

# Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin

## Loppuraportti

Mirka Leino, Tommi Lehtinen, Joonas Kortelainen,  
Timo Suvela, Hannu Asmala, Santra Jokinen ja Pauli Valo



# **Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin**

## **Loppuraportti**

Mirka Leino, Tommi Lehtinen, Joonas Kortelainen,  
Timo Suvela, Hannu Asmala, Santra Jokinen ja Pauli Valo

Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Pori  
2019

Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sarja B, Raportit 9/2019  
ISSN 2323-8356  
ISBN 978-951-633-277-5

Copyright Satakunnan ammattikorkeakoulu ja tekijät

Julkaisija:  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
PL 1001, 28101 Pori  
[www.samk.fi](http://www.samk.fi)

Taitto: Pauli Valo  
Kuvat: Joonas Kortelainen, Tommi Lehtinen ja Pauli Valo

Satakunnan ammattikorkeakoulun julkaisut ladattavissa: [theseus.fi](http://theseus.fi).

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Sisällysluettelo

<b>Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>Projektin eteneminen</b>	<b>6</b>
<b>Tavoitteet</b>	<b>7</b>
<b>Simulointiympäristön määrittely</b>	<b>12</b>
<b>Esimerkkisimulaatiot</b>	<b>12</b>
Autoradasto	12
Sahasimulaatio	14
Suukkolinjasto	14
<b>Pilottisimulaatiot</b>	<b>15</b>
Sinituotteen linjasto	15
Biolanin linjasto	16
Hollmen: Tuotannon suunnittelu simuloinnin avulla	16
<b>Simulointiympäristön esittely-ympäristö</b>	<b>17</b>
<b>Simulointiympäristön hyödyntämissuunnitelma</b>	<b>18</b>
<b>Johtopäätelmät</b>	<b>18</b>
<b>Jatkokehittämissuunnitelmat</b>	<b>20</b>

## Johdanto

Digitalisaatio ja virtuaalitodellisuus ovat termejä, joita voi lukea monista tämän hetken teknologiakehittämistä kuvaavista teksteistä. Teollisen tuotannon suunnittelussa ja kehittämisessä näiden termien todellinen merkitys tulee esille, kun hyödynnetään simulointia. Simuloinnilla tarkoitetaan yleisesti todellisuuden jäljittelyä eli tuotannon suunnittelussa simuloinnilla tarkoitetaan tuotantolinjastojen, koneiden ja toimilaitteiden toiminnan esittämistä digitaalisessa muodossa. Nykyaikainen tuotannon simulointi tehdään 3D-ympäristöissä, joissa laitteiden ulkonäkö ja toiminnallisuus pystytään toteuttamaan aivan kuin oikeilla laitteilla todellisissa ympäristöissä. Perinteisesti simuloinnilla on tarkoitettu ilmiön käsittelyä matemaattisten käyttäytymiskaavojen mukaan. Simulointia hyödynnetään monilla aloilla kuten pelikehittämisessä, säätiedotusten tekemisessä tai vaikkapa liikenteen suunnittelussa.

Tulevaisuuden automaatiojärjestelmien kehittäminen tehdään yhä enemmän virtuaalimaailmassa erilaisten simulaatioiden avulla. Mitä tarkemmin simulointi tehdään, sitä enemmän virtuaalijärjestelmä muistuttaa todellista järjestelmää. Simulointia hyväksi käyttäen voidaan kokonaisen järjestelmän tai vaikkapa linjaston toimintaa testata ennen kuin yhtään laitetta on edes tilattu. Vastaavasti järjestelmään voidaan tehdä muutoksia testaamalla niiden toimintaa ensin simulointiympäristössä ja vasta kun ne toimivat siellä, otetaan uudistus käyttöön oikeassa järjestelmässä. Tehokkaassa käytössä simuloinnilla säästetään sekä resursseja että energiaa, kun vältetään turhat hankinnat, varmistetaan laitteiden yhteensopivuus ja sitä kautta resurssien älykäs hyödyntäminen. Simuloinnin sanotaankin olevan yksi merkittävimmistä teknologioista tulevaisuuden tuotantomenetelmien käyttöönotossa.

## Projektin eteneminen

Simuloinnilla uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin -hankkeessa Satakunnan ammattikorkeakoululle on suunniteltu ja toteutettu pk-yritysten simulointitarpeisiin vastaava simulointiympäristö. Ympäristö tarjoaa uusia ulottuvuuksia yritysten tuotantoprosessien ja tuotteiden digitalisointiin ja automatisointiin. Simulointiympäristö pohjautuu suurelta osin Visual Components –ohjelmistoon. Simulointiympäristö koostuu todellisista tuotannon kehittämistarpeisiin vastaavista simulaatioista sekä virtuaalista kouluttamista mahdollistavista simulaatioista, joiden avulla voidaan perehtyä erilaisiin tuotannon toimintoihin sekä niiden suunnitteluun ja ohjelmointiin. Jokainen uusi simulaatio kasvattaa simulointiympäristöä ja laajentaa sen hyödyntämismahdollisuuksia jatkossa. Simulointiympäristöä pääsevät hyödyntämään esimerkiksi teollista tuotantoa harjoittavat yritykset sekä tuotantoprosesseja, niiden osia ja laitteita valmistavat yritykset.

