissa on onnistuttu yhdistämään Oulun ammattikorkeakoulussa jo ollut vankka verkko-opetusosaaminen ja koulutuksen (IWS) tiukat vaatimukset toimivaksi kokonaisuudeksi.

Monimuoto-opetuksen haasteena on, että saadaan vähät lähipäivät käytettyä mahdollisimman hyvin. Niiden vaikuttavuutta tulee pyrkiä lisäämään, sillä silloin verkko-opetuksen aikana hankittua tietoa saadaan syvennettyä. On myös tärkeää tarjota opiskelijalle toimiva työkalu oman oppimisen seurantaan, se auttaa kohdistamaan opiskelua tehokkaasti. Samalla opettaja saa ajan tasalla olevaa palautetta opetuksen onnistumisesta ja opiskelijoiden edistymisestä.

3.3.3 Opiskelijapalautteiden analyysi

Pilotoitujen opintojaksojen opiskelijapalautteita kerättiin suullisesti keskustelemalla opiskelijoiden kanssa ja kirjallisesti ESR-hankkeiden osallistujakohtaisella seurantietolomakkeella. Opiskelijapalaute oli positiivista (taulukko 11).

Verkko-opetuksen myötä opiskelijan ei tarvinnut tulla seuraamaan opetusta kampukselle. Varsinkin työssäkäyvät ja pitkien välimatkojen takaa tulevat opiskelijat kokivat tämän tärkeänä. Pilotoinnissa testattiin myös lähi- ja verkko-opetuksen yhdistämistä. Tällöin osa opiskelijoista oli luokkahuoneessa ja loput opiskelijoista etänä verkon välityksellä.

Koulutusten myötä hitsauksen koordinointiin ja suurlujuusteräksiin liittyvä osaaminen on kehittynyt niin opettajien kuin opiskelijoiden keskuudessa.

TAULUKKO 11.
Opiskelijapalaute ensimmäisestä IWS-pilottikoulutuksesta.

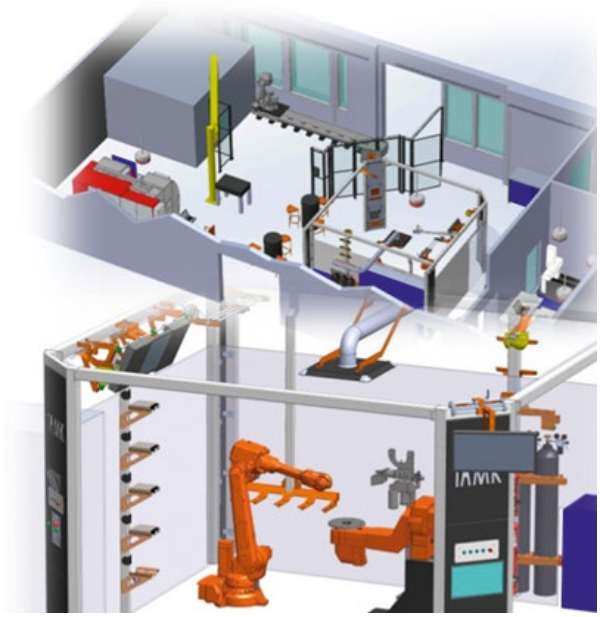
Erityistavoitteiden 9.1 ja 9.2 hankkeiden kysymykset:	
Vastaa asteikolla **1 (täysin eri mieltä) – 5 (täysin samaa mieltä)**	**KA**
1. Koulutuksen tarjoama joustava ja yksilöllisen opintopolku on tehostanut omaa oppimistani	**4,13**
2. Koulutuksen aikana tarjottu tuki ja ohjaus ovat tehostaneet omaa oppimistani	**4,22**
3. Mielestäni koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet omaa kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen)	**4,33**
4. Arvioni mukaan mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantuneet	**4,67**
5. Mielestäni koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani	**4,22**
6. Mielestäni koulutuksen fyysinen ympäristö sekä oppimateriaalit olivat laadukkaat ja tehostivat omaa oppimistani	**4,00**
7. Mielestäni kouluttajan hyvät ja toimivat työelämäyhteydet ovat tehostaneet omaa oppimistani	**4,56**
8. Mielestäni kouluttajan asiantuntemus vastasi koulutuksen tavoitteisiin ja tehosti omaa oppimistani	**4,44**
9. Arvioni mukaan oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantunut	**4,33**
10. Mielestäni oma osaamiseni vastaa nyt koulutuksen / kehittämistoimenpiteen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin	**4,44**
11. Mielestäni oma ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena	**4,11**
12. Mielestäni kehittämistoimen ansiosta oman työorganisaationi kyky tarjota laadukasta koulutusta sekä osaamisen kehittämistä edistävää ohjausta ja tukea on parantunut (esim. hanke, jossa kohteena oppilaitoksen antaman koulutuksen kehittäminen, ei suora koulutushanke)	**4,00**
13. Mielestäni koulutuksen oppimisilmapiiri oli myönteistä ja kannustavaa ja tehosti omaa oppimistani	**4,67**
KA	**4,32**

3.3.4 Opintojaksojen jatkokehitys

Rakennettuja opintokokonaisuuksia on mahdollista jatkokehittää edelleen. Yhtenä selvitettävänä kehitysideana on IWS-lähipäivien järjestämisen muissa oppilaitoksissa. Tämä mahdollistaisi koulutuksen skaalautumisen aidosti koko Suomeen. Vaatimukset tilojen osalta tulevat kansainvälisistä vaatimuksista. Selvitystyötä pyrittiin tekemään vielä hankkeen aikana 6Aika-kaupunkien välillä, mutta tätä ei ehditty saamaan valmiiksi.

3.4 Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa

Mika Nikander



Digitaalinen teollinen vallankumous lupaa lisää joustavuutta valmistukseen ja massaräätälöintiin sekä parannettua tuottavuutta niin laadun, ennakoinnin kuin lisääntyneen valmistus- ja toimitusnopeudenkin suhteen. Tätä ei kuitenkaan saavuteta ilman yritysten ja työvoiman jatkuvaa, uusiutuvaa osaamista ja Industry 4.0 -tarpeisiin

suunnattua, myös jatkuvaa oppimista tukevaa koulutusta niin sisältöjen kuin pedagogisten ratkaisujen suhteen.

Teollisuustalous digitalisoituvassa maailmassa -opintomoduuli koostuu viidestä eri kolmen opintopisteen opintojaksosta:

- **Johdatus tilaus- toimitusketjun hallintaan**
- **Tekninen myynti- ja ostotoiminta**
- **Teollisuuden tietojärjestelmät ja tietojohtaminen**
- **Teollinen laadunhallinta ja toiminnan kehittäminen**
- **Digitaalisuusharjoitukset ryhmille.**

Tampereen ammattikorkeakoulu on pilotoinut kaikki viisi opintojaksoa loppuvuoden 2019 ja kevään 2020 aikana. Digitaalisuusharjoitukset ryhmille -kurssin Raspberry-osiota pilotoitiin loppuvuodesta 2019 ja Arduino- ja IoT-osioita toukokuussa 2020. Kurssin sisältöä kehitettiin monipuolisesti annetun palautteen mukaisesti.

3.4.1 Opintojaksojen toteuttaminen

Opintojaksojen ilmoittautumismäärät oli pilotissa rajattu 35 henkilöön. Digitaalisuusharjoitukset ryhmille -kurssin osallistujamäärä oli rajattu laitemäärien takia 10 henkilöön.

Virtuaalikurssit loppuun suorittaneita oli seuraavasti: teollinen laadunhallinta 16/35, teollisuuden tietojärjestelmät 10/30, tekninen myynti 15/34, johdatus tilaus- ja toimitusmalliin 15/35 sekä digitaalisuusharjoitukset ryhmille 10/10.

Opintojaksojen alussa kerättiin osallistujatiedot aloituslomakkeille ja kurssin loputtua lopetuslomakkeille, jotka osallistuja palautti sähköisenä kurssialustalle. Osallistujatietojen palautus oli pakollinen osio suorituksen hyväksymisen kannalta.

Alla tarkempi erittely kurssien sisällöstä ja saatavuudesta jatkossa.

Johdatus tilaus-toimitusketjun hallintaan

Keskeisenä sisältönä ovat tilaus-toimitusketjun hallinnan pääperiaatteet ja keskeiset tavoitteet sekä suunnittelun ja teknologiavalintojen merkitys teollisten logistiikkaketjujen muodostukseen. Myös logistiset strategiset yhteenliittymät ja toimintamallit käydään läpi. Kurssilla käsitellään mm. toimitusketjun hallinnan perusteita, varastonhallintaa ja Supply Chain Management -aihepiirin tulevaisuuden haasteita.

Toteutus on täysin verkossa. Kurssi koostuu teoriaosuudesta ja siihen liittyvästä itseopiskelumateriaalista sekä opiskelijoiden tekemistä tehtävistä. Aikataulutetut tehtävät aukesivat eri aikaan muutaman viikon välein.

Kurssille ilmoittautui 35 opiskelijaa, joista kurssin suoritusmerkinnän sai 15 opiskelijaa.

Saatavuus ja aikataulu: Ilmoittautumisesta ja kurssin aloituksesta tiedotetaan jatkossa CampusOnline.fi:ssä tai vastaavassa palvelussa.

Tekninen myynti- ja ostotoiminta

Ydinsisältöä ovat hinnoittelu- ja markkinointistrategiat, ostostrategiat sekä asiakkaan prosessien, standardien ja liiketoiminnan ymmärrys ja arvontuotto sisältäen aiheita mm. teollisuuden alustataloudesta ja tekoälyn hyödyntämisestä. Aiheet liittyivät henkilökohtaisesta ostokäyttäytymisestä toimittajastrategiaan, kansainvälisen kaupankäyntiin ja uusiin trendeihin.

Toteutustapana on verkkototeutus. Kurssi koostuu teoriaosuudesta ja siihen liittyvästä itseopiskelumateriaalista aiheen perusteista viimeaikaisiin trendeihin sekä opiskelijoiden tekemistä tehtävistä. Aikataulutetut tehtävät aukeavat eri aikaan noin kahden-kolmen viikon välein.

Kurssille ilmoittautui 35 opiskelijaa, joista kurssin suoritusmerkinnän sai 15 opiskelijaa. Palautettujen opetuslomakkeiden kaikkien kysymysvastausten keskiarvo oli 3,5. Lisäksi kirjoitetussa palautteessa painotettiin selkeitä tehtävänantoja ja pidettiin toteutusta onnistuneena.

Saatavuus ja aikataulu: Ilmoittautumisesta ja kurssin aloituksesta tiedotetaan jatkossa CampusOnline.fi:ssä tai vastaavassa palvelussa.

Teollisuuden tietojärjestelmät ja tietojohtaminen

Tämän opintojakson keskeisen sisällön muodostavat teolliset tietojärjestelmät kuten ERP, PDM, PLM. Lisäksi käsiteltiin yrityksen oman MyData-tiedon hyödyntämistä. Myös tietojärjestelmien ja datan hyödyntämiseen liittyvä analytiikka ja tiedolla johtaminen yhdistettynä liiketoimintajohtamiseen ja perinteiseen operatiiviseen laskentatoimeen olivat tärkeä osa opintojaksoa.

Toteutus sisälsi esittelyosion kurssin yleisestä toteutuksesta ja aihepiiristä. Toteutus oli jaettu kolmeen teemavaiheeseen:

Vaihe 1 vk 11–12 Operatiivinen toiminta ja tietojärjestelmät

Osiossa 1 Tutustutaan ja perehdytään yrityksen tietojärjestelmiin erityisesti näkökulmassa Operatiivinen toiminta ja tietojärjestelmät, erityisesti tuote-, tuotanto ja toimitusprosesseihin liittyen.

Vaihe 2 vk 13–14 Tuotetieto ja elinkaarihallinta

Vaihe 2 perehdyttää tuotetiedon (PDM) ja elinkaarihallinnan (PLM) perusteisiin, sekä niiden hallinnan ja hyödyntämisen merkitykseen yritykselle.

Vaihe 3 vk 15–16 Yrityksen tiedon hyödyntäminen liiketoiminnassa

Vaiheessa 3 avataan mahdollisuuksia yrityksessä olevan tiedon hyödyntämisestä liiketoiminnassa. Erityisesti tuotannon- ja tuotelaadun, markkinoinnin sekä asiakastyytyväisyyden kehittämisessä voidaan saavuttaa yritykselle merkittävää suorituskyvyn parannusta.

Jokaisen vaiheen teoria- ja alustusaiheeseen liittyi materiaaliosuus sekä toimeksiantoja tehtävän palautuslaatikkoarviointia varten.

Toteutustapana on verkkopainotteinen itsenäiseen opiskeluun soveltuva opintokokonaisuus, joka sisältää alustuksen sekä vaiheistettuna kolme kahden viikon kestoista osiota ja kirjallisen tehtävän kustakin aihepiiristä.

Saatavuus ja aikataulu: Tarjolle Avoin AMK/TAMK osana Teollisuustalouden tietotekniikka ja tietojohtaminen -kokonaisuutta alkaen 7.1.2021.

Teollinen laadunhallinta ja toiminnan kehittäminen

Opintojakson aiheena ovat teollisuudessa yleisesti käytetyt laatufilosofiat ja toiminnan kehittäminen mukaillen teemoja kuten 6 Sigma, MAIC, SMART ja Lean. Opetuksessa perehdytään keskeisiin laatujärjestelmäsisältöihin kuten ISO 9000 ja ISO 14000.

Toteutustapana on verkkototeutus. Kurssi koostuu teoriaosuudesta ja siihen liittyvästä itseopiskelumateriaalista sekä opiskelijoiden tekemistä tehtävistä. Kurssi on saatavilla kokonaisuutena alusta lähtien.

KUVA 11.
Esimerkkejä laadun osatekijöistä.

Saatavuus ja aikataulu: CampusOnline.fi, käynnissä kesätoteutuksena 2020. Tämä kurssi on tulossa myös kesätoteutuksena 2021.

Digitaalisuusharjoitukset ryhmille

Kurssi koostuu kolmesta erilaisesta digitaalista valmiutta kehittävästä käytännön harjoitekokonaisuudesta.

Raspberry Pi -harjoitteissa opetellaan perusteet Raspberryn käytöstä tietokoneena sekä sensoridatan lukemista ja LEDin ohjaamista sen avulla. Harjoitteissa opetellaan anturien ja toimilaitteiden kytkentää ja käyttöä sekä käydään myös ohjelmoinnin perusteet läpi niiltä osin kuin harjoitteissa tarvitaan.

Arduinon käytön ja ohjelmoinnin perusteissa käydään lävitse anturien ja toimilaitteiden kytkentä ja käyttö. Tässä kokonaisuudessa rakennetaan Arduinoa käyttäen yksinkertaistettu versio teollisesta jäähdytysjärjestelmästä, jossa on sekä automaattiettä manuaaliohjaus.

IoT-harjoitus, jossa hyödynnetään Raspberry PI - ja Arduino-osaamista datan keräämisessä pilvipalvelussa. Pyritään luomaan ymmärrys, ettei yksinkertainen anturointi ja datan kerääminen ole vain ICT-asiantuntijoille.

Toteutustapana on ohjeistettu, itseohjautuva kokonaisuus kaikissa harjoituksissa. Soveltuu parhaiten pienryhmä-/työpajatyöskentelyyn, mutta toteutettavissa myös itseopiskeluna.

Saatavuus ja aikataulu: Toteutetaan osana Basic Mechatronics -opintojaksoa syksystä 2020 alkaen. Ilmoittautuminen Tampereen Avoimen AMK:n kautta.

3.4.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta

Tampereen ammattikorkeakoulussa on käytössä Moodle-oppimisympäristöstä kehitetty Tabula, joten hankkeen koulutukset rakennettiin tälle alustalle.

Opetuksessa testattiin useampaa erilaista toteutustapaa. Osassa toteutuksia mukana oli opettajan alustuksena videomateriaalia ja kurssin eteneminen oli vaiheistettu useampaan, eri aikoina aktivoituvaan sisältöön.

Toisaalta testattiin myös sitä, että koko kurssin sisältö oli saatavilla heti alusta lähtien. Tämä toteutustapa antaa opiskelijalle mahdollisuuden edetä kurssilla itselle sopivan rytmityksen mukaisesti.

Saadun palautteen perusteella osalle opiskelijoista sopii perinteinen jaksotus paremmin ja toisille taas mahdollisuus edetä omassa aikataulussa on haluttu vaihtoehto.

Kaikilla kursseilla oli ongelmia opiskelijoiden kirjautumisessa järjestelmiin. Näiden ongelmien ratkaiseminen vei yllättävän ison osan ohjaavan opettajan ajasta. Todennäköisesti myös osa opiskelijoista jätti kurssin suorittamatta, koska ei päässyt helposti kirjautumaan järjestelmään.

Digitaaliharjoitukset ryhmille -opintojakson suorittamiseen tarvittavat laitteistot jaettiin Covid-19-tilanteen vuoksi turvavälit huomioiden TAMKin pääkampuksen ulkoalueella. Opintojaksojen palautteet käytiin lävitse Teams-virtuaalipalavereiden avulla.

3.4.3 Opiskelijapalautteiden analyysi

Osallistujien lopetuslomakkeiden avulla kerätystä palautteesta tehtiin arviointi. Verkkokurssien palautekeskiarvot olivat: teollinen laadunhallinta 3,46, teollisuuden tietojärjestelmät 3,38, tekninen myynti 3,56, johdatus tilaus- ja toimitusmalliin 3,4 sekä digitaalisuusharjoitukset ryhmille 4,52.

Tässä opiskelijoiden antamaa palautetta Teollinen laadunhallinta ja toiminnan kehittäminen -kurssilta kysymykseen, mitä olisit tarvinnut lisää:

> Olisin tarvinnut luentoja luentokalvojen tueksi. Ajanpuutteen vuoksi minun piti nopeuttaa laatutyökalujen opiskelusta, joten en mielestäni opiskellut tarpeeksi kyseisen osion asioita.
>
> Olisin kaivannut tarkempaa määritystä sille, kuinka laajoja tehtävien vastausten kuuluisi olla. Varsinkin tehtävissä, joissa näit muiden vastaukset, huomasi, että vastausten laajuudessa oli suuria eroja. Myös loppuraportissa voisi olla maininta, kuinka monta sivua tai sanaa sen kuuluisi sisältää.
>
> En tiedä, en välttämättä mitään. Toki ehkä lisää tieteellisiä artikkeleita ja julkaisuja siitä, miten käytännössä noita laatujärjestelmiä yms. käytetään. Mielestäni tämä oli hyvin toteutettu kurssi.
>
> Kurssin rakenne ja tehtävät olivat mielestäni hyvässä suhteessa toisiinsa ja omalle kohdalleni tämä toteutustapa toimi kyllä hyvin. Tiedon haun kanssa oli välistä pieniä ongelmia, kun aika paljon samaa tietoa esiintyi tehtävissä oppilailla mutta ei annettu sen haitata millään tapaa.
>
> Olisin kaivannut tähän opintojaksoon hieman haastavampia tehtäviä laajemmilla kokonaisuuksilla. Tämä opintojakso oli kuitenkin toisaalta mielestäni ihan hyvin toteutettu.

