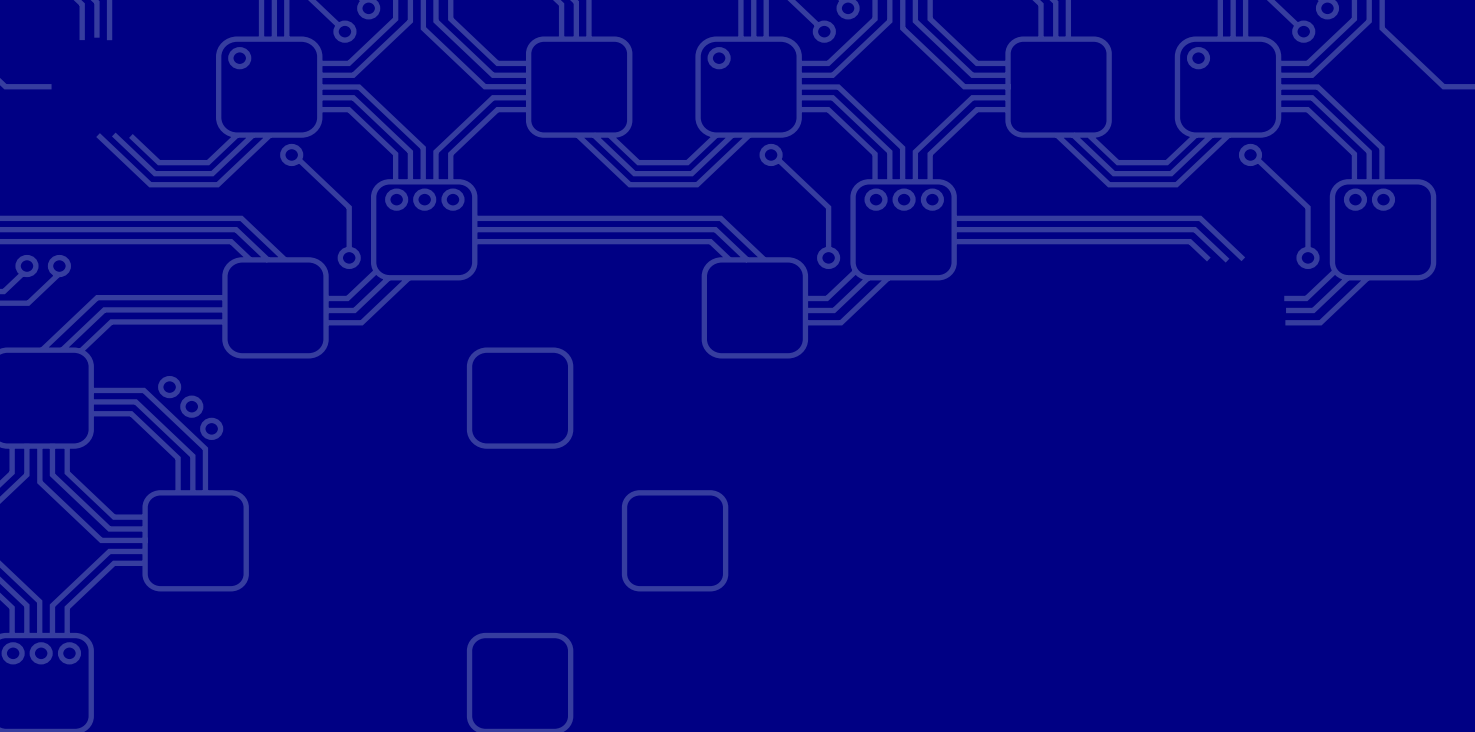


Markku Levanen (toim.)

SÄHÄKKÄ

Sähkö- ja automaatio-osaamisen
kehittäminen Lahden seudulla



LAB-ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 69

Vastaava toimittaja: Minna Suutari
Tekninen toimittaja: Sanna Saarinen
Taitto: Oona Rouhiainen

ISSN 2670-1928 (PDF)
ISBN 978-951-827-464-6 (PDF)

Lahti 2023

Markku Levanen (toim.)

SÄHÄKKÄ

Sähkö- ja automaatio-osaamisen
kehittäminen Lahden seudulla



Euroopan unioni
Euroopan sosiaalirahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

 LAB University of
Applied Sciences

salpaus
Koulutuskeskus | Further Education

Sisällys

Kirjoittajat	5
Markku Levanen	
Johdanto	6
Eija Lantta	
Tekoäly yleistyä teollisuudessa	7

TOIMINTAPAKETTI 1

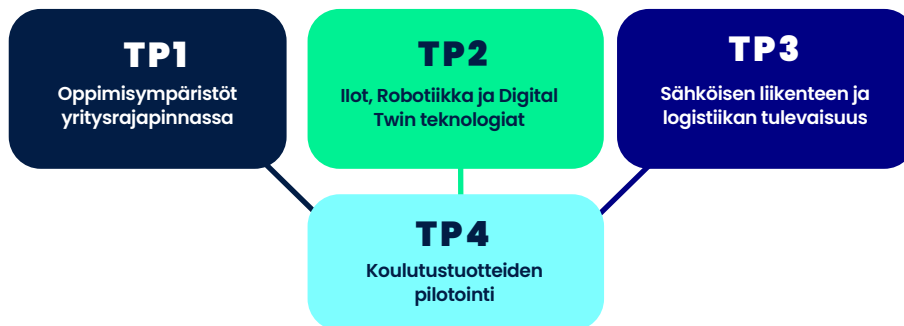
Markku Levanen, Jarno Haansola & Jari Uotila	
Sähköisen alan yhteistyön kehittäminen ja toimintamallien yhteensovittaminen yritysrajapinnassa	10

TOIMINTAPAKETTI 2

Timo Lahtinen & Markku Levanen	
Iiot, Robotiikka ja Digital Twin teknologiat	16
Anton Floor	
Pilvipalveluiden merkitys tuotannon automaatiossa ja ylläpidossa	20

TOIMINTAPAKETTI 3

Risto Tiainen	
Sähkötekniikan opetuslaboratorio sähköisen liikenteen opetuksessa	24
Risto Tiainen	
Sähköisen liikenteen opintokokonaisuuden opetussuunnitelman viimeistely yritysten osaamistarpeita tukeväksi	30
Pia Niuta & Jari Pöyhönen	
Tulevaisuustyöpajat –sähköistyvä liikenne ja logistiikka	34



TOIMINTAPAKETTI 4

Markku Levanen	
Koulutustuotteiden pilotointi – Digital Twin opintojakso	42
Sami Viinikka	
ABB robotiikan perusteet	50
Jari Pöyhönen	
Toisen anteen opintokokonaisuus "Sähköistyvä liikenne ja logistiikka" –teemalla	53
Jari Pöyhönen	
Koulutustuotteiden kehittäminen ja pilotointi sekä yritysten tarpeisiin vastaava koulutustarjonta	56

Kirjoittajat

Floor, Anton

on työskennellyt useissa pilvipalveluihin keskittyneissä yrityksissä, kuten Sun Microsystems, Nervogrid ja Solita. Nykyään Anton johtaa Cloud Advisory -tiimiä Cloud2:ssa ja vastaa Spotter-palvelun kehityksestä, joka keskittyy pilven näkyvyyden parantamiseen.

Haansola, Jarno

työskentelee Dieffenbacher Panelboard Oy:ssä Sähkö- ja automaatio suunnittelu-osaston päällikkönä.

Lahtinen, Timo

työskentelee robotiikan ja automaatiotekniikan lehtorina LAB-ammattikorkeakoulun Teknologia-yksikössä. Hän on mukana SÄHÄKKÄ-hankkeessa asiantuntijana erityisesti robotiikkaan ja teollisuuden automaatioon liittyvissä asioissa.

Lantta, Eija

työskenteli LAB-ammattikoulussa Tekoöly tutuksi -hankkeen projektipäällikkönä 31.8.2023 asti ja nyt KoKo - Kohti Koulutusta -hankkeessa projektipäällikkönä.

Levanen, Markku

työskentelee projektipäällikkönä SÄHÄKKÄ-hankkeessa. Hän työskentelee myös puutekniikan ja automaatiotekniikan lehtorina LAB-ammattikorkeakoulun Teknologia-yksikössä.

Niuta, Pia

työskentelee Yritys- ja työelämäyhteistyön kumppanuusvastaava Koulutuskeskus Salpauksessa. Hän on toiminut SÄHÄKKÄ-hankkeessa Koulutuskeskus Salpauksen yhteyshenkilönä projektin aikana.

Pöyhönen, Jari

työskentelee Yritys- ja työelämäyhteistyön kumppanuusvastaava Koulutuskeskus Salpauksessa. Hän on toiminut SÄHÄKKÄ-hankkeessa Koulutuskeskus Salpauksen koordinaattorina ja vastuuhenkilönä.

Tiainen, Risto

työskentelee sähkö- ja automaatiotekniikan yliopettajana LAB-ammattikorkeakoulun Teknologia-yksikössä. Hän on mukana SÄHÄKKÄ-hankkeessa asiantuntijana erityisesti sähköisen liikenteen osiossa.

Uotila, Jani

työskentelee LSK:lla sähkö- ja automaatio suunnittelijana. Hän oli toteuttamassa hankkeen aikana sähköautojen AC-latausjärjestelmän pilottilaitteistoa.

Viinikka, Sami

työskentelee SÄHÄKKÄ-hankkeessa LAB-ammattikorkeakoulun projektityöntekijänä. Hänen osaamistaan on hyödynnetty mm. pilottilaitteiden valmistamisessa ja erilaisten koejärjestelyjen toteuttamisessa.

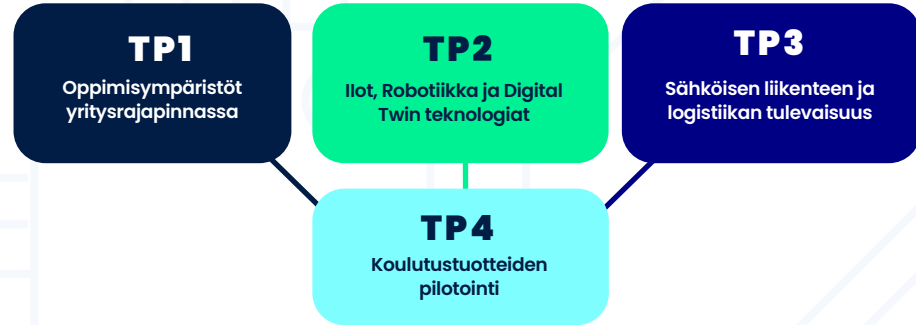
Johdanto

MARKKU LEVANEN

Digitalisaatio ja automaatio ovat megatrendejä, jotka ovat tulleet jäädäkseen niin teollisuuteen kuin koko yhteiskuntaammekin. Maailma myös sähköistyy kovaa vauhtia. Ajantasaiset työelämälähtöiset sähkö- ja automaatiotekniikan tiedot ja taidot ovat perusedellytys menestyvän yrityksen toimintaan sekä alan työpaikkojen säilymiseen ja uusien luomiseen. Merkittävä pullonkaula on kuitenkin ajantasaisen sähkö- ja automaatio-osaamisen taso. Työelämän ja oppilaitosten moninaisten yhteistyömuotojen ja osaamisen lisääminen sähkö- ja automaatiotekniikan saralla on tärkeää. Näihin haasteisiin SÄHÄKKÄ-hanke pyrki vastaamaan.

SÄHÄKKÄ - sähkö- ja automaatio-osaamisen kehittäminen Lahden seudulla toteutettiin 1.4.2021 – 31.8.2023. Hankkeen rahoitti Euroopan sosiaalirahasto (ESR). Toteutuksen päävastuullisena toimi LAB-ammattikorkeakoulu ja toisena toimijana oli Koulutuskeskus Salpaus. Hanke koostui neljästä eri toimintapakettista (TP1-TP4), jotka on esitetty kuvassa 1. (LAB 2021)

Hankeessa lähdettiin kehittämään tiivistä yhteistyötä ja toimintamallien yhteensovittamista yritysrajoissa, jotta pystyttäisiin reagoimaan joustavasti ja tarvelähtöisesti koulutustarpeisiin.



Kuva 1. SÄHÄKKÄ-hankkeen toimintapaketit. (Kuva: Markku Levanen)

Sen vuoksi **toimintapaketti 1** in ensimmäisessä yritystyöpajassa haarukoitiin työelämässä tarvittavia osaamisvaatimuksia sähkö- ja automaatiotaidoissa alueen valittujen yritysten kanssa. Näiden yritysten kanssa päädyttiin pilotoimaan toisistaan poikkeavin tavoin pienimuotoisia oppimisympäristöjä yrityksen ja tietyin kriteerein valittujen pienehköjen opiskelijaryhmien kanssa. Samalla muodostettiin osaamisakatemia-konsepti. Sen mukaisesti näihin pilotteihin valittiin osaamisperusteisesti joukko opiskelijoita kuhunkin yritys-pilottiin. Opiskelijat osallistuivat hankkeen asian-tuntijoiden ohjauksessa kussakin yrityksessä vaativiin tuotekehitys- tai toimitusprojekteihin.

Toimintapaketissa 2 keskityttiin vaativien automaatioteknologioiden omaksumiseen ja soveltamiseen. Älykkäät tuotantolinjat ja tiedolla johtaminen ovat tärkeässä asemassa tuotannon tehokkuuden optimoinnissa ja sen vuoksi IloT (Industrial Internet of Things), robotiikka tuotantolinjamaisissa sovelluksissa

ja tuotantolinjan virtuaalinen käyttöönotto (Digital Twin) ovat tärkeitä teknologioita sähkö- ja automaatiotekniikan saralla.

Toimintapaketissa 3 keskityttiin sähköisen liikenteen ja logistiikan työelämälähtöisten tietojen ja taitojen selvittämiseen ja kehittämiseen.

Toimintapaketissa 4 kehitettiin ja pilotoitiin koulutus-kokonaisuuksia niin LAB-ammattikorkeakoulun kuin Koulutuskeskus Salpauksenkin toimesta. Osa koulutuksista toteutettiin virtuaalikoulutuksina, jolloin ne soveltuivat laajasti hyödynnettäväksi valtakunnallisestikin. Pääosa hankkeen aikana tuotetuista uusista koulutuskokonaisuuksista tulee päätyämään sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksien opintosuunnitelmiin ja sitä kautta suoraan hyödynnettäväksi myös tutkintokoulutuksessa.

Antoisia lukuhetkiä!

Tekoäly yleistyy teollisuudessa

EIJA LANTTA

Tekoäly tutuksi - hankkeen (1.10.2021 – 31.8.2023) tavoitteena oli lisätä tekoälyn tunnettuutta ja hyödyntämistä pääjätähämäläisissä ja eteläkarjalaisissa mikro- ja pk-yrityksissä ja organisaatioissa. Hankkeessa järjestettiin 11 webinaaria ja 5 verkostoitumislaisuutta, toteutettiin 5 opintopisteen opintojakso Tekoäly tutuksi, tehtiin podcasteja ja video tekoälyn hyödyntämisestä eri aloilla sekä kirjoitettiin 22 julkaisua.

Tekoäly tutuksi -hankkeessa tuotettiin myös yrityksille malli, joka auttaa toimijoita ottamaan käyttöön tekoälyratkaisuja ”Tekoäly tutuksi yrityksille – näin onnistut tekoälyprojektissa”.

Automaattika ja robotiikka toivat mukanaan kolmannen teollisen vallankumouksen ja nyt ollaan neljännessä teollisessa vallankumouksessa Teollisuus 4.0:ssa, jossa digitaaliset ratkaisut ja tekoäly tukevat perinteistä tekemistä. Teollisuus 4.0 perustuu koodiin ja sen käyttöönottoaminen on edullisempaa ja soveltuu siten kaikenkokoisille yrityksille. (Vyryyläinen 2022.) Teollisessa valmistuksessa manuaalisen työn osuus on vähentynyt, prosesseja parannetaan ja datan avulla parannetaan toimintojen tarkkuutta sekä laatua eli mennään vähitellen kohti autonomista tuotantoa. Teollisten prosessien parantamisessa ja laadun maksimoinnis-

sa teollisuuden prosessidataan yhdistetään erilaisia tekoälyteknikoita ja -työkaluja, esim. koneoppimista, simulointia, mallinnusta jne. (Rytty 2023.) Teollinen tekoäly koostuu siis erilaisista tekoälyn ja koneoppimisen sovelluksista ja se sisältää erilaisia teknikoita, esim. neuroverkkoja, vahvistusoppimista, syväoppimista, joiden avulla koneet, laitteet ja järjestelmät kykenevät oppimaan, kehittymään ja tekemään päätöksiä itsenäisesti. (Nieminen 2023.)

Tekoälyn käyttökohteita teollisuudessa

Tekoälyn avulla voidaan havaita laatuongelmien merkkejä aikaisemmin, koska tekoäly pystyy tunnistamaan ihmistä paremmin toistuvia malleja eli hahmoja tietojen joukosta. Kuvantunnistusta voidaan käyttää tuotantoprosessin aikana vikojen havaitsemiseen, jolloin vältetään jätteen syntymistä ja uusintatyöstöä. Kehityskohteet huomataan ajoissa, kun luonnollisen kielen käsittelyn ja muun tekstianalytiikan avulla asiakkaiden toiminta, palautteet ja muut kirjalliset lähteet linkitetään laatu- ja tuotantomuuttujiin. Tuotteiden kokoonpanon ja tuotantotekniikan optimointi on mahdollista käyttämällä syväoppimista teollisissa prosesseissa, samoin audio-, video- ja tekstimateriaalin yhdistäminen on mahdollista tehokkaasti. (SAS 2023.)



Ennakoivassa huollossa tekoälyä voidaan käyttää analysoimalla koneisiin asennettujen anturien keräämä data tekoälyn avulla. Näin vältytään ylimääräisiltä tuotantokatkoksilta, kun mahdolliset viat tunnistetaan ja korjataan jo ennalta. Varastohallinta, toimitusketjun suunnittelu ja kysynnän ennustaminen ovat myös tekoälyn hyödyntämiskohteita, jolloin varastoinnin kustannukset pienenevät, palvelutaso paranee ja toimitusketju on optimaalinen. Myös tuotesuunnittelua voidaan parantaa tekoälyn avulla simuloimalla tuotteiden toimintaa, testaamalla erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja ja optimoimalla tuotteita erilaisten tavoitteiden esim. suorituskyvyn, kestävyyyden tai valmistuskustannusten suhteen. (Nieminen 2023.)

Lähteet

Nieminen, K. 2023. Tekoäly teollisuudessa. Markkinoinnin trendit. Viitattu 5.9.2023. Saatavissa <https://markkinointitrendit.fi/teollisuus/>

Rytky, S. 2023. Tekoälyratkaisut teollisuudelle. VTT. Viitattu 5.9.2023. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/tekoalyratkaisut-teollisuudelle>

SAS. 2023. Tekoäly teollisuudessa. Viitattu 5.9.2023. Saatavissa https://www.sas.com/fi_fi/industry/manufacturing/technology/ai.html

Vyyryläinen, J. 2022. Tekoälyä tuotantoon - teollisuus 4.0. Lemonsoft. Viitattu 5.9.2023. Saatavissa <https://blog.lemonsoft.fi/tekoalya-tuotantoon>

Linkit

Linkki 1. LAB. 2021. Tekoäly tutuksi. Viitattu 5.9.2023. Saatavissa <https://www.lab.fi/fi/projekti/tekoaly-tutuksi>



TP1

**Oppimisympäristöt
yritysrajapinnassa**

Sähköisen alan yhteistyön kehittäminen ja toimintamallien yhteensovittaminen yritysrajapinnassa

MARKKU LEVANEN, JARNO HAANSOLA & JARI UOTILA

Johdanto

Hankkeessa lähdettiin kehittämään tiivistä yhteistyötä ja toimintamallien yhteensovittamista yritysrajapinnassa, jotta pystyttäisiin reagoimaan joustavasti ja tarvelähtöisesti koulutustarpeisiin. Sen vuoksi TPI:n yritystyöpajassa haarukoitiin työelämässä tarvittavia osaamisvaatimuksia sähkö- ja automaatiotaidoissa valittujen yritysten (LSK Electrics Oy, Esys Oy ja Dieffenbacher Panelboard Oy, Raute Oy) kanssa. Näiden yritysten kanssa päädyttiin pilotoimaan toisistaan poikkeavin tavoin pienimuotoisia oppimisympäristöjä yrityksen ja tietyn kriteerein valittujen pienehköjen opiskelijaryhmien kanssa. Samalla muodostettiin osaamisakatemiakonsepti. Sen mukaisesti näihin pilotteihin valittiin osaamisperusteisesti joukko opiskelijoita kuhunkin yrityspilottiin. Opiskelijat osallistuvat hankkeen asiantuntijoiden ohjauksessa kussakin yrityksessä vaativiin tuotekehitys- tai toimitusprojekteihin.

Osaamisakatemia tarkoituksena on rakentaa yhteistyöpolku lahjakkaiden opiskelijoiden ja yritysten välille, joka jatkuisi mahdollisten kesätöiden, tulevien projektien ja opintojen hienosäätöjen kautta toivottavasti mahdollisimman monelle opiskelijalle myös valmistumisen jälkeiseen työsuhteeseen. Osaamisakatemia on turvallinen matalan kynnyksen tapa puolin ja toisin tutustua ja nähdä niin opiskelijoiden osaamistasoa kuin yritysten tarjoamia työmahdollisuuksia. Piloteissa opiskelijat mm. osallistuvat sähköautojen latausjärjestelmän tuotekehitysprojektiin niin sähkösuunnittelun kuin ohjaustratkaisunkin osalta yrityksen henkilökunnan kanssa, tekevät keskusvalmistuksen tarpeisiin sähkökeskus- ja ohjauskotelosuunnittelua tai suunnittelevat tuotantolinjan operointipaneeli- ja logiikkaohjauksen.

Toteutus

Hankkeessa toteutettiin kolme erillistä oppimisympäristöpilottia yritysrajapinnassa. Yksi pilotti keskittyi sähkösuunnittelun ja sähkökeskusten kokoonpanon teemaan ja yhteistyöyritys oli Esys Oy. Yrityksellä on pitkä kokemus teollisuusautomaation parissa niin sähkö- ja automaatiosuunnittelun, projektitoimitusten kuin sähkökeskusten valmistuksen parissa (Esys 2023). Toinen pilotti keskittyi sähkö- ja automaatiosuunnittelun toteuttamiseen kansainvälisen vientiteollisuuden parissa. Yhteistyöyritys tässä oli Dieffenbacher Panelboard Oy. Lahdessa sijaitseva yritys on osa Dieffenbacher yhtiötä. Dieffenbacher toimittaa globaalisti mm. puulevyteollisuuden tuotantokoneita ja linjoja sekä kokonaisia tehtaita (Dieffenbacher 2023). Kolmas pilointi toteutettiin kotimaisen projektitoimintaa tekevä LSK Technology Oy:n kanssa. Se on osa LSK Groupia, joka tuottaa älykkäitä, energiatehokkaita ratkaisuja sekä uusia innovaatioita asiakkaidensa tarpeisiin (LSK 2023).

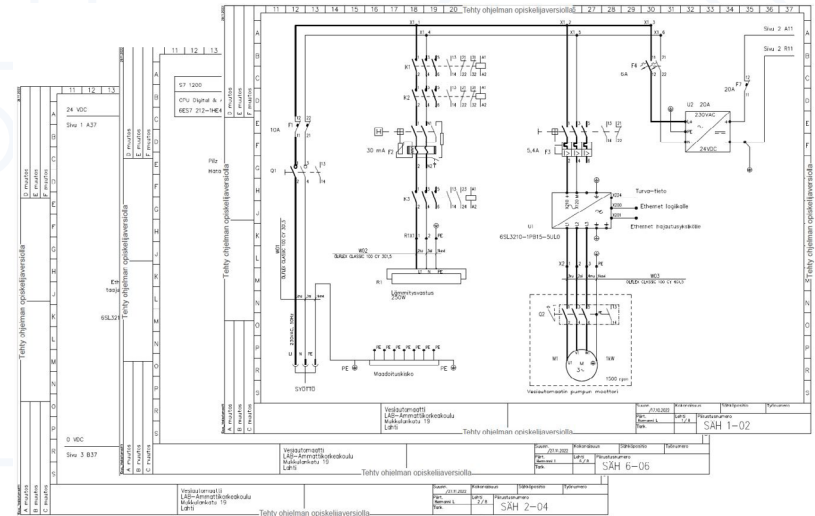
Esys

– sähkösuunnittelun ja keskusvalmistuksen pilotti

Pilotin tavoitteena oli kehittää Esysin tiloihin sijoittuvan oppimisympäristön suunnitelma. Oppimisympäristöä on tarkoitus tulevaisuudessa hyödyntää sekä yrityksen oman henkilöstön koulutuksessa ja uusien työntekijöiden perehdytyksessä, että opiskelijoiden oppimisympäristönä. Näin se palvelisi sekä yrityksen että oppilaitoksen tarpeita. Lisäksi se mahdollistaisi opiskelijoin ja yrityksen henkilöstön tutustumisen jo opiskelun aikana, jolloin opiskelijoilla olisi mahdollista esitellä tietojaan ja taitojaan yrityksen edustajille opiskelun aikana mahdollisesti useammankin tapaamisen aikana. Se voi edesauttaa opiskelijan motivaatiota ja mahdollisuuksia tavoitella esim. harjoittelu- tai kesätyöpaikkaa. Tuleva oppimisympäristö on ajateltu olevan kuvassa 1 nähtävän keskusvalmistuksen mahdollistava työpiste.

Yrityksen toiveesta pilottilaitteeksi valittiin nesteen annostelulaitteisto. Tälle laitteistolle tehtiin sähkösuunnittelu, joka sisälsi keskusvalmistuksen kannalta olennaiset sähködokumentit. Kuvassa 2 on esitetty esimerkki piirikaaviosuunnittelun tuloksista. Pilotin toteutukseen valittiin opiskelijaryhmä halukkuuden ja kyvykkyyden kriteerein.

Sähködokumentaation tekeminen keskusvalmistusta varten vaati useita käynnejä yrityksessä, jotta suunnitelmat saatiin yrityksen käyttöön soveltuviksi. Osa käynneistä tehtiin opiskelijaryhmän ja hankehenkilöstön kanssa yhdessä, mutta osa käynneistä toteutui opiskelijaryhmän itsenäisinä käynteinä. Esysin edustajan mukaan suunnitelmat on tehty asianmukaisesti ja se mahdollistaa oppimisympäristön toteuttamisen.



Kuva 2. Sähködokumentaation esimerkki. (Kuva: Markku Levanen)

Kuva 1. Sähkökeskuksen valmistus Esys Oy:n tiloissa. (Kuva: Markku Levanen)

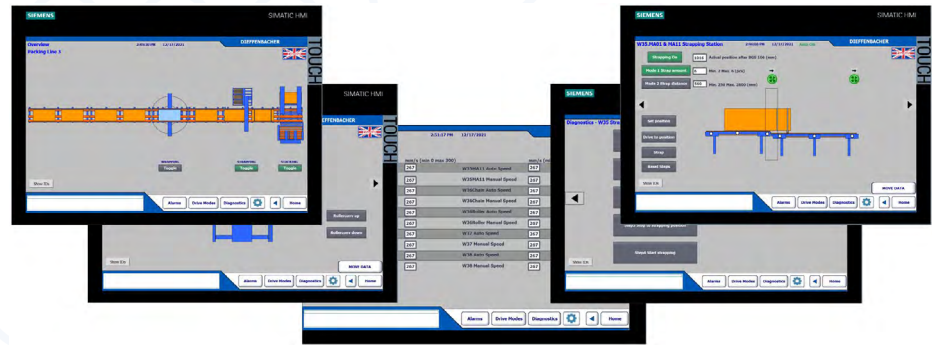
Dieffenbacher

– automaatiosuunnittelun pilotointi vientiteollisuusyrityksessä

Pilotin tavoitteena oli tehdä Dieffenbacherin toimitusprojektin osakokonaisuudesta operoin-tipaneelin sovellusohjelmointi. Tätä varten opiskelijat saivat itselleen kyseisen toimitusprojektin dokumentaation soveltuvin osin tutustumista varten. Työn kohteena oli pakkauslinjan operointipaneelin sovellusohjelmointi linjan jo Dieffenbacherin suunnittelijoiden aiemmin tekemää logiikkarajapintaa hyödyntäen. Ryhmä pääsi näin tutustumaan myös laitteiston toimintaan Dieffenbacherin esittelyn avulla, koska ohjausjärjestelmän suunnittelua varten tu-lee ymmärtää ainakin jollain tasolla laitteidenkin toiminta. Automaattisen tuotantolinjan käyttäjät operoivat tuotantolinjaa ja seuraavat sen tiloja usein tuotantolinjan läheisyydessä sijaitsevien graafisten operointipaneelien välityksellä. Operointi toteutetaan tyypillisesti kosketusnäyttöpaneelien avulla.



Kuva 3. Projektipalaveri toimeksiantajan tiloissa. (Kuva: Markku Levanen)



Kuva 4. Operointipaneelin sovellusohjelmoinnin tuloksia. (Kuva: Markku Levanen)

Pilotointiin osallistuivat LAB-ammattikorkeakoulusta viiden insinööriopiskelijan porukka. Toimeksiantajayrityksenä toimineen Dieffenbacher Panelboard Oy:n puolesta vastuuhenkilönä toimi Sähkö- ja automaatiotekniikan suunnittelupäällikkö. Kuvassa 3 tämä porukka on yritystapaamis- ja työn edistymisen seurantalaverissa Dieffenbacher Panelboard Oy:n tiloissa.

Kukin viidestä opiskelijasta toteutti toimeksiannon itsenäisenä työnä. Näin toimeksiantajakin sai viisi erilaista ratkaisumallia. Opiskelijoille pilotointi oli samalla työn opinnollistamista eli he tekivät opintojakson vaativat harjoitustyöosuuden yrityksen toimeksiannon mukaisesti, kun taas loput opintojakson

opiskelijat tekivät laajuudeltaan vastaavan harjoitustyön oppilaitoksen tehtävänannon mukaisesti. Kuvassa 4 esitellään erään opiskelijan suunnitellun työn tuloksia.

Pilotoinnin lopuksi kukin opiskelija esitteli demonstroiden työn tulokset Dieffenbacherin suunnittelupäällikölle, kokeneelle suunnittelijalle ja opintojakson lehtorille. Työt samalla arvioitiin opintojakson lehtorin toimesta osana opintojakson suoritusta. Dieffenbacherin edustajat olivat tyytyväisiä opiskelijoiden aikaansaannoksiin. He myös ohjasivat opiskelijoita työssä käytännön kansainvälisen projektitoiminnan vaatimuksiin.

LSK

– projektitoiminnan pilotointi

Pilotin tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa sähköauton AC-latausjärjestelmä. LSK oli tutkinut jo alustavasti mahdollisuuksia sähköauton latausjärjestelmän toteuttamiseksi Siemensin teollisilla automaatiotekniikan ratkaisulla. Aluksi pilotointia lähdettiin ratkomaan viiden hengen opiskelijaryhmän voimin. Tehtävänanto ja tavoitteiden esittely oli LSK:n tiloissa, jolloin oli myös mahdollista tutustua yrityksen tiloihin. Kuvassa 5 on projektin aloitukseen osallistunut porukka.

Siemensin automaatioteknologinen ratkaisumalli sähköauton lataamiseksi on esitetty kuvassa 6. Siinä ohjauslogiikkana toimii teollisuudessa laajasti käytössä oleva Siemens 1500-sarjan ohjelmoitava logiikka. Siihen on kytketty Profinet-hajautuksen avulla ET200SP ohjain, johon voi liittää laajennuskortit niin AC- kuin DC-latausjärjestelmän ohjausta varten. Lisäksi siihen saa liitettyä energian mittausjärjestelmän, muita tarvittavia tuloja ja lähtöjä sekä esim. RFID-lukijan tunnistautumista varten.



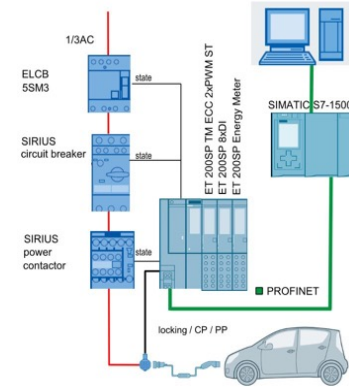
Kuva 5. LSK:n pilotointi saatiin liikkeelle kick-off-palaverilla LSK:n tiloissa. (Kuva: Markku Levanen)

Lisäksi järjestelmässä on käyttäjää varten tyyppisesti graafinen paneeli, jonka kautta järjestelmää voi operoida.

Ryhmän tekemän esiselvityksen perusteella todettiin, että sähköauton latausjärjestelmä on mahdollista toteuttaa toimeksiantajan toivomalla tavalla Siemensin automaatiojärjestelmistä tutuilla komponenteilla ja ratkaisumallilla. Sen jälkeen yksi ryhmän opiskelijoista syventyi aiheeseen tarkemmin ja teki opinnäytetyönään järjestelmän suunnittelun ja toteutuksen kahden auton AC-latausjärjestelmän.

Opinnäytetyön piiriin sisältyi teoreettisen osion lisäksi laaja käytännön osuus. Se sisälsi järjestelmän sähkösuunnittelun, sähkökeskuksen kokoonpanon ja testauksen, sovellusohjelmoinnin tekemisen Siemens TIAPortal-ohjelmistolla sekä latausjärjestelmän testauksen. Sähköajoneuvojen latausaseman toiminta todennettiin testerin AMP-520-D avulla (Uotila 2023, 39). Työssä oli osana myös tunnistautuminen RFID-tekniikan avulla. Valmis latauskaappi on esitetty kuvassa 7.

Latausjärjestelmää voidaan laajentaa ja muokata lähes kaikille latausta tarvitseville laitteille, kulkuvälineille ja työkonneille. Järjestelmään voidaan myös lisätä erillinen osio DC-lataukselle. Kuorman hallinta pystytään myös sisällyttämään kokonaisuuteen. Latauspistokkeet ovat vapaasti vaihdettavissa vastaamaan eri maiden pistokestandardeja, eivätkä järjestelmän käyttömahdollisuudet siten rajoitu pelkästään Suomen sisälle. (Uotila 2023, 41.)



Kuva 6. Esimerkkikokoonpano Siemensin ohjeella. (Siemens 2018, 14)



Kuva 7. Sähköauton latauskaappi liikuteltavassa telineessä. (Kuva: Jani Uotila)

Tulokset

Työpaketissa saatiin kokemuksia erilaisista työelämäkonaisuuksista. Yritysten kanssa päädyttiin pilotoimaan toisistaan poikkeavin tavoin pienimuotoisia oppimisympäristöjä yrityksen ja tietyin kriteerein valittujen pienehköjen opiskelijaryhmien kanssa. Samalla muodostettiin osaamiskatemia-konsepti. Sen mukaisesti näihin pilotteihin valittiin osaamisperusteisesti joukko opiskelijoita. Opiskelijat osallistuvat hankkeen asiantuntijoiden ohjauksessa kussakin yrityksessä vaativiin tuotekehitys- tai toimitusprojektitehtäviin.

Pilotit saatiin maaliin välillä matkalla olleista haasteista huolimatta varsin hyvin. Projektitoiminnalle tyypillisesti pilotin tavoite saattoi vähän muokkautuakin alkuperäisestä, mutta näinhän se varsinkin tuotekehitystyypisissä projekteissa monesti käykin. Kaikki toimeksiantajayritykset olivat varsin tyytyväisiä pilotointeihin ja he kaikki saivat myös vastinetta omille toiveilleen tai tavoitteilleen.

Pohdinta

Pilotteihin osallistuneet opiskelijat olivat pääosin opiskelijansa loppuvaiheessa. Heillä oli jo kohtuulliset perustiedot hankittuna opiskelun kautta ja se mahdollisti heidän heittäytymisensä vaativien pilottien kimppuun. Osa heistä onkin valmistumisensa jälkeen päässyt jo vakituiseen työsuhteeseen yrityksessä, johon he pääsivät pilotoinnissa tutustumaan. Tämä antaa uskoa, että konsepti oli varsin hyvä, sillä työelämään pääsytä vartenhan opiskelijat opiskelevat. Toisaalta yrityksissä on tarve osaavalle työvoimalle ja pilotointi mahdollisti yrityksille matalan nykyisen tutustumisen mukana olleisiin opiskelijoihin.

Lähteet

Dieffenbacher. 2023. Dieffenbacher yrityksen esittely. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa: <https://dieffenbacher.com/>

Esys. 2023. Esys yrityksen esittely. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa: <https://www.esys.fi/>

LSK. 2023. LSK Group yrityksen esittely. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa: <https://www.lsk.fi/lsk-yrityksena/>

Siemens. 2018. SIMATIC ET 200SP Technology module TM ECC 2xPWM ST. PDF manuaali. Viitattu 13.2.2023. Saatavissa https://cache.industry.siemens.com/dl/files/091/109754091/att_952086/v1/A5E42681298B_-_ET200SP_TM_ECC_2xPWM_manual_en-US_20180516.pdf

Uotila, J. 2023. Sähköauton latausjärjestelmän suunnittelu ja toteutus automaatiotekniikan ratkaisumallilla : LSK Technology Oy. Insinööritoimisto LAB-ammattikorkeakoulu, Konetekniikan koulutusohjelma. Lahti. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202305017046>

Kuvat

KUVA 1. Levanen, M. 2021. Sähkökeskuksen valmistus Esys Oy:n tiloissa.

KUVA 2. Levanen, M. 2023. Sähködokumentaation esimerkki.

KUVA 3. Levanen, M. 2021. Projektipalaveri toimeksiantajan (Dieffenbacher) tiloissa.

KUVA 4. Levanen, M. 2021. Operointipaneelin sovellusohjelmoinnin tuloksia.

KUVA 5. Levanen, M. 2021. LSK:n pilotointi saatiin liikkeelle kick-off-palaverilla LSK:n tiloissa.

KUVA 6. Siemens 2018. Esimerkkikokoonpano Siemensin ohjeella. Viitattu 13.2.2023. Saatavissa https://cache.industry.siemens.com/dl/files/091/109754091/att_952086/v1/A5E42681298B_-_ET200SP_TM_ECC_2xPWM_manual_en-US_20180516.pdf

KUVA 7. Uotila, J. 2023. Sähköauton latauskaappi liikuteltavassa telineessä.



TP2

**Ilot, Robotiikka ja
Digital Twin teknologiat**

Ilot, Robotiikka ja Digital Twin teknologiat

TIMO LAHTINEN & MARKKU LEVANEN

Johdanto

Työpaketissa 2 keskitytään vaativien automaatioteknologioiden omaksumiseen ja soveltamiseen. Älykkäät tuotantolinjat ja tiedolla johtaminen ovat tärkeässä asemassa tuotannon tehokkuuden optimoinnissa ja sen vuoksi IIoT (Industrial Internet of Things), robotiikka tuotantolinjamaisissa sovelluksissa ja tuotantolinjan virtuaalinen käyttöönotto (Digital Twin) ovat tärkeitä teknologioita sähkö- ja automaatiotekniikan saralla.

Toteutus

Hankkeessa tutkittiin kolmea uutta teknologiaa. Kunkin teknologian tutkimustyön tavoitteena on tehdä pilotoitava opintojaksokokonaisuus ammattikorkeakoulutason opetukseen.

1

Industrial Internet of Things, IIoT

Älykäs tuotantolinja koostuu tiedonkeruusta ja sen hyödyntämisestä esim. teollisuusyrityksen tai yhteiskunnan tarpeisiin. Se pitää sisällään konfiguroitavat ja diagnostiikkaa tuottavat anturit ja siihen liittyvän tiedonsiirron ja tiedon analysoinnin hyötykäyttöön esim. IO-link- ja IIoT-teknologioiden muodossa. Ennakoiva huolto (predictive maintenance) tai lähes sen synonyymi etäkunnonvalvonta (remote condition monitoring) on teollisen internetin sovellusalueista se, johon kohdistuvat kaikkein suurimmat odotukset (Collin & Saarelainen 2016, 73).

2

Digital Twin

Digital Twin eli digitaalinen kaksonen tarkoittaa tuotantokoneen tai -linjan kanssa yhtenevän virtuaalisen mallin ohjaamista automaatiojärjestelmällä, esim. PLC:llä (PLC = Programmable Logic Controller). Tämä teknologia mahdollistaa tuotantokoneen tai -linjan testaamisen ja ainakin osittaisen käyttöönottamisen ennen laitteiston fyysistä käynnistämistä tai käyttöönottoa. (IBM 2022) Tämä lyhentää laitteiston käyttöönottoaikaa ja mahdollistaa laadukkaamman asiakaskoulutuksen jo ennen laitteiston toimitusta.

3

Robotiikka

Robotiikan soveltaminen yhä monialaisemmin ja ketterämmin tulevaisuuden muuttuviin tarpeisiin on myös osa nykypäivän vaatimuksia niin alan teknisessä koulutuksessa kuin teollisuuden piirissä. Teollisuusrobotteja ja yhteistyörobotteja eli cobotteja käytetään entistä enemmän osana tuotantolinjamaisia kokonaisuuksia yhtenä ”koneena” erillisten robotisolujen sijaan tai lisäksi. Tällöin robotin ja tuotantolinjaa ohjaavan ohjausjärjestelmän välinen rajapinta ja kommunikointi ovat tärkeässä roolissa.

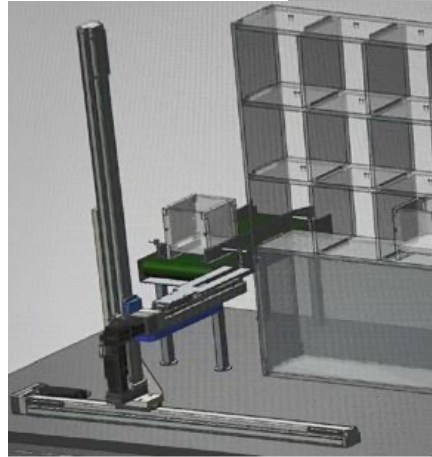
Teknologinen kehitys ja hintojen lasku ovat tuoneet automaation ja robotiikan järkeväksi vaihtoehdoksi yhä useammalle yritykselle. Automaatio ja robotiikka säästää kustannuksia, parantaa laatua ja vähentää työn rasittavuutta sekä tapaturmia.

RobotStudio® on offline- ja online-ohjelmointi- ja simulointityökalu robotisovelluksiin. Virtuaaliohjaintekniikkaan perustuva RobotStudio-paketti antaa varmuuden siitä, että ohjelmointityökalun näkymä vastaa sitä, miten robotti käyttäytyy tosielämässään. Näin voidaan rakentaa, testata ja parantaa robotikonfiguraatiota virtuaaliympäristössä. Se nopeuttaa käyttöönottoaikaa ja tuottavuutta huomattavasti, koska ohjelmoinnin ja simuloinnin voi suorittaa häiritsemättä tuotantoa. (RobotStudio 2023).

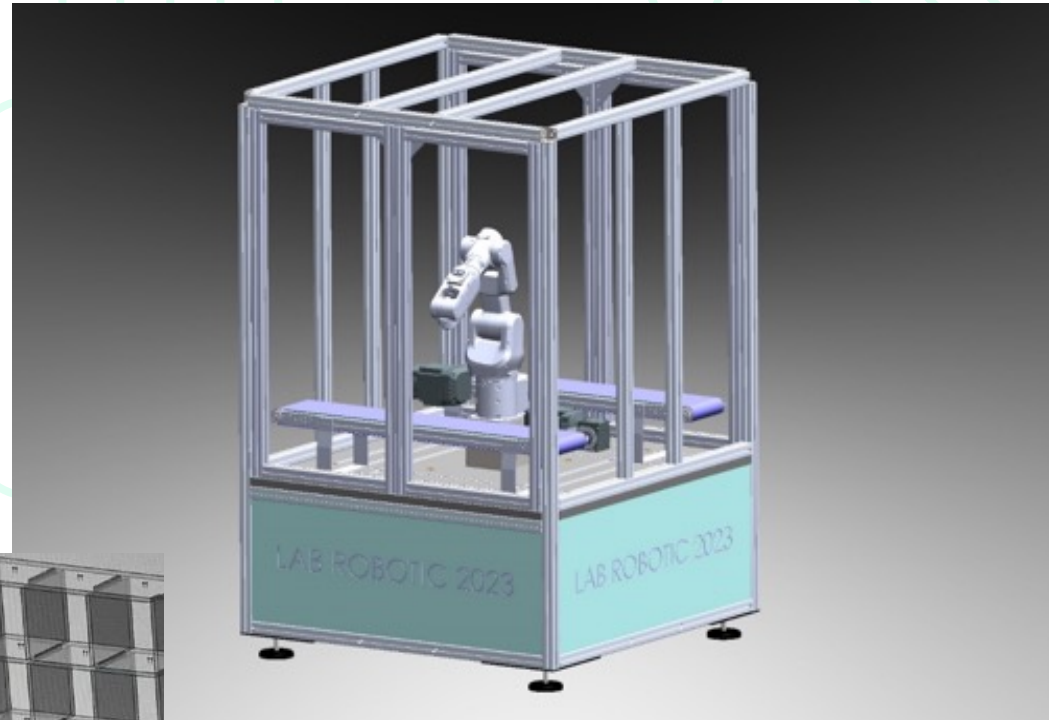
Tulokset

Digital Twin-teknologia, robotiikka ja älykäs tuotantolinjakonsepti toteutuvat myös hankkeen aikana tehtävällä oppimisympäristön suunnitelmalla ja pilotoinnilla. Oppimisympäristön perusajatus lähtee muutamasta erillisestä yksittäisestä robottisolusta, joita voidaan käyttää ensimmäisten robotiikan opintojaksujen aikana opetuksessa. Näitä robottisoluja on useita, joten se mahdollistaa useiden opiskelijaryhmien työskentelyn robotin kanssa samanaikaisesti.

Robottisolujen lisäksi hankkeessa pilotoitiin varastojärjestelmää, joka sisältää yhdeksän varastopaikkaa. Varastojärjestelmästä on olemassa myös Digital Twin-malli. Varastojärjestelmää ohjaa Siemensin ohjelmoitava logiikka ja toimintoja suorittaa kolme servo-ohjattua paikoitusakselia.



Kuva 2. Varastojärjestelmä ja sen virtuaalinen Digital Twin-malli. (kuva: Markku Levanen)

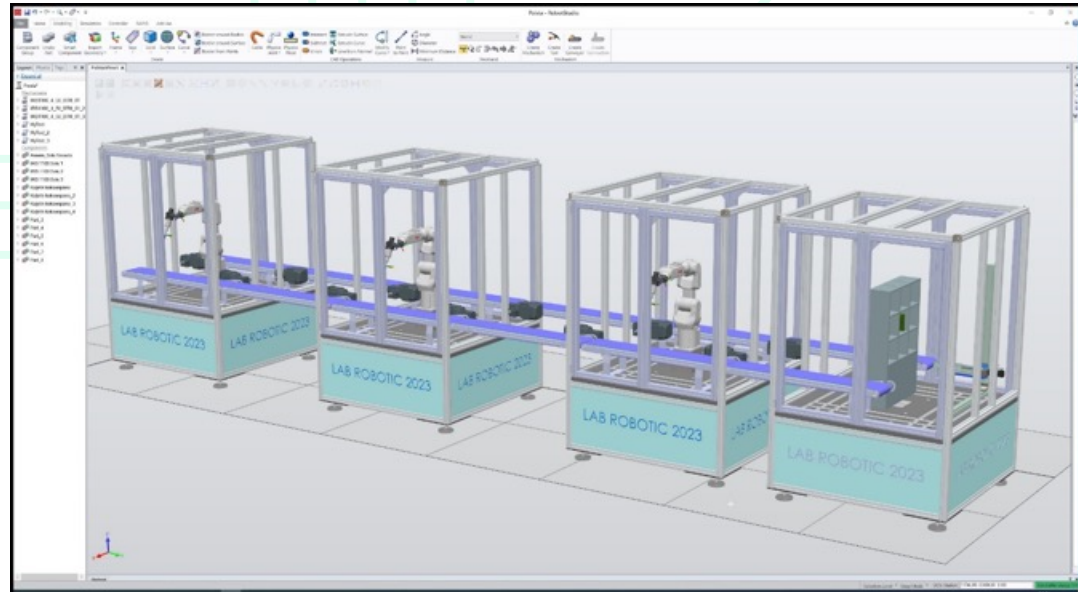


Kuva 1. Oppimisympäristön robottisolu. (Kuva: Timo Lahtinen)

Tuotantolinjamainen kokonaisuus saadaan aikaiseksi liittämällä robottisolut ja varastojärjestelmä toisiinsa esim. kuvan 3 mukaisella järjestelyllä. Siinä useampi erillinen solu liitetään toisiinsa kuljetinjärjestelmällä, jolloin saadaan muodostuttua laajempi tuotantolinjamainen kokonaisuus. Tähän kokonaisuuteen voidaan liittää myös konenäköjärjestelmä tai älykästä IIoT-anturointia. Valvomoratkaisut toteutetaan Siemensin palvelinperusteisten ja skaalautuvien Unified-paneelien avulla.

Tuotantolinjamajaisista kokonaisuutta ohjataan Siemensin ohjelmoitavalla logiikalla. Robotit ovat ABB:n IRB1100 sarjan teollisuusrobotteja. Kommunikointi ohjelmoitavan logiikan ja robottien välillä toteutetaan Profinet-kenttäväylän avulla. Älykkään anturit ja toimilaitteet ovat IO-Link Masterin välityksellä osana Profinet-kenttäväylää. IO-Link on maailman ensimmäinen standardoitu IO-tekniikka antureiden ja toimilaitteiden tiedonsiirtoon (IO-Link 2023). Laitteiston avulla mahdollistetaan robotiikan ja muiden ohjausjärjestelmien opintojen integroimisen opintojen loppuvaiheen soveltavissa opinnoissa.