Aikaisempia deadlineja eri tehtäville, eikä kaikelle yhtä päivämäärää, johon mennessä kaikki piti olla suoritettu. Toki on oma vika, että liian moni tehtävä jäi kurssin loppupuolelle, jolloin kurssille liikenevä aika oli muutenkin tosi vähissä. Tehtävien deadlineaikojen jaottelu pitkin kurssin aikajanaa olisi varmasti ollut joillekin muillekin hyödyllinen.

Mielestäni opintojakso oli hyvin toteutettu. Aikaa tehtävien tekoon oli annettu riittävästi. Materiaali oli ajan tasalla, laadukasta ja selkeää. Sain paljon uutta tietoa laatutyökaluista, laatukustannuksista ja laadunhallinnasta. Koen onnistuneeni ymmärtämään paremmin esimerkiksi tuotanto-ongelmien syitä ja tarvittavia laatutyökaluja ongelmien ratkaisuun. Olisin kaivannut kurssille tallennettuja videoluentoja. Itse tykkään välillä vain kuunnella ja uppoutua aiheeseen, samalla kun kirjoitan muistiinpanoja.

Kokonaisuudessaan kurssi oli kyllä hyvä. Kiitos paljon!

3.4.4 Opintojaksojen jatkokehittäminen

Kurssien toteutuksessa tulee jatkossa kiinnittää huomiota siihen, miten erilaisiin koulutusjärjestelmiin osallistuvat opiskelijat mahdollisimman vaivattomasti pääsevät kirjautumaan sisään. Ohjeistuksen kommunikointiin täytyy panostaa aktiivisesti.

Selvästikään ei ymmärretty sitä, että opiskelijat eivät tee uuden järjestelmän sähköpostiosoitteista itselleen aktiivisia kanavia. Kommunikointi alkuvaiheessa pitäisikin tapahtua opiskelijoiden itse ilmoittamien sähköpostiosoitteiden kautta.

Kesäkurssina 2020 toteutetulla Teollinen laadunhallinta ja toiminnan kehittäminen -kurssilla tätä asiaa jouduttiin myös selvittämään. Käyttäen opiskelijoiden itse ilmoittamia sähköpostiosoitteita ja muuttamalla kurssille ilmoittautuminen kurssiavaimen avulla tapahtuvaksi, osallistuminen kurssille parani oleellisesti. Kurssille saatiin 35 opiskelijaa ja opiskelijoita oli kattavasti eri puolilta Suomea.

3.5 Cleantech

Kaj Lindedahl ja Esa Toukoniitty

Cleantech-moduuli sisältää kolme viiden opintopisteen opintojaksoa:

- **Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat**
- **Vesihuolto** ja
- **Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden mukaiset uudet tekniset ratkaisut.**

Ensimmäinen opintojakso toteutettiin Moodle-oppimisympäristössä, toisen opintojakson alustana toimi Microsoft Teams ja kolmannen opintojakson oppimisympäristönä käytettiin OneNoten Class Notebookia.

3.5.1 Opintojaksojen toteuttaminen

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojakson pääteemat olivat hajautetun energian tuotantomenetelmät ja tekniikat (60 %), energian varastointimenetelmät (20 %) ja energian jakelu ja siirtoverkot (20 %). Teemat sisältävät alla mainitut alateemat.

- **Energian tuotantomenetelmät ja -tekniikat**
  a. Polttokennot
  b. Biokaasu
  c. Nestemäiset ja kiinteät polttoaineet
  d. Aurinkosähkö
  e. Aurinkolämpö
  f. Tuulivoima
  g. Lämpöpumput
  h. Muut teknologiat.

- **Energian varastointimenetelmät**
  a. Akkuteknologia
  b. Muut energian varastointiratkaisut.

- **Energian jakelu- ja siirtoverkot**

Vesihuolto-opintojakson teemoja olivat vedenkäsittelyprosessien toiminta eri vaihtoehtoineen sekä laitosten fysikaaliset operaatiot, biologiset ja kemialliset prosessit. Tarkemmin opintojakson sisältö on esitetty alla.

- Vesien kiintoaineiden erotus sekä lietteen käsittely
- Vesilaitoshygienia ja kemialliset puhdistusmenetelmät
- Biosuodatus
- Puhdistusmenetelmät flokkaus, saostus ja flotaatio
- Kalvosuodatusmenetelmät
- Lainsäädäntö ja pienpuhdistamot
- Suunnitteluprosessin peruskuviot.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojakson pääteemoja olivat Cleantech – haasteet ja muutokset (30 %), Cleantech nyt (50 %) ja Tulevaisuus (20 %). Teemat sisältävät alla mainitut alateemat.

- Cleantech –haasteet ja muutokset
  a. Teknologian kehitys aikajanalla
  b. Muutosvoima – lainsäädäntö, talous ja muut tekijät
  c. Kehityskulkuja.

- Cleantech nyt
  a. Tutustu cleantech- alaan
  b. Ryhmätyö.

- Tulevaisuus
  a. Megatrendit 2020 – ja tulevaisuus.

Opintojaksojen oppimisympäristö ja opetusmenetelmät

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojakso toteutettiin Moodle-oppimisympäristössä etäopetuksena siten, että toteutus on mahdollisimman paljon aikaan ja paikkaan sitomaton. Suunnittelussa pyrittiin toteutuksen osalta siihen, että opiskelija voi mahdollisimman itsenäisesti suorittaa kurssin ilman kontaktiopetusta tai opettajan ohjausta. Opettaja oli toteutuksen aikana tavoitettavissa Moodlen kysymys/vastaus-keskustelualueiden kautta sekä myös sähköpostilla. Webinaareja tai vuorovaikutteisia online-opetustilanteita ei ko. kurssin yhteydessä järjestetty.

Vesihuolto-opintojakso toteutettiin Microsoft Teams -alustalla. Opintojakso oli rakennettu Teamsin luokkatiimiä ja kanavarakennetta hyödyntäen. Opintojaksolla opetus tapahtui videoluentojen ja niihin liittyvien harjoitustehtävien avulla. Opetus oli rytmitetty viikkotasolla. Joka viikolla tuli aina uusi aihe opintojakson sisällön teemoista luentoineen ja tehtävineen käsittelyyn. Opintojakson aloitusluento toteutettiin suorana, mutta muut luennot olivat nauhoitettuja.

Toteutus oli mahdollisimman joustava. Opiskelija pystyi katsomaan luentoja ja tekemään tehtäviä milloin ja missä vain. Ainostaan tehtävillä oli tietyt palautusajat. Opettaja oli opintojakson aikana tavoitettavissa mm. kysymystilanteissa Teamsin keskustelun kautta. Opintojaksolla käytettiin harjoitustöissä jatkuvaa arviointia ilman lopputenttiä.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojakso toteutettiin Office 365 -pakettiin kuuluvalla Class Notebookilla. Opetus koostui neljästä webinaarista, joista julkaistiin tallenteet opiskelijoiden käyttöön. Webinaareissa käsiteltiin ennalta tehtyjä tehtäviä sekä ohjeistettiin tulevia tehtäviä ja käytänteitä. Opintojaksolla oli ryhmätyö, ryhmätöiden esitysseminaari sekä monia itsenäisesti tehtäviä harjoitustehtäviä. Tehtävistä tehtiin Padlet-alustalle kaikille julkaistava tiivistelmä sekä laajempi osuus OneNoten henkilökohtaiselle alustalle. Materiaali jaettiin OneNote-alustalla, jonne myös tehtävät palautettiin. Osallistujien aktivointiin käytettiin AnswerGarden-sanapilvityökalua. Webinaareihin ja ryhmätyöseminaariin käytettiin Zoom-videoneuvotteluohjelmaa. Ryhmätyöskentelyn vertaisarviointi toteutettiin MS Formsilla. Ryhmätyöskentelyyn ja aiheiden keruuseen hyödynnettiin yhteiskäyttöön sopivaa Google Docsia.

Opintojakso oli löyhästi viikkotasolla aikaan sidottu eli kurssin alkaessa julkaistiin aikataulutus, jossa ilmoitettiin mm. webinaarien ajankohdat, tehtävien palautukset, ryhmätyön valmistelu ja esitysaikataulu. Opintojaksolla toimiminen pohjautui Flipped Classroom -pedagogiikkaan eli opiskelijat tekivät annetun tehtävän ja materiaalin pohjalta esitehtävän, julkaisivat tiivistelmän Padletissa kaikille ja seuraavassa webinaarissa pyrittiin käsittelemään yhdessä tehtävän sisältöä ja kysymyksiä. Ryhmätyössä opiskelijat ehdottivat itseään kiinnostavia aihekokonaisuuksia, joihin muut opiskelijat voivat halutessaan tulla mukaan.

Opetusmateriaalit, tehtävät ja tentit opintojaksoilla

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojaksolle tuotettiin aluksi paljon videoitua oppimateriaalia. Sen tekeminen kotikoneella ja -laitteilla korona-aikana osoittautui erittäin haasteelliseksi, joten kurssin loppupuolella videoita ei enää julkaistu samassa laajuudessa. Tämä oli osin tarkoitushakuista toimintaa pilottikokeilussa, jolla myös testattiin sitä, minkä tyyppistä materiaalia opiskelijat mielellään käyttävät ja minkä kokevat tukevan parhaiten oppimista itsenäisesti tehtävällä verkkototeutuksella. Yksityiskohtaisen videoidun luentomateriaalin lisäksi kurssilla käytettiin alan kirjallisuutta (tieteelliset artikkelit ja e-kirjat) sekä verkosta www-linkkien takaa löytyvää ajankohtaista sisältöä.

Esittelyvideoiden kuvaamiseen käytettiin iPhone 7plus -kameraa sekä RØDE VideoMic Pro -mikrofonia. Lisäksi käytettiin green screen -taustaa, kamerajalustaa ja valoja. Videoiden editointiin käytettiin Camtasia 2019 -editointiohjelmaa. Luentovideoiden teossa hyödynnettiin peruskuulokemikrofonia sekä kuvaruudun nauhoittamiseen Camtasia 2019 -ohjelmaa. Valmis videomateriaali julkaistiin YouTube-kanavalla (Digiesa). Katselutilastojen mukaan useimmat videot keräsivät 100–200 katselukertaa, mikä viittaa siihen, että osallistujat ovat materiaalia katsoneet aktiivisesti.

Muuta kurssimateriaalia oli mm. MS PowerPoint -luentokalvot ja niihin liittyneet videoidut luennot. Kurssin alussa yleisohjeistusta ja aiheen esittelyjä myös videoitiin. Osana sisältöä käytettiin laajalti verkosta löytyvää materiaalia linkittämällä se Moodle-työtilaan. Linkkimateriaali sisälsi mm. tieteellisiä julkaisuja, e-kirjoja sekä yritysten ja yhteisöjen www-sivuilta löytyvää materiaalia.

Moodle-alusta on monipuolinen työkalu, joka mahdollistaa erittäin rikkaat toteutukset. Kurssilla tehtiin harjoituksia, joista opiskelija saa välitöntä palautetta. Kurssin osioista tehtiin harjoitustenttejä, jotka sisälsivät yhteensä 80 harjoitusta. Harjoitukset koostettiin Moodlen monivalinta-, tosi-epätosi-, vapaakenttä-, yhdistämistehtävä-, valitse puuttuva sana- ja vedä sanat tekstiin -kysymystyyppejä hyödyntäen. Näitä yksinkertaisia harjoituksia opiskelijan oli mahdollista tehdä rajoittamaton määrä ja testata omaa osaamistaan kurssin aikana. Harjoitukset tehtiin niin, että opiskelija sai välittömästi palautetta tekemistään tehtävistä (oikeat/väärät vastaukset sekä joitain automaattikommentteja vastaukseen liittyen). Harjoitusten tekemiskertoja ei ollut rajoitettu eivätkä tulokset vaikuttaneet kurssin arvosteluun.

Opintojakson lopputentti koostui aineistoon pohjautuvasta asiantuntijan raportista, jossa tehtävänantona hyödynnettiin julkaistua uutisaineistoa. Tehtävän pohjalta arvioitiin koko viiden opintopisteen kurssin suoritus sisältäen pääteemat. Palautteen perusteella opiskelijat kokivat lopputentin erittäin onnistuneeksi tavaksi soveltaa ja osoittaa omaa osaamistaan. Tehtävänä oli kirjoittaa asiantuntijaraportti hajautetun energian hyödyntämismahdollisuuksista valinnan mukaan joko maatilalle tai saariston kyläyhteisölle huomioiden uutisoinnissa esille tulleet taustatekijät.

Vesihuolto-opintojakson oppimateriaali koostui videoiduista luennoista ja arvioitavista harjoitustehtävistä sekä muusta kirjallisesta tukimateriaalista. Noin puolet tehtävistä oli lyhyehköjä sanallisia tehtäviä tai esseetyyppisiä tehtäviä. Toinen puoli tehtävistä oli laskutehtäviä, joissa päätoteutustyökaluna oli MS Excel. Vilpin estämiseksi laskutehtävissä tai niiden datassa oli vaihtuvat lähtöarvot. Lisäksi tehtävät oli rakennettu niin, että ne vaikeutuivat loppua kohden. Opintojaksoon ei ollut rakennettu erillistä tenttiä.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojakson oppimateriaali koostui käsiteltävien pääteemojen aiheista perustuen pääosin ajankohtaiseen lainsäädäntöön, julkaisuihin ja mediaan. Materiaali jaettiin oppimisympäristössä tiedostoina sekä linkkien välityksellä (tietokannat, ajankohtaiset aiheet verkkosivuilla, kirjallisuudessa ja mediassa) ja esitettiin webinaareissa.

3.5.2 Kokemukset opintojaksojen toteuttamisesta

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojaksolla pääosa työajasta on mennyt laadukkaan materiaalin tuottamiseen. Erityisesti luentovideot ovat olleet työläitä ja ne ovat vaatineet satoja työtunteja.

Hankkeen materiaalia voidaan käyttää jatkossa useaan kertaan pienillä muokkauksilla. Opintojaksojen pilotointi on ollut hyödyllinen kokonaisuuden kehittämiselle sekä solmukohtien ja sisällön vahvuuksien tunnistamiselle.

Pilotoinnista saadun palautteen pohjalta jatkossa on syytä resurssien salliessa lisätä videoitua luentomateriaalia sekä harjoituksia. Tähän tullaan toivottavasti jatkossa panostamaan edelleen. Aineistopohjaisesta lopputentistä on syytä pitää kiinni, jos vaan resursointi antaa myöden raporttien tarkistamisen. Lopputentin tarkistukset kommentteineen ja palautteineen (63 kpl noin 10–15 sivun laajuisia raportteja) veivät 25 h

työaikaa. Lopputentti ei skaalaudu kovin hyvin suureen osallistujajoukkoon, mutta toimii, jos kurssin osallistujamäärä jää kohtalaiseksi tai resursoidaan asianmukaisesti.

Opintojakson osallistujamäärä oli suurehko (110 kpl), mikä aiheutti reilusti hallinnollista työtä (koostuen ilmoittautumisista, tiedotuksesta, opiskelijoiden kysymyksiin vastaamisesta ja viestinnästä sekä arvioinnista ja kirjaamisesta, uusinnoista sekä palautteen keruusta). Alla on esitetty tarkemmin työn jakautuminen.

- 20 h Työtilan ja materiaalin hallinnointi
- 40 h Opiskelijahallinnointi kurssin aikana (noin 100 osallistujaa)
- 25 h Aineistotentin tarkistus ja yksilöllinen palaute
- 15 h Sisällön kehittäminen palautteiden mukaan (mm. harjoitusten lisääminen), jos aikaa enemmän, niin myös uudet opetusvideot olisivat tervetullut lisä seuraavaan toteutukseen.

Vesihuolto-opintojakson toteuttaminen vaati noin 90 tunnin työpanoksen. Suurin osa tästä ajasta kului tehtävien tarkastamiseen ja palautteen antamiseen. Loppu aika kului MS Teams -alustan ylläpitoon, esimerkiksi opiskelijahallintoon. Jatkossa materiaalin ja tehtävien päivittämiseen pitäisi varata 15–20 tuntia per toteutus. Päivitettävät ja läpikäytävät materiaalit liittyvät esimerkiksi muuttuviin säädöksiin vesihuollossa. Yhteensä noin 110 tunnin resurssilla voidaan siis toteuttaa suunnilleen 50 osallistuvan opiskelijan opintojakso.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojakson rakentaminen on vaatinut selvästi vähemmän työtunteja verrattuna Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojaksoon, koska aikaa vieviä ja valmiiksi hiottuja videoita ei ole tehty. Valmiit videot eivät muutenkaan sovi kyseiseen kurssirakenteeseen, joka pohjautuu opiskelijoiden itsenäiseen ja ryhmässä tekemiseen sekä vuorovaikutukseen.

Kurssin aktiivisten osallistujien määrä oli kohtalainen (noin 30 kpl), mikä mahdollisti totutuksen, joka pohjautuu useisiin tehtäviin ja ryhmätyöhön. Jos kurssin osallistujamäärä pysyy jatkossakin kohtuullisena, voidaan sama monimuotoinen sisältö tehtävineen, materiaaleineen ja loppuraportteineen pitää käytössä. Alla on esitetty tarkemmin työn jakautuminen.

- 20 h Class Notebook -työtilan ja materiaalin hallinnointi
- 40 h Opiskelijahallinnointi kurssin aikana (enintään 40 aktiivista osallistujaa)
- 40 h Tehtävien tarkistus ja yksilöllinen palaute.

3.5.3 Opiskelijapalautteiden analyysi

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojaksolla opiskelijapalautetta kerättiin sekä opettajan laatimalla lomakkeella että rahoittajan palautelomakkeella. Yhteenvetona näistä voidaan todeta, että opiskelijoilta saadun palautteen pohjalta pilotointi ja opintojakso oli onnistunut ja saatu palaute kaikilta osin oli erinomaista. Opintojakson lopputentin vastaukset ja opiskelijoiden antama palaute tukevat sitä, että kurssin oppimistavoitteet saavutettiin. Opiskelijoille tuli kokemus siitä, että koulutus paransi heidän osaamistaan ja kykyä vastata muuttuviin työelämän tarpeisiin. Alla on kerättynä palautelomakkeista nostettuja seikkoja.

Opettajan laatiman lomakkeen, johon saatiin yhteensä 38 vastausta, palautetta.

- Kurssin toteutustapa (Itsenäistä työskentelyä, tehtäviä sekä verkkotentti väljästi oman aikataulun mukaisesti.) koettiin erittäin mielekkääksi ja sopivaksi (4,3/5). Lisäksi moni mainitsi tästä myös sanallisessa palautteessa.
- Kurssin sisältö vastasi tavoitteita (4,1/5) kuten myös laajuus (4,2/5).
- Kurssin aineistopohjainen lopputentti koettiin erittäin onnistuneeksi ja se sai hyvää palautetta. Opiskelijat kokivat, että kyseinen tentti testaa osaamista erinomaisesti.
- Kurssimateriaalit (4,0/5) sekä videot (4,0/5) tukivat oppimista ja ne koettiin laadukkaiksi. Muutamat opiskelijat olisivat halunneet kaikki materiaalit heti kurssin alussa saataville. Erityisesti videomateriaali sai paljon kiitosta.
- Oma arvio hajautetun energian tekniikoista kurssin jälkeen 4,16/5.
- Oma arvio energian varastoinnin osaamisesta kurssin jälkeen 3,68/5.
- Oma arvio energian jakelun osaamisesta kurssin jälkeen 3,55/5.

Rahoittajan laatiman lomakkeen, johon saatiin yhteensä 62 vastausta, palautetta.

- Koulutuksen tarjoama joustava ja yksilöllinen opintopolku on tehostanut omaa oppimistani: 4,0/5.
- Mielestäni koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani: 4,5/5.
- Mielestäni koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet omaa kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen): 3,8/5.
- Arvioni mukaan mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantuneet: 3,6/5.

- Arvioni mukaan oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantunut: 4,0/5.
- Mielestäni oma osaamiseni vastaa nyt koulutuksen / kehittämistoimenpiteen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin: 4,0/5.
- Mielestäni oma ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena: 3,9/5.

Vesihuolto-opintojakson palautteet oli kerätty rahoittajan palautelomakkeella (Taulukko 12). Taulukossa on esitetty lomakkeen 13 kysymyksestä saatu palaute asteikolla 1–5. Palautetta saatiin 21 opintojaksolle osallistuneelta opiskelijalta. Opiskelijapalaute opintojaksolta oli erittäin hyvää.

TAULUKKO 12.
Vesihuolto-opintojakson opiskelijapalaute.

Vastaa asteikolla 1 (täysin eri mieltä) – 5 (täysin samaa mieltä)	KA
1. Koulutuksen tarjoama joustava ja yksilöllisen opintopolku on tehostanut omaa oppimistani	3,7
2. Koulutuksen aikana tarjottu tuki ja ohjaus ovat tehostaneet omaa oppimistani	3,6
3. Mielestäni koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet omaa kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen)	3,7
4. Arvioni mukaan mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantuneet	3,5
5. Mielestäni koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani.	4
6. Mielestäni koulutuksen fyysinen ympäristö sekä oppimateriaalit olivat laadukkaat ja tehostivat omaa oppimistani	3,4
7. Mielestäni kouluttajan hyvät ja toimivat työelämäyhteydet ovat tehostaneet omaa oppimistani	3,6
8. Mielestäni kouluttajan asiantuntemus vastasi koulutuksen tavoitteisiin ja tehosti omaa oppimistani	4
9. Arvioni mukaan oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen / kehittämistoimenpiteen seurauksena parantunut	3,9
10. Mielestäni oma osaamiseni vastaa nyt koulutuksen / kehittämistoimenpiteen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin	3,8
11. Mielestäni oma ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena	3,6
12. Mielestäni kehittämistoimen ansiosta oman työorganisaationi kyky tarjota laadukasta koulutusta sekä osaamisen kehittämistä edistävää ohjausta ja tukea on parantunut (esim. hanke, jossa kohteena oppilaitoksen antaman koulutuksen kehittäminen, ei suora koulutushanke)	3,3
13. Mielestäni koulutuksen oppimisilmapiiri oli myönteistä ja kannustavaa ja tehosti omaa oppimistani.	3,9
KA	**3,5**

Lisäksi saatiin opettajan keräämällä lomakkeella myös muutamia sanallisia palautteita. Alla on esitetty näistä pari esimerkkiä. Kaiken kaikkiaan palaute näidenkin osalta oli erinomaista.

> Hyvä ja mielenkiintoinen kurssi.
>
> Todella hyvä kurssi. Tehtävät olivat sopivan haastavia ja Teams toimi alustana hyvin. Ainoa negatiivinen asia mielestäni oli viimeiset tehtävät, joissa oli laskentatehtäviä. Tallennettu luento oli mielestäni hiukan epäselvä ja etenkin kaavioiden kanssa oli itselläni ongelmia. Mielestäni tämänkaltaisen luennon kanssa pitäisi olla erittäin tarkkana siitä, että missä järjestyksessä sisältö esitetään ja ilmastaan selkeästi kaavojen tarkoitus ja käyttö. Toisaalta tämä loi lisähaasteita tehtävä tekoon, mikä edesauttoi oppimismielessä suuresti.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojaksolla opiskelijapalautetta kerättiin sekä opettajan laatimalla lomakkeella että rahoittajan palautelomakkeella. Yhteenvetona näistä voidaan todeta, että opiskelijoilta saadun palautteen pohjalta pilotointi ja opintojakso oli onnistunut ja saatu palaute kaikilta osin oli erittäin hyvää. Alla on kerättynä palautelomakkeista nostettuja seikkoja.

Opettajan laatima lomake, johon saatiin 17 vastausta.

- Kurssin työskentelytapa koettiin erittäin mielekkääksi ja sopivaksi (4,4/5). Lisäksi moni mainitsi tästä myös sanallisessa palautteessa.
- Kurssin sisältö vastasi tavoitteita (3,7/5) sekä myös laajuus (4,2/5).
- Kurssimateriaalit (4,1/5) tukivat oppimista ja ne sopivat itsenäiseen opiskeluun. Palautteessa useat opiskelijat totesivat materiaalin olleen hyvää eikä suuria muutoksia kaivattu.
- Oma arvio osaamisestani liittyen cleantech-sektorin rakenteeseen ja toimijoihin (3,7/5).
- Oma arvio osaamisesta liittyen muutostekijöiden roolista tekniikan kehityksessä (4,1/5).

Rahoittajan laatima lopetuslomake, johon saatiin yhteensä 28 vastausta.

- Koulutuksen tarjoama joustava ja yksilöllinen opintopolku on tehostanut omaa oppimistani (3,9/5).
- Mielestäni koulutusjärjestelyt ovat sopineet hyvin omaan elämäntilanteeseeni (esimerkiksi koulutusjärjestelyjen joustavuus) ja tukeneet oppimistani (4,2/5).
- Mielestäni koulutuksessa käytetyt opetusmenetelmät ovat lisänneet omaa kykyäni vastata työelämän muuttuneisiin tarpeisiin (esimerkiksi digitalisoituminen) (3,9/5).

- Arvioni mukaan mahdollisuuteni työllistymiseen tai työssä jatkamiseen ovat koulutuksen/kehittämistoimenpiteen seurauksena parantuneet (3,7/5).
- Arvioni mukaan oma ammatillinen osaamiseni on koulutuksen/kehittämistoimenpiteen seurauksena parantunut (4,0/5).
- Mielestäni oma osaamiseni vastaa nyt koulutuksen/kehittämistoimenpiteen jälkeen paremmin muuttuviin työelämän tarpeisiin (4,0/5).
- Mielestäni oma ammatillinen itseluottamukseni (tai työnhaun motivaatio) on parantunut koulutuksen seurauksena (3,8 / 5).

3.5.4 Opintojaksojen jatkokehittäminen

Hajautettu energian tuotanto ja teknologiat -opintojaksolla Moodle-alustan käytettävyys ja muokattavuus osoittautuivat kankeiksi. Jatkossa on syytä harkita, onko tarkoituksenmukaisempaa käyttää jotain helpommin muokattavaa ja kevyempää oppimisalustaa (esim. Google Classroom tai Teams). Tehdyt materiaalit voidaan melko pienellä vaivalla siirtää toiselle alustalle.

Lisäksi Metropolia Ammattikorkeakoulun ulkopuolelta tulevia opiskelijoita pitää ohjeistaa tarkemmin, jotta he pääsevät Metropolian omiin järjestelmiin käsiksi heti opintojakson alussa ja ymmärtävät seurata heille suunnattua viestintää Metropolian sähköpostissa. Tämä pätee mm. CampusOnline.fi-palvelun kautta ilmoittautuneille opiskelijoille.

Opintojaksolta saatiin runsaasti palautetta ja se oli monilta osin kannustavaa ja positiivista. Toisaalta pilottitoteutuksen tarkoitus on kerätä käyttäjien ja opettajan kokemuksia ja tehdä parannuksia palautteen pohjalta. Suuria muutoksia ei palautteen perusteella ole välttämättä tarpeen tehdä. Jatkossa olisi syytä lisätä harjoitustehtäviä sekä pyrkiä videoimaan enemmän luentoja. Myös aineistopohjaisesta lopputentistä haluttaisiin pitää kiinni, jos resurssien puitteissa kyseinen loppuarviointitapa on mahdollinen.

Vesihuolto-opintojaksoa kehitetään jatkossa saadun palautteen perusteella. Osaa luennoista ja tehtävistä selkeytetään. Opintojaksolla voitaisiin myös syventyä osin käsittelemään vesihuollon tekniikoita, joita käytetään erityisesti laivatekniikassa. Tarkoituksena on kuitenkin pitää opintojakso edelleen vesihuollon yleistietopakettina ja säilyttää puhtaan veden ja jäteveden aiheiden käsittely tasapainossa.

Cleantech – lainsäädännön ja tulevien haasteiden tuomat uudet tekniset ratkaisut -opintojakson pilotoinnista saadun palautteen pohjalta on jatkossa syytä säilyttää suurin osa sisällöstä. Muutamia tehtäviä on osittaisen päällekkäisyyden vuoksi syytä muokata sekä muuttaa ryhmätyön ohjeistusta ja aikataulua.

Yllä mainittujen asioiden lisäksi yksi tehtävistä voisi pureutua yksityiskohtaisemmin lainsäädäntöön ja jatkossa opintojaksolle voisi tuoda käsittelyyn muutaman cleantech-yrityksen esimerkkitapauksia. Lisäksi ryhmätyöstä kannattaa pitää kiinni. Opintojaksolla käytetty materiaali koettiin hyväksi ja sitä voidaan siis kehittää hieman.

3.6 Yhteistyö opintojaksojen suunnittelussa ja toteutuksessa

Juha Porvali, Mika Nikander ja Vesa Rahkolin

Kaikki hankkeen ammattikorkeakoulut hyödynsivät mahdollisuuksien mukaan opintojaksojen suunnittelussa eAMK-hankkeen laatimia verkkototeutuksen laatukriteerejä sekä arviointityökalua. Lisäksi opintojaksot julkaistiin saman hankkeen kehittämällä CampusOnline.fi-alustalla, mikä mahdollisti verkko-opintojaksojen tarjonnan laajalle opiskelijoiden joukolle. Toisaalta palvelun asettamat aikarajat opintojen julkaisemiselle antoivat myös sopivasti lisäryhtiä verkkototeutusten valmisteluun.

3.6.1 PLM-järjestelmän käyttöönotto ja käyttö oppilaitosyhteistyössä

Metropolia Ammattikorkeakoulun PLM-järjestelmän työpöytäohjelmiston etäkäyttö on hyvin haastavaa yhteistyöammattikorkeakoulun opiskelijoille. Metropoliaan valittua PLM-järjestelmää käytetään joko työpöytäohjelmiston tai selainpohjaisen käyttöliittymän kautta. PLM-järjestelmän työpöytäohjelmisto on asennettuna vain Metropolian työasemille erikseen valittuihin luokkatiloihin, eikä sitä suositella asennettavan opiskelijoiden henkilökohtaisille työasemille. PLM-järjestelmä toimii ainoastaan Metropolian sisäverkossa, jolloin riippumatta käyttöliittymästä työaseman on oltava siihen yhdistettynä.

Selainpohjaisen ja työpöydältä käytettävän käyttöliittymän eroina ovat niiden kautta tehtävät toimenpiteet. Selainpohjaisen käyttöliittymän kautta toimenpiteet ovat

toistaiseksi rajoittuneet lähinnä tuotetiedon hallintaan liittyviin tehtäviin, kun taas työpöytäohjelmistolla pystytään tekemään enemmän käyttöönottoon liittyviä toimenpiteitä. Tästä syystä selainpohjaisen liittymän käyttäminen käyttöönottoa käsittelevällä opintojaksolla ei ole tarkoituksenmukaista. Selainpohjaisen käyttöliittymän monipuolistamista selvitetään, jolloin myös käyttöönottoa käsittelevän opintojakson aihekokonaisuudet olisi mahdollista tehdä täysin etänä selainpohjaisessa käyttöliittymässä.

Opintojaksolla käsiteltävät aihekokonaisuudet pohjautuvat vahvasti teoriaan, jolloin harjoitustehtävät ovat sovellettavissa myös muihin PLM-järjestelmiin/ohjelmistoihin. Tästä syystä käyttöönottoa käsittelevällä opintojaksolla on mahdollista hyödyntää myös esimerkiksi opiskelijan oman oppilaitoksen sisäverkossa tai pilvipalvelussa toimivia PLM-ohjelmistoja. Metropolia Ammattikorkeakoulu ei voi taata apua harjoitustehtävien suorittamiseen tai muuta käyttötukea toisissa järjestelmissä toimimiseen.

3.6.2 Oppilaitosyhteistyö hitsausharjoitusten toteuttamisessa

Oulun ammattikorkeakoulun IWS-koulutus toteutettiin monimuotoisena. Suurin osa lähipäivistä koostuu käytännön hitsausharjoituksista. Hankkeen aikana selvitettiin hitsaamopäivien toteuttamista muissa ammattikorkeakouluissa tai oppilaitoksissa. Hitsaamolle asetetut vaatimukset on esitelty kappaleessa 2.4.4.

Ammattikorkeakouluilla ei tavallisesti ole vaatimukset täyttävää ja SHY:n auditoimaa hitsaamoa. IW-koulutusta antavilla oppilaitoksilla taasen on auditoidut hitsaamot. Näitä oppilaitoksia on mm. ammattiopistot ja aikuiskoulutuskeskukset.

Hankkeessa selvitettiin toteutusvaihtoehtoa, jossa koulutuksen hitsaamopäivät toteutetaan Oulun lisäksi Tampereella, Turussa tai pääkaupunkiseudulla. Vastuukouluttajana ja koulutuksen koordinoijana olisi Oulun ammattikorkeakoulu. Hitsaamolle asetettujen vaatimusten lisäksi päivien järjestämiseen tarvitaan opettaja, jolla on käytännön taidot hitsausprosesseista. Hitsaamoissa tulisi olla myös vaatimukset täyttävä näytekappalekokoelma.

Hitsaamopäivien sisältö ja rakenne olisi vastaava kuin Oulussa noudattaen kansainvälisiä vaatimuksia. Oulun ulkopuolisten hitsaamopäivien vaatimusten täyttyminen varmistettaisiin siten, että vastuuopettaja tekee sisäisen auditoinnin. Koulutukseen sisältyy myös muita lähipäiviä eli laboratorioharjoituksia ja moduulikohtaiset tentit.

Selvitysvaiheessa näiden suorittaminen tapahtuisi edelleen Oulussa, mutta jatkossa nämäkin voitaisiin järjestää yhteistyöoppilaitoksen tiloissa. Näillä järjestelyillä monimuotoinen IWS-koulutus olisi mahdollistaa laajentaa kattamaan koko Suomi.

3.6.3 Sulautettujen järjestelmien käyttö oppilaitosyhteistyössä

Digitaalisuus harjoitukset ryhmille -kurssin käyttämistä muissa oppilaitoksissa on tarkoitus tutkia Metropolian kanssa. Tämä kokonaisuus vaatii tietyt laitteistot, jotta tarvittavat harjoitukset voidaan toteuttaa. Paikallinen oppilaitos jakaa laitteet ja TAMK ohjaa kurssin.

3.7 Yritysyhteistyö

Vesa Rahkolin ja Pekka Stenfors

Oulun ammattikorkeakoulun opintokokonaisuuksissa on hyödynnetty opetusaineistoa, jota on saatu pohjoissuomalaisilta suurlujuusterästen valmistajilta SSAB:ltä ja Outokummulta. Opintojaksojen verkko-opetuksissa on ollut useita vierailevia asiantuntijoita alan yrityksistä. Asiantuntijaluentojen aiheet ovat liittyneet mm. hitsauslaitteisiin, lujien terästen käyttöön koneenrakennuksessa, hitsausliitosten suunnitteluun ja hitsauskoordinoijan tehtäviin teollisuudessa.

Opintojaksoilla on myös vierailtu alueen yrityksissä, jossa opiskelijat ovat päässeet näkemään teoriaopetuksessa tulleet asiat käytännönläheisesti. Opintojaksoilla vierailtiin mm. terästehtaalla, akkreditoidussa testauslaboratoriossa ja useassa hitsaavassa konepajassa.

Ensimmäisen pilottikoulutuksen opiskelijaryhmä oli Oulun ammattikorkeakoulun monimuoto-opiskelijoita, jotka olivat jo työelämässä. Tätä ryhmää täydennettiin yrityksistä tulleilla opiskelijoilla. Toinen pilottikoulutus toteutettiin avoimen ammattikorkeakoulun kautta ja sen kaikki opiskelijat tulivat yrityksistä. Koulutus sopii erittäin hyvin suurien etäisyyksien Pohjois-Suomeen ja palvelee sekä kurssilaisia että alueen teollisuutta tehokkaalla ja nykyaikaisella tavalla.

Turun Meritekniikan moduulin opintojaksoja valmisteltiin yhteistyössä yritysten kanssa Laivakoneistoklubissa eli epävirallisessa meriteollisuuden keskustelufoorumissa. Lisäksi järjestettiin keskustelutilaisuuksia, joihin kutsuttiin sopiva määrä

yritysedustajia antamaan palautetta suunniteltujen opintojaksojen sisällöstä ja rakenteesta sekä kertomaan toiveistaan. Konkreettista yhteistyötä edusti myös Laivan LVI -opintojakson oppimateriaaliksi saatu Evac Oy:n laatima Evac Piping Guide. Suunnittelumateriaalin saamisesta opetuskäyttöön neuvoteltiin muidenkin yritysten kanssa, mutta näillä ei tässä vaiheessa ollut valmiutta lähteä mukaan.