Hankkeen aikana on oltu tiiviisti yhteistyössä niin valmistavan teollisuuden ja projektitoimintaa tekevien yritysten kuin laitetoimittajien kanssa. Kokonaisuudesta on pyritty tekemään työelämälähtöinen ja sitä se todella onkin. Voidaan sanoa, että LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan ja robotiikan koulutuksen opetusympäristön suunnitelma on saatu päivitettyä nykypäivän työelämäva-



Kuva 3. Erillisistä soluista koottu tuotantolinjamainen kokonaisuus. (kuva: Timo Lahtinen)

timuksien vaatimalle tasolle. Koulutuksen laatua ylläpidetään myös säännöllisen yritysyrityksen avulla, esim. opinnäytetöiden, projektitöiden, työn opinnollistamisen, seminaarien ja vierailujen muodossa. Nämä kaikki eri koulutuksen ja yhteistyön elementit mahdollistavat tulevaisuudessa valmistuvien alan insinöörien työelämävalmiuksien olevan jo heti valmistumisen jälkeen varsin korkealla tasolla.

Lähteet

Collin, J. & Saarelainen, A. 2016. Teollinen internet. Helsinki: Talentum.

IBM. 2022. What is a digital twin. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>

IO-Link. 2023. IO-Link teknologian kuvaus. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa https://io-link.com/en/Technology/what_is_IO-Link.php?thisID=76

LAB. 2021. Sähkö- ja automaatio-osaamisen kehittäminen Lahden seudulla – hankesivusto. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa <https://lab.fi/fi/projekti/sahko-ja-automatio-osaamisen-kehittaminen-lahden-seudulla>

RobotStudio. 2023. Robotiikan ohjelmointi- ja simulointityökalu. Viitattu 6.6.2023. Saatavissa <https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio>

Kuvat

KUVA 1. Lahtinen, T. 2023. Oppimisympäristön robottisolu.

KUVA 2. Levanen, M. 2023. Varastojärjestelmä ja sen virtuaalinen Digital Twin-malli.

KUVA 3. Lahtinen, T. 2023. Erillisistä soluista koottu tuotantolinjamainen kokonaisuus.

Pilvipalveluiden merkitys tuotannon automaatiassa ja ylläpidossa

ANTON FLOOR

Pilvipalvelut ovat keskeinen osa nykyaikaista digitaalista kehitystä, ja tämä näkyy myös tuotantolaitosten muutoksessa. Yhä useammat laitokset integroivat pilvipalveluita osaksi prosessejaan, mahdollistaen reaaliaikaisen datan analysoinnin ja optimoinnin. Tämä ei ainoastaan paranna tehokkuutta ja tuottavuutta, vaan mahdollistaa myös uusien liiketoimintamallien ja palveluiden kehittämisen. Teknologian jatkuva kehitys ja pilvipalveluiden integraatio ovatkin avainasemassa teollisen vallankumouksen neljännessä aallossa, joka mullistaa tuotannon ja logistiikan maailmaa.

IloT-ratkaisut

IloT-ratkaisut (Industrial Internet of Things) ovat tuotantolaitosten automaatiotratkaisuja, jotka hyödyntävät esineiden internetiä (IoT). IoT-laitteet keräävät dataa tuotannon prosesseista, kuten tuotteiden laadusta, tuotantovolyymista ja laitteiden kunnosta. Tämä data voidaan analysoida ja käyttää tuotannon tehokkuuden ja laadun parantamiseen.

Pilvipalveluiden hyödyt IloT-ratkaisuissa

Pilvipalveluiden avulla IloT-ratkaisuja voidaan rakentaa ja hallita helpommin ja tehokkaammin kuin ennen. Pilvessä sijaitsevat sovellukset ja data voidaan käyttää tuottamaan tietoa ja analyyseja, jotka auttavat parantamaan tuotannon tehokkuutta ja laatua.

Pilvipalveluiden tarjonta

Pilvipalveluiden tarjonta on laaja ja monipuolinen, ja yleisimmät toimijat tällä saralla ovat Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure ja Google Cloud Platform (GCP). Jokaisella näistä palveluntarjoajista on omat erikoistuneet työkalunsa IloT-ratkaisujen toteuttamiseen turvallisesti.



AWS tarjoaa useita palveluita IIoT-ratkaisuihin. Esimerkiksi IoT Core on natiivi palvelu IoT-laitteiden hallintaan ja tietojen siirtoon pilveen, joka tukee yleisimpiä protokollia, kuten MQTT. Tämä palvelu sisältää myös kehittyneitä tietoturvaominaisuuksia, kuten end-to-end-salauksen ja automaattisen salausavainten hallinnan. GreenGrass on laitetason palvelu, joka mahdollistaa paikallisen datankäsittelyn ja -synkronoinnin pilven kanssa ja sisältää turvallisuustoimintoja, kuten laitteen varmenteen hallinnan. Lisäksi AWS:n tarjonnassa on tekoälypalveluita, kuten Sagemaker ja Bedrock, jotka on suunniteltu datan analysointiin ja niissä on otettu huomioon datan salaus levossa ja siirron aikana.

Azure tarjoaa IoT Hub -palvelun, joka yhdistää IoT-laitteet pilveen, tukee protokollia, kuten MQTT, ja on rakennettu huomioimaan tietoturvan haasteet, kuten laitteen identiteetin varmennus ja datan salaaminen. Azuren tarjonta laajenee myös moniin muihin IaaS- ja PaaS-palveluihin datan käsittelyssä, joiden sisällä tietoturva on integroitu osa palvelua.

Google Cloud, vaikka onkin tehnyt muutoksia omiin IoT-tarjontoihinsa, tarjoaa monia PaaS-palveluita, jotka on suunniteltu tietoturva edellä ja jotka ovat soveltuvia integroitavaksi kolmannen osapuolen IoT-ratkaisuihin.

Näiden pilvipalveluiden avulla yritykset voivat nopeasti ottaa käyttöön tehokkaita työkaluja IoT-laitteiden hallintaan. Ne tarjoavat valmiita ratkaisuja ja mahdollistavat datan keräämisen tuotantoprosesseista, kuten tuotteiden laadusta ja laitteiden kunnosta. Analysoimalla tätä dataa – turvallisesti ja suojatussa ympäristössä – voidaan parantaa tuotannon tehokkuutta ja laatua.

Tekoälyn hyödyntäminen

Kun pilvipalveluita hyödynnetään tuotantolaitosten ja automatiikan eri osissa, tekoälyn hyödyntäminen helpottuu merkittävästi. Tekoäly, kuten koneoppiminen ja syväoppiminen, kykenee analysoimaan suuria datamääriä, joita IoT-laitteet keräävät jatkuvasti.

Tämän tiedon hyödyntäminen ja analysoiminen pilvipalveluissa mahdollistaa monia innovatiivisia sovelluksia: (dall-3 2023)

Laadunvalvonta: AI-järjestelmien avulla tuotantoprosessien aikana syntyvä data voidaan analysoida reaaliaikaisesti, ja järjestelmät voivat tunnistaa virheitä tai poikkeamia tuotteissa. Tämä nopeuttaa korjaustoimenpiteitä ja minimoi hukkaa.

Vahinkojen ennaltaehkäisy: AI:n avulla voidaan tunnistaa poikkeavuuksia ja mahdollisia ongelmia ennen kuin ne aiheuttavat suurempia ongelmia. Tämä voi merkittävästi vähentää seisokkeja ja lisätä tuotantolaitoksen tehokkuutta.

Tuotantoprosessien optimointi: Tekoälyllä voidaan tunnistaa pullonkaulat ja tehottomuudet tuotantoprosesseissa, ja ehdottaa parannuksia näihin kohtiin.

Ennakoiva huolto: Pilvipalveluiden ja IoT-laitteiden yhdistäminen mahdollistaa laitteiden kunnan jatkuvan seurannan. AI:n avulla analysoidusta datasta voidaan ennustaa laitteiden huoltotarpeita ja suunnitella huollot tehokkaammin.

Huoltotöiden automatisointi: Kun laitteiden kuntoa seurataan jatkuvasti, huoltotyöt voidaan ajoittaa optimaalisesti ja automatisoida osa huoltotoimenpiteistä, mikä vähentää inhimillisiä virheitä ja vapauttaa henkilöstöresursseja.

Kaiken kaikkiaan pilvipalveluiden ja tekoälyn yhdistäminen tuotantolaitosten kontekstissa luo mahdollisuuksia tehokkaammille ja turvallisemmille toimintatavoille, tuoden samalla merkittäviä kustannussäästöjä.



Esimerkki IIoT-ratkaisusta teollisuudessa hyödyntäen AWS:n palveluita

Kuvittele edistyneinen tehdas, jossa on integroitu tuhansia IoT-laitteita – pienistä sensoreista suurtehoisiin koneisiin ja automatisoituihin robotteihin. Jokainen näistä laitteista kerää jatkuvasti kriittistä dataa koko tuotantoprosessista.

Reaaliaikainen datankeruu: AWS IoT Core mahdollistaa laitteiden reaaliaikaisen datan lähettämisen pilveen. Samanaikaisesti AWS GreenGrass -palvelu mahdollistaa laitteiden lokaalin datankäsittelyn, mikä tarkoittaa, että tehtaalla voidaan tehdä nopeita päätöksiä ilman viivettä.

Datavaroitointi: AWS:n S3 tarjoaa tehokkaan ja joustavan tallennusratkaisun, jolla voidaan varastoida suuria määriä tuotantodataa pitkäaikaisista analytiikkaa ja päätöksentekoa varten.

Datan analysointi: AWS:n analytics-palvelut, kuten Kinesis ja Redshift, tarjoavat tehokkaat työkalut suurten datamäärien käsittelyyn. Samanaikaisesti SageMaker mahdollistaa tekoälyn ja koneoppimisen integroinnin, joka voi tunnistaa trendejä ja ehdottaa tuotantoparametreja.

Hälytykset ja ilmoitukset: Kun IoT-laitteet havaitsevat ongelman tai virheen, AWS Lambda ja SNS voivat automaattisesti käynnistää hälytyksen tai lähettää ilmoituksen asianmukaisille henkilöille tai tiimeille.

Optimointiehdotukset: Käyttämällä AWS:n tekoäly- ja koneoppimispalveluita, kuten SageMaker, tehdas voi saada automaattisia ehdotuksia tuotannon tehokkuuden ja laadun parantamiseksi.

Yhdistämällä IIoT ja pilvipalvelut, tehdas voi saavuttaa aiempaa paremman yhtenäisyyden ja näkyvyyden koko tuotantoketjussa, parantaen samalla tehokkuutta ja joustavuutta.

Pilvipalveluiden ja IIoT:n mahdollisuudet ja haasteet teollisuudessa

Pilvipalveluiden ja IIoT:n yhdistelmä teollisuudessa tarjoaa merkittäviä etuja, mutta myös haasteita, joita on syytä pohtia:

Saavutettavuus: Pilvipalvelut ovat demokratisoineet teknologian käytön tarjoamalla sekä suurille että pienille yrityksille pääsyn edistyneisiin teknologioihin ilman suuria etukäteisinvestointeja. Lisäksi ne mahdollistavat nopeamman innovaation ja joustavuuden, koska yritykset voivat skaalata resursseja tarpeen mukaan.

Ympäristövastuullisuus: Pilvipalvelut mahdollistavat resurssien tehokkaamman käytön keskittämällä laskentatehoa. Tämä on etenkin totta, kun yritykset hyödyntävät PaaS-palveluita, jotka ovat usein energiatehokkaampia.

Tietoturva: Vaikka pilvipalvelut tarjoavatkin edistyneitä tietoturvaratkaisuja, on yritysten oltava aktiivisia ja tietoisia tietoturvaohjelmista ja päivityksistä. Vaikka pilvipalvelut huomioivatkin useita tietoturva-aspekteja, ei se poista yrityksen omaa vastuuta tietoturvasta.

Työllisyys: Teollisuus 4.0 ja automaation kasvu saattavat vaikuttaa työllisyystilanteeseen. Kuinka teollisuuden toimijat voivat varmistaa työntekijöiden siirtymisen uusiin tehtäviin? Toisaalta teollisuuden digitalisoituminen voi myös avata uusia mahdollisuuksia ja luoda työpaikkoja esimerkiksi datatieteilijöille, ohjelmoijille ja pilviarkkitehteille.

Eettiset kysymykset: Kuten aina kun otetaan käyttöön uutta teknologiaa, on syytä pohtia eettisiä kysymyksiä. Esimerkiksi, kun tekoäly tekee itsenäisiä päätöksiä, kuinka varmistetaan, että ne ovat eettisiä? Tekoälyn ja automaation käyttöönottoon liittyy paitsi eettisiä, myös laillisia ja sääntelyyn liittyviä haasteita.

Lähteet

dall-e 3, 2023. Tekoälyohjelma. Viitattu 8.10.2023. Saatavissa <https://openai.com/dall-e-3>
Tämän tekstin kieliasun muokkaamisessa on hyödynnetty dall-e 3 tekoälyohjelmaa.



TP3

**Sähköisen liikenteen
ja logistiikan
tulevaisuus**

Sähkötekniikan opetuslaboratorio sähköisen liikenteen opetuksessa

RISTO TIAINEN

Johdanto

LAB AMK:lle myönnetyn sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusvastuun myötä LAB:n Lahden Mukkulan kampukselle rakennetaan sähkötekniikan opetuslaboratoriot. Laboratorioinvestointi tukee sähkö- ja automaatiotekniikan opetussuunnitelmaa sisältäen myös sähköisen liikenteen opetuksen.

Sähköisen liikenteen opinnot ovat luonteltaan soveltavia ja sijoittuvat opintojen loppupuolelle. SÄHÄKKÄ-hankkeen puitteisissa kehitettiin LAB:n sähkö- ja automaatiotekniikan opetussuunnitelmaa sähköisen liikenteen osalta. Opetussuunnitelman keskeiset sisällöt ovat siis tiedossa, joten myös laboratoriolaitteiston keskeiset vaatimukset tunnetaan, ja SÄHÄKKÄ-hankkeen tuloksena vaatimuksia tukevan laboratoriolaitteiston keskeiset ominaisuudet ja eräitä toteutusvaihtoehtoja saatiin identifioitua. Yksityiskohtainen suunnittelu ja toteutus sijoittuvat tuleville vuosille.

Tässä raportissa kuvataan pääpiirteissään suunnitellut laboratorioinvestoinnit ja esitetään kaksi mahdollista laitteistoa sähköisen liikenteen opiskelijoiden käyttöön.

Laboratorioiden yleiskuvaus

Laboratoriotyöskentely on keskeisessä osassa LAB:n sähkö- ja automaatiotekniikan koulutukseen sisältyvien sähkötekniikan keskeisten sisältöjen opiskelussa. Laboratoriotöissä perehdytään mm. sähkötekniikan perusteisiin, peruskomponentteihin ja -kytkentöihin, sähkökoneisiin ja -käyttöihin sekä sähköisen liikenteen tehoelektronikkaan.

Sähkötekniikan laboratoriot koostuvat kahdesta erillisestä tilasta, joista ensimmäinen valmistuu syksyksi 2023, jolloin ensimmäinen päiväryhmä aloittaa. Tämä tila ei ole varsinaisesti sähkötila tai laboratorio, vaan sähkötekniikan perusteiden, teorian ja perusmittalaitteiden opetukseen soveltuvin laittein varustettu luokkatila.

Tässä tilassa opiskellaan mm.

- Suunnitelmallista, järjestelmällistä ja turvallista työskentelyä laboratoriossa. Tulosten raportointia, virhearviointia ja kriittistä tarkastelua.
- Sähkötekniikan teoriaa ja passiivikomponenttien kytkentöjä. Passiivikomponenttien ja niiden kytkentöjen (sarjaan, rinnan, tähteen, kolmioon ...) opiskeluun päädyttiin hankkimaan Festo Didactic Oy:n kytkentäalusta ja siihen sopiva komponenttisarja. Komponentit on suojattu muovikoteloon, ja niitä voidaan pinota päällekkäin. Oppilaitoskäyttöön suunnitellun sarjan etu on kestävyys ja kytkentöjen mekaaninen ongelmattomuus.
- Sähkötekniikan, elektronikan ja automaation keskeisten laboratoriolaitteiden käyttöä. Laboratorioon on hankittu mm. yleismittareita, oskilloskooppeja ja RLC-mittareita sekä laboratorioteholähkeitä ja ohjelmoitavia kuormia. Mittalaitteet on mahdollisuuksien mukaan pyritty hankkimaan LabView-yhteensopivina, jolloin myöhemmin on mahdollista harjoitella mittaussekvenssien ohjelmallista luontia ja tulosten automaattista tallennusta.
- Elektronikan keskeisten komponenttien ominaisuuksia ja käyttöä. Näihin sisältyvät mm. erityyppiset diodit ja transistorit. Tehoelektronikan komponentit ja kytkennät ovat keskeinen osa sähköisen liikenteen opintokokonaisuutta LAB:n sähkö- ja automaatiotekniikassa, tämä osuus palvelee suoraan myöhempää tehoelektronikan opiskelua.

Sähkötekniikan laboratorioden toinen vaihe on fyysisesti ensimmäisen vaiheen laboratorion erillinen tila, ja sitä käytetään myöhemmillä sähkötekniikan kursseilla (sähkökäytöt, sähkösuunnittelu, sähköturvallisuus, sähköasennukset...) sekä sähköisen liikenteen opetuksessa. Laboratorion yksityiskohtainen suunnittelu on aloitettu, ja rakentamisen toivotaan alkavan vuonna 2024.

Laboratoriossa opiskeltavia asioita ovat mm.

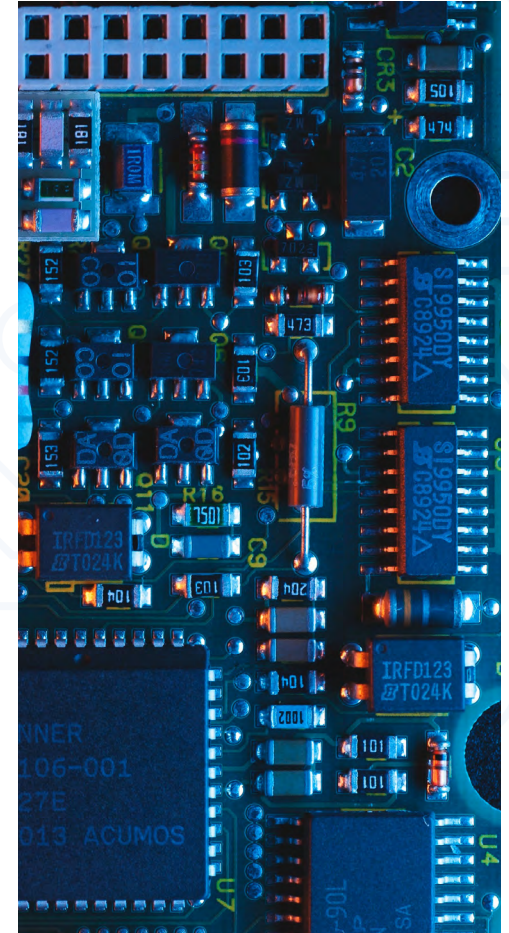
- Turvallinen työskentely sähkötekniisessä laboratoriossa. Käytetyt komponentit toimivat pienjännitteellä (<1000 VAC tai <1500 V sykkeetön DC), ja laboratoriossa käytetään teollisuudessakin käytettäviä komponentteja ja laitteita.
- Sähkötekniiset tarkastukset. Kaikista rakennetuista kytkennöistä tehdään käyttöönottotarkastus ja laaditaan asianmukainen pöytäkirja.
- Kontaktorit, turvalaitteet ja suorat moottorikäytöt. Suoran moottorikäyttökeseuksen komponentit, kytkennät ja rakentaminen. Muuntajan ominaisuudet, kytkentävirtasäys.
- Sähkömoottorit ja niiden ominaisuudet. Oikosulkumoottori on teollisuudessa käytetyin moottorityyppi. Sähköisen liikunnan sovelluksessa käytetään paljon kestopagneettitahtikoneita, tulevaisuudessa mahdollisesti muitakin moottorityyppejä kuten kytkinreluktanssikoneita. Ensimmäisessä vaiheessa laboratorion on suunnitteilla oikosulkumoottoreihin liittyviä töitä, mutta työpisteet on mahdollista suunnitella siten, että moottoreita on mahdollista tarvittaessa yksinkertaisesti vaihtaa.
- Taajuusmuuttajakäytöt, niiden käyttöönotto ja ominaisuudet.
- Kaapelointi, kaapelin mitoitus, kiinteistön sähköasennukset. Suojalaitteet, niiden ominaisuudet ja mitoitus.

Edellä mainitut sisällöt liittyvät pääosin sähkötekniikan perusteiden ja teollisuuden sähkösuunnittelun opintoihin (sisältyen SI-sähköpätevyyden koulutusvaatimuksiin). Laboratorion suunnitelmassa sähköisen liikenteen kurssihin tarpeisiin on jätetty tila- ja syöttövaraus. Seuraavassa kappaleessa esitetään kaksi mahdollista laboratoriolaitteistoa, joita voidaan hyödyntää monipuolisesti sähköisen liikenteen opetusmateriaalissa.

Sähköisen liikenteen laboratoriolaitteisto

LAB:n sähkö- ja automaatiotekniikan opetussuunnitelmasta ja sähköisen liikenteen syventymiskohteesta on kirjoitettu erillinen kuvaus SÄHÄKKÄ-hankkeen raportissa. Lyhyesti todettakoon, että sähköisen liikenteen keskeiset sisällöt LAB:ssa ovat

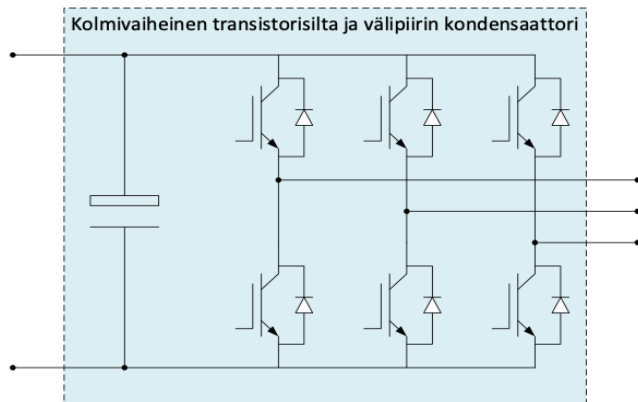
1. **Tehoelektronikka.** Tehoelektronikan komponentit ja sähköisen liikenteen sovelluksissa tyypilliset kytkennät.
2. **Säätötekniikka.** Säätötekniikan teoria, tehoelektronikkalaitteiden tyypilliset säätösilmukat, tehoelektronikkalaitteen säädön toteutus ohjelmallisesti osana sulautettua järjestelmää.
3. **Ohjelmistotekniikka.** Laiteläheinen ohjelmointi ja sulautetut järjestelmät. Ohjelmistokehityksen menetelmät, ohjelmistojen testaus ja ylläpito.



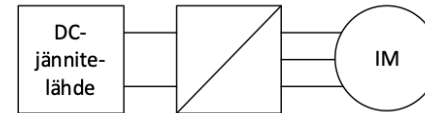
Laitteisto 1

Kolmivaiheinen transistorisilta

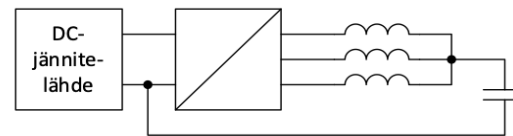
Kolmivaiheinen transistorisilta on verrattain yksinkertainen tehoelektronikkakytkentä, jolla kuitenkin voidaan ohjelmallisesti toteuttaa erilaisia sähköisen liikenteen kannalta keskeisiä sovelluksia. Esimerkiksi sähköajoneuvon ajomoottorikäytössä silta kytketään DC-syöttöön ja sen kolmivaiheiseen AC-lähtöön kytketään sähkömoottori. Varsinaisen transistorisillan lisäksi tarvitaan yleensä myös kondensaattori, joka toimii paikallisena energiaravastona (suodattimena). Seuraavassa kuvassa on esitetty tällaisen kytkennän pääkomponentit.



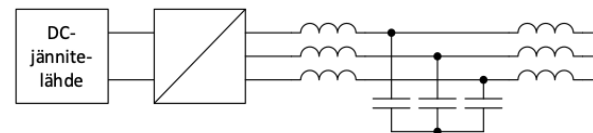
Kuva 1. DC-syöttöisen ajoneuvoinvertterin pääpiiri. Kondensaattori toimii energiaravastona (suodattimena), ja kolmivaihesillalla tuotetaan AC-jännite moottorille.



Kuva 2. Laitteisto 1 moottori-invertterinä. Laitteistolle voidaan toteuttaa moottorisäätöä valitulla periaatteella. Varustamalla laitteisto lisäksi kuormamoottorilla ja anturoinnilla voidaan säädön suorituskykyä mitata. Laitteistoa voidaan hyödyntää myös peruskursseilla.



Kuva 3. Laitteisto 1 erottamattomana buck- tai boost-hakkurina. Matalajännitepuolella energiaravastona on kuvassa kondensaattori, mutta myös akku on mahdollinen. Kolmivaiheinen kuristin tarvitaan hakkurin toimintaan. Boost-suuntaan toimittaessa on mahdollista synnyttää korkeita jännitteitä, mikä on huomioitava laitteiston ja sitä käyttävien henkilöiden suojauksessa.



Kuva 4. Laitteisto 1 verkkovaihtosuuntaajana tai mikroverkkoinvertterinä. Verkkovaihtosuuntaaja voi olla käytössä liittynässä sähköverkkoon joissain sähköisen liikunnan sovelluksissa, ja mikroverkkoinvertterillä voidaan luoda sähköverkko ajoneuvoon.

Edellä kuvatuista sovelluksista moottori-invertteri on todennäköisesti suoravivaisin toteuttaa. Koska kytkennässä ei lisäksi (moottorin käämejä lukuunottamatta) ole keloja, ei jännitettä saa nostettua vaaralliselle tasolle kytkimien virheellisellä ohjauksella.

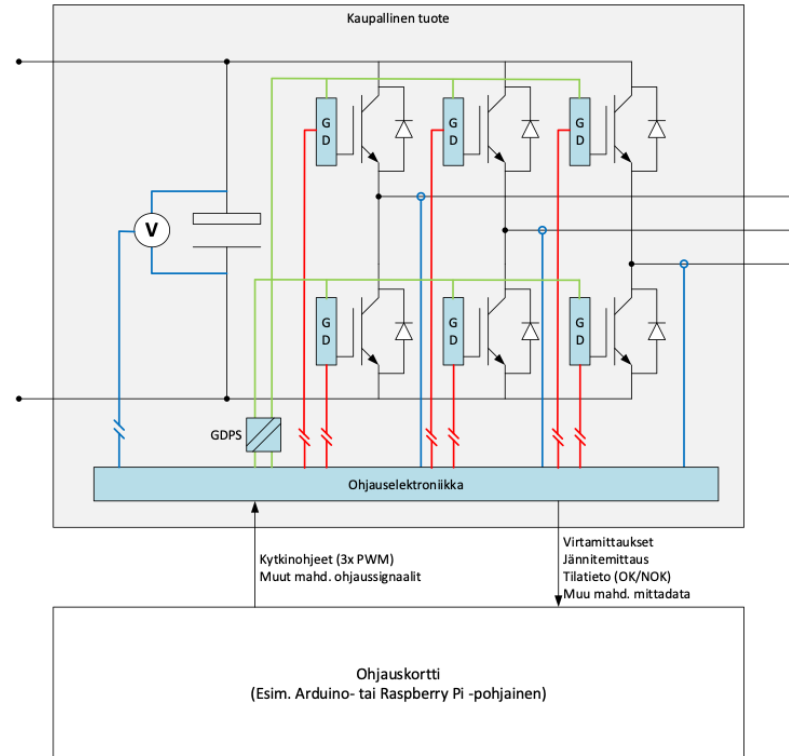
Kytkenän laitteisto olisi rakennettava mahdollisuuksien mukaan markkinoilta löytyvistä valmiista osakokonaisuuksista siten, että opiskelijan vastuulle ei jää laitteen turvallisuus (primäärisuojaukset), mutta ohjausjärjestelmän toteuttamiseen on täysin vapaat kädet. Seuraavassa kuvassa on esitetty mahdollinen rakenne.

Laitteistossa

- Puolijohdemoduulin ja kondensaattorin kotelointi, mekaniikka ja jäähdytys on osa kaupallista tuotetta.
- Puolijohdekytkinten hila-ajurit, näiden tehonsyöttö, virta- ja jännitemittaukset ja näiden tarvitsemat erotukset ovat osa kaupallista tuotetta.
- Laitteen primäärisuojaukset ovat osa kaupallista tuotetta. Primäärisuojauksiin kuuluvat mm. haaraoikosulun esto, oikosulkusuojaus, ylivirtasuojaus, yllämpösuojaukset ja ylijännitesuojaus.
- Kaupalliselle tuotteelle tuodaan ulkoa kytkinohjeet joko kaikille kuudelle transistorille tai vain yläkytkimille, jolloin alakytkinten ohjeet (yläkytkinten komplementti + kuollut aika) luodaan automaattisesti.

Laitteen ohjauksortille toteutetaan opiskelijatyönä ohjelmisto, joka lukee tarjolla olevat mittaukset, laskee kytkinohjeet ja antaa ne siltamoduulille. Ohjauksortina voidaan käyttää mitä tahansa tarkoitukseen sopivaa, markkinoilla olevaa kehitysalustaa, tai suunnitella oppilastyönä oma. Tässä konseptissa säätö- ja ohjausalgoritmien kehittämiselle on täysin vapaat kädet, mutta turvallisuuden kuitenkin varmistaa siltamoduulin ohjauselektronikka. Viereinen kuva havainnollistaa konseptia.

Markkinoilla olevat tarkoitukseen sopivat laitteet on selvitetty, kun järjestelmän yksityiskohtaista suunnittelua tehdään. Esimerkiksi Semikon-Danfossin valmistama SKAI 45 A2 GD12-WCI voisi olla tarkoitukseen sopiva.



Kuva 5 Laitteiston 1 periaatteellinen rakenne. Kaupallinen kolmivaihesiltamoduuli sisältää puolijohdesillan lisäksi myös hilaohjaimet (gate driver, GD), näiden tehonsyötön (GDPS, gate driver power supply), mittaukset (vaihevirtat, DC-kondensaattorin jännite) ja moduulin primäärisuojaukset (ylivirta, ylijännite, yllämpö jne.). Ulkoinen ohjauksortti on joko LAB:n kurssilla opiskelijatyönä suunniteltu tai yleiskäyttöinen kehityskortti. Ohjauksortin ohjelmisto on täysin LAB:n opiskelijoiden kehitettävissä.

Laitteisto 2

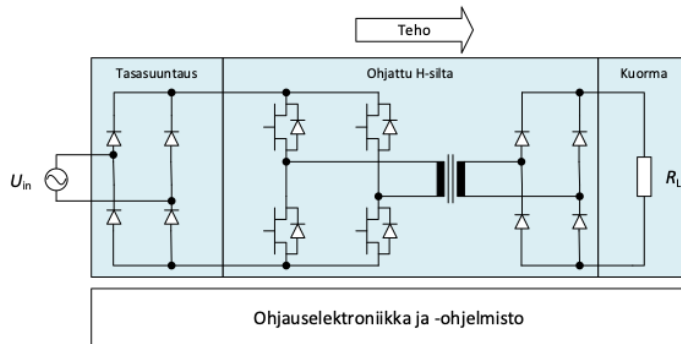
Akkulaturi

Akkujen lataus on Päijät-Hämeen seudulla keskeinen sähköisen liikenteen tehoelektronikan sovelluskohde. Edellä kuvatulla järjestelmällä voidaan rakentaa myös buck- tai boost-hakkuri, jolla voidaan ladata akku. Käytännön akkulatureissa on kuitenkin oltava galvaaninen erotus, jolloin yksinkertainen buck- tai boost-hakkuri ei tarkoitukseen sovellu.

Sähköisen liikenteen kursseja varten voidaan rakentaa akkulaturikäyttöön sopiva kytkentä, johon voidaan vastaavalla tavalla toteuttaa ohjausohjelmisto ulkoisesti. Seuraavassa kuvassa on esitetty eräs akkulaturikytkentä yksinkertaistetusti. Keskeisin osa kytkentää on H-sil-tahakkuri, joka syöttää muuntajan ensiötä. Muuntajan toisiossa on tasasuuntaus, ja akku liitetään toisioon

(kuvassa akun tilalla on kuormavastus R_L). Hakkurin syöttö voi tulla mistä tahansa DC-lähteestä; kuvassa syöttö tulee yksivaiheisen diodisillan kautta verkosta. Kytkennän rajoitus on, että teho voi siirtyä vain yhteen suuntaan. Kaksisuuntaisessa laturissa myös muuntajan toisiossa on oltava ohjattu silta, samoin verkkoonliitynnässä.

Laitteiston olisi järkevintä rakentaa samalla periaatteella kuin edellä kuvattu kolmivaiheinen siltakin: opiskelijoiden vastuulle ei saa jäädä suojausten toteutus ja turvallisuuden varmistaminen. Jos valmiita, tarkoitukseen kehitettyjä moduuleja ei markkinoilla ole, voitaisiin laitteisto kehittää yhteistyössä yritysten sekä mahdollisesti myös LUT-yliopiston kanssa.



Kuva 6. Yksisuuntainen erotettu laturikytkentä, yksinkertaistettu esitys. Passiivikomponentteja (kondensaattori, keilat) ei piirretty. Syöttö on tässä kuvattu tasasuunnattuna vaihtojännitelähteestä (sähköverkosta), mutta laboratorio-olosuhteissa turvallisin on käyttää laboratorio-teholähdettä (DC). Laitteisto voitaisiin rakentaa yritysten kanssa yhteistyössä, ja ohjauskortti ja -ohjelmisto LAB:n opiskelijatyönä.

Yhteenveto

Sähköisen liikenteen syventymiskohteen keskeiset sisällöt liittyvät tehoelektroniikkaan, ohjelmistotekniikkaan ja säätötekniikkaan. Oppimista tukevat hyvin laboratoriotyöt, joissa opiskelija pääsee toteuttamaan tehoelektroniikkalaitteen säädön ohjelmallisesti.

Töitä varten on suunniteltava ja toteutettava tavoitteita tukeva laboratoriolaitteisto. Tässä raportissa esiteltiin periaatetasolla kaksi mahdollista laitteistoa. Molemmissa keskeistä on, että laitteen primäärisuojaukset eivät ole opiskelijan vastuulla, mutta ohjausalgoritmi on vapaasti implementoitavissa osaksi sulautettua järjestelmää. Laitteistoa voidaan muokata moneen tarkoitukseen ohjelmallisesti ja mahdollisesti ulkoisia passiivikomponentteja hyödyntämällä. Jos kytkennässä on kela (suuri induktanssi), on jännitettä mahdollista joissain kytkennöissä nostaa tarkoituksella tai vahingossa vaarallisiin lukemiin, vaikka syöttö olisikin pienisjännitteinen. Tämä on huomioitava suunnittelussa ja tätä on vältettävä mahdollisuuksien mukaan.

Laitteiston yksityiskohtainen suunnittelu ja toteuttaminen sijoittuu lähivuosiin, eikä siten ollut SÄHÄKÄ-hankkeen puitteissa mahdollista.

Lähteet

Semikron Danfoss. 2023. SKAI 45 A2 GD12-WCI. Viitattu 15.8.2023. Saatavissa: <https://www.semikron-danfoss.com/products/product-classes/systems/detail/skai-45-a2-gd12-wci-14282031.html>

Kuvat

Kuva 1. Tiainen, R. 2023. DC-syöttöisen ajoneuvoinverterin pääpiiri.
Kuva 2. Tiainen, R. 2023. Laitteisto 1 moottori-inverterina.
Kuva 3. Tiainen, R. 2023. Laitteisto 1 erottamattomana buck- tai boost-hakkurina.
Kuva 4. Tiainen, R. 2023. Laitteisto 1 verkkovaihtosuuntaajana tai mikroverkkoinverterinä.
Kuva 5. Tiainen, R. 2023. Laitteiston 1 periaatteellinen rakenne.
Kuva 6. Tiainen, R. 2023. Yksisuuntainen erotettu laturikytkentä, yksinkertaistettu esitys.

Sähköisen liikenteen opintokokonaisuuden opetussuunnitelman viimeistely yritysten osaamistarpeita tukevaksi

RISTO TIAINEN

Johdanto

LAB-ammattikorkeakoululle myönnettiin sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusvastuu vuonna 2022. Koulutuksen tavoitteena on tuottaa osaavia sähkö- ja automaatioinsinöörejä erityisesti Päijät-Hämeen alueen valmistavan teollisuuden tarpeisiin. Erityisenä painopistealueena on seudun sähköisen liikenteen alan teollisuus, jonka merkittävien edustaja tällä hetkellä on sähköajoneuvojen latauslaitteita valmistava Kempower Oy.

Koska koulutusvastuu on uusi, ei opetussuunnitelmaakaan ollut valmiina. Koulutus lähtee työelämän tarpeista, ja SÄHÄK-KÄ-hankkeen puitteissa kehitettiin opetussuunnitelmaa tästä lähtökohdasta.

Opetussuunnitelman vaatimukset ja rakenne

Opetussuunnitelmalle määriteltiin keskeisiksi vaatimuksiksi:

- 1** Opetussuunnitelma vastaa Päijät-Hämeen alueen teollisuusyritysten tarpeisiin.
a. Opetussuunnitelmaa laadittaessa yritysten tarpeet otetaan huomioon, ja opetuksen käynnistettyä opetusta kehitetään yhdessä alueen elinkeinoelämän kanssa.
- 2** Opetussuunnitelma sisältää SI-sähköpätevyyden hankkimiseksi edellytettävät sähköalan opinnot (45 op Valtioneuvoston asetusten 1435/2016 ja 804/2019 mukaisesti).
a. Määräykset antavat oppilaitokselle vapauden painottaa eri osa-alueita. LAB:n opetussuunnitelmassa painotukset valitaan yritysten tarpeiden mukaisesti.
- 3** Opetussuunnitelman mukaisesti toteutettu opetus tarjoaa kaikille opiskelijoille hyvät perustiedot teollisuuden sähkösuunnittelusta
- 4** Opetussuunnitelman mukaisesti toteutettu opetus tarjoaa kaikille opiskelijoille hyvät perustiedot teollisuuden automaatiosuunnittelusta
- 5** Opiskelijalle tarjotaan mahdollisuus syventyä tarkemmin teollisuusautomaatioon tai sähköiseen liikenteeseen
a. Tällä vastataan Päijät-Hämeen yritysten erilaisiin tarpeisiin
- 6** Opiskelija, joka valitsee syventymisen sähköiseen liikenteeseen, saa opetussuunnitelman mukaisesti edetessään riittävät tiedot hakeakseen halutessaan LUT-yliopiston sähköisen liikenteen maisteriohjelmaan (Electric Transportation Systems, ETS)
- 7** Opetussuunnitelma mahdollistaa monipuoliset oppimistavat, kuten työn opinnollistamisen ja yrityslähtöiset projektiopinnotkielten ja viestinnän kokonaisuudet tukevat sähkö- ja automaatiotekniikan osaamista.

Seuraavassa kuvassa on esitetty opetussuunnitelman karkea rakenne. Kaikki opiskelijat saavat hyvät perustiedot sekä sähkötekniikasta (sähköturvallisuus, sähkösuunnittelu, sähkökoneet ja -käytöt, sähkötekniset piirustukset jne.) että automaatiotekniikasta (automaation sovellussuunnittelu, PLC-ohjelmointi, PC-pohjaiset ohjausjärjestelmät, teollisuusrobotiikka jne.). Konetekniikan, tieto- ja vies-

tintätekniiikan sekä kielten ja viestinnän kokonaisuudet tukevat sähkö- ja automaatiotekniikan osaamista.

Sähköisen liikenteen syventymiskohteen laajuus on 45 opintopistettä, kun koko tutkinnon laajuus (mukaan lukien harjoittelu ja opinnäytetyö) on 240 pistettä. Käytännössä opiskelija keskittyy viimeisenä opiskeluvuotenaan valitsemaansa syventymiskohteen opintoihin ja opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyö 15op					
Harjoittelu 30 op	Sähköinen liikenne 45 op	Teollisuusautomaatio 45 op	Konetekniikan ja tietotekniikan perusteet 20 op	Kielet, viestintä ja työelämätaidot 15 op	Vapaavolintaiset opinnot 15 op
	Automaatiotekniikan perusteet 30 op				
	Sähkösuunnittelu, sähkötyöt ja sähkötekniikan sovellukset 40 op				
	Sähkötekniikan perusteet ja teoreettinen sähkötekniikka 15 op				
	Fysiikka ja matematiikka 15 op				

Kuva 1. Opetussuunnitelman yleiskatsaus. Luonnontieteiden ja sähkötekniikan teorian pohjalle rakentuu sähkö- ja automaatioinsinöörin ammatillinen osaaminen. Opiskelija voi syventyä teollisuusautomaatioon tai sähköiseen liikenteeseen. (Kuva: Risto Tiainen)

Sähköisen liikenteen syventymiskohte

Ammattikorkeakoulussa aloittaa opiskelijoita monenlaisista taustoista. Karkeasti jaoteltuna opiskelijoita on kahta merkittävää kategoriaa

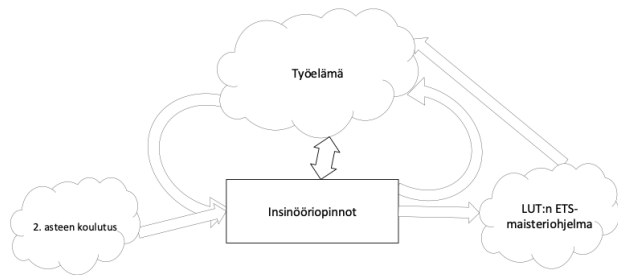
- 1) Toisen asteen koulutuksesta** (lukio, ammattikoulu) suoraan AMK:hon hakevat
- 2) Työelämästä AMK:hon hakevat, joista**

- a. osa työskentelee sähkö- ja automaatioalalla esimerkiksi asentajana, ja
- b. osa vaihtaa alaa (taustalla voi olla jo toisen alan korkeakoulututkinto).

Näitä kahta pääryhmää silmällä pitäen ammattikorkeakoulut tarjoavat opintoja sekä päiväopintoina että työelämän kanssa paremmin yhteen sovitettavissa olevina monimuoto- tai verkko-opintoina. LAB AMK:n sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusta tarjotaan sekä päiväopiskeluna että verkko-painotteisena monimuoto-opiskeluna. Tässä käsiteltävä opetussuunnitelma ja sähköisen liikenteen syventymiskohte koskee tässä vaiheessa vain päiväryhmää. Ensimmäinen päiväryhmä aloittaa syksyllä 2023.

LAB:n sähkö- ja automaatiotekniikasta valmistuvista opiskelijoista suurin osa jatkaa todennäköisesti työelämään alan työtehtäviin. LUT-yliopiston Lahden kampuksella järjestetään sähköiseen liikenteeseen keskittyvä ETS-maisteriohjelmalla (Electric Transportation Systems), ja erityisesti LAB:n sähköisen liikenteen syventymiskohteen valinneista opiskelijoista osan odotetaan jatkavan maisteriohjelmaan. Sähköisen liikenteen syventymiskohteen opintojen on siis yhtä aikaa tuotettava alan työtehtäviin soveltuvia insinöörejä ja tarjota sähkötekniikan kandidaatin tutkintoa vastaavat tiedot, joiden pohjalta on mahdollista jatkaa maisteriohjelmaan. Insinöörin tutkintoon sisältyviä 15 opintopisteen laajuisia vapaavolintaisia opintoja on mahdollista valita maisteriohjelman osaamisvaatimuksia tukevasti.

Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu opiskelijoiden erilaisia reittejä koulutuksen ja työelämän välillä.



Kuva 2 Opiskelijoiden reittejä sähkö- ja automaatiotekniikan opintoihin ja työelämään. Yritysten kanssa tehdään runsaasti yhteistyötä jo opintojen aikana mm. projektitöiden, vierailuluentojen, yritysvierailujen ja harjoitustöiden muodossa. (Kuva: Risto Tiainen)

Syventymiskohteen opinnot

Sähköisen liikenteen syventymiskohteen opiskelussa keskitytään tietoihin ja taitoihin, joita tarvitaan tehoelektronikkalaitteiden tuotekehityksen tehtävissä painottaen erityisesti sulautettua ohjelmistokehitystä. Sovellusesimerkit ja projektityöt liittyvät sähköisen liikenteen alaan ja sähköajoneuvoissa tai niiden latausjärjestelmissä tarvittavaan tekniikkaan, mutta opiskelu antaa hyvät valmiudet työskennellä myös muille sovellusalueille suunnattujen laitteiden tuotekehitystehtävissä.

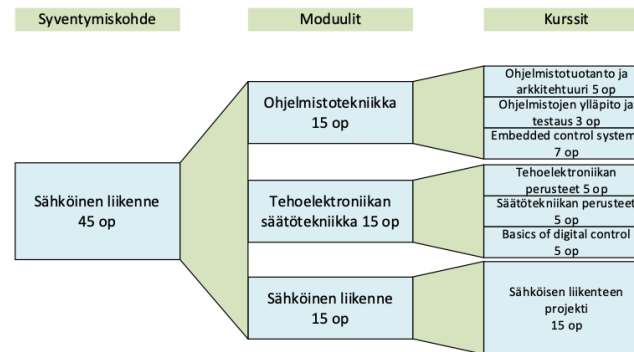
Opintojen teoriaosuuden keskeisimmät teemat ovat

- 1. Tehoelektronikan perusteet.** Tyypilliset tehopuolijohdekomponentit ja kytkennät sähköisen liikenteen sovelluksissa (tasa- ja vaihtosuuntaus, erotetut ja erottamattomat DC/DC-hakurit).
- 2. Tehoelektronikan säätötekniikka.** Säätötekniikan perusteet (PID-säätö, tilasäätö jne.). Tehoelektronikkalaitteiden säätötekniikka.
- 3. Ohjelmistotekniikka.** Ohjelmistoarkkitehtuurit, ohjelmistokehityksen menetelmät ja prosessit, ohjelmistojen ylläpito, ohjelmistotestauksen perusteet. Sulautetut järjestelmät ja erityisesti tehoelektronikan ohjelmallisen säädön vaatimukset ohjelmistolle.

Osa-alueet muodostavat keskenään jatkumon. Tehoelektronikan, säätötekniikan ja ohjelmistotekniikan osaaminen yhdessä antavat eväät tehoelektronikkalaitteen ohjauksen ja säädön toteuttamiseen.

Opintokokonaisuuteen kuuluu edellä kuvattujen osuuksien lisäksi myös laaja, 15 opintopisteen laajuinen projekti. Projektin aiheet voivat tulla teollisuudesta tai LAB:n omista tarpeista. Projektissa olennaista on paitsi laitteen tai jonkin sen osan suunnitteleminen, toteuttaminen ja testaaminen, niin myös projektityöskentelytaitojen harjoittelu. Parhaassa tapauksessa projektissa on mukana sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoiden lisäksi myös esimerkiksi mekaniikan ja tieto- ja viestintätekniikan opiskelijoita, muotoilun opiskelijoita sekä yrityselämän edustajia.

Seuraavassa kuvassa on esitetty kurssien otsikoiden tasolla sähköisen liikenteen syventymiskohteen sisältö. Opinnot sijoittuvat opiskelujen loppupäähän, ja kaikissa kokonaisuuksissa itse tekeminen (sisältäen mm. laboratoriossa tapahtuva kytkentöjen ja ohjauksien tekeminen ja mittausten tekeminen) on keskeisessä osassa.



Kuva 3 Sähköisen liikenteen syventymiskohteen sisältö kurssitasolla. (Kuva: Risto Tiainen)

Niin työelämä sähköisen liikenteen alalla kuin mahdolliset jatko-opinnot LUT:n ETS-ohjelmassakin edellyttää kykyä työskennellä englannin kielellä. Siksi osa kursseista on suunniteltu pidettävän englanniksi (Embedded control systems ja Basics of digital control). Lisäksi projektikursilla työskentely voi projektista riippuen edellyttää englannin kielen suullista ja kirjallista käyttöä.

Poisvalinnoista

Edellä kuvattu 45 opintopisteen kokonaisuus pyrkii antamaan sellaiset perustiedot, joiden pohjalta (yhdessä muiden sähkö- ja automaatiotekniikan oppisisältöjen kanssa) vastavalmistunut insinööri voi toimia tehoelektronikan tuotekehitystehtävissä. Sisällöt on valittu siten, että niistä muodostuu järjkevä kokonaisuus. Joitain erityisesti sähköisen liikenteen kannalta keskeisiä kokonaisuuksia on jouduttu jättämään niin sanotusta teoriaosuudesta (muut kuin projektikurssi) pois, esimerkiksi

- Erilaiset sähkö- ja hybridijärjestelmät ajoneuvoissa, akkutekniikat, akunhallintajärjestelmät ja akkujen kemia
- Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät järjestelmätasolla, sähköajoneuvojen latauksen vaatimukset ja mahdollisuudet sähköverkkojen kannalta, vehicle-to-x
- Ajoneuvoteollisuuden ohjelmistokehityksen erityispiirteet (Automotive SPICE, AUTOSAR-arkkitehtuuri, MISRA-C jne.), ajoneuvoteollisuuden projektinhallinnan erityispiirteet (APQP jne.), toiminnallisen turvallisuuden (ISO 26262) ja kyberturvallisuuden (ISO 21434) tavoitteet ja menetelmät
- Ajoneuvoteollisuuden mekaaniset erityisvaatimukset ja niiden testaaminen, sä- ja ympäristövaatimukset; tehoelektronikan jäähdytysratkaisujen teoria ja käytännöt

Sähköinen liikenne on käsitteenä laaja, ja esimerkkejä olisi helppo listata lisää. Sähköisen liikenteen projekti mahdollistaa vuosittain ja projektiryhmittäin vaihtuvat teemat, syventäviä opintoja on mahdollista hakea suorittamaan LUT:n maisteriohjelmiaan, ja oppia myöhemmin työelämässä. Paitsi laaja sähköisen liikenteen projekti niin myös erilaiset pienemmät projektit ja harjoitustyöt opintojen yhteydessä mahdollistavat sekä opiskelijoille että toimeksi antaville yrityksille lisätiedon hankkimisen valituista aiheista.