4 Opintomoduuleihin hakeutuminen

Heikki Parviainen

4.1 Opintomoduulien tarjontaväylät

Opintomoduulien koulutuksia on pilotoitu 6Aika-korkeakouluissa. Lisäksi niitä on tarjottu osana normaaleja ammattikorkeakouluopintoja ja ne on voinut sisällyttää tutkintoon. Opintojaksoihin on tehty pilotoinnista saatujen kokemusten seurauksena pientä hienosäätöä. Ne olivat kesäkuussa 2020 siinä vaiheessa, että niitä voitiin tarjota viimeistään syyslukukauden alkaessa verkossa kaikille halukkaille opiskelijoille, joilla on riittävä lähtötaitotaso opintojaksojen suorittamiseen. Opiskelijoiden lähtötaitotaso voidaan tarvittaessa varmistaa hankkeessa luodun ammattitaidon auditointikokeen avulla. Opintojaksot avautuivat pääasiallisesti syksyllä 2020 ja ne tulevat tarjolle ammattikorkeakoulujen ulkopuolisille ainakin avoimen ammattikorkeakoulun väylän kautta. Siten niihin kohdistuu avoimen AMK:n 15 € opintopistekohtainen maksu,

mutta ainakaan ensimmäisenä syksynä tätä maksua ei peritty työttömiltä tai lomautetuilta. Heille opintojaksot olivat siis veloituksettomia. Opintojaksot tulevat saataville myös ammattikorkeakoulujen yhteisen CampusOnline-verkkoportaalin kautta, ja AMK-opiskelijat voivat opiskella niitä ristiin. Lisäksi opintojaksoja on mahdollista käyttää yritysten kanssa toteutettavissa räätälöidyissä täydennyskoulutuksissa.

Koronavirus on aiheuttanut paljon koulutustarvetta ja se tulee todennäköisesti aikaansaamaan myös uusia kanavia kouluttautua esimerkiksi työvoimakoulutuksen saralle. Kesäkuussa 2020 ei vielä ollut tietoa, mitä kaikkia kanavia pitkin halukkaat voisivat tulla opiskelemaan, mutta ammattikorkeakoulut ovat joustavia tarjoamaan koulutusta kaikille riippumatta siitä, mitä kanavaa pitkin he ovat koulutukseen päätyneet. Tuleville osallistujille pystytään tekemään opintojaksoja varten käyttäjätunnukset oppilaitosten järjestelmiin, jotta he pääsevät Moodleen ja muihin ohjelmistoihin, joiden avulla opintojaksot järjestetään.

Ylläpitoresurssien varmistamiseksi opintojaksoille on yleensä enimmäisosallistujamäärä, joka vaihtelee 20 ja 100 opiskelijan välillä. Usein osallistujamäärä on tuo sata osallistujaa, joten koulutusta pystytään tarjoamaan suurelle joukolle halukkaita.

Koronaviruksen myötä koulutukselle on entistä enemmän tarvetta. Hallituksen kevään 2020 lisäbudjetissa esitettiin 4 800 korkeakoulupaikan lisäystä, joista 2 200 paikkaa ammattikorkeakouluille. Uusien korkeakoulutettujen lisääminen ei ole yksistään riittävä toimenpide, mikäli jo valmiiksi korkeakoulutettujen osaamisen annetaan vanhentua. Onkin siis oletettavissa, että jatkossa myös jatkuvaan oppimiseen panostetaan entistä enemmän ja sen myötä on mahdollista saada rahoitusta jo korkeakoulutuksen saaneiden lisäkoulutukselle. Koulutuksen hyötyä lisää huomattavasti se, jos koulutus on käytävissä paikasta ja ajasta riippumatta. Aivan kuten PoraKONE-hankkeen opintojaksoissakin on. Lisäbudjetista kohdistetaan jo nyt avoimen korkeakoulun väylille 10 miljoonaa euroa, mikä mahdollistaa osaltaan hankkeessa tehtyjen opintojaksojen tuottamisen myös jatkossa. (Hemmilä 2020.)

Vaikka hankkeessa opintomoduulien kehittäminen oli jaoteltu eri ammattikorkeakoulujen kesken, niin niiden sisällä tehtiin myös kiinteää yhteistyötä. PoraKONE-hankkeen ansiosta kynnys yhteisten opintojaksojen tekemiseen on selvästi madaltunut. Tätä tilannetta on käytettävä jatkossakin hyväksi ja muodostettava opintojaksoja, joita voitaisiin jakaa sujuvammin korkeakoulujen kesken. Jo nyt CampusOnlinen sisällä suoritettujen opintojaksojen määrä on osoittanut, että yhteisten verkko-opintojen tarjonta voi olla suurta ja silti kysyntää riittää.

Opetus- ja kulttuuriministeriön valmisteilla oleva jatkuvan oppimisen uudistus saa sekin vauhtia koronakriisistä, joka nopeuttaa entisestään talouden rakennemuutosta ja työelämän murrosta. OKM:n kansliapäällikkö Anita Lehikoinen peräänkuuluttaa Helsingin seudun kauppakamarin haastattelussa mahdollisuutta kouluttaa ihmisille uusia asioita, jotta työllistyminen onnistuu paremmin. Erityistä huomiota vaatii, miten koulutuksella voidaan vastata teknologian valtavaan murrokseen. Se muuttaa työnteon tapoja kaikilla toimialoilla. (Remes 2020.)

Tähän tarpeeseen hankkeen opintomoduulit vastaavat hyvin, sillä ne täyttävät tällä hetkellä työelämän uusimpia osaamistarpeita ja hankkeessa mukana olevien ammattikorkeakoulujen on kohtuullisen helppoa muokata opintojaksoja sekä kehittää nopeasti vastaavia uusia, mikäli työelämän osaamistarpeet äkillisesti muuttuvat. Nopean toiminnan edellytyksenä on kuitenkin aikaisempaa kiinteämpi yhteistyö työelämän ja koulutusta antavien tahojen välillä.

Vuonna 2019 aloitetun Jatkuvan oppimisen uudistus -hankkeen linjaukset ovat valmistuneet loppuvuodesta 2020 ja niiden myötä saattaa avautua aivan uusia mahdollisuuksia tuottaa opintomoduuleja ja -jaksoja sekä saattaa niitä oppimista tarvitsevien saataville. PoraKONE-hankkeessa erityisen hankalaksi koettu osaamisen ja osaamistarpeen tunnistaminen yrityksissä on sekin yhtenä osa-alueena jatkuvan oppimisen uudistuksen hankkeessa. Odotamme siltä ratkaisuja myös PoraKONE-hankkeessa eteen tulleisiin hankaluuksiin.

PoraKONE-hankkeessa oli yhtenä toimenpiteenä koulutuksen hakemisportaalin kehittäminen, mutta se menisi todennäköisesti niin paljon päällekkäin Jatkuvan oppimisen uudistuksen -hankkeen aikaansaamien toimenpiteiden kanssa, ettei sitä ole järkevää erillisenä tehdä. Uudistuksen myötä vuonna 2021 OKM tekee koulutusten tarjontaan muutoksia. Koska Jatkuvan oppimisen uudistus -hanke päättyy vasta 31.12.2020, on kuitenkin tarpeellista saada PoraKONE-hankkeen opintomoduulit tarjolle kevääksi 2021 ainakin avoimen AMK:n ja CampusOnline.fi:n kautta.

Niitä tullaan tarjoamaan myös TE-keskusten välityksellä, sillä on mahdollista, että työttömänä ja lomautettuna olevien opiskelun maksuttomuus jatkuu myös keväällä 2021. Kun koulutusmoduulit saadaan käyntiin, pyritään tiivistämään myös alueellista yhteistyötä työelämän, koulutustarjoajien ja TE-toimiston välillä. Yhteiskunta tuntuu olevan siihen hyvin valmiina nyt tapahtuneen työelämän murroksen vuoksi.

4.2 Opintomoduulien kohderyhmien löytäminen ja koulutustarpeen ennakoiminen

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

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

Ongelma on myös se, että osaaminen vanhenee tänä päivänä nopeasti. Teknologiateollisuuden tekemien selvitysten väli on vain kolme vuotta, mutta siinä ajassa tapahtuneet muutokset huomattavia. Tuoreessa kyselyssä digiosaajien tarve korostui kaikenkokoisissa yrityksissä. Jopa 50 % vastanneista yrityksistä arvioi, että sen käytössä tai myynnissä on tekoälyn sovelluksia 1–4 vuoden kuluessa.

Kasvavan tarpeen osaamisalueiksi raportti listaa seuraavat: robotiikka, IoT, koneoppiminen, tekoäly, tehdasautomaatio, data-analytiikka, ohjelmointi, palveludesign sekä asiakkuuksien ja uusien liiketoimintamallien hallinta. Näiden digitaalisten teknologioiden lisäksi yritykset pitävät tällä hetkellä kehittyvinä osa-alueina erityisesti materiaaliteknologioita ja hajautettuja energiateknologioita ja -järjestelmiä. (9 ratkaisua Suomelle, s. 12.)

Teknologiateollisuuden linjaus 2018 peräänkuuluttaa joustavia opintopolkuja ja jatkuvaa oppimista, jotta tulevien vuosien osaajatarpeeseen pystytään vastaamaan. ”Tavoitteena on oltava, että muutostilanteissa henkilö työllistyy sujuvasti työstä toiseen.” Ratkaisuksi esitetään, että oppilaitokset ja korkeakoulut lisäävät työelämässä

oleville suunnattua koulutustarjontaa. Linjauksessa tuodaan esiin tämänhetkisen koulutusjärjestelmämme tutkintokeskeisyys hieman kriittiseen sävyyn ja nähdään, että uuteen osaamiseen keskittyvät moduulit tai tutkinnon osat tukisivat työntekijöiden jatkuvaa oppimista parhaiten. Sen mukaan ketterä ja joustava lisä- tai muuntokoulutus parantaisi koulutusjärjestelmänkin tehokkuutta, kun useampia rinnakkaisia tutkintoja ei enää tarvitsisi suorittaa. (9 ratkaisua Suomelle, s. 18.)

Jatkuvan oppimisen uudistus -hankkeen selvityksen mukaan yli 25-vuotiaiden ammatillisiin opintoihin ja yli 25-vuotiaana aloittaneiden korkeakouluopintoihin, pääasiassa tutkintoon johtavaan koulutukseen, käytetään julkista rahaa laskennallisesti arvioituna yhteensä noin 1,35 miljardia euroa. Korkeakouluopinnot aloittavista uusista opiskelijoista 46 % on 25–59-vuotiaita. Siten merkittävä osa työikäisistä päivittää, täydentää tai uudistaa osaamistaan hyödyntämällä julkisesti rahoitettua tutkintoon johtavaa koulutusta tai sen osia. Vaikka ammatillista koulutusta ja korkeakoulutusta on uudistettu jatkuvan oppimisen näkökulmasta mm. tutkinnon osien ja tutkintoa pienempien moduulien avulla, eivät muutokset ole muuttaneet tilannetta riittävästi. (Remes 2020.)

Tämän vuoksi Jatkuvan oppimisen uudistaminen -hankkeessa pyritään tarjoamaan jo perustutkinnon suorittaneille enemmän moduulityyppistä koulutusta, jotta he eivät veisi tutkintokoulutuspaikkoja nuorilta. Ajatus kuulostaa hyvältä myös PoraKONE-hankkeen kannalta.

Kattavimmat ja tuoreimmat tutkimukset tulevaisuuden osaamistarpeista ovat Opetushallituksen juuri julkaisemat raportit *Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ennakointituloksia tulevaisuuden koulutustarpeista* (2020) sekä sen vuotta vanhempi versio *Osaaminen 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia* (2019). Osaamisen ennakointifoorumi on opetus- ja kulttuuriministeriön ja Opetushallituksen yhteinen ennakoinnin asiantuntijaelin. Sen tarkoituksena on edistää koulutuksen ja työelämän vuorovaikutusta – sen työ on siis mitä oleellisinta PoraKONE-hankkeen kannalta.

Osaaminen 2035 nostaa esiin kaksi tulevaisuudessa erityisen tärkeäksi nähtyä osaamista (osittain samoja tai samansuuntaisia): asiakaslähtöisen palveluiden kehittämisosaamisen sekä kestävän kehityksen tuntemuksen. Koko tulevaisuuskuvan keskiössä ovat kaikilla aloilla digitalisaatio ja teknologinen kehitys. Kasvualalla tarvittaviksi taidoiksi listattiin pitkälti samankaltaisia seikkoja kuin Teknologiateollisuuden yllä luetellut: etä- ja virtuaalipalveluiden hallinta, tiedon arviointitaidot,

digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen sekä tutkimus ja kehittäminen, monialaisten verkostojen johtaminen, IoT-osaaminen, bioturvallisuuteen liittyvä osaaminen ja digitaalisten toimintojen hallinta- ja ohjaustaidot. (Osaaminen 2035, s. 5–6, 43.)

Osaamisen ennakointifoorumin loppuraportissa kesäkuussa 2020 todetaan, että vuoteen 2035 mennessä avautuviin työpaikkoihin tarvittavan työvoiman koulutusvaatimus on huomattavasti korkeampi kuin työllisten koulutus viime vuosikymmenen lopulla. Uudelta työvoimalta edellytettävä koulutustaso antaa selvän signaalin siitä, että osaamisvaatimusten kasvaessa jo työssä olevien koulutustasoa on parannettava merkittävästi. (Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035, s. 6.)

Työvoiman tarjontaa voidaan lisätä myös toimilla, jotka myöhentävät eläkkeelle siirtymistä, jolloin etenkin yli 55-vuotiaiden työvoimaan osallistumista voidaan lisätä. Yksi tärkeimmistä työvoiman tarjonnan lisäämiseen vaikuttavista tekijöistä on työmarkkinoilla tarvittavan osaamisen ylläpitäminen ja täydentäminen työelämän tarpeita vastaavasti. Osaamisesta huolehtimalla tuetaan myös työhyvinvointia ja työssä jaksamista. Koulutuksella on oma tärkeä roolinsa tässä kokonaisuudessa, mutta riittäviä ratkaisuja työvoiman saatavuuden turvaamiseen ei saavuteta pelkästään koulutuksen keinoin. Työvoimareservien tehokkaampi käyttö ja työssäolon pidentäminen vaativat lisäksi eri hallinnonalojen ja työelämän yhteisiä toimia, joilla työhön osallistumista voidaan tukea. (Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035, s. 10.)

Yleisesti jaetun näkemyksen mukaan osaamisen hankkimistavat ovat tulevaisuudessa nykyistä moninaisempia. Oppilaitosten ja korkeakoulujen rooli koulutusjärjestelmässä muuttuu entistä enemmän oppimisen mahdollistajiksi ja tukijoiksi. Tutkintojen merkitys vähenee ja osaaminen ratkaisee. (Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035, s. 18)

Koulutustarpeen ennakointimallin kehittämisessä päädyttiin matemaattisen mallin sijasta siihen, että hyödynnetään ennakointimalleja ja toivotaan yrityksiä ilmaisemaan omia koulutustarpeitaan. Valtio sijoittaa vuosittain valtavia summia koulutukseen, jonka eräänä päätehtävänä on tuottaa työvoimaa yrityksiin – ja sijoitus on tarkoitus saada takaisin verotuloina. Kaikkien etu siis olisi se, että koulutus vastaisi mahdollisimman hyvin niihin tarpeisiin, joita yrityksillä on.

Näistä syistä yrityksiä olisi kohtuullista vastuuttaa nykyistä enemmän tiedon tuottamiseen ennakointia varten. Ongelmana yritysten vastuuttamisessa on se, että ainoastaan riittävän suurilla yrityksillä on käytössään osaamistarvekartoitukset, kun sen

sijaan pienillä ja keskisuurilla yrityksillä tarpeen yhtäkkinen kasvu voi tulla nopeanakin yllätyksenä, johon koulutuksella on vaikea ehtiä vastaamaan. Tuleviin osaamistarpeisiin vastaaminen saattaisi olla helpompaa, mikäli käytettäisiin hyväksi jo nyt olemassa olevaa tilastolakia ja sen tuomia mahdollisuuksia.

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

Kevään 2020 koronavirus osoitti, että osaamistarpeen liikkeiden ennustaminen voi olla tilastojen avulla vaikeaa ja tilanteet muuttuvat erittäin nopeasti. Vaikka tietynlainen osaamistarve on ollut esillä jo vuosia, saattaa kyseisen osaamisen tarve vähentyä nopeasti. Pahimmassa tapauksessa osaamisen tarve muuttuu osaamisen ylitarjonnaksi, kuten ainakin lyhyellä tähtäimellä kävi keväällä 2020 Meyerin Turun telakan ilmoittaessa laajoista YT-neuvotteluista pitkän työvoimapulajakson jälkeen. Tällainen tilanne voi tulla eteen silloin, kun yhden suuren työllistäjän työvoimatarve jostain syystä nopeasti hiipuu.

Nopeasti kehittyvät globaalit ilmiöt voivat äkillisesti muuttaa toimintaympäristöjä ja ihmisten käyttäytymistä. Meneillään oleva kriisi näyttäisi kiihdyttävän kehitystä, jossa viestintäteknologian käyttö asiantuntijatyössä yleistyy erittäin nopeasti, mikä puolestaan kiihdyttää paikasta riippumatonta työntekoa. Vaikka osaamisen ennakointifoorumin raportin kirjoitushetkellä oli vielä liian aikaista arvioida kriisin pitkäkestoisempia vaikutuksia, suurella todennäköisyydellä kriisi tulee nopeuttamaan ja syventämään digitalisaation hyödyntämistä eri aloilla. Digiosaamisen merkitys kasvanee entistäkin nopeammin lähes kaikilla toimialoilla, esimerkiksi kuluttajille suunnatuissa henkilökohtaisissa palveluissa, vähittäiskaupassa ja koulutuksessa. (Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035 s. 64.)

4.3 Opintomoduuleista tiedottaminen

PoraKONE-hanketta on esitelty useilla messuilla, joissa sen kohderyhmistä paikalla on ollut ainakin työnantajia ja sellaisia työntekijöitä, jotka saattaisivat tarvita täsmäkoulutusta hankkeen tuottamien opintojaksojen saralla.

Hanke on ollut Turun ammattikorkeakoulun osalta esillä Navigate-messuilla Turussa 16.–17.5.2018 sekä 22.–23.1.2020. Tilaisuuksissa oli jaossa hankkeen esitteitä ja niissä päästiin keskustelemaan insinöörikoulutuksen kehittämistarpeista yritysten edustajien kanssa. Myös Naantalin meriverkostot -tapahtumassa hankkeen toimijat ovat olleet mukana 2.4.2019. Tilaisuudesta saatiin muutamia hyviä yrityskontakteja sekä kuultiin mielenkiintoisia esityksiä merialan tilanteesta ja kehityksestä.