Lähteet

Valtioneuvoston Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä. 1435/2016. Finlex. Viitattu 15.8.2023. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161435>

Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. 804/2019. Viitattu 15.8.2023. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190804>

Kuvat

Kuva 1. Tiainen, R. 2023. Opetussuunnitelman yleiskatsaus.

Kuva 2. Tiainen, R. 2023. Opiskelijoiden reittejä sähkö- ja automaatiotekniikan opintoihin ja työelämään.

Kuva 3. Tiainen, R. 2023. Sähköisen liikenteen syventymiskohteen sisältö kurssitasolla.

Yhteenveto

Sähkö- ja automaatiotekniikan insinööriopetus LAB AMK:n Lahden kampuksella pyrkii vastaamaan alueen teollisuuden tarpeisiin. Koulutus tarjoaa hyvät valmiudet toimia teollisuuden sähkö- ja automaatioasunnittelun tehtävissä. Sähköisen liikenteen syventymiskohteen mahdollistaa työskentelyn tehoelektronikkalaitteiden tuotekehitystehtävissä erityisesti sähköisen liikenteen laitevalmistajien palveluksessa, mutta myös muilla aloilla.

Ensimmäiset opiskelijat aloittavat sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelun LAB:n Lahden kampuksella syksyllä 2023. Opintojen suunniteltu kesto on neljä vuotta, ja sähköisen liikenteen opintokokonaisuus sijoittuu opintojen loppupäähän. Aktiivista yhteistyötä alueen yritysten kanssa toivotaan opintoihin liittyen yleisesti, ja sähköisen liikenteen kokonaisuuteen erityisesti. Opetussuunnitelman sisältöä suunniteltaessa on myös huomioitu mahdollisuus jatkaa LUT:n sähköisen liikenteen maisteriohjelmaan.

Tulvaisuustyöpajat – Sähköistyvä liikenne ja logistiikka

JARI PÖYHÖNEN JA PIA NIUTA

Johdanto

Osana SÄHÄKKÄ -hanketta toteutettiin kolme hankesuunnitelman mukaista tulvaisuus-työpajaa. Työpajat olivat teemoiltaan Sähköistyvä liikenne ja logistiikka, älykäs tuotanto ja tulvaisuuden ammattiosaajat. Hankkeen alkuvaiheessa tavoitteena oli käyttää työpajojen antia ensisijaisena työkaluna ohjaamaan koulutustuotteiden ja koulutustarjonnan kehittämistä. Koronapandemian pitkittyessä kävi kuitenkin selväksi, että koulutustarjonnan kehittäminen ja suuntaaminen on aloitettava jo ennen kuin työpajoja on mahdollista järjestää.

Työpajojen verkostokumppaniksi löytyi syksyllä 2021 sähköisen liikenteen klusteri Lahti GEM, jota hallinnoi Lahden seudun kehitysyhtiö LADEC. Yhdessä Lahti GEM kanssa päätettiin työpajojen järjestämisestä vuoden 2022 aikana. Kaksi työpajaa järjestettiin virtuaalisesti helmikuussa ja toukokuussa ja kolmas yleisötilaisuutena

Salpauksen tiloissa osana laajempaa sähköisen liikenteen teemapäivää.

Työpajoihin osallistui yhteensä yli 200 henkilöä joista pääjoukko oli ammatillisen koulutuksen opettajia ja muuta henkilökuntaa. Esittäjinä, alustajina ja osallistujina oli kymmeniä henkilöitä eri yrityksistä ja organisaatioista. Työpajojen myötä opetushenkilöstön verkostot ja tietoisuus sähköalan toimijoiden tarpeista kehittyi merkittävästi.

Tulvaisuustyöpaja 1: Sähköinen liikenne ja logistiikka

Tulvaisuustyöpaja 2: Älykäs tuotanto

Tulvaisuustyöpaja 3: Tulvaisuuden ammattiosaajat

Sähköajoneuvopäivä

Tulevaisuustyöpaja 1

Sähköinen liikenne ja logistiikka

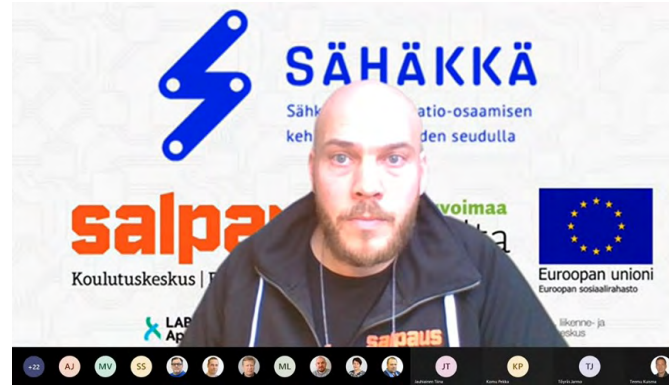
Ensimmäinen tulevaisuustyöpaja: Sähköinen liikenne ja logistiikka järjestettiin Teams -ympäristössä virtuaalisesti 17.2.2022. Tilaisuuden isäntänä toimi **Jari Pöyhönen** ja Lahti GEM edustajana **Tiina Jauhiainen**. Webinaarin tavoitteena oli luoda käsitys sähköistyvän liikenteen ja logistiikan kehittymisnäköymistä ja siten ennakoida tulevia osaamistarpeita erityisesti Lahden alueella. Avoin webinaari oli kohdistettu ammatillisen koulutuksen opetushenkilöstölle, koulutuksen erilaisille sidosryhmille sekä kaikille teemasta kiinnostuneille yrityksille ja toimijoille.

Työpajan kesto oli noin 1h 45 minuuttia ja osallistujia oli yhteensä 60.

Osallistujat

Tilaisuuden 60 osallistujasta 47 oli Salpauksen henkilökuntaa ja 13 muista organisaatioista. **Tiina Jauhiainen** alusti Lahti GEM klusterin tavoitteet, toimintamallit ja verkostot sekä esitteli Lahti GEM kautta kutsutut alustajat työpajasarjan ensimmäiseen toteutukseen.

Eemil Rauma, Chief Impact officer, ITS Finland:sta esitteli oman organisaationsa ja antoi kattavan kuvauksen erityisesti Suomen tavara-liikenteen ja ajoneuvoliikenteen tilanteesta sekä sen sähköistämiseen liittyvistä vaikutuksista ja ilmiöistä. Erityisen tärkeäksi Rauma nosti koulutuksen merkityksen.



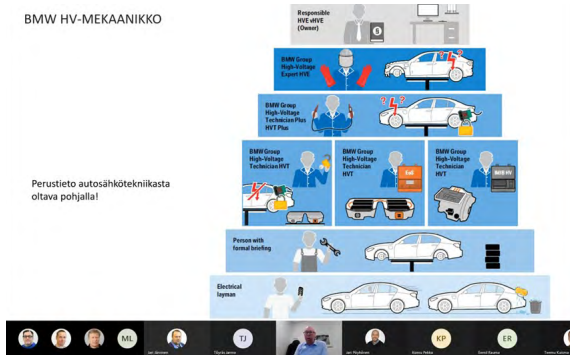
Kuva 1. Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan aiheena oli Sähköinen liikenne ja logistiikka. (Ruutukaappaus: Jari Pöyhönen)

Mikko Järvinen, Aftersales Manager Laakonen Oy:ta esitteli ajoneuvojen sähköistymistä autoliikkeen näkökulmasta. Järvinen kertoi jo viidenteen sukupolveen ehtineestä BMW akkuevoluutiosta ja muutoksen nopeuden haasteista osaavan henkilökunnan kouluttamiselle. Samalla tutkittiin ammatillisen koulutuksen ja autovalmistajien rooleja sähköisten ajoneuvojen mekaanikkokoulutuksessa.

Jarkko Töyräs, LSK Group liiketoimintajohtaja, esitteli organisaationsa toimintaa ja lähestyi aihetta talotekniikan näkökulmasta. Erityisenä nostona hän toi esiin ammatillisiin kohdistuvat yhä laaja-alaisemmat vaatimukset erityisesti asiakasrajapinnassa sekä oman motivaation ja asenteen merkityksen alalle tulevien uusien henkilöiden ominaisuutena.

CTO **Mikko Veikkolainen** esitteli Kempowerin konseptin ja puhui rajusti kasvavan yrityksen osaajatarpeista sekä nosti aikaisempien puhujien tapaan henkilön persoonan ja motivaation keskeiseksi menestystekijäksi. Puheenvuoron yhteydessä käsiteltiin oppilaitoksen roolia voimakkaasti rekrytoivan yrityksen tukena.

Pekka Komu Lahti GEM:sta esitteli Kymringin suunnitelmia ja mahdollisuuksia tulevaisuuden ajo-opetuksessa sekä ajoneuvojen testauksessa ja kehittämisessä. Toteutuessaan Four Season mobilitypark avaa täysin uusia mahdollisuuksia sähköisen liikenteen ja logistiikan tutkimus- ja kehityshankkeille.



Kuva 2. Sähköiset ajoneuvot muuttavat mekaanikkokoulutuksen sisältöä merkittävästi. (Ruutukaappaus: Jari Pöyhönen)

Tulokset

Ensimmäinen työpaja onnistui odotusten mukaisesti ja täytti tavoitteet siinä, että sähköisen liikenteen ja logistiikan ilmiötä onnistuttiin käsittelemään melko tiiviissä ajassa erittäin monipuolisesti ja laaja-alaisesti. Työpajan esittäjien nostot ja esitysten sisältö vahvistivat käsitystä, joka Solpauksessa on ollut suhteessa teollisuuden nykyhetken ja tulevaisuuden tarpeisiin. Eri-tyisen hedelmällistä oli, että pääjoukko oli sähköön tai logistiikkaan liittyviä opettajia ja heidän esimiehiään. Näin tulevaisuuden trendit saatiin välitetyä suoraan koulutusta toteuttavalle ja suunnittelevalle henkilöstölle, joiden työpanoksella on keskeinen merkitys koulutuksen suuntaamisessa oikealla tavalla.

Tulevaisuustyöpaja 2

Älykäs tuotanto

Toinen tulevaisuustyöpaja: "Älykäs tuotanto" järjestettiin Teams -ympäristössä virtuaalisesti 17.5.2022. Tilaisuuden emäntänä toimi **Pia Niuta** ja Lahti GEM edustajana **Tiina Jauhainen**.

Työpajan kesto oli noin 1h 30 minuuttia ja osallistujia oli yhteensä 35.

Osallistujat

Antti Havola (Director, Program Management), Valmet Automotive Oy esitteli Valmet Auto-motiven esimerkkejä automatisoinnista. Esityksen päätteeksi käytiin keskustelua "Digital Twin" -tekniikan hyödyntämisestä.



Kuva 3. Toisen tulevaisuustyöpajan aiheena oli Älykäs tuotanto. (Ruutukaappaus: Pia Niuta)

Iiro Aalto (Business Unit Director), Etteplan Oy puhui puheenvuorossaan muun ohella siitä, miten tärkeässä roolissa on ongelmanratkaisukyky ja itsenäinen ajattelu nykypäivän auto-matisoituvassa ja älykkäässä teollisuudessa.

Tero Järveläinen (Research and Development Director), Danfoss Oy korosti tarvetta täysimittaiseen automatisointiin ja manuaalisen työn minimointiin sekä suunnittelun virtualisoinnista osana kilpailukykyä. Erityisesti tehoelektronikan yhteydessä työturvallisuus sähkö-vaarallisissa toimintaympäristöissä korostuu.

Konsta Leino (Sales Manager), Eaton Power Quality Oy esitteli suunnitelman uusiin toimintatiloihin siirtymiseksi ja uusien tilojen myötä syntyvään kasvuun liittyen. Älykäs tuotanto mahdollistaa tuotteen kustomoimisen ja tuotannon joustavuuden sekä tehostumisen. Myös hän korosti yksilön ongelmanratkaisutaitojen merkitystä ja perustietojen hyvää hallintaa sekä uuden oppimisen kykyä.

Karoliina Salminen (Lead, Smart manufacturing), VTT Oy loi katsauksen teollisuuden muutokseen ja millaisia vaikutuksia sillä on paitsi yksilölle ja toisaalta koko teollisuuden ekosysteemille.

Tulokset

Ensimmäinen työpaja onnistui odotusten mukaisesti ja täytti tavoitteet siinä, että sähköisen liikenteen ja logistiikan ilmiöitä onnistuttiin käsittelemään melko tiiviissä ajassa erittäin monipuolisesti ja laaja-alaisesti. Työpajan esittäjien nostot ja esitysten sisältö vahvistivat käsitystä, joka Salpauksessa on ollut suhteessa teollisuuden nykyhetken ja tulevaisuuden tarpeisiin. Erityisen hedelmällistä oli, että pääjoukko oli sähköön tai logistiikkaan liittyviä opettajia ja heidän esimiehiään. Näin tulevaisuuden trendit saatiin välitettyä suoraan koulutusta toteuttavalle ja suunnittelevalle henkilöstölle, joiden työpanoksella on keskeinen merkitys koulutuksen suuntaamisessa oikealla tavalla.

Toinen työpaja onnistui erinomaisesti. Älykkään tuotannon erilaisiin ilmiöihin onnistuttiin pureutumaan useasta näkökulmasta. Työpajan esittäjien nostot ja esitysten sisältö vahvistivat käsitystä, joka Salpauksessa on ollut suhteessa teollisuuden nykyhetken ja tulevaisuuden tarpeisiin. Osallistujien pääjoukko oli ensimmäisen työpajan tavoin sähköön tai logistiikkaan liittyviä opettajia ja heidän esimiehiään. Näin tulevaisuuden trendit saatiin välitettyä suoraan koulutusta toteuttavalle ja suunnittelevalle henkilöstölle, joiden työpanoksella on keskeinen merkitys koulutuksen suuntaamisessa oikealla tavalla.

Työpajan näkökulmia huomioitiin tässä vaiheessa jo hyväksytyin uuden tutkinnon osan "Sähkölaitteiden kokoonpano ja huolto" toteutussuunnitelman viimeistelyssä ja seuraavaksi syksyksi suunniteltujen koulutuspiilottien sisällössä.

Tulevaisuustyöpaja 3

Tulevaisuuden ammattiosaajat

Kolmas tulevaisuustyöpaja järjestettiin Lahdessa Salpauksen Vipusenkadun kampuksella 5.10.2022. Tulevaisuustyöpaja oli hankesuunnitelmassa suunniteltu tehtäväksi "hyperautomaatio" -teemalla, mutta hankkeen edetessä kävi ilmi, että hyperautomaatio on käsitteenä verrattain abstrakti ja sen sijaan hankkeen tavoitetta palveli paremmin kaksi edellistä työpajaa kokoava tilaisuus, jossa ensimmäistä kertaa koronaepidemian jälkeen koulutuksen ammattilaiset ja työelämän edustajat pääsivät henkilökohtaisesti ja kasvotusten keskustelemaan tulevaisuuden osaamistarpeista. Tulevaisuustyöpajan otsikoksi määrittyi Tulevaisuuden ammattiosaajat.

Osallistujat

Tilaisuuteen osallistui yhteensä 83 henkilöä. Jälleen pääjoukko oli Salpauksen tekniikan alojen opettajia ja muuta henkilökuntaa. Työpajan fasilitaattorin toimesta aluksi luotiin kolmivaiheinen malli työskentelyn pohjaksi. Aluksi luotiin lähtötilannekuva ja ymmärrys siitä missä ollaan. Toisessa vaiheessa luotiin yhteinen visio, minne ollaan matkalla. Kun yhteinen lähtötilanne ja visio oli luotu, pöytäryhmät ryhtyivät etsimään konkreettisia askeleita yhdessä aikajanan ja apukysymysten avulla. Tilaisuudessa kokeiltiin mallia, jossa livekuvittaja koostaa lopputuotteen seuraten ryhmien keskustelua sekä puheenvuoroja ja muodostaen tuloksista jatkuvasti muuttuvan visuaalisen kokonaiskuvan. Kehittyvä kuva oli nähtävissä tilan screeniltä reaaliaikaisesti. Työpajan koontivaiheessa taiteilija esitti kuvansa ja täydensi sitä purkuvaiheen keskustelun edetessä. Visualisoinnista tuotettiin lopuksi tulostettava kuva työpajan tulosten jakamiseksi.



Kuva 4. Kolmannen tulevaisuustyöpajan pöytäryhmäkeskustelut. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Sähköajoneuvopäivä osana tulevaisuustyöpajaa

Osana kolmatta tulevaisuustyöpajaa järjestettiin toisen asteen opiskelijoille ja henkilökunnalle suunnattu sähköajoneuvopäivä Vipusenkadun kampuksella. Tilaisuus oli yleisölle avoin ja sinne oli kutsuttu Salpauksesta ja Lahden lukioista lähes tuhat toisen asteen opiskelijaa opettajineen. Lopulta osallistujia saapui paikalle noin 650.

Sähköajoneuvopäivän tarkoituksena oli konkretisoida SÄHÄKKÄ -hankkeen edellisissä tulevaisuustyöpajoissa sekä yritysten kanssa toimiessa havaittuja osaamistarpeita ja viestittää niistä opiskelijoille konkreettisten esimerkkien avulla sekä työelämän esittämänä. Lahti GEM toimi keskeisessä roolissa kutsuessaan esittelijöitä ja näytteilleasettajia tilaisuuteen.

Tapahtuman kesto oli noin kolme tuntia ja se koostui kuudesta kohteesta, joihin oli aikataulutettu opastus. Kohteissa oli tarjolla joko asiantuntijaluento tai esittelyitä.

1. **Sähköautojen ja latauslaitteiden näyttely** / useita toimijoita
2. **Kevytajoneuvonäyttely ja XAMK opinnäytteenä valmistettu sähkömoottoripyörä**
3. **Tulevaisuuden logistiikka** / UDT Technologies
4. **Infrastruktuuri** / Despro Oy
5. **Sähkömoottorit** / LUT, LAB ja Salpaus yhdessä
6. **Kilpa-ajoneuvot** / LUT

Salpauksen piha-alueella oli kaikkiaan seitsemän erilaista sähköautoa ja useita latauslaitteita. Mukana näyttelyä olivat toteuttamassa Kempower, Cavion/eChargie, Laakkonen, Nelipyörä, City-Yhteisautot ja Suomen sähköautoilijat. Tapahtuman buustaajana toimi Sähköautomiehet-podcast.

XAMK esitteli opinnäytetyönä oppilaitoksessa valmistettua sähköistettyä moottoripyörää. Lisäksi näyttelyssä oli sähköpolkupyöriä, mopoja ja erilaisia potkulautoja. UDT Technologies esitteli opiskelijoille tulevaisuuden logistiikkavisioiden erityisesti kaupunkiolosuhteissa. Visioissa korostui kehittyvän teknologian ja kiihtyvän automatisoitumisen tuomat mahdollisuudet. Despro Oy esitteli opiskelijoille tulevaisuuden infrarakentamista ja kertoi työstä sekä osaamisesta, jota alalla tarvitaan. Esityksessä korostui erityisesti tulevan työntekijän motivaatio oppia jatkuvasti uutta. Salpauksen, LAB:n ja LUT:n sähköalan opettajat esittelivät yleisölle sähkömoottoriteknologiaa yhteisessä työpajassa. Sähköisen liikenteen professori **Lassi Aarniovuori** esitteli LUT-yliopiston kilpamoottoripyöräprojektia innostavalla esityksellään.

Tulokset

Tapahtumasta koostettiin tulokset pöytäryhmien tuottamasta materiaalista. Nykytila-analyyssissä tuli esiin mm. se, että roolit kouluttajien ja yritysten välillä ovat välillä epäselviä ja kouluttajilla ei ole tarpeeksi tietoa yritysten tarpeista.

Konkreettisia yhteistyön mahdollisuuksina tuli esille mm. laaja-alaiset yli alojen rakennetut tutkinnot ja kohdennettu koulutus. Lisäksi opettajien työelämäjaksojen lisääminen koettiin mahdollisuudeksi ammattitaidon ylläpitämiseksi muuttuvassa maailmassa.



Kuva 5. Sähköajoneuvopäivillä pääsi kokeilemaan mm. sähköautoilua. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Pohdinta

Sähköisen liikenteen ja logistiikan kehitys on tällä hetkellä räjähdysmäisen nopeaa. Julkisrahoitteiset instituutiot, kuten koulutusjärjestelmä, pysyvät muutoksen mukana vain vaivoin. Työpajoissa kävi ilmi teknologian nopea kehittyminen, ja on ilmeistä, että koulutusorganisaatiot yksin eivät voi vastata osaamispulaan. Toisena vahvasti esiin nousseena tekijänä oli henkilöiden persoonallisuustekijät. Kaikki työelämän edustajat toivat asenteen ja motivaation merkitystä esiin. Näistä johtopäätöksenä voidaan todeta, että koulutusjärjestelmän tärkeimmiksi tehtäviksi jää vankan tiedollisen perustan rakentaminen sekä oppimaan oppimisen ja henkilökohtaisen kehittymisen taitojen tukeminen osana ammatillista peruskoulutusta.

Useat teknologiat pohjautuvat lopulta hitaammin muuttuviin laajempiin perusasioihin ja ilmiöihin, joiden hallinta on tärkeää. Nämä perusilmiöt ovat niitä, joihin ammatillisen koulutuksen tulisi keskittyä ja panostaa. Edistyskellisempi teknologia on perustellustikin koulutettavissa erilaisten laitevalmistajien ym. toimesta ja oppilaitoksen rooli on fasilitoida näille ympäristö, jossa niiden oppiminen olisi mahdollisimman tehokasta niin työuran alussa kuin sen edetessäkin.

Työpajojen jälkeen ryhdyttiin kehittämään sähkön perusteiden ymmärtämiseen liittyvää aineistoa, josta voidaan tuottaa verkossa tapahtuvia koulutuskokonaisuuksia ja lisäksi erillisen sähkölaitteiden tuotanto ja -huoltotutkimuksen osan kehittämistyö käynnistyi.

Kuvat

KUVA 1. Pöyhönen, J. 2022. Ensimmäisen tulevaisuustyöpajan aiheena oli Sähköinen liikenne ja logistiikka.

KUVA 2. Pöyhönen, J. 2022. Sähköiset ajoneuvot muuttavat mekaanikkokoulutuksen sisältöä merkittävästi.

KUVA 3. Niuta, P. 2022. Toisen tulevaisuustyöpajan aiheena oli Älykäs tuotanto.

KUVA 4. Pöyhönen, J. 2022. Kolmannen tulevaisuustyöpajan pöytäryhmäkeskustelut.

KUVA 5. Pöyhönen, J. 2022. Sähköajoneuvopäivillä pääsi kokeilemaan mm. sähköautoilua.

TP4

Koulutustuotteiden pilotointi

Koulutustuotteiden pilotointi – Digital Twin opintojakso

MARKKU LEVANEN

Johdanto

Digitalisaation ja teknologian kehitys mahdollistaa virtuaalisen mallin luomisen fyysisistä laitteista tai laitekokonaisuuksista. Sen vuoksi digitaalinen kaksosen eli digital twin on terminä nopeasti yleistyvää. Digitaalisia kaksosia voidaan käyttää fyysisten laitteiden toimintojen ja prosessien, tai palveluiden simuloimiseen virtuaalisesti. (Madni ym. 2019, 1)

Digitaalisen kaksosen markkina-arvo oli 3,8 miljardia dollaria vuonna 2019, ja sen uskotaan nousevan 35,8 miljardiin dollariin vuoteen 2025 mennessä (IET, 2019). Digitaalisen kaksosen käyttämisen odotetaan parantavan tehokkuutta noin 10 %. Teollisuuden aloilla nähdään tarve digitaaliselle kaksoselle, mutta sen käyttöönottoa vaikeuttaa suuri määrä erilaisia määritelmiä ja tulkintoja.

Teknologia-teollisuuden piirissä digitaalista kaksosta eli laitteen tai tuotantolinjan virtuaalista ilmentymää voidaan hyödyntää mm. tuotekehityksessä, myynnin tukena, asiakaskoulutuksessa, tuotannon simuloinnissa ja virtuaalisessa käyttöönotossa. Aiheesta ei ole juurikaan ammattikorkeakoulutasoista koulutusmateriaalia ja sen vuoksi aihepiiristä tehtiin viiden opintopisteen laajuinen koulutus. Se toteutettiin verkkokoulutuksena, jotta se olisi saatavilla myös muille ammattikorkeakouluille.