Tampereella hanke oli läsnä Alihankintamessuilla 24.–26.9.2019. Pääkaupunkiseudulla on osallistuttu Metropolia Ammattikorkeakoulun toimesta Teknologia 19 -tapahtumaan 5.–7.11.2019. Koska hanke on osa 6Aika-hankeperhettä, osallistui Turun ammattikorkeakoulu Turun SHIFT-messuille 29.–30.8.2019 osana 6Aika-osastoa. Lisäksi Turun ammattikorkeakoulun projektipäällikkö on osallistunut Turun seudun 6Aika-tapaamisiin säännöllisesti. Tarkoituksena oli osallistua myös kevään 2020 Konepaja-messuille Tampereella, mutta niiden peruuntuessa koronaviruksen takia jäi osallistuminenkin väliin.

PoraKONE-hankkeesta on koko sen tekemisaikana kerrottu jatkuvasti erilaisille yhteistyökumppaneille, kuten yrityksille, ammattiliitoille, Elinkeinoelämän keskusliitolle ja teknologiateollisuudelle sekä muille koulutusta lähellä oleville tahoille mm. hankkeen verkkosivujen ja somekanavien kautta. Hankkeen lopussa tulosten tunnetuksi tekemistä varten järjestettiin 3. kesäkuuta 2020 webinaari, jossa itse hankkeesta ja sen tuottamista koulutuksista kerrottiin kohderyhmille. Webinaaria ehdittiin mainostamaan jonkin verran huhtikuun ja toukokuun aikana eri somekanavilla ja informoimaan siitä sopiville henkilöille, joiden uskottiin pystyvän levittämään tietoa organisaatioissaan.

Tietoa levitettiin sekä työnantajaleirissä että sopivissa työntekijäjärjestöissä. Parhaiten tieto webinaarista ja koko hankkeesta tuntui leviävän Elinkeinoelämän keskusliiton ja sen sisällä olevan Teknologiateollisuuden organisaatoissa. Tai ainakin he ottivat tiedon webinaarista innostuneimmin vastaan. Tieto webinaarista levisi nopeasti Twitterissä EK:n tviittaamana (Kuva 12).

KUVA 12.
Tieto webinaarista levisi tehokkaasti sosiaalisen median kautta.

Samaan aikaan oltiin yhteydessä myös työntekijäjärjestöihin. Tieto webinaarista levisi hyvin mm. SAK:n kautta heidän jäsenjärjestöilleen. Sieltä tieto levisi Teollisuusliiton, Rakennusliiton, Paperiliiton sekä Julkisten ja hyvinvointialojen koulutuksesta vastaaville henkilöille.

Toukokuinen yritys levittää tietoa webinaarista työttömyyskassojen sekä TE-keskuksen kautta osoittautui hankalaksi. Yhteydenottoyritykset ajoittuivat koronaviruksen aikaansaamien lomautusten ja irtisanomisten aikaan, joten työttömyyden ja työttömyyskorvauksia käsittelevien organisaatioiden kädet tuntuivat olevan täynnä korvausasioiden hoitoa, eivätkä he pystyneet katsomaan asiaa pitkällä tähtäimellä.

Käytännössä yhteenkään insinööreille suunnattuun työttömyyskassaan, TE-toimistoon tai ELY-keskukseen ei saatu yhteyttä toukokuun aikana webinaarin mainostamismielessä. Soittoyrityksiin ei vastattu, eikä kyseisissä paikoissa ollut karanteenien takia fyysiset vastaanottopisteet auki. Tyydyimme siis lähettämään tiedon webinaarista kyseisille tahoille sähköpostien ja järjestöjen sivuilla olevien yhteydenottokaavakkeiden kautta. Niihin emme kuitenkaan saaneet minkäänlaista kuittausta, jotta olisimme tienneet, saavuttiko viesti asiasta kiinnostuneet ja saimmeko sitä kautta kuulijoita hankkeen webinaarille.

Vaikka koulutusasiat koetaan varmasti tärkeäksi ja työttömyyden lisääntyessä tulevat täsmäkoulutukset yhä tarpeellisimmiksi, meni virkailijoiden aika toukokuussa

2020 tulipalojen sammuttamiseen. Työttömiksi jääneille on ensin turvattava toimeentulo, jonka jälkeen heidän lisäkouluttamisensa tulee ajankohtaiseksi. Lähestyimme siis kesän ja alkusyksyn 2020 aikana uudelleen samoja tahoja, jotta saimme heidän tietoonsa syksyllä alkaneet koulutukset.

Jatkossa opintomoduuleiden tarjonnasta on tiedotettava yhä systemaattisemmin niille, joiden osaaminen on vaarassa vanhentua ja jotka moduulien tarjoamaa koulutusta tarvitsevat työpaikkansa säilyttämiseksi tai uudelleentyöllistymiseksi. Siispä toimivien tiedotuskanavien aikaansaaminen koulutusten järjestäjien ja työttömyyskassojen ja TE-toimistojen välille on tärkeää. Tämä on yksi tärkeimmistä kohdista myös Jatkuvan osaamisen uudistaminen -hankkeessa, joten lähitulevaisuudessa yhteydet myös näihin tulevat turvattua.

5 Tekniikan alan oppimisen yritysyhteistyö, laatu ja menetelmät

5.1 Yritysklusterin aikaansaaminen

Vesa Rahkolin

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli koota pilottiyritysryhmä. Tässä kappaleessa on yhteenveto tuon ryhmän toiminnasta. Taustana yritysryhmälle oli Varsinais-Suomen voimakas teknologiateollisuuden kasvu meri- ja autoteollisuudessa. Tämän vaikutukset säteilevät myös muille toimialoille alueellisesti ja koko Suomeen.

Pilottiyritysryhmän osallistujien kartoitus käynnistettiin heti hankkeen alkaessa. Kartoitus käynnistettiin yrityslistauksen läpikäynnillä ja suorilla yhteydenotoilla potentiaalisiin yrityksiin. Tämän jälkeen vierailtiin kiinnostuneissa yrityksissä ja

keskusteltiin tarkemmin yrityksen näkymistä ja hankkeen tavoitteista. Osa yrityksistä oli jo toimittanut tuotteita meriteollisuuden alihankintaverkostolle. Kaikilla pilottiryhmän yrityksillä oli kuitenkin kiinnostusta selvittää mahdollisuuksia uusille avauksille meriteollisuussektorilla.

Yritysten mielenkiinto kohdistui pääsääntöisesti meriteollisuuteen. Varsinais-Suomen telakoilla oli hankkeen toteutuksen aikana poikkeuksellisen pitkät tilauskannat. Pilottiyritysryhmän kokoontumisissa keskusteltiin mm. vaatimuksista, joita edellytetään alihankintayrityksiltä.

Selvitystyössä hyödynnettiin Turun ammattikorkeakoulun asiantuntijuutta. Telakoiden hankintastrategiaan kuuluu ostaa suuria kokonaistoimituksia. Suurin osa risteilijätilauksen valmistuksesta tehdään alihankintaverkostoissa. Tämä luo kysyntää myös kone- ja metallialan alihankintayrityksille.

Hankkeessa tehtiin yritysvierailut Varsinais-Suomen telakoille: Meyer Turku Oy:lle ja Rauma Marine Construction Oy:lle. Samalla vierailtiin muutamissa mielenkiintoisissa alihankintaverkoston yrityksissä. Pilottiryhmän yritykset saivat ajantasaista tietoa telakoiden tilanteesta, vaatimuksista sekä hankintaorganisaation kontaktihenkilöistä. Tämän vierailu edesauttaa pilottiryhmän yrityksiä verkostoitumaan oikeiden henkilöiden kanssa, ja sitä kautta edesauttaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Hankkeen avulla mahdollistettiin yritysten keskinäinen verkostoituminen. Pilottiyritykset saivat myös tietoa meriteollisuuden mahdollisuuksista ja vaatimuksista selvitystyön ja telakkavierailujen kautta. Oulun ammattikorkeakoulun perustehtävänä on tukea alueen elinkeinoelämää, joten hanke oli juuri perustehtävän mukaista. Hankkeen aikana Oulun ammattikorkeakoulu pääsi verkostoitumaan tiiviimmin alueen yritysten kanssa ja selvittämään yritysten koulutustarpeita sekä työelämän odotuksia koneinsinööriltä tulevaisuudessa. Verkostosta hyötyvät sekä yritykset opinnäytetyöntekijöiden ja osaavien insinöörien muodossa että ammattikorkeakoulu ja sen opiskelijat opinnäytetyöaiheiden kautta.

5.2 Yrityksissä oppimisen viitekehys

Pekka Hautala ja Pekka Salonen

5.2.1 Lähtötilanne viitekehyksen implementoinnille

Aikaisemman selvityksen (PoraKONE-hankkeen väliraportti) perusteella yrityksissä oppimisen viitekehys voidaan jakaa kahteen pääongelmaan: osaamisen erityistarpeen kouluttamiseen ja henkilöstön osaamisen lisäämiseen tai muuntamiseen työn ohessa. Osaamisen erityistarpeen kouluttaminen on tietyn keihäänkärkiosaamisen tuottamista hyvinkin rajatulle opiskelijamäärälle. Tehokkain ja ainoa toteutuskelpoinen koulutuksen malli on mentorimalli, jossa osaamista siirretään mestarilta oppipojalle.

Toinen vaihtoehto olisi toteuttaa koulutus harvakseltaan, esim. 5–10 vuoden välein hieman suuremmalle ryhmälle. Tällöin kuitenkin koulutus joudutaan toteuttamaan samankaltaisella menetelmällä kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa. Koulutuksen kustannukset toki jakautuisivat suuremmalle ryhmälle, mutta koulutusmalli ei tyydytä akuuttia koulutustarvetta.

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

Suoritettujen lisähaastatteluiden (Jauhiainen, Kaunismäki, Laaksonen, Loponen ja Roos, 2020) sekä eri seminaareissa ja koulutuspäivillä (DigiForum & TechDay, 2020) saadun informaation pohjalta voidaan todeta tarkempia lisähaasteita:

1. täsmäkoulutus
2. jatkokoulutus omassa laajentuneessa tai muuntuneessa työtehtävässä
3. rekrytointikanava “suoraan koulun penkiltä” nimettyyn työtehtävään (vrt. eläköityminen) ja
4. eräänlainen oppisopimuskoulutus, jossa jo opiskeluvaiheessa luodaan “nimikkooppilas” yhteistyöyrityksen kanssa ja opintopolku suunnitellaan vastaamaan yrityksen tarpeita.

Koska teollisessa tuotannossa konetekniikka voidaan käsittää erittäin laajana kokonaisuutena, joka sisältää kaikki vaiheet ideasta tuotteeksi tai palveluksi ja valmistuksen tai kokoonpanon kautta kierrätykseen asti, otettiin lisäselvityksen kohteeksi suunnittelutoiminnot. Tarve uusista osaavista suunnittelijoista on kasvava ja osin niin kriittinen, että esimerkiksi alan toimistot rekrytoivat työvoimaa Suomen ulkopuolelta.

Suunnittelun kenttä on isossa murroksessa digitalisoitumisen vuoksi. Muun muassa pilvipalvelutoimintojen avulla voidaan suunnitella ajasta, paikasta ja päätelaitteesta riippumatta; globalisoitumisen vuoksi voidaan suunnitella periaatteessa missä vaan, missä on verkkoyhteys ja AM-tekniikoiden ansiosta prototyyppien valmistus voidaan tehdä 3D-tulostamalla. Edellä mainittujen syiden vuoksi yritykset joutuvat joko lisä- tai täsmäkouluttamaan työntekijöitään.

Monipuolinen tietotekninen osaaminen sekä alati uusiutuvien CAD-, CAM-, CAE- ja AM-tekniikoiden pelkkä tuntemus ei enää riitä, vaan yritykset tarvitsevat yhä enemmän erityisosaajia.

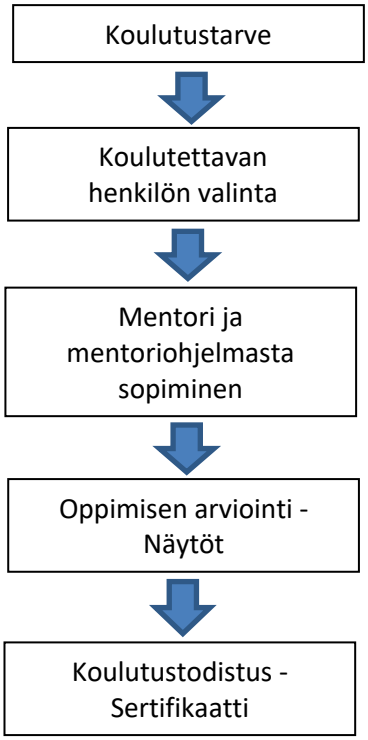
5.2.2 Viitekehyksen implementointi ja pilotointi yritysten kanssa

Pilotointikohteita saatiin kolme kappaletta, kaksi pk-yritystä ja yksi suuryritys. Ensimmäisen pilottikohteen pk-yritys edusti tietyn sektorin alihankintatoimintaa, jossa työvoiman osaamistarpeet ovat erittäin kohdennettuja. Tässä pilotissa tavoitteena oli kehittää viitekehys kapean sektorin osaamisen kouluttamiseen yrityksen erityistarpeen tyydyttämiseksi. Pk-yritykselle koulutuspilotiksi valittiin työkalusuunnittelijan koulutuksen järjestäminen. Kyseessä olisi ollut ohutlevytuotannon työkalusuunnittelijan kouluttaminen. Yrityksen tuotantokiireiden vuoksi pk-yrityksen pilotista jouduttiin luopumaan.

Geneerinen kapean sektorin viitekehys on esitetty kuvassa 13. Viitekehyksessä yritys tunnistaa koulutustarpeen esimerkiksi työntekijän ikääntymisen myötä ja valitsee koulutettavan. Ammattikorkeakoulu tulee mukaan koulutuksen toteuttamiseen, kun kartoitetaan:

- mentori, jonka osaaminen siirretään seuraajalle
- oppijan oppimiskyky ja taidot
- oppimistavoitteet
- oppimisen mittaaminen – näytöt.

Ammattikorkeakoulu vastaa koulutuksen laadusta ja myöntää koulutuksesta todistuksen, sertifikaatin.



KUVA 13.
Kapean sektorin osaamisen geneerinen viitekehys.

Toisen pilottikohteen pk-yrityksen konsepti oli "oppisopimussystematiikka", mutta tämän konseptin implementoinnin sotki koronavirusepidemia. Tarkoitus oli aloittaa sellainen opintopolku kevään aikana, jossa aluksi olisi valittu 1–3 suunnitteluorientoitunutta opiskelijaa ns. nimikko-opiskelijoiksi tähtäimenä suunnitteluinsinöörin toimi ko. yrityksen palveluksessa. Ensimmäinen kesätyöpaikka olisi näin ollut taattu ja senkin sisältö määriteltiin kevään 2020 aikana niin, että se tukisi koulutusta tulevaa työtehtävää kohti. Koska kyseinen yritys on suunnittelu- ja konsulttitoimisto, mm. asiakaspalvelutoiminnot, asiakkaan työtiloissa projektityötehtävien tekeminen ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa kommunikointi projektin tiimoilta olivat sellaisia tehtäviä, mitä suunniteltiin opittaviksi yrityksessä esimerkiksi

kesätöiden yhteydessä. Valitettavasti konseptin testaaminen käytännössä siirtyi alkukevääseen 2021.

Kolmas kohde pilotoinnissa oli suuryritys, jossa on kyse oman henkilöstön urakehityksen mukaisesta HR:n organisoimasta tutkintotavoitteisesta koulutuksesta. Tässä koulutuksessa haasteita aiheutti osallistujien vuorotyö ja heidän mahdollinen suuri määränsä – tuotanto ei saa häiriintyä koulutuksen takia. Pilotissa yritys valitsi viisi työntekijäänsä räätälöityyn jatkokoulutukseen siten, että valitut henkilöt suorittivat Metropolian Ammattikorkeakoulun konetekniikan erään ryhmän mukana samoja opintojaksoja kuin itse tutkinto-opiskelijat. Poikkeuksena virallisiin tutkinto-opiskelijoihin näille valitulle viidelle räätälöitiin sellainen opintopolku, että se tuki suoraan heidän suunniteltua työuraansa yrityksessä. Tavoitteena yrityksellä oli kouluttaa työntekijöistä mm. tulevia työnjohtajia. Samoin heille suotiin mahdollisuus suorittaa opintojaksoja vähemmällä läsnäololla ja etäopiskeluna, jolloin se ei haittaisi samanaikaista työssäkäyntiä.

Valitettavasti tulokset tästä konseptista olivat laihat. Valituista viidestä neljä keskeytti opintonsa syksyn 2019 päätteeksi. Pääsyyksi keskeyttämiselle kaikki mainitsivat aikapulan. Opiskelu töiden ohessa oli kuulemma liian raskasta. Onneksi viides opiskelija eteni ensimmäisen opiskeluvuoden läpi.

5.3 Konealan insinöörien ammattiosaamisen auditointikoe

Pekka Räisänen

Yhtenä hankkeen tavoitteena oli tuottaa konealan insinöörien auditointiin liittyvää tietoa. Tässä tehdään yhteenveto hankkeessa laaditusta, ammattitaidon varmistuskokeita käsitelleestä raportista, jossa annetaan suosituksia, mutta ei oteta lopullista kantaa siihen, tarvitaanko auditointia Suomessa. Huomiota kiinnitettiin yksityiskohtiin, sillä tavoitteena oli ottaa kantaa yksittäisten insinöörien konkreettisten taitojen hallintaan. Raportti kokonaisuudessaan on saatavilla hankkeen verkkosivuilla (https://porakone.turkuamk.fi/).

Työn aluksi selvitettiin suomalaisten koneinsinöörien osaamista opetussuunnitelmien ja opetusmäärien avulla. Työssä tarkasteltiin koulutusaineistoja vasta opintojaan aloittavan ja 20–30 vuotta työelämässä olleen insinöörin välillä. Tällä perusteella arvioitiin, että erot ovat suuria: saavutetut oppimistulokset nykyään ovat monissa aineissa

suuruusluokkaa puolet aiemmista. Huomattiin myös, että suomalaisten ammattikorkeakoulujen välillä on nykyään suuria eroja siinä, miten paljon tunteja on opiskelijan lukujärjestyksessä ja siinä, miten opettajat resursoidaan hoitamaan opetus.