Toteutus

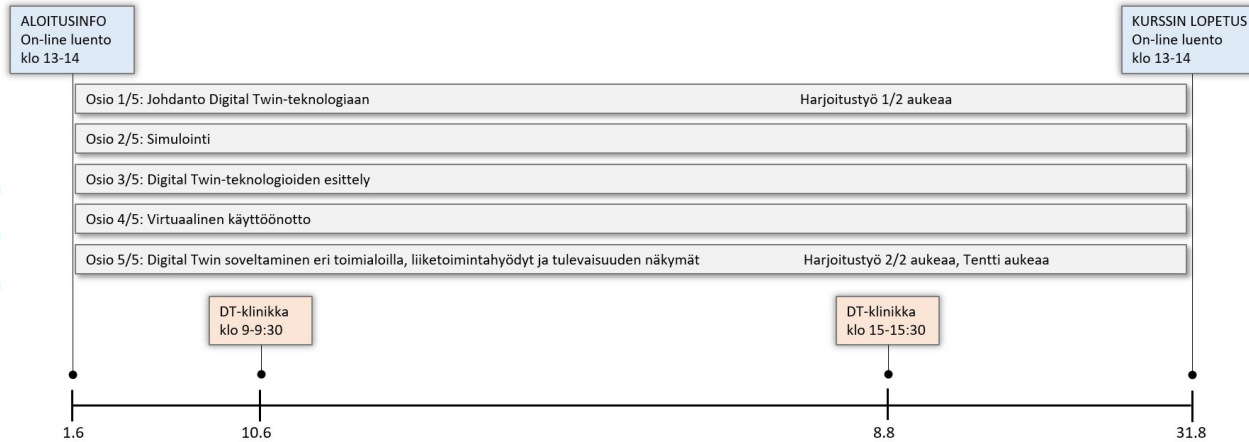
Opintojakso toteutettiin LAB-ammattikorkeakoulun Moodle-alustaan tehtynä verkkototeutuksena. Opintojakson nimeksi valikoitui Digital Twin perusteita eri toimialoille. Nimensä mukaisesti opintojakso sisältää teknologian perusteita ja teknologiaa tarkastellaan useilla eri toimialoilla. Digital twin-teknologia onkin varsin laaja ja sitä hyödynnetään monin eri tavoin ja sovelluksin toimialakohtaisesti.

Oppimistavoitteiksi opintojaksolle määriteltiin seuraavat kokonaisuudet, joita opiskelijan tulee osata:

- määrittää Digital Twin-järjestelmän rakenteen
- muodostaa kokonaiskuvan Digital Twin-sovelluksien mahdollisuuksista
- vertailla simulointia ja Digital Twin-teknologiaa
- tehdä vaatimusmäärittelyn Digital Twin-sovellukselle
- soveltaa Digital Twin-teknologian hyötyjä liiketoiminnassa

Opintojakson pystyy suorittamaan täysin itsenäisesti sekä aikaan ja paikkaan sitomattomasti. Luennot olivat nauhoitettuja luentovideoita ja luentokalvot PDF-muodossa olivat myös opiskelijan käytössä. Moodle-alustalla oli myös runsaasti erilaista tukimateriaalia, kuten vierailuluentoisjavierailun talenteita, webinaareja, lyhyitä videoita YouTubesta, artikkeleita, blogeja, podcasteja ja e-kirjoja. Opintojakson alussa pidettiin etäyhteyden avulla aloitusluento, opintojakson aikana oli mahdollisuus pistäytyä etäyhteyden välityksellä on-line klinikalla kahdesti kysymässä erilaisia opintojaksoon liittyviä asioita tai tukea ja lopuksi oli etäyhteyden avulla järjestetty lopetus- ja yhteenvetoluento. Näin verkkototeutukseen saatiin muutamia tapaamisia opettajan ja opiskelijoiden välillä.

Opintojakson arviointikriteerit muodostuivat yhden verkkotentin ja kahden harjoitustyön kokonaisuudesta. Harjoitustyön arvioitiin asteikolla hyväksytty - hylätty ja tentin arviointi oli numeerinen 0 - 5 asteikolla. Opintojakson kokonaisarviointi tuli tentin perusteella, mutta molemmat harjoitustyöt tuli myös suorittaa hyväksytysti, jotta opintojakson sai suoritettua.



Kuva 1. Opintojakson aikataulu ja sisältö. (Kuva: Markku Levanen)

Opintojakson sisältö jaettiin viiteen eri osa-alueeseen seuraavasti:

- Osio 1/5: Johdanto Digital Twin-teknologiaan
- Osio 2/5: Simulointi
- Osio 3/5: Digital Twin-teknologioiden esittely
- Osio 4/5: Virtuaalinen käyttöönotto
- Osio 5/5: Digital Twin soveltaminen eri toimialoilla, liiketoimintahyödyt ja tulevaisuuden näkymät

Kukin osa-alue oli oma looginen kokonaisuutensa ja siten opiskelijalle helppo hahmottaa. Verkkototeutuksissa on hyvä huomioida, että monesti opintojakson käytännön suorittaminen tapahtuu myös osissa, joten opintojakson rakenne tuki myös tätä ajattelumallia. Kaikki osiot olivat opiskelijalle opiskeltavissa heti ensimmäisestä päivästä alkaen. Luonnollista oli opiskella osiot järjestyksessä, mutta ne oli myös mahdollista opiskella ensimmäisen osion jälkeen myös haluamassaan järjestyksessä. Opintojakson rakenne ja aikataulus on esitetty kuvassa 1.

Pilotoinnin ajankohta oli 1.6.2022–31.8.2022. Pilotointi toteutettiin Campuson-line-opintojaksona, joten se oli avoinna eri ammattikorkeakoulujen opiskelijoille kautta maan.

Osio 1/5:

Johdanto Digital Twin-tekniikkaan

Opintojakson ensimmäisen osion ajatus oli esitellä aihetta, siihen liittyvää terminologiaa ja siihen läheisesti liittyviä teknologioita. Osiossa alussa kuvattiin, miten fyysinen maailma, virtuaalinen maailma ja niiden välinen yhteys määritellään. Määritelmään liittyy myös integraation tasot eli digitaalisella mallilla (esim. laitteet 3D-malli) ei ole minkäänlaista automaattista tiedonsiirtoa fyysisen ja digitaalisen välillä, digitaalinen varjo integroi yksisuuntaisen tiedonsiirron fyysisestä maailmasta digitaaliseen esimerkiksi sensoreilta, kun taas täysin integroitu digitaalinen kaksonen on taso, jossa virtuaalisen ja fyysisen maailman välillä on kaksisuuntainen tiedonsiirto (Kritzinger ym. 2018, 1017).

Digitaaliset kaksoiset voidaan Madni ym. (2019, 5) mukaan jakaa neljään eri tasoon. Taso 1 on digitaalisen kaksoisen esiaste, jossa sillä ei ole fyysisistä kaksosta, eikä se täten saa dataa fyysisistä antureista. Sen tarkoitus on toimia virtuaalisen mallina. Taso 2 on digitaalisen kaksoisen perustaso, joka pystyy liittämään suorituskykyyn, kuntoon, sekä huoltoon liittyvät tiedot fyysisestä kaksosesta anturien avulla. Se saa fyysiseltä kaksoselta anturitiedon erissä, joita voidaan hyödyntää korkean tason päätöksenteossa käsitteellisessä suunnittelussa, teknologian määrittelyssä, alustavassa suunnittelussa, sekä kehittämisessä. Taso 3 on mukautuva digitaalinen kaksonen. Se sisältää mukautuvan käyttöliittymän fyysiselle ja digitaaliselle kaksoselle. Suurin ero tässä tasol-

la on se, että käyttöliittymä pystyy oppimaan käyttäjän käyttäytymistä ja mieltymyksiä, ja mukautumaan siihen. Tämä mahdollistetaan neuroverkkoon perustuvaan koneoppimiseen. Taso 4 on älykäs digitaalinen kaksonen. Se sisältää kaikki tason 3 ominaisuudet, ja lisäksi ohjaamattoman oppimisen mahdollistaman kyvyn erotta toimintaympäristössä kohdattavia esineitä ja malleja.

Tässä osiossa esitellään lyhyesti myös termit IoT (Internet of Things) ja IIoT (Industrial Internet of Things). Teollinen internet sisältää datan keräämistä laitteista sekä datan analysointia ja tiedon hyödyntämistä prosessien ja työskentelytapojen optimoimiseen. Mitä enemmän järjestelmästä saadaan dataa, sitä helpompi on tunnistaa mahdolliset pullonkaulat ja haasteet koko tuotanto- tai toimitusketjusta. Ennakoiva huolto (predictive maintenance) tai lähes sen synonyymi etäkunnonvalvonta (remote condition monitoring) on teollisen internetin sovellusalueista se, johon kohdistuvat kaikkein suurimmat odotukset (Collin & Saarelainen 2016, 73).

Analytiikka liittyy kiinteästi niin digitaalisiin kaksoisiin kuin IoT- ja IIoT-järjestelmiin. Lisäksi tässä osiossa käytiin läpi kyberfyysisiä järjestelmiä ja erityyppisiä Digital Twin -järjestelmiä.

Ensimmäinen harjoitustyö liittyi johdanto-osion sisältöihin. Sen tarkoituksena oli, että opiskelijat tutustuisivat erilaisiin digitaalisen kaksoisen sovelluksiin itsenäisesti, jotta ymmärrys ja kiinnostus asiaan laajenisi.

Osio 1/5: Johdanto Digital Twin-tekniikkaan

Digital Twin - Johdanto - LUENTOMATERIAALI

Digital Twin - Johdanto - LUENTOTALLENNE (59 min)

Tukimateriaalia:

- Digital twins: Deloitte's Tech Trends 2020 report (2 min)
- What is Digital Twin? How does it work? (2 min)
- Why digital twins will be the backbone of industry in the future (3 min)
- What is a Digital Twin? How Intelligent Data Models Can Shape the Built World (4 min)
- What is IIoT (Industrial Internet of Things)? (2 min)
- Introduction to Digital Twin: Simple, but detailed (7 min)
- Podcast: Realizing the promise of digital twins (27 min)

Palautettava harjoitustyö 1/2

Harjoitustyön tehtävänanto:

- Kerro lyhyesti, mitä Digital Twin (DT) mielestäsi on ja mistä se koostuu
- Etsi netistä tai muista tietolähteistä kolme (3) sinua kiinnostavaa DT-sovellusta ja sisällytä raporttiin ainakin seuraavat tiedot kustakin DT-sovelluksesta:
 - sovelluksen kuvaus
 - sovelluksen käyttökohteet
 - kerro mikä valitsit kyseisen DT-sovelluksen

Palauta harjoitustyö PowerPoint-muodossa, pituus n. 5 kalvaa + lähdeluettelo.

Arviointi: hyväkäyttökäytännöksi hyväksytty

Kuva 2. Opintojakson johdanto-osion sisältö. Kuva: (Markku Levanen)

Harjoitustyöt käytiin opintojakson lehtorin toimesta läpi ja jokaiselle annettiin sähköinen palaute harjoitustyöstä. Näin virtuaalisesti toteutetulle opintojaksolle saatiin vuorovaikutteistakin elementtiä mukaan.

Osio 2/5: Simulointi

Digitaalinen kaksonen sisältää usein myös laitteen tai tuotantolinjan simuloinnin. Joskus saatetaan jopa puhua digitaalisesta kaksosesta, vaikka kyseessä olisi simulointi. Sen vuoksi simulointi otettiin osaksi tämänkin opintojakson sisältöä, vaikka siitä toki on erillisiä laajempia opintojaksokokonaisuuksia tarjolla.

Simuloinnilla tarkoitetaan yleisesti todellisuuden jäljittelyä. Simuloitavalle tekemiselle tai tutkimiselle oikeissa olosuhteissa on jokin este, esim. toiminnon tai ilmiön kalteus, harvinaisuus, vaarallisuus, vaikeus tai ilmiö tapahtuu hyvin hitaasti tai nopeasti. Simulointi voidaan tehdä käyttäen apuna simulaattoreita tai simulointiohjelmia, jolloin voidaan turvallisesti ja edullisesti harjoitella oikeaa työ- tai tuotantovaihetta oikean kaltaisessa ympäristössä. Simulaattoreilla korvataan yleensä kallis tai vaarallinen työ tai simuloidaan esim. koneen, järjestelmän tai tuotantolaitoksen toimintaa. Simuloitaessa jotain ilmiötä tai toimintoa käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa tapahtumaan jollakin tavalla. Käyttäjä voi näin nähdä miten valinnat vaikuttivat tapahtuman kulkuun ja lopputulokseen.

Simulointi pyrkii kuvaamaan tutkittavan ilmiön tai systeemin oleellisia piirteitä mallin avulla. Systeemin rajausta ja tarkasteltavat piirteet määriteltävä ennen mallin kiinnittämistä ja simulointia. "Malli" sisältää kolme

mallia eli systeemin (mallinnetun) syötteen, toiminnallisen mallin ja tuloksen tarkasteltavat ominaisuudet. Simulaatiot voidaan jakaa staattisiin ja dynaamisiin simulaatiomalleihin. Staattisessa simulaatiomallissa tarkastellaan järjestelmää vain tietynä ajan hetkenä. Dynaamisessa simulaatiomallissa taas tarkastellaan järjestelmää ajan kuluessa. Osien tai raaka-ainneiden viipymistä eli läpimenoaikaa voidaan tutkia simuloinnin avulla. Tyypillistä simulointia on myös pienoismallin teko ja suurennosmalli voidaan tehdä hyvin pienestä järjestelmästä.

Simulointi soveltuu monille eri sektoreille teknologiateollisuudessa ja sitä hyödyntää esim. autoteollisuus, raskas teollisuus, logistiikka ja varastointi, elektroniikka, teollisuusautomaatio, kodinkoneteollisuus, biotieteet ja farmaseuttiset tuotteet, pakkaus ja lavaus sekä ruoka- ja juomateollisuus. Simulointia käytetään usein mekaniikkasuunnittelun tukena (lujuuslaskenta (FEM), lämpösimulointi, virtausanalyysit, täytymisanalyysi, vääristymisanalyysi, värähtelysimulointi ja akustiikkasimulointi). Simulointia hyödynnetään myös pneumatiikka-, hydrauliiikka- ja sähkösuunnittelussa.

Simulointimallin tekemisessä on huolehdittava myös sen tarkkuudesta, jotta malli on sopiva haluttuun käyttötarkoitukseen. Vaaditun tarkkuusrajan yli mentäessä mallin hinta alkaa kasvaa suuresti, mutta sen hyöty käyttäjälle laskee. Simulaatiomallissa on hyvä tehdä yksinkertaisuuksia tai jättää kokonaan pois osia, jotka eivät ole kokonaisuuden kannalta merkityksellisiä.

The image shows a screenshot of a course content list for 'Osio 2/5: Simulointi'. The list includes various resources such as lecture materials, videos, webinars, eBooks, and podcasts. Each item is preceded by a small icon representing its type (e.g., a document for eBooks, a play button for videos, a folder for materials).

- Digital Twin - Simulointi - LUENTOMATERIAALI
- Digital Twin - Simulointi - LUENTOTALLENNE (44 min)
- WEBINAR: Visual Components 3D Factory Simulation: Plan for What's Next! (1 h 31 min)
- Tukimateriaalia:
- E-book: INCONTROL Simulation Solutions Enterprise Dynamics 10 - Product and service brochure (16 pages)
- Structural Analysis for Rapid Design Iterations - Altair SimSolid (2 min)
- What is LabVIEW? (1 min)
- Pneumatics: Basics | FESTO FluidSIM Part 1 (13 min)
- FluidSIM 6 - GRAFCET (6 min)
- Simulation of timber production in Raunio sawmill (1 min)
- Enterprise Dynamics: Build your first model (3 min)
- Podcast: Simulaation lyhyt oppimäärä (48 min)
- How Simulators and Digital Twins Are Used in Training | Mevea x Ekami (3 min)






Kuva 3. Opintojakson simulointiosion sisältö. Kuva: (Markku Levanen)








Osio 3/5:

Digital Twin-tekniologioiden esittely

Tässä osiossa käytiin läpi kolme erilaista teollisuuden digitaalista kaksosta, Product (tuote), Production (tuotanto) ja Performance (tuottavuus) Digital Twin. Product digital twiniä voidaan käyttää tuotteiden suorituskyvyn todentamiseen käytännössä. Se osoittaa, kuinka tuote toimii fyysisessä maailmassa. Se myös eliminoi useiden prototyyppien tarpeen, lyhentää kokonaiskehitysaikaa ja parantaa lopputuotteen laatua. Production Digital Twin tarkoittaa valmistusprosessin simulointia, tuotannon optimointia (pullonkaulat) sekä nopeampaa, tehokkaampaa ja luotettavampaa tuotantoprosessia. Performance Digital Twin luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia, kerää, yhdistää ja analysoi operatiivista tietoa sekä parantaa tuotteiden ja tuotantojärjestelmien tehokkuutta.

Osana tätä osiota oli myös vierailuluento, jossa tuotiin esiin erityisesti tuotannollista näkökantaa digitaalisen kaksosen hyödyntämisessä. Tämä toi käytännön työelämän konkreettisia sovelluskohteita opiskelijoiden tietoisuuteen.

Osio 3/5: Digital Twin-tekniologioiden esittely	
	Digital Twin - Tekniologioiden esittely - LUENTOMATERIAALI
	Digital Twin - Tekniologioiden esittely - LUENTOTALLENNE (29 min)
	VIERAILULUENTO: Etteplan - Production Automation and Digital Twin Today and in near future
	VIERAILULUENTOTALLENNE: Etteplan Arttu Kalliovalkama (30 min)
	WEBINAR: Mevea Tech Talk Digital Twins in Electrical Driveline Conceptual Design (59 min)

Tukimateriaalia:	
	E-book: Digital Twins Changing the way we engineer, validate, market and operate our products (21 pages)
	E-book: EAM on perusta Maintenance excellence-johtamiselle (16 sivua)
	Siemens: AI and Digital Twins for Manufacturing (CxOTalk) (16 min)
	VTT tutkimusraportti: Toimitusketjun digitaalinen kaksonen (31 sivua)
	Siemens "Digital twin" defined for the oil field (1 min)
	Creating Value with Digital Twin: Case Raute patching line (3 min)
	Digital Twin for Belt Conveyors IoT Mining Technologies (1 min)

Kuva 4. Opintojakson digital twin tekniologioiden esittelyosion sisältö. Kuva: (Markku Levanen)

Osio 4/5:

Virtuaalinen käyttöönotto

Virtuaalinen käyttöönotto on tapa käyttää simulaatiomallia tuotteen tai koneen kehittämiseen, testaamiseen ja käyttöönottoon ennen kuin fyysinen vastine on käytettävissä. Virtuaalisessa käyttöönotossa simulointimalliin on liitetty laitetta tai tuotantolinjaa ohjaava ohjausjärjestelmä, esim. ohjelmoitava logiikka. Tämä tyypillisesti lyhentää tuotantolaitteiston käyttöönottoaikaa ja mahdollistaa ohjausjärjestelmän paremman valmiuden tuotannolliseen käyttöön, kun ainakin tietyt ohjelmasekvenssit on jo pystytty toimiviksi todentamaan virtuaalisessa käyttöönotossa.

Perinteisessä suunnittelu- ja käyttöönottoprosessissa tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheen on oltava täysin tehtynä ennen käyttöönottoa. Vasta tämän jälkeen fyysinen käyttöönotto ja samalla automaation testaaminen on mahdollista. Suunnittelu- ja käyttöönottoprosessin järjestys muuttuu, jos käyttöönotto on mahdollista tehdä virtuaalisesti. Kun itse tuotetta ja se ohjelmaa voidaan testata jo suunnitteluvaiheessa, voidaan eri vaiheita tehdä samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa virheiden aikaisemman havaitsemisen niin itse laitteen kuin ohjelmistojen kohdalla.

Tässä osiossa oli mukana myös oppilaitoksessa toteutettu laitteen virtuaalinen käyttöönotto. Siinä ensin mallinnettiin laite

3D-CAD ohjelmistolla. Laitteelle tehtiin logiikkaohjaus Siemens TIAPortal-ohjelmistolla. Siemens NX MCD ohjelmistoa käytettiin laitteen digital twin-mallin luomiseen. Laitteen CAD-malli tuotiin Siemens NX MCD ohjelmistoon. Siellä määriteltiin mm. objektien massat ja fyysiset ominaisuudet, luotiin sensorit ja määriteltiin liikevapaudet, lisättiin toimilaitteet ja määriteltiin logiikalle annettavat tulo ja lähtötiedot. Tämän jälkeen muodostettiin yhteys logiikan ja MCD:n välille.

The screenshot shows a list of course materials for 'Osio 4/5: Virtuaalinen käyttöönotto'. The items include:

- Digital Twin - Virtuaalinen käyttöönotto - LUENTOMATERIAALI
- Digital Twin - Virtuaalinen käyttöönotto - LUENTOTALLENNE (42 min)
- Digital Twin - Case Oppimisympäristön virtuaalinen käyttöönotto
- Digital Twin - Case Oppimisympäristön virtuaalinen käyttöönotto - LUENTOTALLENNE (18 min)
- WEBINAR 1/2 Siemens - Enhance production with virtual commissioning - PRESENTATION MATERIAL
- WEBINAR 1/2: Siemens - Enhance production with virtual commissioning (30 min)
- WEBINAR 2/2 Siemens - Realizing a virtual commissioning project in practice - PRESENTATION MATERIAL
- WEBINAR 2/2: Siemens - Realizing a virtual commissioning project in practice (42 min)

Below the list, there is a section for 'Tukimateriaalia:' which includes:

- NX MCD | Roller Chain Simulation Tutorial (7 min)

Kuva 5. Opintojakson virtuaalisen käyttöönoton osion sisältö. Kuva: (Markku Levanen)

Osio 5/5:

Digital Twin soveltaminen eri toimialoilla, liiketoimintahyödyt ja tulevaisuuden näkymät

Opintojakson viimeisessä osiossa tutustuttiin digitaalisen kaksosen soveltamiseen eri toimialoilla, joita tarkastelussa olivat mm. yhdyskuntatekniikka, terveys ja hyvinvointi, elintarviketeollisuus, rakennusteollisuus, ICT ja teollisuus. Lisäksi osissa tuotiin esille liiketoimintahyödyt ja kurkistettiin myös tulevaisuuden näkymiä digitaalisen kaksosen osalta.

Tämän osion päätteeksi esiteltiin toinen harjoitustyö, joka oli läpileikkaava ja soveltava kaikkien opintojaksolla esitettyjen osioiden puolesta. Nämäkin harjoitustyöt käytiin opintojakson lehtorin toimesta läpi ja jokaiselle annettiin sähköinen palaute harjoitustyöstä.

Tämän osion jälkeen tuli vielä suorittaa tentti. Tentti sisälsi monivalintatehtäviä. Tentin kunkin tehtävän kohdalla valittiin yksi oikea väittämä kunkin kysymyksen. Kysymyksiä oli yhteensä 30 kappaletta.

Osio 5/5: Digital Twin soveltaminen eri toimialoilla, liiketoimintahyödyt ja tulevaisuuden näkymät - Laajenna/Pienennä Osio 6

- Digital Twin - eri toimialat, hyödyt ja tulevaisuus - LUENTOMATERIAALI Merkitse tehdyksi
- Digital Twin - eri toimialat, hyödyt ja tulevaisuus - LUENTOTALLENNE (54 min) Merkitse tehdyksi
- E-book: Dassault Systemes: Beyond Digital Twin (18 pages) Merkitse tehdyksi

Tukimateriaalia:

- Blog: Simulation Modeling Meets Virtual Reality, Oculus Rift Merkitse tehdyksi
- ArchiFrame demo (3 min) Merkitse tehdyksi
- ArchiFrame & Archicad in Wood Element Production - VVR Wood Testimonial - BIM Timber Prefabrication (3 min) Merkitse tehdyksi
- Digital Twin - Bridging the gap between the physical and digital worlds (3 min) Merkitse tehdyksi
- How can Digital Twin technology improve your business? - Digital Twin explained (2 min) Merkitse tehdyksi

Palautettava harjoitustyö 2/2 Tekevä: Palauta tehtävä

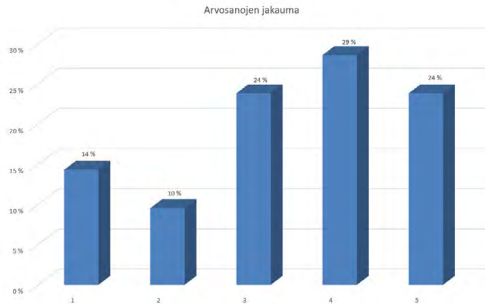
Harjoitustyön tehtävänanto:

- Tehtävänä on suunnitella yksi (1) uusi Digital Twin (DT)-sovellus. Valitse sinulle tutulta sektorilta asia tai sovellus, josta sen teet. Sovellus voi olla olemassa oleva sovellus, jota kuvaat tai "teet" siitä digital twin-sovelluksen. Sovellus voi olla myös kuvitteellinen.
- Kerro, onko DT-sovellus tyypiltään *Product Digital Twin*, *Production Digital Twin* vai *Performance Digital Twin*-tyyppinen ja perustelee.