Yleisesti voidaan sanoa, että tutkinto-opetuksen sisällöillä ja vaatimustasolla luodaan teoreettinen perusta, jonka päälle ammattipätevyys rakentuu. Monissa maissa koulutuksen laatu vaihtelee, ja työuran aikaisilla auditoinneilla tehdään laadunvarmistusta jälkikäteen. Työssä tutkittiin käytäntöjä Iso-Britanniassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa, joissa on käytössä ammatissa toimivien insinöörien sertifiointi. Titteli on Chartered Engineer tai Professional Engineer. Ammattiosaamisen tunnustamisessa voidaan käyttää esimerkiksi työkokemusta, haastatteluja ja teoriakokeita tai näiden yhdistelmiä.

Lähemmin tarkasteltiin vaatimuksia erityisesti Kanadassa ja Yhdysvalloissa, joissa sertifiointi on yleistä sekä paneuduttiin ammattialakohtaisen kokeen sisältöön ja saatavilla olevaan opiskeluaineistoon. Etenkin Yhdysvalloissa insinööriauditointien tukimateriaalit ovat monipuolisia. Kun näitä verrattiin suomalaisten ammattikorkeakoulujen opetussuunnitelmiin, huomattiin, että sisällöt ovat huomattavasti syvällisempiä kuin mitä nykyään maassamme tarjotaan insinööriopiskelijoille.

Hankkeessa kokeiltiin auditointimallin luomista ja testausta Suomessa. Mallin kokeilu toteutettiin Turun ammattikorkeakoulussa kahdella opetusryhmällä: viimeisen opintovuoden ryhmällä ja ylempään ammattikorkeakoulututkintoon (insinööri YAMK) tähtäävällä opetusryhmällä. Havaittiin, että suurimmassa osassa aiheita vastavalmistuneet kokivat osaamisensa paremmaksi kuin ylempää ammattikorkeakoulututkintoa suorittavat. Poikkeuksia löytyi sekä teoreettisesti vaikeista aiheista että työelämäkokemusta vaativista aiheista. Rajallisesta aineistosta ei pystytä päättelemään syitä, eikä todellisen osaamisen tasoa, ja lisätutkimukset olisivat paikallaan.

Hankkeen perusteella muodostettiin suosituksia toiminnasta konetekniikan alalla Suomessa. Insinöörien peruskoulutuksessa viime vuosikymmenen aikana tapahtuneet muutokset sekä laadun vaihtelu oppilaitosten välillä puoltaa ammattitaitoauditoinnin käyttöönottoa ammatissa toimiville konetekniikan insinööreille. Tällä hetkellä Suomessa vastaavia käytäntöjä on rakennusalalla, esimerkiksi vaativien rakenteiden mitoituksen kanssa työskenteleville insinööreille.

Vielä akuutimmaksi toimenpiteeksi osoittautui loppukoe insinöörikoulutuksen päätteeksi. Se olisi erittäin tarpeellinen, riippumaton laadunvarmistuskeino.

Opetus- ja kulttuuriministeriön tulisi tehdä asiassa aloite, sillä toimintaa ohjaava insinöörikoulutuksen rahoitusmalli ei sisällä ammattiosaamisen laatuun liittyviä objektiivisia mittareita. Tällaisen kriteerin lisäys olisi kuitenkin toteutettavissa.

6 Yhteenveto

Pekka Stenfors

6.1 Hankehallinnosta

Euroopan sosiaalirahaston rahoittamissa hankkeissa edellytetään usein ohjausryhmän asettamista. Ohjausryhmä ohjaa, tukee ja seuraa hankkeen etenemistä. Sen tarkoituksena on auttaa hanketta tavoitteiden saavuttamisessa ja ohjata hankkeen sisällöllistä toteuttamista. Ohjausryhmä ei kuitenkaan vastaa oikeudellisesti hankkeen toiminnasta, vaan vastuu on tuensaajalla.

Tässä hankkeessa ohjausryhmä saatiin koottua hieman myöhässä suunnitellusta, mutta se ehti kokoontua kuusi kertaa hankkeen aikana.

Ohjausryhmän kokoonpano:
Teemu Launis (pj.), Elomatic Oy
Antti Simula, Konepaja Häkkinen Oy
Pekka Hautala, Metropolia Ammattikorkeakoulu
Olavi Kopponen, Tampereen ammattikorkeakoulu
Aija Paananen, Tampereen ammattikorkeakoulu (Olavi Kopposen tilalle v. 2020)
Ari Putkonen, Turun ammattikorkeakoulu
Jukka Säkkinen, Oulun ammattikorkeakoulu
Jukka Anttila, Hämeen ELY-keskus
Anna-Mari Sopenlehto-Jokinen, Turun kaupunki

Ohjausryhmässä on syntynyt hyvää keskustelua hankkeen toteutuksesta ja se on antanut arvokkaita neuvoja etenkin hankkeen viestinnästä. Aktiiviset jäsenet ja varsinkin puheenjohtaja ovat olleet aidosti kiinnostuneita hankkeen etenemisestä ja ohjanneet tarkkanäköisillä kysymyksillään hanketta keskeisten teemojen ääreen.

Hankekonsortion sisäisen yhteistyön selkäranka olivat kasvokkain tapahtuneet hanketapaamiset, joissa käytiin yhdessä läpi hankkeen etenemistä ja toimenpiteitä. Pakollisten hallinnointiin liittyvien kysymysten lisäksi tapaamisissa vaihdettiin arvokkaita neuvoja ja näkemyksiä sekä sovittiin yhteisistä linjauksista esimerkiksi viestinnässä.

Vaikka hanke on toteutettu maantieteellisesti laajalla alueella, kasvokkaiset tapaamiset olivat tärkeitä mahdollistaessaan toisiin osatoteuttajiin tutustumisen sekä kokemuksen yhdessä tekemisestä. Tämä kehittynyt yhteistyö oli tärkeää etenkin hankkeen loppuvaiheessa, kun koronapandemia esti kasvokkaiset tapaamiset. Etätyövälineiden varassa yhteistyö tiivistyi entisestään, toki osittain aikataulupaineiden vuoksi.

6.2 Johtopäätöksiä ja kehittämisajatuksia jatkoon

OECD esittää 19.2.2020 julkaistussa *Continuous Learning in Working Life in Finland* -arvioinnissaan Suomelle suosituksia toimista, jotka helpottavat sopeutumista työelämän muutoksiin ja varmistavat, että jokainen voi elämänsä ja työuransa aikana opetella uutta tarpeen mukaan.

Suomessa tulisi OECD:n mukaan:

1. monipuolistaa koulutustarjontaa
2. lisätä koulutustarjonnan vastaavuutta työelämän tarpeisiin
3. vahvistaa kannusteita osallistua tarkoituksenmukaiseen koulutukseen
4. tarjota kokonaisvaltaisia tieto- ja ohjauspalveluja
5. kehittää räätälöityjä koulutuksia
6. käynnistää ”hakevaa toimintaa” aikuisille, joilla on heikot perustaidot.

PoraKONE-hankkeessa on pystytty antamaan panosta näistä kolmeen ensimmäiseen.

Opintomoduulien pilotointien yhteydessä todettiin, että verkossa toteutettaviin opintojaksoihin vaikuttaisi sisältyvän osallistujien suurempi riski jättää kurssi kesken. Koska verkkokurssien toteuttamisesta ja kertyneistä kokemuksista oli keskusteltu organisaatioiden sisällä, tämä oli jossain määrin odotettavissakin. Jatkossa ilmiöön voidaan varautua esimerkiksi lisäämällä kurssien aloituskiintiöihin jonkinlainen puskuri pudokkaiden varalle.

Toinen keino ehkäistä keskeyttämisiä vaikuttaisi kokemusten analysoinnin perusteella olevan se, että kokonaan verkossakin toteutettaviin kursseihin sisällytetään jonkinlaisia välietappeja. Näitä voivat olla viikoittaiset etäkokoukset, joissa käsitellään edellistä tehtävänantoa tai automaattisesti avautuvat uudet asiakokonaisuudet, kun edelliseen aiheeseen liittyvät tehtävät on suoritettu hyväksytysti. Etenkin säännöllisistä etäkokouksista tai webinaareista oli useammalla opintojaksolla saatu hyviä kokemuksia.

Konkreettisina jatkokehityksen aiheina hankkeesta syntyi suunnitelma hitsauksen IWS-koulutuksen toteuttamisesta muilla paikkakunnilla myös hitsauksen laboratorioharjoitusten osalta. Laajemminkin heräsi ajatus laboratorioiden hyödyntämisestä paikasta riippumatta. Etäkäyttöön soveltuvat laboratoriot pystyisivät vastaamaan nopeasti osaamistarpeeseen ja tukevat taitoja, joita tarvitaan työelämän muutoksissa. Laitteiston käyttöasteen paranemisen lisäksi etäkäyttö mahdollistaisi erikoistumisen, jolloin kaikkien ei tarvitsisi jatkossa hankkia samanlaisia koneita.

Huolimatta siitä, että tilanne maailman ja Suomen taloudessa ja työmarkkinoilla on nyt hyvin toisenlainen kuin hankkeen käynnistyessä, hankkeessa tuotetulle sisällölle voi katsoa olevan jopa aiempaa suurempi tarve. Kevään 2020 pandemian pyörteissä on käynyt selväksi, että insinöörien verkko-opintojen kehittäminen ja tarjoaminen on vastannut akuuttiin kysyntään. Paitsi Covid-19-tilanteeseen vastaaminen, myös varautuminen tuleviin poikkeustilanteisiin edellyttää toimivia verkko-opetusmateriaaleja ja kattavaa paikasta riippumattomien opintojen tarjontaa.

Yritysten henkilöstön ja työttömien työnhakijoiden tarpeisiin on jatkuvan oppimisen näkökulmasta pystyttävä tarjoamaan sopivan kokoisia ja nopeasti suoritettavia opintoja, joiden sisältö nojaa työelämälähtöisyyteen. Tässä on PoraKONE-hankkeen myötä päästy hyvään alkuun ja löydettyjä hyviä käytäntöjä tullaan hyödyntämään myös tulevissa kehittämishankkeissa.

LÄHTEET

Kirjallisuus

Aalto-yliopisto & Huhtanen Akseli. 2019. Verkko-oppimisen muotoilukirja – Käytännön työkaluja laadukkaan verkko-oppimisen muotoiluun. https://fitech.io/app/uploads/2019/09/Verkko-oppimisen-muotoilukirja-v-1.4.1-web.pdf

Aho, Henna & Kullaslahti, Jaana 2006. Verkko-opetuksen tuotannosta opittua. Hämeen ammattikorkeakoulu. Julkaisu 3/2006.

Kaarakainen Meri-Tuulia, Kaarakainen Suvi-Sadetta, Tanhua-Piiroinen Erika, Viteli Jarmo, Syvänen Antti, Kivinen Antero. Digiajan peruskoulu 2017 – Tilannearvio ja toimenpidesuositukset, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 72/2017. 72 s.

Koulutus ja työvoiman kysyntä 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ennakointituloksia tulevaisuuden koulutustarpeista. Opetushallitus, Raportit ja selvitykset 2020.

Merisalo Sonja ja Silmälä Petri, Digi 2017: Ajankohtaisia merkintöjä verkon uusista välineistä ja menetelmistä. 89 s. Metropolian digipaino 2017. ISBN 978-952-328-038-0.

Osaaminen 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia. Opetushallitus, Raportit ja selvitykset 2019.

Sääksvuori, A. & Immonen, A., 2008. Product Lifecycle Management. Berlin: Springer, s.17,18,19,20.

Verkkomateriaali

9 ratkaisua Suomelle. Teknologiateollisuuden Koulutus ja osaaminen -linjaus 2018. Teknologiateollisuus: Helsinki. 2018. <https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/teknologiateollisuus_koulutus_ja_osaaminen_linjaus_2018_final.pdf>. Viitattu 30.6.2020.

Continuous Learning in Working Life in Finland, OECD 2020. http://www.oecd.org/finland/continuous-learning-in-working-life-in-finland-2ffcffe6-en.htm. Viitattu 30.6.2020.

https://www.toptools4learning.com/. Viitattu 12.6.2020.

Google Classroom 2020. https://edu.google.com/intl/fi_ALL/products/classroom/?modal_active=none. Viitattu 21.6.2020.

Erappu-verkkosivut https://blogit.utu.fi/erappu/vinkkeja-videontekoon/ Viitattu 21.6.2020.

Moodle. https://moodle.org/?lang=fi 2020. Viitattu 21.6.2020.

Hemmilä, Ilkka 2020. Korkeakoulujen ensimmäiset lisäpaikat käytössä jo tänä syksynä – ministeriö ohjaa paikkojen jakaantumista. Helsingin Sanomat verkkoaineisto. <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000006528163.html> 3.6.2020. Viitattu 30.6.2020.

OMA 2020. https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=152314922. Viitattu 21.6.2020.

Onenote Class Notebook 2020. https://www.onenote.com/classnotebook. Viitattu 21.6.2020.

How Long Does It Take To Create An Online Course? https://www.onlinecoursehow.com/tips/how-long-does-it-take-to-create-an-online-course/ Viitattu 21.6.2020.

Microsoft Teams 2020. https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/microsoft-teams/group-chat-software. Viitattu 21.6.2020.

University of Oregon 2020. https://oe.uoregon.edu/types-of-online-courses-2/. Viitattu 21.6.2020.

Siemens Digital Industries Software. 2020. NX Integration. [online] Available at: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/collaboration/nx-integration.html> Viitattu 29.6.2020.

Siemens Digital Industries Software. 2020. Microsoft Office Integration. [online] Available at: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/collaboration/microsoft-document-management.html> Viitattu 29.6.2020.

Dassault Systèmes. 2020. One Cloud Platform, Endless Possibilities. [online] Available at: <https://www.3ds.com/3dexperience/cloud> Viitattu 29.6.2020.

Sinun Eurooppasi - Yritykset. 2020. Yleinen Tietosuoja-Asetus (GDPR). [online] Available at: <https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_fi.htm> Viitattu 29.6.2020.

Eur-lex.europa.eu. 2020. EUR-Lex - 32016R0679 - EN - EUR-Lex. [online] Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.119.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2016:119:TOC> Viitattu 29.6.2020.

Oppimisanalytiikkaselvitys 2020. https://oppimisanalytiikkaverkosto.fi/2020/04/09/oppimisanalytiikkaselvitys-2020-valamis/ Viitattu 29.6.2020.

Remes, Matti 2020. Aikuiskoulutuksen uudistus lupaa helpotusta osaajapulaan. Verkkoaineisto. < https://helsinki.chamber.fi/aikuiskoulutuksen-uudistus-lupaa-helpotusta-osaajapulaan/?utm_source=KAUPPAKAMARI+nyt%3A+Kes%C3%A4kuun+lehti+luettavissa+vain+verkkomediassa&utm_medium=email&utm_campaign=KAUPPAKAMARI+nyt+kes%C3%A4kuu+2020+%28printti%29&utm>. Julkaistu 2.6.2020. Viitattu 30.6.2020.

Salo, Samu 2017. Muutostarpeet insinöörikoulutuksessa. Insinööriliitto. <http://www.inske.fi/files/9115/0451/8409/Muutostarpeet_Insinoorikoulutuksessa_uusimaa.pdf> Julkaistu 15.8.2017. Viitattu 30.6.2020.

SUNY Broome Community College -verkkosivut http://www3.sunybroome.edu/online/faculty-online/how-long-does-it-take-to-develop-an-online-course/ .Viitattu 30.6.2020.

Varonen, Mari & Hohenthal, Tuula 2017. eAMK Verkkototeutusten laatukriteerit https://www.eamk.fi/globalassets/tutkimus-ja-kehitys--research-and-development/tki-projektien-lohkot-ja-tiedostot/eamk/teema-1/laatukriteerit/eamk_laatukriteerit_valmis.pdf. Viitattu 21.6.2020.

Muu materiaali

Jauhiainen, Tuomo. Schaeffler Finland Oy. Haastattelu 14.1.2020.

Loponen, Kim. AFRY Oy. Haastattelu 27.1.2020.

DigiForum-seminaari. Tampere-talo 30.1.2020.

Tech Day -seminaari. Musiikkitalo, Helsinki, 13.2.2020.

Roos, Matias. Rosendahl Nextrom. Haastattelu 25.2.2020.

Laaksonen, Timo. Cadmatic Oy. Haastattelu 6.3.2020.

Kaunismäki, Veli-Matti. Creators Oy. Haastattelu 9.3.2020.

LIITE

Liite 1. Metropolia Ammattikorkeakoulun PLM-järjestelmä

Juha Porvali

1 Metropolia Ammattikorkeakoulun PLM-järjestelmä

PoraKONE-hankkeen aikana luotujen opintojaksojen sisältö koostuisi Moodle-oppimisalustalla sijaitsevista luentovideoista ja samaan alustaan palautettavista harjoitustehtävistä. Erityisesti Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla harjoitustehtäviä oli tarkoitus suorittaa käyttäen joko jo olemassa olevaa PDM-/PLM-järjestelmää tai erikseen hankittavaa PDM-/PLM-järjestelmää. Samaa järjestelmää käytettäisiin myös toisella opintojaksolla, jossa projektinomaisesti konfiguroidaan kyseistä järjestelmää. Tämän lisäksi järjestelmä palvelisi Metropolian projekteja, esimerkiksi projektin aikana valmistettavien tuotteiden tietojen tallennuspaikkana. Aiemmin Metropolian opiskelijat ja henkilökunta olivat käyttäneet pääsääntöisesti sisäverkon verkkolevyjä tiedostojen tallennuspaikkana.

1.1 Järjestelmän valinta ja hankinta

Järjestelmävaihtoehtoihin tutustuminen osoitti, että Metropolialle oli hankittu jo aikaisemmin PDM-/PLM-järjestelmiä. Hankitut järjestelmät olivat Siemensin Teamcenter PLM-järjestelmä ja Dassault Systemèsin 3DExperience. Merkitseväksi valintakriteeriksi kyseisten järjestelmien välillä osoittautui ohjelmistoa ajavan palvelimen sijainti. Teamcenter pyörisi Metropolian sisäverkon palvelimella ja 3DExperience on pilvipohjainen ratkaisu. Molemmat järjestelmät vaativat kuitenkin käyttäjilleen asetetut käyttäjätunnukset. Sisäverkossa pyörivällä palvelimella kaikki tieto on aina tallennettuna Metropolian palvelimelle, eikä tietoja tällöin luovuteta tai muutoin säilytetä yrityksen ulkopuolisissa järjestelmissä. Tämän tiedon koettiin olevan merkityksellinen seikka, kun myöhemmin esiteltävää tietosuojapolitiikan mukaista prosessia lähdettiin käymään läpi.

Toinen valintakriteeri oli, että järjestelmään helposti integroitavissa oleva CAD-ohjelma olisi jo valmiiksi hankittuna. Teamcenterin tapauksessa tämä tarkoitti NX CAD -ohjelmaa ja 3DExperiencen tapauksessa Catia V5 ja V6 CAD -ohjelmia. Molemmat ohjelmat olivat jo valmiiksi hankittuna. Tyypillisin valintakriteeri eli tuotteen hinta jäi siis nyt toisen kriteerin perusteella kokonaan pois prosessista.