Kuva 6. Opintojakson soveltamisosion sisältö. Kuva: (Markku Levanen)

Tulokset

Pilotoitavalle opintojaksolle ilmoittautui 38 opiskelijaa. Näistä LAB-ammattikorkeakoulussa opiskelevia oli 26 ja muista ammattikorkeakouluista (JAMK, Turku AMK, Metropolia AMK, XAMK, HAMK, OAMK ja SeAMK) yhteensä 12 opiskelijaa. Arvosanat jakautuivat eri arvosanoille siten, että jokaista arvosanaa arvioinneissa esiintyi ja kappalemääräisesti eniten tuli arvosanaa 4. Arvosanojen jakauma on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Arvosanojen jakautuminen opintojaksolla. Kuva: (Markku Levanen)

Opiskelijoiden antamissa anonyymeissä opintojakso-palautteissa pidettiin opintojakson mallista, jossa opiskelu oli täysin omien aikataulujen mukaista. Tästä huolimatta opettaja oli saavutettavissa tarvittaessa. Videoita ja muuta tukimateriaalia pidettiin kokonaisvaltaisina ja opettavaisina. Kehitettäväksi palautteissa ehdotettiin sitä, että myös harjoitustyön sisältö vaikuttaisi opintojakson numeeriseen arviointiin. Tätä tullaan harkitsemaan seuraavaan toteutukseen.

Palautekyselyn numeerisesti arvioitaviin kysymyksiin saatiin seuraavat tulokset:

- Kokonaisarvio opintojaksosta, keskiarvo 4,4, keskihajonta 0,5
- Arvioi omaa panostasi opintojaksolla, keskiarvo 3,8, keskihajonta 1,4
- Opintojakson toteutustavat mahdollistivat opintojakson tavoitteiden saavuttamisen, keskiarvo 4,5, keskihajonta 0,7

Pohdinta

Virtuaalisesti toteutettu opintojakso onnistui varsin hyvin. Verkossa tapahtuva oppiminen on tärkeää monimuoto- ja muuntokoulutuksissa. Se taas on koko kansakunnallemme tärkeää, jotta jo työssä käyvät voivat kouluttautua alati muuttavassa maailmassa työelämän tarpeita vastaaviin tehtäviin. Verkkokoulutuksen vaatimustaso ja sisällön suhde opintopistemääriin vaihtelee yleisesti varsin paljon. Tässä pilotissa opintojakson laajuus ja laatu olivat varsin lähellä tavoiteltua. Opintojakso otetaan LAB-ammattikorkeakoulussa tiettyjen tekniikan alojen opetussuunnitelmiin.

Digitalisaatio yleistyy ja sen hyödyntäminen laajenee monilla eri toimialoilla. Sen vuoksi on tärkeää, että eri toimialoilla työskentelevät ymmärtävät vähintäänkin digitalisaation mahdollisuuksista liike-elämän kehittämiseen. Siihen tarpeeseen tämä opintojakso varmasti oli hyvää lääketta.

Lähteet

Collin, J. & Saarelainen, A. 2016. Teollinen internet. Helsinki: Talentum.

IET. 2019. Digital Twins for the built environment. Viitattu 7.6.2023. Saatavissa <https://www.theiet.org/impact-society/sectors/built-environment/built-environment-news/2019-news/digital-twins-for-the-built-environment/>

Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J. & Sihn, W. 2018. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. IFAC-PapersOnLine. Vol 51(11), 1016–1022. Viitattu 7.6.2023. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474>

Madni, A., Madni, C. & Lucero, S. 2019. Leveraging Digital Twin Technology in Model-Based Systems Engineering. Systems. Vol. 7(1). Viitattu 7.6.2023. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/systems7010007>

Kuvat

KUVA 1. Levanen, M. 2022. Opintojakson aikataulu ja sisältö.

KUVA 2. Levanen, M. 2022. Opintojakson johdanto-osion sisältö.

KUVA 3. Levanen, M. 2022. Opintojakson simulointiosion sisältö.

KUVA 4. Levanen, M. 2022. Opintojakson digital twin teknologioiden esittelyosion sisältö.

KUVA 5. Levanen, M. 2022. Opintojakson virtuaalisen käyttöönoton osion sisältö.

KUVA 6. Levanen, M. 2022. Opintojakson soveltamisosion sisältö.

KUVA 7. Levanen, M. 2022. Arvosanojen jakautuminen opintojaksolla.

ABB robotiikan perusteet

SAMI VIINIKKA

Johdanto

Robotiikan hyödyntäminen on jo nyt laajaa, ja robotisovellusten määrä jatkaa edelleen kasvuaan. Teollisuuden ja kollaboratiivisesta robotiikasta on muodostunut yksi nopeimmin kasvavista markkinoista, joilla kasvatetaan valmistavan teollisuuden tuottavuutta. (VTT 2023.)

Hankkeessa suunniteltiin ja toteutettiin **ABB robotiikan perusteet** -kurssi. Yksi hankkeen tavoitteista oli saada koulutettuja työttömiä aktivoitettua. TE-toimiston kanssa yhteistyössä toteutettiin työttömien työnhakijoiden työllistämistä ja aktivoimista robotiikan koulutuksen muodossa. Sovimme yhteistyöstä, joka auttoi työttömiä, tuotti positiivista näkyvyyttä ja opiskelijoiksi valikoitui henkilöitä monimuotoisilla taustoilla.

Toteutus

Pilottikurssi toteutettiin yhteistyössä TE-toimiston ja TE-liven kanssa. Kurssille luotiin mai-nosvideo, järjestettiin TE-live lähetys ja hakijoita haastateltiin. Kurssin suorittaneille opiskeli-joille annettiin kolmen opintopisteen opintosuoritus, arvosana ja sanallinen palaute loppu-työn palautuksen aikana.



Kuva 1. TE-liven avulla koulutusta markkinoitiin kohderyhmälle. (Kuva: Markku Levanen)

ABB robotiikan perusteet laajuudeksi oli valikoitu 3 opintopistettä hybriditoteutuksella ja TE-toimiston pyynnöstä kurssi toteutettiin intensiivitoteutuksella. Intensiivitoteutuksena kurssi kesti 10 päivää ja koulutuspäivän pituus oli 8 tuntia taukojen kanssa. Kurssi oli suunnattu henkilöille ilman ennalta hankittua tietoa robotiikasta, mutta tavoitteena oli painottaa käytännössä harjoittelua Robotstudio-ohjelmistolla virtuaalista mallia hyödyntäen.

ABB robotiikan perusteet -kurssin tavoitteena on antaa tietoa robotiikasta ja valmiudet yksinkertaisen robotiikansolun ohjelman toteuttamiseen.

Yhteistyö

Pilottikurssia järjestettäessä olimme aktiivisesti TE-toimiston ja TE-liven kanssa yhteydessä. Sovimme tarjoavamme hankkeen toimesta TE-toimistolle kurssin työttömille työnhakijoille ja he lupautuivat mainostamaan kurssia. Kurssille hakijoiden lisäämiseksi TE-live tuotti mainosmateriaalia kurssin mainostamista ja TE-live lähetyksen introa varten. TE-live järjesti lähetystä varten faasiliteetit ja pyysivät kurssin opettajan haastattelutavaksi.

Hakuprosessin aikana koulutuksen pitävä vastasi hakijoiden tiedusteluihin ja TE-toimisto vastaanotti hakemukset ja hakuajan umpeutuessa informoi hakijoita haastattelusta. Haastattelussa läsnä oli kurssin kouluttaja ja TE-toimistolta 2 henkilöä. Opiskelijoiden valinnan jälkeen heitä informoitiin valinnasta sähköpostilla ja annettiin tunnukset kurssia varten.

Kurssin sisältö

Opiskelijoilta ei vaadita aikaisempaa tietoa roboteista ja asiat käsiteltiin perusteista lähtien. Kurssin aikana päivät alkoivat teorian käsittelyllä, toistettiin käsiteltäviä asioita ohjatusti ja sen jälkeen opiskelijat harjoittelivat asian soveltamista. Viimeisten päivien aikana opiskelijat työstivät lopputyötä, ja teorian aikana pystyi keskittymään lopputyöhön tai seuraamaan aikaisemmin opetellun aihepiirin selventämistä. Asioiden oppimista ja ymmärtämistä arvioitiin valvotun aikarajoitetun tentin ja lopputyön avulla.

Teoriatuntien aikana käsiteltiin robotteja, robotiikkaa ja sen käyttökohteita. Yleistiedon jälkeen käytiin tarkemmin operaattorin tehtäviä, robotin toimintaa, robotin liikkumista, robotin rajoituksia sekä erityisesti turvallisuutta ohjelmoinnin ja työskentelyn aikana. Käytännössä harjoiteltiin ohjelmistossa käytettävät siirtomatriiseja, siirtymisessä käytettäviä komentoja, paikoitusta, ehtolausekkeitä, tuloja ja lähtöjen aktivoimista.

Kurssin Moodle-sivustolla tarjottiin lisämateriaalia kannustamaan omatoimista oppimista ja koulutuksen aikana hyödynnettiin myös vierailijaluennoksia kertomaan viimeisimpiä tietoja teollisuudesta. Opiskelijat pääsivät ohjaamaan ja käyttämään opiskelutiloissa sijaitsevaa IRB 1100 robottia.

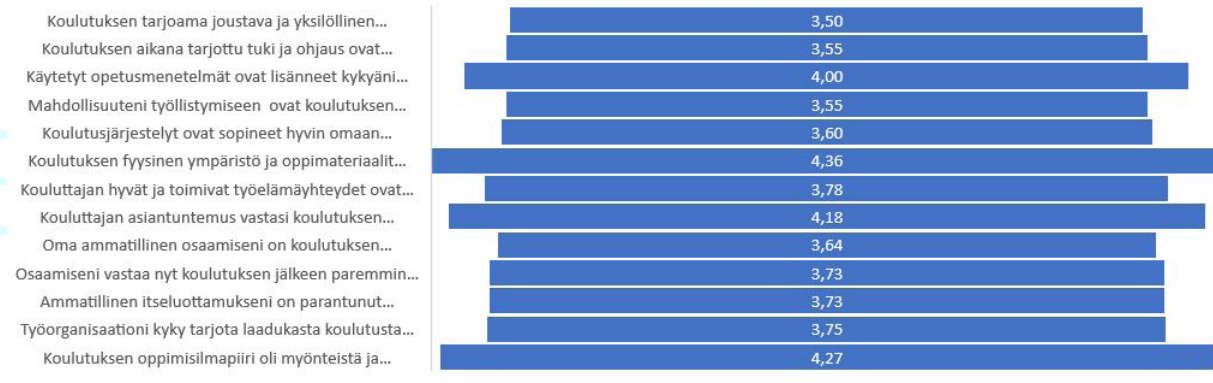
Lopputyön aikana opiskelijalle annettiin malliprojekti, joka sisälsi robotin, tyhjän lavan sekä kaksi älykästä objektia hallitsemaan laatikoiden luomista ja tuhoamista. Lopputyön arvioinnin perusta oli vuokaavion toteutus ohjelmasta, vuokaavion mukainen la-vausohjelmisto ja kyky selittää opettajalle ohjelman toiminta. Opiskelijoille oli tehtävän yhteydessä annettu arviointitaulukko ja lopputyön arvosana määräytyi ohjelmiston toteutustavan ja sisällytettyjen toimintojen perusteella.

Tulokset

Lopputuloksena tuotetun materiaalin laajuus vastasi sisällöltään oppimistavoitteita. Pilotti-kurssia arvioitiin pyytämällä osallistuneita täyttämään tieto- ja arviointilomake. Vastauksien perusteella kurssin sisältöä, hyödyllisyyttä, koulutustiloja ja opettajan osaamista arvostettiin ja koettiin hyödylliseksi. Opiskelijat osoittivat myös kiinnostusta jatkokoulutukseen. Kurssin suorittaneiden työllistymistä kurssin jälkeen ei kyetty seuraamaan yksityisyyssuojan takia.

Opintojakson päätyttyä opiskelijoille tehtiin palautekysely, jossa kysyttiin koulutuksen järjestelyyn, sisällön laatuun ja kouluttajan ammattitaitoon liittyviä kysymyksiä. Opetusympäristö, koulutuksen myönteinen ilmapiiri ja kouluttajan asiantuntemus nousivat kyselyn perusteella positiivisesti esille.

Opintojakson opiskelijapalautekyselyn arvioinnit



Kuva 2. Opintojaksopalauteen perusteella opiskelijat olivat tyytyväisiä opintojakson sisältöön ja opetukseen. (Kuva: Markku Levanen)

Pohdinta

Kurssin intensiivitoteutus vähensi oppilaiden aikaa omaksua ja harjoitella omatoimisesti oppituntien ulkopuolella. Robotiikka aihepiiriin on lähtökohtaisesti valtaosalle aivan uusi aihepiiri ja uuden asian omaksumisesta johtuva keskittymiskyvyn merkittävä heikkeneminen oli havaittavissa koulutuspäivän lopussa.

Kurssin pitäminen hybriditoteutuksena tuotti lisäarvoa sen yhteydessä muodostuneesta kertaustamateriaalista ja mahdollisti myös sairastumisen aikana tunnille osallistumisen. Oppilaat katsoivat tehtyjä videoita useita kertoja ja keskusteluiden aikana sanoivat kerranneensa asiaa tai asioita, joita eivät olleet täysin omaksuneet ensimmäisellä kerralla.

Lähteet

VTT. 2023. Automaatio ja robotiikka. Viitattu 20.8.2023. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/fi/aiheet/automaatio-ja-robotiikka>

Kuvat

KUVA 1. Levanen, M. 2023. TE-liven avulla koulutusta markkinoitiin kohderyhmälle.

KUVA 2. Levanen, M. 2023. Opintojaksopalauteen perusteella opiskelijat olivat tyytyväisiä opintojakson sisältöön ja opetukseen.

Toisen asteen opintokokonaisuus "Sähköistyvä liikenne ja logistiikka" -teemalla

JARI PÖYHÖNEN

Johdanto

Sähköistyvään liikenteeseen ja logistiikkaan kytkeytyvä teollisuus Lahden seutukunnalla on hyvin monipuolista ja kytkeytyy esimerkiksi akkuteollisuuteen ja latauslaitteinfraan. Hankkeen alkuvaiheessa tehtiin "Teollisuusasentajan" koulutuksen pilottikokeilu, jonka avulla saatiin lisää kokemuksia ja havaintoja erityisesti kokoonpanevan teollisuuden tarpeista sekä siihen liittyvistä koulutuksen teknisistä haasteista.

Toisen asteen opintokokonaisuus "Sähköistyvä liikenne ja logistiikka" -teemalla - toteutus pilotoimalla

Teollisuusasentajan koulutuspilottista saatujen kokemusten perusteella tunnistettiin kehittämistarpeita ja haluttiin ohittaa eri perustutkintojen välillä oleva haaste tutkinnon osien yhteensopivuudesta eri tutkintojen välillä.

Sähkölaitteiden kokoonpano ja huolto -tutkinnon osa 15 osp

Sähkömekaaniseen kokoonpanotyöhön laadittiin Salpauksen oma paikallisesti tarjottava tutkinnon osa, jonka avulla voidaan kouluttaa eri tasoisia henkilöitä sähkömekaanisiin asennustehtäviin. Tutkinnon osa sisältyy sellaisenaan eri perustutkintoihin ja se korvaa mallin, jota teollisuusasentajan koulutuksessa pilotoitiin kahdella eri tutkinnon tutkinnonosan suorittamisella.

Kun käytössä on perustutkinnon tutkinnon osa, joka on yhteensopiva usean eri tutkinnon kanssa, voidaan sitä hyödyntää rekrytointiin ja perehdyttämiseen uuden henkilön tullessa yritykseen tai siirtyessä sähkömekaanisen kokoonpanon ja laitevalmistuksen tehtäviin. Tutkinnon osa on julkaistu valtakunnallisessa opintopolku-järjestelmässä.

Tutkinnon osan toteutus

Tutkinnon osan toteutus on mahdollista oppisopimuksella, koulutusopimuksella, yrittäjän oppisopimuksella tai osa-aikaisesti palkkatyön ohella. Osaamista voi hankkia joko kokonaan oppisopimukseen tai koulutusopimukseen perustuen tai yhdistellä näitä joustavasti. Toteutustapaa on kuvattu tarkemmin opintopolkupalvelussa.

Salpaus pitää yllä tietoa koulutusopimustyöpaikoista, joissa tätä tutkinnon osaa on mahdollista suorittaa. Opiskelija voi hankkia työpaikan itsenäisesti, tai oppilaitoksen ohjauksessa. Työpaikan työtehtäviä verrataan tutkinnon osan sisältöön, jolloin varmistuu työpaikan soveltuvuus.

Opiskelija voi hankkia osan puuttuvasta osaamisesta myös toisessa työpaikassa tai Salpauksen oppimisympäristöissä ja käytössä on verkko-oppimisympäristö (Elsa Moodle), mistä löytyy opiskelumateriaalit ja tutkinnon osaan liittyvät tehtävät. Lisäksi opiskelija voi hankkia osaamista erilaisissa työelämän yhteisissä tapahtumissa.

Tutkinnon osan ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon ammattitaitovaatimukset jakautuvat viiteen otsikkoon, jotka edelleen tarkentuvat 43 ammattitaitoa tai osaamista kuvailevaan alakohtaan.

Viisi pääotsikkoa ovat:

1. Opiskelija suunnittelee työtään ja hyödyntää asennustöissään piirustuksia, teknisiä dokumentteja, kytkentäkaavioita ja kokoonpanopiirustuksia
2. Opiskelija käyttää tuotanto-, kokoonpano-, huolto- tai korjaustöissä tarvittavia välineitä ja materiaaleja
3. Opiskelija hallitsee sähkötekniikan tuotanto-, kokoonpano-, huolto- tai korjaustöissä
4. Opiskelija tekee sähkölaitteiden tuotanto-, kokoonpano-, huolto- ja korjaustöitä
5. Opiskelija noudattaa työelämän toimintatapoja ja sähkölaitteiden tuotannon, kokoonpanon, huollon tai korjauksen työturvallisuusvaatimuksia ja sähkötyöturvallisuusvaatimuksia

Tutkinnon osan työkokonaisuudet

Tutkinnon osa sisältää yhdeksän työkokonaisuutta.

1. Työn suunnittelu ja dokumenttien hyödyntäminen
2. Työssä tarvittavien välineiden ja materiaalien käyttäminen
3. Sähkötekniikan periaatteiden hallinta
4. Sähkölaitteiden tuotanto-, kokoonpano-, huolto- ja korjaustyöt
5. Työturvallisuus- ja sähkötyöturvallisuusvaatimukset
6. Ensiapukoulutus, hätäensiapu
7. Työturvallisuuskortti
8. Tulityökortti
9. Sähkötyöturvallisuuskoulutus SFS 6002

Osaamisen arviointi

Opiskelijan osaaminen arvioidaan viisiporraisella asteikolla, jotka kohdistuvat seuraaviin osa-alueisiin:

1. Työn toteuttaminen
2. Yhteistyö ja vuorovaikutus
3. Itseohjautuvuus ja ongelmanratkaisu
4. Tietojen soveltaminen
5. Oman työn arviointi

Arvioinnin kriteerit on esitetty kuvassa 1.

Osaamistaso	Kriteerit
Tyydyttävä T1	<ul style="list-style-type: none">• toteuttaa työn ohjeiden mukaisesti• toimii yhteistyökykyisesti• tarvitsee joissakin tilanteissa lisäohjeita• hyödyntää työssä tarvittavaa perustietoa• muuttaa toimintaansa saamansa palautteen mukaisesti
Tyydyttävä T2	<ul style="list-style-type: none">• toteuttaa työn oma-aloitteisesti ja ohjeiden mukaisesti• toimii yhteistyökykyisesti ja vuorovaikuteisesti• tarvitsee vain harvoissa tilanteissa lisäohjeita• hyödyntää työssä tarvittavaa tietoa tarkoituksenmukaisesti• muuttaa toimintaansa saamansa palautteen ja omien havaintojen mukaisesti
Hyvä H3	<ul style="list-style-type: none">• toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti• toimii yhteistyökykyisesti ja aloitteellisesti vuorovaikutustilanteissa• selviytyy tavanomaisista ongelmanratkaisutilanteista• hyödyntää työssä tarvittavaa tietoa monipuolisesti• arvioi suoriutumistaan realistisesti
Hyvä H4	<ul style="list-style-type: none">• suunnittelee ja toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti• toimii yhteistyökykyisesti ja rakentavasti vuorovaikutustilanteissa• selviytyy ongelmanratkaisutilanteista hyödyntäen monipuolisia ratkaisutapoja• soveltaa työssä tarvittavaa tietoa monipuolisesti ja perustellusti• arvioi suoriutumistaan realistisesti sekä tunnistaa vahvuuksiaan ja kehittämisen kohteitaan
Kiitettävä K5	<ul style="list-style-type: none">• suunnittelee ja toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti ottaen huomioon muut toimijat• toimii yhteistyökykyisesti ja rakentavasti haastavissakin vuorovaikutustilanteissa• soveltaa työssä tarvittavaa tietoa ongelmanratkaisutilanteissa monipuolisesti ja kriittisesti• esittää työhön ja toimintaympäristöön liittyviä perusteltuja kehittämissuhteita• arvioi suoriutumistaan realistisesti ja esittää perusteltuja ratkaisuja osaamisensa kehittämiseen• ymmärtää oman työnsä merkityksen osana laajempaa kokonaisuutta

Kuva 1. Osaamisen arvioinnin kriteerit. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Opintokokonaisuuden pilotointi

Tutkinnon osa hyväksyttiin keväällä 2022 ja se saatiin käyttöön syksyn alussa 2022. Tutkinnon osaa on raportointivaiheessa pilotoitu seuraavasti:

- Kaksi opiskelijaa Makron Oy
- Yksi opiskelija Kempower Oy

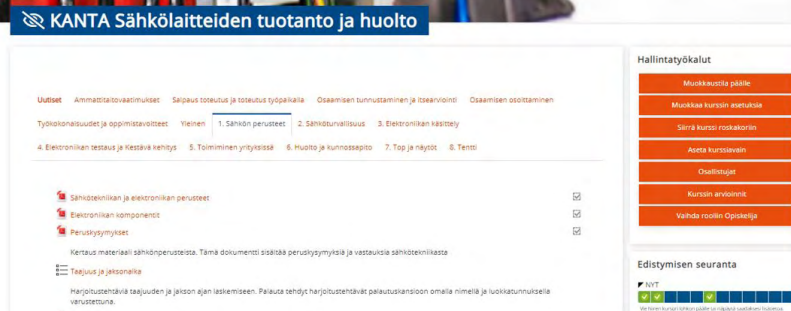
Tutkinnonosan tukiaineisto verkossa

Tutkinnonosan kehittämisen ohella sille luotiin Salpauksen elsa -verkko-oppimisympäristöön opiskelua tukeva verkkoaineisto. Aineiston tuottamisessa valmistauduttiin myös maahan muuttaneiden ja muunkielisten koulutustarpeeseen kokoamalla osa aineistosta englanniksi.

Tämä tarve saattaa nousta esiin erityisesti kansainvälisesti toimivien yritysten henkilöstön kouluttamisessa muiden Salpaukseen hakeutuvien opiskelijoiden lisäksi.

Pohdinta

Raportointihetkellä työvoimapula ja osaavan työvoiman saatavuus on toistaiseksi lähes akuutti ongelma alan teollisuusyrityksissä. Erityisesti kasvavien yritysten rekrytoimissa voimakkaasti, on koulutusjärjestelmän pystyttävä tarjoamaan koulutustuotteita, jotka eivät ole sidottuja tiettyyn vuosikiertoon vaan ovat toteutettavissa kunkin osaamista tarvitsevan yksilön kohdalla yksilöllisellä aikataululla. Nyt laadittu



Kuva 2. Verkko-oppimisympäristö. (Rutukaappaus: Jari Pöyhönen)

opintokokonaisuus mahdollistaa tämän tarpeen samalla kun se toimii sujuvasti osana tekniikan alan eri perustutkintoja tarjoten näin mahdollisuuden oppilaitoksessa oleville eri alojen opiskelijoille kohdentaa opintojaan työllistyäkseen sähkömekaanisen kokoonpanevan teollisuuden tehtäviin.

Toisaalta kokonainen tutkinnon osa sopii oppimiseksi toteutettuna rekrytoinnin välineeksi. Henkilö voi työllistyä määräajaksi yritykseen tutkinnon osan suorittamiseksi. Mikäli kahdenvälinen yhteistyö ei jatku, opiskelija saa tutkinnon osan, jonka validoimalla osaamisen avulla hänellä on mahdollisuus työllistyä johonkin toiseen yritykseen vastaviin tehtäviin.