1.2 Teamcenter PLM

Metropolian hankkima Teamcenter PLM-järjestelmä koostuu palvelimella ajettavasta Teamcenter-ohjelmasta, Teamcenter Rich Client -työpöytäohjelmasta ja selainpohjaisesta Active Workspace -käyttöliittymästä. NX on erillinen työpöytäohjelma, joka integroidaan Teamcenter PLM -järjestelmään, jolloin tiedon tallennuspaikka siirtyy tietokoneen kovalevyltä ja sisäverkon verkkolevyiltä Teamcenter-palvelimen kovalevylle, jossa tietokantaa ja tiedostoja hoitaa kyseisellä palvelimella pyörivä Teamcenter-ohjelma.

Tämän lisäksi varsinaista tietokantamallia muokataan erillisellä BMIDE-työpöytäohjelmalla, jonka tuottama tietokantamalli voidaan asettaa käyttöön palvelimelle. Tätä ohjelmaa ei ollut etukäteen hankittu ja sen hankintaa harkitaan erikseen, koska sen huolimattomalla käytöllä saatetaan aiheuttaa suuria ongelmia.

Järjestelmää käytettäisiin kuten tavanomaisessa yrityksessä eli projektit projekteina. Käyttäjätunnuksina opiskelijoilla olisi sama käyttäjätunnus kuin muutoin sisäverkkoon kirjautuessaan tai vaihtoehtoisesti opiskelijanumero. Käyttäjät tuotaisiin järjestelmään massa-ajona opintojakson alussa. Itse opintojakso olisi järjestelmässä myös projektina, johon sitten opiskelijat voitaisiin liittää.

Riippuen opintojakson sisällöstä opiskelija loisi nimikkeitä järjestelmään tai muokkaisi järjestelmässä olevia nimikkeitä Active Workspace -käyttöliittymällä. Varsinaiset 3D-mallit ja tekniset piirustukset luotaisiin NX-mallinnusohjelmistolla. Järjestelmän konfigurointiin liittyvissä kursseissa opiskelijoilla olisi käytössä sitten Teamcenter Rich Client -työpöytäohjelmisto, jolla pystyttäisiin hoitamaan enemmän Teamcenterin asetuksiin liittyviä asioita ja opiskelija saisi kattavamman kokonaiskuvan järjestelmistä ja niiden tavanomaiseen ylläpitoon liittyvästä toiminnasta.

1.3 Järjestelmän käyttöönotto

Järjestelmään tutustuttaessa huomattiin, että sen käyttöönotto oli jäänyt kesken. Käyttöönotto sisälsi Metropolian tietosuojapolitiikan mukaisen Data Protection Impact Assement (DPIA) -prosessin. Kyseinen prosessi on tarkoitus tehdä ennen ohjelmistojen hankintaa. Hankinta oli kuitenkin tehty ennen kyseisen käytännön voimaantuloa, tällöin prosessi voidaan tehdä takautuvasti. DPIA-prosessi olisi käytävä läpi hyväksytysti ennen kuin yhtään henkilötietoa voitaisiin säilyttää Teamcenter-palvelimella. Tämän lisäksi kyseinen järjestelmä oli uusi henkilökunnalle ja harjoitusmateriaalin luomisen lisäksi henkilökunnan olisi opittava käyttämään järjestelmää sekä hallitsemaan täysin erilainen tiedon tallennus- ja hallintamalli verrattuna aikaisempaan verkkolevyille tallentamiseen.

Jotta järjestelmä saisi puollon DPIA-prosessista, täytyy riskit henkilötietojen väärinkäytölle saada minimoitua ja lisäksi täytyy olla suunnitelma ja keinot henkilötietojen poistamiselle järjestelmästä. Järjestelmätoimittajaa konsultoimalla saatiin tieto, että käyttäjien ja tietojen poisto järjestelmästä on mahdollista, mutta hankalaa ja siitä saattaa seurata odottamattomia ongelmia. Niitä saattaa syntyä tietokannan sisältämien tietojen omistajuussuhteiden takia, esimerkiksi kun käyttäjätunnus on merkitty omistajaksi nimikkeeseen ja käyttäjätunnus poistetaan muuttamatta kyseisen nimikkeen omistajuutta. Teamcenterin tapauksessa jokainen omistajuussuhdemuutos olisi tehtävä käsin ennen käyttäjätunnuksen poistoa. Tämä koettiin kohtuuttomaksi määräksi manuaalista työtä. Käyttäjän luomiin nimikkeisiin voi tulla myös yhteyksiä muista nimikkeistä, jolloin yksittäisen nimikkeen poistamisesta voi seurata myös ongelmia, vaikka nimikkeen omistajuussuhde olisikin muutettu.

Järjestelmä saatiin käyttöön kuitenkin poikkeusratkaisuiden avulla. Opintojaksojen läpiviemiseksi palvelimelle tehtiin 50 valenimeä, joilla opiskelijat pystyisivät kirjautumaan Active Workspace -käyttöliittymään. Tällöin oikeita henkilötietoja ei tallenneta palvelimelle, mutta järjestelmään kirjautuminen ja harjoitustehtävien tekeminen onnistuvat. Valenimet jouduttiin kuitenkin jakamaan opiskelijoille opettajan toimesta manuaalisesti, sillä Metropolian sähköpostiautomatiikka ei taipunut sähköpostien lähettämiseen ulkopuolisiin sähköposteihin. Itse harjoitustehtävien palautusta varten ei oppimisalustan ja Teamcenterin välille ole tehty rajapintaa. Koska kyseessä oli ensimmäinen järjestelmää hyödyntävä opintojakso, eikä tietokantaan ollut ehditty tallentaa mitään korvaamatonta, niin valenimien rooleiksi asetettiin

suunnittelija. Suunnittelija-roolin valintaa puolsi myös se, että se mahdollistaisi paremmin harjoitustehtävien tekemisen verrattuna pelkästään katselija-rooliin.

Harjoitustehtävien mielekkyyden lisäämiseksi piti järjestelmään tuoda ja luoda sisältöä. Esimerkiksi PLM-järjestelmästä hakua varten järjestelmään haettiin eräiden sähkömoottorivalmistajien sivuilta esimerkkejä. Näitä löytyi yhteensä viisi, joista kustakin ladattiin tekninen tietosivu ja 3D-malli PLM-järjestelmään. Jotta järjestelmää käytettäisiin ennalta sovittujen sääntöjen mukaisesti, piti sinne myös luoda esimerkki luokkahierarkia, johon esimerkit luokiteltiin ja luokalle ominaiset attribuuttikentät täytettiin oikein.

Näiden toimenpiteiden jälkeen oli mahdollista antaa tehtävänanto eteenpäin opiskelijoille. Jotta opintojakson sisältö koostuisi tyypillisistä nimikkeelle tehtävistä asioista, niin opintojaksoa varten luotiin vielä erillinen työnkierto. Harjoitustehtävässä tätä erikseen luotua työnkiertoa voitaisiin sitten hyödyntää.

Henkilökunnan voimin kyseistä opintojaksoa varten luotiin esimerkkivideoita Active Workspace -käyttöliittymän käytöstä ja oppimisalustalle tehtiin kysymyksiä hyödyntäen aiheen kirjallisuutta. Poikkeusratkaisun avulla saatiin suunnitellusti vietyä läpi hankkeen opintojaksot harjoitustöineen. Opetusmateriaalia luotiin hyödyntäen järjestelmätoimittajan opetusmateriaalia ja Siemensin ohjelmiston käyttöön tarkoitettuja Help-sivustoja ja ohjelmistomanuaaleja. Pian huomattiin, että osa Active Workspaceen liittyvästä ohjeistuksesta on kattavampaa kuin mitä meidän käyttöliittymässämme pystyy oikeasti tekemään. Tästä syystä opetusmateriaalia varten jouduttiin tilaamaan järjestelmätoimittajalta Active Workspace -lisäasennuksia, jotta harjoitustehtävien kirjo ja vaativuus saataisiin vastaamaan opintojakson sisältöä.

1.4 PLM-järjestelmän etäkäyttö sisäverkon ulkopuolelta

Varsinainen palvelin sijaitsee Metropolian sisäverkossa, eikä sillä ole suoraan pääsyä internetiin. Opiskelijan tulee kirjautua ensin VPN-yhteydellä Metropolian sisäverkkoon tai tunneloida verkkoliikenne Metropolian sisäverkon kautta. Molemmat etäratkaisut vaativat kolmannen osapuolen ohjelmia toimiakseen. Tässä tapauksessa VPN-yhteys luotiin Ciscon AnyConnect-ohjelmalla ja tunnelointi PuTTY-ohjelmalla. Tuotetiedon hallinta -opintojaksoa varten aiheesta tehtiin ohjeistus ja ongelmatilanteita varten opettaja ja hankehenkilökunta järjestivät erillisen etätapaaminen

opiskelijoille. Etätapaamisessa ratkottiin ongelmia, joita opiskelijat olivat kohdanneet järjestelmään kirjautuessaan.

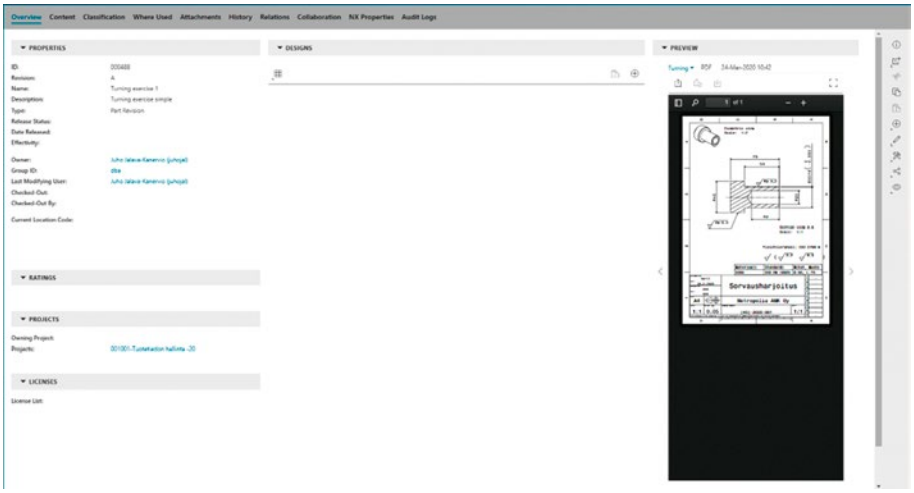
1.5 Harjoitustehtävät PLM-järjestelmässä

Tuotetiedon hallinta -opintojaksolla PLM-järjestelmässä suoritettavat harjoitustehtävät kohdistuivat aina johonkin tiettyyn järjestelmän osa-alueeseen. Luentovideoilla esiteltiin jollekin tehtävälle toimintatapa, jonka oppilas sai sitten itsenäisesti suorittaa järjestelmässä. Harjoitustehtävät kohdistuivat sellaisiin toimintoihin, joita oli mahdollista suorittaa Active Workspace -käyttöliittymässä. Harjoitustehtäviä olivat mm. nimikkeen luominen, dokumentin luominen, dokumentin tuominen järjestelmään, nimikkeen luokittelu, tuoterakenteen teko ja työnkiertoon liittyvät asiat. Aiheesta riippuen luentovideot saattoivat sisältää myös materiaalia Rich Client -työpöytäohjelmasta; muutoin oppilaiden näkemys järjestelmästä jäisi pelkän Active Workspace -käyttöliittymän varaan, joka oli visuaalisempi, mutta suppeampi toiminnoiltaan.

1.6 Tuotetiedon hallinnan harjoitustehtävät PLM-järjestelmässä

Opiskelijan tehtävänä oli hakea PLM-järjestelmän avulla tietoa. Tehtävään liittyi ohjevideo, jolla opastettiin käyttöliittymän käyttöön. Ohjevideon nähtyään opiskelijan tulisi käyttää Active Workspace -käyttöliittymää ja etsiä työpiirustus sorvausharjoituksesta ja löytää kyseisestä piirustuksesta kappaleen pituus ja kyseisen työpiirustuksen nimikkeen tunnus eli ID. Harjoitustehtävä oli yksi ensimmäisistä tehtävistä PLM-järjestelmässä, jolloin tehtävän sisältö pidettiin suppeana ja yksinkertaisena.

Kaikki opintojakson harjoitustehtävissä tarvittava materiaali oli asetettu 001001-Tuotetiedon hallinta-20 nimisen projektin alaiseksi, jota kautta opiskelijan oli mahdollista etsiä tarvittavat tiedot. Toinen vaihtoehto olisi ollut käyttää Active Workspacen yleistä hakua, jonka kautta myös harjoituksessa haettava tiedon sisältävä nimike olisi löytynyt. Nimikkeen löytämällä opiskelijan on mahdollista löytää yhdeltä sivulta kaikki harjoituksessa kysytty tieto. Seuraavassa kuvassa näkymä, joka esittäytyi opiskelijoille oikean nimikkeen löytymisen jälkeen.



KUVA 1.
Näkymä Active Workspacesta.

Kuvassa 1 vasemmalla näkyy nimikkeeseen liittyviä tietoja, kuten ID, revisio, nimikkeen nimi ja lisäseloste. Näistä tiedoista kysyttiin nimikkeen ID-numeroa. Kuvassa oikeassa laidassa näkyy esikatselukuva nimikkeen sisältämästä liitetiedostosta. Liitetiedostoksi oli asetettu sorvausharjoituksen työpiirustus, josta oli mahdollista lukea vastaus harjoitustehtävän ensimmäiseen kysymykseen.

Toinen esimerkki PLM-järjestelmässä suoritettavasta harjoitustehtävästä tulee sitten ajallisesti opintojakson loppupuolelta. Tuoterakennetta käsittelevissä luentokalvoissa esiteltiin tuotteen elinkaaren aikana esiintyviä tuoterakennetyyppejä. Opiskelijan tehtäväksi annettiin luoda kalvojen perusteella esimerkki polkupyörän yksinkertaistettu tuoterakenne. Tehtävää varten opiskelijoiden oli mahdollista katsoa opetusvideo tuoterakenteen luomisesta. Tämän lisäksi tehtävään yhdistettiin aikaisemmasta luentomateriaalissa esitelty nimikkeiden luokittelu. Seuraavassa kuvassa opiskelijan saama tehtävänanto.

Kuvassa 2 vasemmalla on tehtävänanto ja oikealla PLM-järjestelmän avulla luotava tuoterakenne. Tehtävä käsitti sisällään nimikkeen luomista, tuoterakenteen luomista, tuoterakenteen muokkaamista ja luokittelua. Tehtävä tuli palauttaa opetusympäristöön kahtena kuvana, joista toinen esittelisi tuoterakennetta ja toinen ohjaustanko-nimikkeen luokitteluvälilehteä. Opiskelijoita ohjeistettiin käyttämään

KUVA 2.
Tehtävänanto luentomateriaalista.

nimikkeiden nimissä englannin kieltä, koska se oli valittu PLM-järjestelmän kieleksi. Tehtävä yhdisteli monta erilaista aiemmin opeteltua asiaa, joihin lisättiin vielä tuoterakenteen luominen. Tehtävän teosta luotiin myös video, joka sisälsi mallisuorituksen. Opiskelijoita ohjeistettiin ensin yrittämään ilman mallisuorituksen katsomista.

PLM-järjestelmässä tehtävät tuotetiedon hallintaan liittyvät harjoitustehtävät pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisina, mutta itse järjestelmä mahdollistaisi monimutkaisempienkin ja pidempikestoisempien harjoitustöiden tekemisen. Monipuolisemmat ja monimutkaisemmat tehtävät vaativat kuitenkin järjestelmän sisällöltä enemmän kuin sinne tämän opintojakson aikana ehdittiin materiaalia luomaan.

1.7 Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti -opintojakso

Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti -opintojakson harjoitustehtävät kohdistuvat PLM-järjestelmässä tehtäviin toimintoihin, joita tehdään Rich Clientin puolella. Tämän opintojakson tehtäviä ei pystyisi tekemään Active Workspacen puolella, mutta Tuotetiedon hallinta -opintojakson tehtävät onnistuisivat

myös Rich Clientin puolella. Harjoitustehtävät on jaettava opiskelijan suorittamiin tehtäviin ja opettajan johdolla suoritettaviin tehtäviin. Tämä on tarpeen, koska tehtävien tekemiseen tarvitaan enemmän käyttöoikeuksia ja väärin suoritetuilla tehtävillä saatetaan aiheuttaa järjestelmään vikoja tai muita ongelmatilanteita.

Opettajan johdolla suoritettavat tehtävät ovat esimerkiksi käyttäjien luonti, käyttäjäoikeuksien muuttaminen ja projektien luonti. Uuden luokkahierarkian luominen, uusien attribuuttien luominen ja uusien työnkiertojen luominen ovat sellaisia tehtäviä, joilla on minimaalinen riski aiheuttaa vikoja tai ongelmatilanteita. Näissä tehtävissä on kuitenkin tärkeää, että luodaan uusia eikä muokata vanhoja luokkia, attribuutteja tai työnkiertoja.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoprojekti -opintojakson alussa opiskelijoille annetaan materiaalina modulaarinen tuote ja siihen liittyvä dokumentointi, esimerkiksi CAD-mallit. Opintojakson aikana opiskelijat luovat annetun materiaalin pohjalta nimikkeen nimeämissäännöt, tuovat tuotteen CAD-mallit PLM-järjestelmään, kokoavat erillisistä osista modulaarisen tuoterakenteen, luovat luokitteluhierarkian tuotteen perusteella ja luokittelevat tuotteeseen kuuluvat nimikkeet, kehittelevät organisaatiolle ryhmät ja roolit käyttöoikeuksineen ja lopuksi organisaation roolien väliset työnkierrot organisaation prosessiketjuille.

Opintojaksolla tekeminen porrastetaan luentojen avulla. Esimerkiksi ensimmäinen kuukausi käsittelee luennoiltaan ja tehtäviltään nimikkeitä, tuoterakennetta ja luokittelua. Kuukauden jälkeen voidaan sitten harjoitustehtävinä teettää organisaation rooleihin ja työnkiertoihin liittyviä asioita. Lopputuloksena opiskelijat voivat tehdä joko raportin, esitelmän tai molemmat opintojakson aikana suoritetuista tehtävistä.

1.8 Ratkaistavat ongelmat ennen järjestelmän käyttöä

Poikkeusratkaisu ei kuitenkaan ratkaise kaikkia hankitun järjestelmän käyttöön liittyviä ongelmia, eikä se täytä järjestelmän toivottua toimintaa. Valenimien lukumäärä ei riitä kuin 1–2 opintojakson läpiviemiseksi ja mikäli oppilaan henkilökohtaista opintojakson aikana tekemää työtä haluttaisiin arvostella paremmin, niin tehdyt harjoitukset pitäisi pystyä paremmin yhdistämään suoraan harjoituksen tehneeseen opiskelijaan.

Järjestelmätoimittajaa konsultoimalla yksi vaihtoehto mahdollistaa käyttäjätietojen poisto olisi automatisoida aiemmin esitelty omistajuussuhteen siirto -prosessi.

Automatisointi tapahtuisi ohjelmoimalla käyttäjätunnusten massa-ajoa muistuttava toiminto, joka ensin siirtäisi poistettavan käyttäjätunnuksen omistajuudet toiselle geneeriselle tunnukselle, minkä jälkeen toiminto poistaisi poistettavan käyttäjätunnuksen. Tavanomaisesti henkilön poistuessa yrityksen palveluksesta käyttäjätunnus deaktivoidaan, mikä on poistamiseen verrattuna miedompi prosessi ja helpommin automatisoitavissa kuin käyttäjätunnuksen poistaminen.

Toinen vaihtoehto henkilötietojen ongelmattomalle poistolle on tuhota tietokanta kokonaan eli poistaa kaikki tietokannan sisältämä tieto. Tällöin henkilötiedot ja esimerkiksi nimikkeet poistuvat kokonaan. Tämä prosessi olisi helpointa suorittaa tietokannan päivityksen ja varmuuskopioimisen yhteydessä ennen järjestelmäpäivitystä, jotta tietoa ei menetettäisi, mikäli päivityksessä menisi jokin pieleen. Ratkaisu poistaa kaiken tiedon, mutta silloin ongelmaksi muodostuu myös niiden tietojen häviäminen, joita ei haluta poistaa. Esimerkkinä tällaisista ei poistettavista tiedoista voi olla jokin asiakkaalle tehtävä projekti, josta on jätettävä dokumentaatiota mahdollisia myöhempiä ongelmatilanteita varten.

2 Järjestelmän käytön mahdollistava ratkaisuvaihtoehto

Tässä luvussa käydään läpi yksi vaihtoehto, joka mahdollistaisi opetuksen ja projektien lähes keskeytyksettömän toiminnan, joka olisi myös tietosuojapolitiikan mukainen. Normaalitoimintaa varten pitää siis olla mahdollisuus poistaa asioita kuten opiskelijoiden tunnukset ja heidän luomansa nimikkeet, mutta myös ei-poistettavia asioita kuten henkilökunnan tunnukset ja henkilökunnan luomat nimikkeet, esimerkiksi 3D-mallit, tuoterakenteet ja dokumentaatio. Tämän lisäksi toiminnan pitää olla systemaattista ja toteutua vuosittain ilman suurta riskiä inhimillisestä virheestä.

Ehdotuksena on hankkia toinen palvelin ja Teamcenter PLM-ohjelmisto. Jatkossa ehdotusta esiteltäessä puhutaan opetuspalvelimesta ja projektipalvelimesta. Ehdotuksen esittely on jaettu seuraaviin osa-alueisiin:

- hankinnat, asennukset ja päivitykset
- käyttäjätiedot / henkilötietojen käsittely
- palvelimen sisältö
- palvelinten vuosittainen toiminta.

2.1 Hankinnat, asennukset ja päivitykset

Toista järjestelmää varten tarvittaisiin nykyistä palvelinta vastaava palvelin ja toinen Teamcenter PLM-ohjelmiston ajamisen mahdollistava lisenssi. Ajatus olisi, että yksi palvelin pidettäisiin opetuskäytössä ja toinen palvelin projektikäytössä. Asennuksellisesti molemmat palvelimet olisivat lähes identtisiä. Kuitenkin nykyiseen verrattuna pitäisi tehdä lisäasennuksia Active Workspacen puolelle, jotta se vastaisi paremmin lehtorien opetukseen ja opintojaksojen sisältöön liittyvää näkemystä. Molempien palvelimien tietokantamalli olisi myös identtinen, jotta kursseilla opetellut asiat olisivat päteviä myös projektien puolella.

Teamcenter Rich Clientin asennuksen on todettu toimivan kuten pitääkin, joten sen asennukseen ei tarvita muutoksia. Ensiasennusten yhteydessä olisi tärkeä ottaa varmuuskopioita ennalta sovituissa tilanteissa. Nämä varmuuskopioiden ajankohdat ja perustelut esitellään myöhemmin.

Metropolian IT-tuen rooli työpisteasennuksissa pysyisi ennallaan. Metropolian IT-tuen vastuulla olisi vain työasemakohtaiset ohjelmistoasennukset. Eroavaisuuksia opetuksen ja projektikäyttöön tarkoitettujen työpisteiden välillä ei olisi ainakaan Teamcenter PLM-järjestelmän osalta. Tämän lisäksi IT-tuki avustaisi järjestelmätoimittajaa järjestelmäpäivitysten tai palvelinohjelmistoasennusten yhteydessä. Teamcenter-opetus- ja projektipalvelimien ohjelmistot, Teamcenter Rich Client -työpöytäohjelma ja NX päivitettäisiin vuosittain heinäkuussa, jolloin opetustoiminta olisi hiljaisimmillaan. Päivityksillä taattaisiin aina lukuvuoden alkuun ajantasaisin ohjelmisto ja projektitoimintaan uusimmat työkalut.

2.2 Käyttäjätiedot ja henkilötietojen käsittely

Soveltuvien tekniikan alan opiskelijoiden käyttäjätunnukset eli henkilötiedot ajettaisiin opetuskäyttöön tarkoitetulle palvelimelle massa-ajona heinäkuisen päivityksen lopuksi. Projekteihin osallistuvien opiskelijoiden käyttäjätiedot ajettaisiin projektikäyttöön tarkoitetulle palvelimelle manuaalisesti tarvittavat käyttäjäoikeudet jo omaavan projektihenkilökunnan toimesta.

Tämän lisäksi yleensä projekteissa työskentelevät opiskelijat ovat Metropolian kanssa vähintään muodollisessa työsuhteessa, mikä tarkoittaa sitä, että heidän työajallaan palvelimen tallennustilaan tekemät tuotokset ovat Metropolian omaisuutta,

eikä niitä tarvitse siksi tuhota. Projektitoiminnasta poistuneiden henkilöiden käyttäjätunnukset deaktivoidaan kuten tavanomaisessa yrityksessäkin on tapana. Projektitoimintaan osallistuvien opiskelijoiden lukumäärä on huomattavasti pienempi kuin kursseille osallistuvien opiskelijoiden lukumäärä, joten projektipalvelimen osalta voidaan käyttää manuaalista käyttäjätunnusten luontia.

2.3 Palvelimien sisältö

Opetuspalvelimen tietokannan sisältö koostuisi käyttäjätietojen osalta lehtorien käyttäjätunnuksista, lehtorien mahdollisesti palvelimelle tuomasta oppimateriaalista, harjoituskäyttöön soveltuvasta luokkahierarkiasta, harjoituskäyttöön soveltuvista työnkierroista, opiskelijoiden käyttäjätunnuksista ja opintojaksojen harjoitustöinä syntyvistä nimikkeistä, tuoterakenteista, luokista ja työnkierroista. Projektipalvelimen tietokannan sisältö koostuisi projektihenkilökunnan käyttäjätunnuksista, luokkahierarkiasta, työnkierroista, projekteista ja projektien aikana syntyneistä nimikkeistä, tuoterakenteista ja dokumentaatiosta.

Näiden asioiden lisäksi molemmilla palvelimilla sijaitsisivat identtiset Reuse Library -tietokannat eli uudelleen käytettävien osien kirjastot ja Metropolian Myyrmäen toimipisteen valmistustekniikan laboratorion työstökonemallit ja soveltuvat postprocessorit.

Opetuspalvelimien tietokanta tulee asennusvaiheessa varmuuskopioida seuraavissa tilanteissa:

1. Silloin kun palvelimen tietokanta sisältää vain peruskäyttäjätunnuksen, järjestelmätoimittajan käyttäjätunnuksen ja NX integraation vaatimat asiat.
2. Silloin kun palvelimen tietokantaan on lisätty Reuse Library ja koneistuskeskusmallit.
3. Silloin kun peruskäyttäjäkunta on lisätty palvelimen tietokantaan.
4. Silloin kun peruskäyttäjäkunta on lisännyt palvelimen tietokantaan tarvitsemansa perusmateriaalin.

Varmuuskopiointien ajankohtien tarpeellisuudet syntyvät vastaamaan seuraaviin tilanteisiin:

1. Palvelimen päivitysoperaatio on niin massiivinen, että jo Reuse Library ja koneistuskeskusmallit vaativat muutoksia toimiakseen oikein.
2. Halutaan tehdä muutoksia peruskäyttäjäkuntaan ja opintojaksojen perusmateriaaleihin.

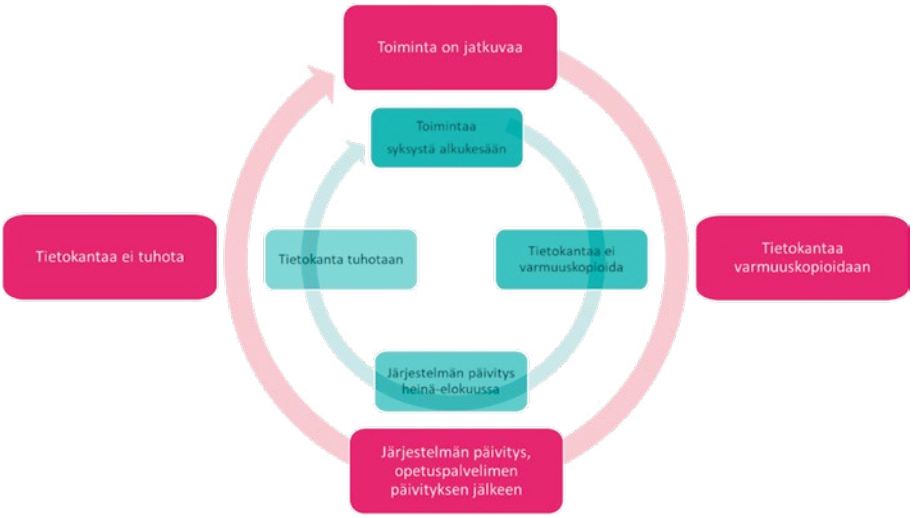
3. Halutaan tehdä muutoksia opintojaksojen perusmateriaaleihin.
4. Halutaan vain poistaa vuoden aikana syntynyt materiaali ja henkilötiedot.

Projektipalvelimenkin tietokanta on syytä varmuuskopioida asennustilanteessa. Projektipalvelimen varmuuskopiot ovat vain ongelmatilanteita varten, eikä niille olisi muuta käyttötarkoitusta. Projektipalvelimen tietokantaa on syytä varmuuskopioida systemaattisesti tietyin väliajoin, jotta tietohävikki ongelmatilanteessa olisi mahdollisimman vähäinen.

2.4 Palvelimilla tapahtuva toiminta

Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty vuosittainen prosessi kummankin palvelimen osalta. Ulommainen pinkki kehä kuvastaa projektipalvelinta ja sisempi turkoosi kehä opetuspalvelinta.

Toiminta opetuspalvelimella on vaihtelevaa, mikä asettaa päivitysajankohdan palvelimelle. Samaan päivitysajankohtaan on helppo lisätä tietosuojapolitiikan mukainen vuosittainen aina toistuva henkilötietojen poisto, mikä tapahtuu poistamalla tietokanta ja palauttamalla tilanteeseen soveltuva varmuuskopioitu tietokanta. Mikäli palautettavaan tietokantaan tarvitsee tehdä joitain muutoksia, on se varmuuskopioitava



KUVA 3.
Kahden rinnakkaisjärjestelmän vuosisykli.

muutosten jälkeen, mutta ennen opiskelijoiden käyttäjätunnusten luontia. Tällöin voidaan seuraavalla päivityskerralla käyttää viimeisintä toimivaa ja opiskelijoiden henkilötietoja sisältämätöntä tietokantaa.

Järjestelmän päivityksen yhteydessä myös työpöytäsovellukset tulee päivittää, jotta ne ovat varmasti yhteensopivia seuraavan vuoden ajan palvelinohjelmiston kanssa. Kun projektitoiminta on jatkuvaa, siihen ei haluta keskeytyksiä. Opetuspalvelinta ja opetuskäyttöön tarkoitettuja työasemia voidaan käyttää järjestelmän testaamiseen ennen projektipalvelimen ja projektikäyttöön tarkoitettujen työasemien päivittämistä.

2.5 Ratkaisun hyödyt ja haitat

Esitellyllä ratkaisulla on hyötyjä ja haittoja, joita verrataan pelkästään nykyiseen ratkaisuun. Se mahdollistaa säilytettävän ja poistettavan tiedon erillään pitämisen. Erillään pito mahdollistaa taas sen, että tarvittaessa voidaan poistaa tietoja ilman, että sillä on mitään vaikutusta säilytettäviin tietoihin. Tietojen säilyvyys ja järjestelmän eheänä pysyminen on ollut monta kertaa puheenaiheena, kun keskustellaan projektien ja opetuksen tiedon säilytykseen liittyvistä tarpeista ja kyseisten tietojen säilyttämisestä samassa paikassa.

Ainoa tapa varmasti pitää poistettava ja säilytettävä tieto erillään on pitää ne eri tietokannoissa, mikä tarkoittaa käytännössä toista Teamcenter -palvelinohjelmistoa. Toisesta ohjelmistosta saattaa seurata tarve myös uudelle palvelimelle tai palvelimen lisäkäyttöoikeudelle, jotka molemmat lisäävät ratkaisun kustannuksia. Palvelinten ominaisuuksien täytyy kuitenkin olla hieman erilaiset esimerkiksi tilan tarpeen vuoksi. Opetuspalvelimella tilan tarve pysyy lähes vakiona vuositasolla, koska kaikki tallennettu tieto poistetaan kerran vuodessa. Projektipalvelimella tilan tarve kasvaa riippuen projektien lukumäärästä ja laajuudesta, paljon 3D- ja simulointimalleja tuottavat projektit tarvitsevat enemmän tallennustilaa.

Vuosittain päivittyvä ohjelmisto takaa sen, että ohjelmistot pysyvät ajantasaisina ja lukuvuoden alussa käytössä on ohjelmiston uusin versio. Kahden tietokannan ratkaisu ei estä opiskelijoita osallistumasta Metropolian projekteihin, projekteja varten he vain kirjautuvat eri palvelimelle. Kaikkien työasemien ohjelmistojen päivitys takaa myös sen, että opetus- ja projektitoiminnassa on käytössä samat ohjelmat ja käyttösäännöt, jolloin opiskelijan kynnys tehdä projektitöitä on matalampi.

Opiskelijan valmistuttua Metropoliasta hän osaa kuitenkin vain käyttää Metropolian järjestelmää. Hänen siirtyessään seuraavaan toimeen on vastassa mahdollisesti eri valmistajan ohjelmisto ja kyseisen yrityksen toimintaan räätälöity ratkaisu. Lähtökohtaisesti hänellä on kuitenkin paremmat edellytykset opetella yrityksen käytännöt, sillä PLM-järjestelmän käyttöä on harjoiteltu opetuksessa ja mahdollisessa projektitoiminnassa. Saman ohjelmiston käyttö opetuksessa ja projekteissa antaa myös projektihenkilökunnalle paremmat valmiudet olla opetuksen tukena sopivissa tilanteissa. Lisäksi opettaja voi pyytää apua projektihenkilökunnalta esimerkiksi harjoitusmateriaalin tekemiseen.

Ratkaisussa ei ole toistaiseksi otettu huomioon kaikkien CAD-ohjelmia opintojaksoillaan hyödyntävien opettajien mielipiteitä. Jo järjestelmävalintaa tehdessä oli selvää, että Metropolialla on käytössä useampia CAD-mallinnusohjelmia, joista kaikki ovat jollakin tavalla käytössä jollakin osa-alueella. Jokaisella CAD-ohjelmaa käyttävällä opettajalla on jokin syy käyttää juuri tiettyä ohjelmaa. PLM-järjestelmän ja sääntöjen lisääminen opintojaksojen tehtävänantoihin ja opetusmateriaaleihin vie myös resursseja. Pohdittavaksi jää, että tulisiko PLM-järjestelmän käyttö opettaa ennen tietokoneavusteista suunnittelua kyseisten opintojaksojen aikana vai näiden opintojaksojen jälkeen.

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

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

Hankkeen pilottitoteutuksissa koulutettiin insinöörejä kone-, energia- ja meritekniikan yritysten tarpeisiin. Hanke oli osa 6Aika-strategiaa eli Suomen kuuden suurimman kaupungin – Helsingin, Espoon, Vantaan, Tampereen, Turun ja Oulun – yhteistä kestävän kaupunkikehittämisen strategiaa. Hankkeen toteuttivat ammattikorkeakoulut Metropolia, Oulu, Tampere ja Turku, mutta sen tulokset ovat hankkeen jälkeen avoimen ammattikorkeakoulun kautta käytettävissä insinööriosaamisen laajentamiseen koko Suomessa.

Tässä loppujulkaisussa esitellään tarkemmin valittujen alojen täydennyskoulutusten toteutuksia, jotka olivat hankkeen keskeisiä toimenpiteitä. Nämä insinöörikoulutuksen sisältöä laajentavat opetusmoduulit suunniteltiin ja toteutettiin kokonaan tai lähes kokonaan etäopetuksena.

Käytännön kokemusten ja opiskelijapalautteiden lisäksi analysoimme myös eteen tulleita ongelmia ja niiden ratkaisuvaihtoehtoja jatkoa ajatellen. Osa haasteista liittyi teknisiin järjestelmiin ja oppimisympäristöihin, osa kiristyneisiin tietoturvavaatimuksiin. Kaikkia haasteita ei onnistuttu ennakoimaan hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Tulevaisuudessa panostukset jatkuvaan oppimiseen sekä varautuminen tuleviin poikkeustilanteisiin edellyttävät toimivia verkko-opetusmateriaaleja ja kattavaa paikasta riippumattomien opintojen tarjontaa. Myös tähän tarpeeseen PoraKONE-hanke on osaltaan ollut vastaamassa.

6Aika
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020
Euroopan union Euroopan sosiaalirahasto
PoraKONE
OAMK Oulun ammattikorkeakoulu
Tampereen ammattikorkeakoulu
Metropolia

ISBN 978-952-216-782-8 (pdf)
ISSN 1459-7764 (elektroninen)
www.turkuamk.fi

Painotuotteet 4041-0619

ISBN 978-952-216-782-8
9 789522 167828