Koulutustuotteiden kehittäminen ja pilotointi sekä yritysten tarpeisiin vastaava koulutustarjonta

JARI PÖYHÖNEN

Johdanto

Osana SÄHÄKKÄ -hanketta toteutettiin kolme hankesuunnitelman mukaista tulevaisuustyöpajaa. Työpajat olivat teemoiltaan Sähköistyvä liikenne ja logistiikka, älykäs tuotanto ja tulvaisuuden ammatiosajat. Hankkeen alkuvaiheessa tavoitteena oli käyttää työpajojen antia ensisijaisena työkaluna ohjaamaan koulutustuotteiden ja koulutustarjonnan kehittämistä. Koronapandemian pitkittyessä kävi kuitenkin selväksi, että koulutustarjonnan kehittäminen ja suuntaaminen on aloitettava jo ennen kuin työpajoja on mahdollista järjestää.

Jo hankkeen alkuvaiheessa Salpauksella on ollut tiivis keskusteluyhteys arjessa paikallisen teollisuuden kanssa ja kokonaiskuva vallitsevasta työvoimatarpeesta sekä osaamistarpeesta on ollut tiedossa. Hankkeen tavoitteeksi oli määritelty osaamistasoloikka, mutta tarkemmin asiaa toisen asteen näkökulmasta tarkasteltuna voidaan todeta, että osaamistasoloikka toisella asteella ei tapahdu niinkään vertikaalisesti ja korkeatasoisemman osaamisen tai uusien teknologioiden kouluttamisena vaan horisontaalisena ja laaja-alaisempana tai monipuolisempana vahvojen perustaitojen kouluttamisena laajemmalle joukolla ja siten koulutuksen saavutettavuuden parantamisena.

Yhdistämällä oppisopimuskoulutuksen mahdollisuudet, tutkintojärjestelmän mukaiset koulutukset ja asiakaslähtöiset prosessit koulutuksen toteuttamiseksi saadaan sujuva ja edullinen koulutusmalli. Oppisopimuksen avulla koulutus on yritykselle maksutonta ja sujuvien prosessien avulla osaamisen hankkiminen on oikea-aikaista. Siksi päätettiin keskittyä koulutustarjonnan kehittämisessä juuri oppisopimuskoulutuksena tarjottavan koulutuksen saavutettavuuden ja sisällön kehittämiseen.

Salpauksella on hankkeen päättyessä solmittu yritysten kanssa useita virallisia koulutuskumppanuuksia. Erityisesti näissä yrityksissä on kehitetty työpaikan kasvua ja osaamista varmistavia koulutuspolkuja suoraan yrityksen tarpeisiin

Yhden tai useamman monialaisen maakunnan yritysten välittömiä osaamistarpeita sähköistyvän liikenteen ja logistiikan sekä älykkään tuotannon alueilla palvelevan koulutustuotteen pilotointi.

Koulutustuotteiden pilotoinnissa haluttiin kokeilla erilaisien tarpeiden kohtaamista ja kouluttamisen ongelmakohtien tunnistamista. Kokeilu oli helppoa toteuttaa ja aiemmin tuttujen sekä rekrykoulutusta toteuttavien yritysten kanssa, jolla oli voimakas tiedossa oleva työvoimatarve. Kokonaiskuva näyttäytyi hankkeen alussa siltä, että teollisuus alueella kaipaa erityisesti automaatio- ja kunnossapito-osaamista.

Teollisuusasentajan koulutuspilotti

Alueen rajuihin kasvavalla yrityksellä Kempower Oy:llä on yhteiset juuret Kemppi Oy:n kanssa. Kempin kanssa on toteutettu koulutusyhteistyötä jo pitkän aikaa ja yritys on nykyisin Salpauksen alueellinen koulutuskumppaniyritys. Sähkölaitteiden kokoonpanon koulutukseen on etsitty pitkään erilaisia ratkaisuja erityisesti elektroniikka-asennuksen sekä kone- ja tuotantotekniikan tutkintokoulutuksesta. Kempower Oy:n lataustuotteet ovat samankaltaisia kuin Kemppi Oy:n valmistavat hitsauslaitteet, mutta niiden kokoonpanossa saa vielä suuremman roolin mekaanisten oheislaitteiden asentaminen.

Kempower Oy:n kanssa päätettiin ensimmäisenä kokeilla ”Teollisuusasentajan” koulutuksen pilottia. Koulutuksen sisältö oli hybridi kone- ja tuotantotekniikan mekaanisen asennuksen taitoja sekä elektroniikka-asentajan tutkinnosta soveltuvia taitoja tuotteen elektronisten ja sähköisten osien toiminnan ymmärtämiseksi.

Pilotti käynnistettiin yhdessä alkuvuodesta 2022 Kempower Oy:n ja Kemppi Oy:n kanssa siten, että prosessi toimi samalla heille rekrytoitavan henkilöstön perehdytyksenä ja eräänlaisena rekrykoulutuksen kaltaisena prosessina. Koulutus toteutettiin oppisopimuksena ja siinä oli mahdollista suorittaa osatutkinto sekä jatkaa koulutusjakson jälkeen oppisopimuksella elektroniikan tai kone- ja tuotantotekniikan tutkinnon osien suorittamista oppisopimuksella. Lähipäiviä toteutettiin yhteensä 18 ja pilottiin osallistui yhteensä kahdeksan opiskelijaa.

Teollisuusasentajan kokemusten perusteella kehitettiin oma opintokokonaisuus, joka teknisesti on Salpauksen oma paikallisesti tarjottava useisiin tutkintoihin yhteensopiva tutkinnon osa.

Elektroniikka-asentajan oppisopimuspolku

Teollisuusasentajan koulutuksesta saatujen kokemusten perusteella kehitettiin erillisen tutkinnon osan lisäksi myös toimintamallia, jolla yrityksessä työskenteleviä uusia henkilöitä voidaan kouluttaa perusteellisesti uuteen ammattiinsa. Siinä missä teollisuusasentajapolku oli sähkömekaanisen asennuksen koulutus, joka yhdisti koneasennusta ja elektroniikkaa, päädyttiin kehittämään polku erityisesti elektroniikka-asennuksen tehtävissä työskenteleville.

Toteutuksessa kehitettiin myös mallia, jossa useamman yrityksen kanssa voidaan luoda samaan tarpeeseen yhteistoteutus. Koulutus aloitettiin keväällä 2023 ja siihen osallistui aloitusvaiheessa 18 henkilöä, joista puolet oli Kempin ja puolet Kempowerin henkilöstöä.

Prosessiteollisuuden operaattoreiden kunnossapito ja automaatio-osaaminen

Lahden seudulla on kokoonpaneavan sähkömekaanisen ja konepajateollisuuden lisäksi paljon prosessiteollisuutta. Kaikille näille teollisuuden muodoille on ominaista se, että itse teollisuuslaitos tarvitsee automaation ja teollisuuden osaamista ympäristön kunnossapidossa ja tuotannon käynnissäpidossa. Rekrykoulutusten järjestämisen yhteydessä yritysten kanssa käydään aina keskustelua heidän näkyvistä ja piilevistä rekrytointitarpeista. Pääsääntöisesti kaikki prosessiteollisuuden alan toimijat toivoivat mahdollisuuksia kouluttaa lisää kunnossapitohenkilöstöä tai kehittää operaattoreina toimivien työntekijöiden automaatio- ja kunnossapito-osaamista.

Salpauksen prosessiteollisuus on koulutusalan nuori ja se kantaa vanhan muovimekaanikkokoulutuksen perinteitä. Koulutus tapahtuu kone- ja tuotantotekniikan asentajakoulutuksen kanssa tiiviissä yhteistyössä ja osin samoissa oppimisympäristöissä. Nykyinen Salpauksen prosessiteollisuuden koulutus yhdistää elintarviketekniikan, kemian prosessiteollisuuden, koneasennuksen sekä levy- ja sahateollisuuden osaamista toisiinsa tuottaakseen monialaisesti operaattoreita alueen tarpeisiin.

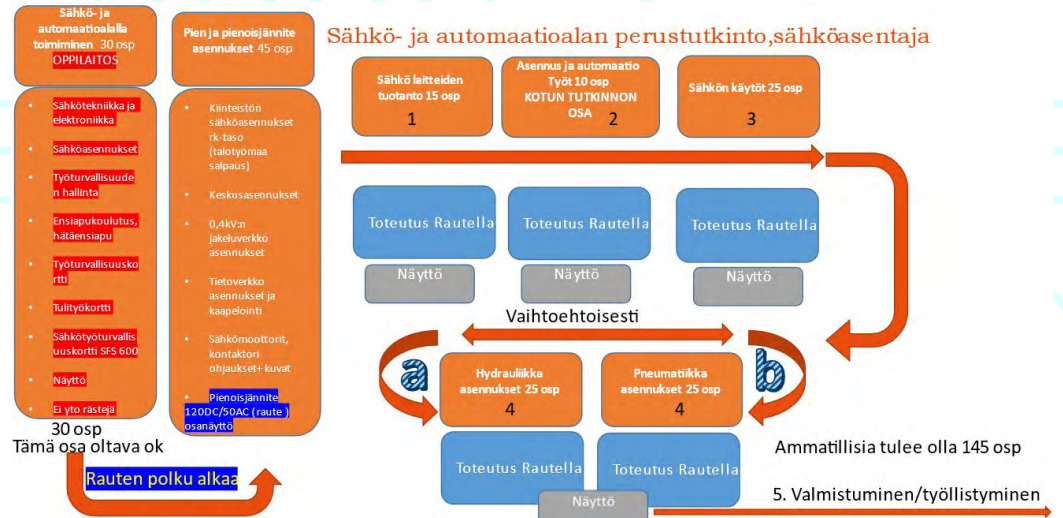
Operaattoreiden kunnossapitokoulutusta pilotoitiin hankkeen aikana Wipakn ja Suomen kuitulevyn kanssa. Wipakille koulutus kohdistettiin olemassa olevaan henkilöstöön ja Suomen kuitulevyltä osana uuden henkilöstön rekrykoulutusta sekä perehdytystä. Koulutus ei siis perustunut tutkintojärjestelmän mukaiseen koulutukseen vaan tarvittava osaaminen räätälöitiin yrityksen kanssa tarvelähtöisesti.

Elintarvikealan yritys Fazerin laajentaa toimintaansa Lahdessa ja heidän kanssaan on hankkeen aikana kehitetty monialaisia koulutuskokonaisuuksia prosessiteollisuuden osaamisen lisäämiseksi. Stora Enson flutingtehtaalla sekä Lahti Energian laitoksissa on vastaavasti hankkeen aikana tunnustettu halu kehittää nykyisen operaattorihenkilöstön kunnossapito-osaamista. Hankkeen raportointivaiheessa mainittujen yritysten osalta varsinainen toteutus on kuitenkin vielä aloittamatta, koska suunnitellut toteutukset perustuivat yritysten toiveesta prosessiteollisuuden ammattitutkinnon sisältöihin. Hankkeen aikana aloitettu Salpauksen prosessiteollisuuden ammattitutkinnon järjestämisluoprosessi viivästyi merkittävästi ja lupa saatiin lopulta helmikuussa 2023.

Pelaser Oy:n kanssa kokeiltiin CNC automatisoidun levytyön operaattorikoulutusta ja siihen sisältyvää kunnossapito-osaamista. Tavoitteena oli rakentaa yritykselle oma opiskelijaryhmä, mutta hakijoiden vähäisyyden vuoksi koulutuksessa aloitti lopulta kaksi henkilöä. Tämä kokeilu perustui kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon ja sen sisältämiin tutkinnon osiin.

Sähköasentajan yrityspolku

Raute Oy on Salpauksen koulutus Kumppani ja sen kanssa on kehitetty järjestelmällistä koulutusyhteistyötä useita vuosia. Kone- ja tuotantotekniikan koulutuksessa yrityksellä on jo malli uusien opiskelijoiden suunnitelmalliseen ja nousujohteiseen kouluttamiseen yrityksen tarpeisiin sekä työtehtäviin. Sähköasentajien koulutus kuitenkin eroaa tuotantotekniikasta siinä, että sähköasentajien määrä yrityksessä on pienempi ja heihin kohdistuu hyvin laaja-alaiset sekä melko korkeat osaamisvaatimukset.



Kuva 1. Rauten Sähköasentajapolun visualisointi. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Sähköä-hankkeessa Rauten kanssa kehitettiin polkua, jolla sähköalan perustutkinnon suorittava opiskelija voi siirtyä yrityksen polulle pakollisten opintojen suorittamisen jälkeen. Sähköasentajat suorittavat koko perustutkinnon saadakseen tarvittavat pätevyydet, mutta Rautella ei ole tehdyn kartoituksen perusteella mahdollista hankkia osaamista kaikkiin tutkinnon osiin. Ratkaisuksi löydettiin hankkeessa kehitetty erillinen tutkinnon osa ja työharjoittelujakso toisessa yrityksessä puuttuvan osaamisen hankkimisen osalta. Yhteisen tutkiskelun jälkeen onnistuttiin löytämään Rauten alihankkijaverkostossa toimiva yritys, jossa tietyt puuttuvat osaamisen voidaan suorittaa. Hankkeen raportointivaiheessa polku on mallinnettu, suunniteltu ja sovitettu yhdessä Rauten kanssa, mutta ensimmäinen opiskelija pääsee aloittamaan opinnot juuri hankkeen päättymisen jälkeen. Vuodelle 2023 Rauten polulle on suunniteltu kaksi opiskelijaa.

Sähkön perusteet vasta-alkajille

Erästä yrityksestä nostettiin esiin tarve kouluttaa sähkön perusteita vasta-alkajille. Taustalla oli havainto siitä, että kasvavan sähköisen liikenteen ja logistiikan sekä älykkään tuotannon teollisuuden ympärille liittyy paljon toimijoita, jotka eivät osallistu itse tuotteen valmistamiseen tai suunnitteluun, mutta esimerkiksi sen myyntiin markkinointiin tai muuhun tuotannon ympärillä tapahtuvaan toimintaan. Heille on tarve kouluttaa sähkön perusteita hyvin tiiviisti ja yleisellä tasolla, mutta niin että sen avulla heille syntyy ymmärrys teollisuudenalan tuotteista ja niiden toiminnasta. Tähän koulutuskokeiluun valmistauduttiin ja valmisteltiin aineistoa, mutta tarpeen nostanut yritys vetäytyi yhteistyöstä ennen kokeilun käytännön toteutusta.

Tulokset

Yhden tai useamman monialaisen maakunnan yrityksen välittämiä osaamistarpeita sähköistyvän liikenteen ja logistiikan sekä älykkään tuotannon alueilla palvelevan koulutustuotteen pilotointiin osallistui yhteensä 44 henkilöä. Piloteissa oli mukana 10 yritystä.

Yritykset	Sähkö laitteiden kokoonpano ja huolto	Teollisuus asentaja	Elektroniikka asentaja	Kunnossapito operaattori	Yrityspolku
Kempower		8	9		1
Kemppi			9		
Raute					Kehitteillä
Pelaser				2	
Suomen kuitulevy				4	
Makron	2				
Wipak				7	
LemKem			2		
Stora Enso					Kehitteillä
Fazer					Kehitteillä

Kuva 2. Sähköistyvän liikenteen ja logistiikan sekä älykkään tuotannon koulutustuotteiden pilotointiin osallistui useita yrityksiä ja opiskelijoita monialaisesti. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Yritysten osaamistarvekartoituksen perusteella kehitetty hyperautomaation (laajan sähköistämisen ja automaation) koulutustarjonta

Prosessiteollisuuden ja automaation koulutustarjonnan analysointi

Lahden seudulla on kokoonpaneavan sähkömekaanisen ja konepajateollisuuden lisäksi paljon prosessiteollisuutta. Kaikille näille teollisuuden muodoille on ominaista se, että itse teollisuuslaitos tarvitsee automaation ja prosessiteollisuuden osaamista niin ympäristön kunnossapidossa kuin itse tuotannon käynnissä pidossa. Yritysten kanssa käydään usein keskustelua heidän näkyvistä ja piilevistä rekrytointitarpeista. Pääsääntöisesti kaikki prosessiteollisuuden alan toimijat toivoivat mahdollisuuksia kouluttaa lisää kunnossapitohenkilöstöä tai kehittää operaattoreina toimivien työntekijöiden automaatio- ja kunnossapito-osaamista.

Salpauksen prosessiteollisuus on koulutusalan nuori ja se kantaa vanhan muovimekaanikkokoulutuksen perinteitä. Koulutus tapahtuu kone- ja tuotantotekniikan asentajakoulutuksen kanssa tiiviissä yhteistyössä ja osin samoissa oppimisympäristöissä. Nykyinen Salpauksen prosessiteollisuuden koulutus yhdistää elintarviketekniikan, kemian prosessiteollisuuden, koneasennuksen sekä levy- ja saha-teollisuuden osaamista toisiinsa tuottaakseen monialaista osaamista alueen tarpeisiin.

SÄHÄKKÄ -hanke oli mukana tukemassa prosessiteollisuuden ammattitutkinnon järjestämisluvan hakemista osaksi Salpauksen koulutustarjontaa ja lupa lopulta myönnettiin helmikuussa 2023. Jo ennen oman järjestämisluvan saamista koulutusta oli toteutettu ja suunniteltu yhteistyössä muiden koulutuksen järjestäjien kanssa.

Tarkasteltaessa teollisuutta kokonaisuutena Salpauksessa havaittiin, että useat alat toteuttavat koulutusta osana eri tutkintoja, mutta ne ovat lopulta sisällöllisesti hyvin yhtenevät. Jos siis pystytään kartoittamaan jo tapahtuvan koulutustoiminnan sisältö ja mallintamaan sekä yhteensovittamaan niiden tuottama osaaminen, saadaan aikaan asiakasta palveleva koulutuspalvelutarjonta, josta voi poimia hyvin laaja-alaisesti.

Salpauksessa koulutetaan sähköalaan liittyvää osaamista hyvin monella alalla. Kullakin tutkinnolla tai koulutuksella on tyypillisesti oma painotus, mutta ydinsisältö on hyvin samankaltaista. Lopulta jokainen koulutus toteutuu jonkinlaisten lähipäivien, luentojen tai työpäivien muodossa. Koulutustarjonnan sisällön tunnistamiseksi aloitettiin soveltuvien tutkintojen koulutusten sisällön mallintaminen ja yhteisten sisältöjen tunnistaminen ristiintaulukoimalla.

Analyysissä mukana olevia tutkintoja on:

- Sähkö- ja automaatioalan perustutkinto
- Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto,
- Tieto- ja tietoliikennetekniikan perustutkinto
- Prosessiteollisuuden perustutkinto
- Prosessiteollisuuden ammattitutkinto

Ristiintarkasteluun tuotiin eri alojen toteutus suunnitelmat tai tiedossa olevat koulutustapahtumat. Kunkin tapahtuman sisältö verrattiin kunkin viiden tutkinnon osalta kunkin tutkinnon osan osamistavoitteisiin. Tämän työn ansiosta voidaan jatkossa osaamista tarvitsevalle yritykselle tai opiskelija-asiakkaalle tarjota täsmällisemmin ja joustavammin hänen tarvitsemansa osaaminen Salpauksen laajasta koulutustarjonnasta.

Koulutustuotteet tarjotaan soveltuvin osin Salpauksen verkkosivuilta ja osa tarjonnasta on Salpauksen sisäisessä käytössä tarjottavaksi asiakkaalle tarvelähtöisesti alkuselvitysten jälkeen.

Tuote / lyhytkoulutus / lähipäivä	Korjaus- ja asennushitsaus	Kunnossapitotyöt	Robotin käyttö	Imansiiirron ja koneenliiman asennustyöt	asennustyöt	Sähkölaitteiden tuotanto ja huolto	SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOALAN PT	Sähkö- ja automaatioalalla toimiminen	Pien- ja pienoislajitteluasennukset	Kappaletavara-automaatioasennukset	Prosessiautomaatioasennukset	Rakennusautomaatioasennukset	Sähköverkkoasennukset	Sähkökäyttöjen asennukset	Teollisuusrobotin asennus ja käyttö	Pneumatiikka-asennukset	Hydrauliikka-asennukset	Jo- ja tilaturvallisuuksjärjestelmien asennukset	Aurinkosähköjärjestelmäasennukset	Tietoverkkokaapelointi	Ilmastovastuullinen toiminta	TIETO- JA TIETOLIIKENNETEKNIIKAN PT	Tieto- ja viestintäteknikan perustehtävät	Elektronikka-asennukset	Yritysviivinteknologian käyttö asiakkaan arjessa	Turvallisuus- ja hyvinvointiteknologijärjestelmien	Tietoturvallisuuden asennus	
Robotiikka 2: ohjelmoinnin perusteet (missä, kuka?)																												
Kunnossapito, TPM, Kunnossapidon mittaukset	x							x	x	x				x														
Laitteperustat, linjaus ja vaaitus, nostotyöt, kone-elimet ja				x	x									x	x													
Kone-elimet ja niiden asennustyöt 2, tiivistäminen, kemik				x	x									x	x													
SÄHKÖN OPSOKALENTERI																												
Korttikoulutukset (4)						x	x																					
Sähkötekniikan perusteet (3) 2pv						x	x	!	x	x	x	x																
Suojausmenetelmät (1) 2pv						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Sähköasennusdokumentit (2) 2pv						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Pienjännitesähköasennukset (2)								!																				
Käyttönottotarkastus (1) 1pv						x	x	x	x	x	x	x	x	x	?	?	?	x	x	x								
Sähkömoottorikäytöt (2) 2pv								x	x					!														
Pienoisjänniteasennukset (2) 2pv								!	x	x									x									
Rakennusautomaatio (2) 2pv												!																
Kappaletavara-automaatioasennukset (2) 2pv									!																			
Kulunvalvonta ja tilaturvalisuus (TEEMA, ei päivä)																												
PROSESSITEOLLISUUDEN OPSOSUUNNITELMA																												
Työturvallisuuskorttikoulutus*									x																			
Tulityökorttikoulutus*									x																			
Hygieniapassi*									x																			
Hätä-EA taidot*									x																			
Työturvallisuus ja asennuksen perusteet									x																			

Kuva 3. Ristiintaulukointia, jolla kartoitetaan tutkintojen sekä niihin liittyvien koulutustuotteiden yhteensopivuutta mahdollistamaan monialainen palvelutarjonta. (Kuva: Jari Pöyhönen)

Pohdinta

Koulustarjonnan sisältö, saavutettavuus ja toteutustavat on jatkuvasti elävä kokonaisuus. Tuottavuusvaatimusten kiristessä opiskelun on oltava yhä tehokkaampaa niin ajallisesti kuin sisällöllisesti. Koulutukseen pitää päästä nopeasti ja sen on vastattava juuri oikeisiin tarpeisiin. Vastaavasti ammatillisen koulutuksen tutkintojärjestelmän mukaisten tutkintojen välinen monialaisuus lisääntyy koko ajan. Tällä hetkellä valtiohallinto tukee oppisopimuskoulutuksena työn kautta tapahtuvaa opiskelua ja se on asiakkaille hyvä tilanne erityisesti koulutuksen maksuttomuuden näkökulmasta. Toisaalta kokonaisten tutkintojen suorittaminen yhdessä työpaikassa on hyvin usein mahdotonta tutkintojen laaja-alaisten osaamisvaatimusten vuoksi. Tätä raporttia kirjoitettaessa lähitulevaisuudessa on todennäköistä, että erityisesti sähköiseen alaan liittyvä koulutus tulee perustumaan erilaisiin tutkinnon osiin tai sitä pienempiin kokonaisuuksiin, joita suoritetaan oppisopimusmuotoisesti useista eri tutkinnoista monipuolisen ja oikeanlaisen osaamiskokonaisuuden saavuttamiseksi.

Useat teknologiat pohjautuvat lopulta hitaammin muuttuviin laajempiin perusasioihin ja ilmiöihin, joiden hallinta on tärkeää. Nämä perusilmiöt ovat niitä, joihin ammatillisen koulutuksen tulisi keskittyä ja panostaa. Edistyskellisempi teknologia on perustellusti koulutettavissa erilaisten laitevalmistajien ym. toimesta ja oppilaitoksen rooli on fasilitoida näille ympäristö, jossa niiden oppiminen olisi mahdollisimman tehokasta niin työuran alussa kuin sen edetessäkin. Salpaus jatkaa koulutuksen tarjonnan kehittämistä ja koulutuksen saavutettavuutta sekä virtuaalisen koulutuksen osuuden lisäämistä nykyisestä.

Kuvat

KUVA 1. Pöyhönen, J. 2022. Rauten Sähköasentajapolun visualisointi.

KUVA 2. Pöyhönen, J. 2022. Sähköistyvän liikenteen ja logistiikan sekä älykkään tuotannon koulustuotteiden pilotointiin osallistui useita yrityksiä ja opiskelijoita monialaisesti.

KUVA 3. Pöyhönen, J. 2022. Ristiintaulukointia, jolla kartoitetaan tutkintojen sekä niihin liittyvien koulustuotteiden yhteensopivuutta mahdollistamaan monialainen palvelutarjonta.