Tässä hankkeessa simulointiympäristölle on määritelty reunaehdot erilaisten mallinnustekniikoiden ja simulointimenetelmien käytölle sekä komponenttien ja liityntöjen suunnittelulle. Tällä halutaan varmistaa, että kaikki mallinnetut komponentit ja simulaatiot sopivat yhteen ja näin simulointiympäristö voi täydentyä jokaisen simulaation myötä. Tämä nopeuttaa uusien simulaatioiden aloittamista, kun kaikkia osia ja komponentteja ei tarvitse aina mallintaa uudestaan. Vastaavasti myös erilaisia simuloituja soluja voidaan hyödyntää myöhemminkin uusissa kohteissa.

Tässä hankkeessa suunniteltua ja toteutettua simulointiympäristöä voidaan hyödyntää esimerkiksi uuden tuotantolinjan suunnittelussa ennen koneiden ja laitteiden tilaamista. Suunniteltavan järjestelmän simuloinnilla voidaan esim. varmistaa laitteiden sopiminen suunniteltuun tilaan sekä testata laitteiden kapasiteetteja ja yhteensopivuuksia. Toisaalta jo olemassa olevan järjestelmän tai tuotantolinjan simuloinnilla voidaan testata erilaisia kehittämisvaihtoehtoja tai laajennusmahdollisuuksia. Simulaatioita voidaan hyödyntää myös prosessien ja linjastojen käyttökoulutuksessa, jossa käyttäjät voivat kokeilla erilaisia tuotannon vikatilanteita tai esimerkiksi vaihdella tuotantomääriä. Vastaavasti kunnossapidon asiantuntijat voivat simulaatioiden avulla testata erilaisia vikatilanteiden tai kunnossapitotoimien vaikutusta tuotantoon. Simulointiympäristön hyödyntäminen koulutuksen ja kunnossapidon tukena poistaa matkustustarpeita sekä osien edestakaista kuljettamista. Samoja simulaatioita voidaan myös hyödyntää esim. myynnin ja markkinoinnin tukena, koska videoina esitettävien tuotantoympäristöjen toimintaa on helpompi esitellä potentiaalisille ostajille.

Tässä hankkeessa Satakunnan ammattikorkeakoulun simulointiympäristöön on suunniteltu ja toteutettu geneerisiä, mahdollisimman monenlaisia komponentteja sisältäviä prosesseja. Yksityiskohtaisempia esimerkkisimulaatioita on tehty mm. sahalinjastosta, leipomon lähettämön linjastosta ja suklaasuukkojen pakkauslinjastosta. Vastaavasti myös hankkeen pilottisimulaatioita varten toteutettiin paljon uusia komponentteja ja prosessivaiheita. Näitä kaikkia voidaan hyödyntää hyvinkin erilaisten yritysten simulointitarpeisiin. Esimerkkisimulaatiot ja pilottisimulaatiot esitellään tarkemmin myöhemmin tässä raportissa.

## Tavoitteet

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin –hankkeen päätavoitteet olivat:

- Muodostaa selkeä suunnitelma satakuntalaisten pk-yritysten tarpeisiin kehitettävästä simulointiympäristöstä
- Määritellä simulointiympäristön toiminta, prosessit, komponentit, virtuaaliaineistojen muoto sekä rajapinnat simulointiympäristöstä ulospäin, esim. reaali maailman komponentteihin ja prosesseihin
- Mallintaa iso joukko komponentteja

## Toteuttaa kolme pilottisimulaatiota yrityksille

Tavoitteisiin päästiin toteuttamalla yhteensä 8 työpakettia:

### 1. Benchmarking – mitä on tarjolla?

Ensimmäisessä työpaketissa selvitettiin, millaisiin tarkoituksiin simulointia käytetään. Selvitystyö aloitettiin suomalaisista ammattikorkeakouluista ja siitä, miten simulointia ja virtuaaliympäristöjä hyödynnetään niissä automaatiotekniikan tki-työhön ja opetukseen. Seuraavaksi käytiin läpi simuloinnin hyödyntämistä yritysten tuote- ja prosessikehittämisessä sekä käyttö- ja kunnossapitokoulutuksen tai myynnin ja markkinoinnin tukena. Samalla selvitettiin myös, millaisia valmiita ohjelmistoja näihin tarkoituksiin on tarjolla.

Suomalaisissa ammattikorkeakouluissa simulointia käytetään vaihtelevasti. Seinäjoen ammattikorkeakoulussa ollaan selvityksen mukaan hyödynnetty simulointia laajimmin sekä yritysten tarpeisiin että ammattikorkeakoulupetuksessa. Heidän kanssaan käydyt keskustelut nostivat esille useita SAMKin simulointiympäristön kehittämiseen merkittävästi vaikuttaneita sekä kehittämisideoita että myös kierrettäviä sudenkuoppia. Yhteistyö SeAMKin kanssa onkin ollut hyvin merkittävää tämän hankkeen onnistumisen näkökulmasta.

Hankkeen aikana on tutustuttu ja testattu useita erilaisia ja eritasoisia tuotannon/tuotesuunnittelun tarkoituksiin kehitettyjä simulointiohjelmistoja. Eniten kokemuksia ja oppia on saatu seuraavien ohjelmien kautta: ABB RobotStudio, V-rep, Flexsim, Factory I/O, Cognex InSight, Omron FH FJ-simulator, Matrox Design Assistant, RoboDK, Omron TouchFinder Simulator, VR Robotics Simulator, Siemens PLM ja FluidSim. Osaan ohjelmista tutustuttiin hyvinkin laajasti ja ne valittiin osaksi simulointiympäristöä, kun taas toisten ohjelmien kohdalla huomattiin jo lyhyellä tutustumisella, että niissä on päällekkäisyyksiä jo valittujen ohjelmien kanssa ja siitä syystä ne jätettiin ympäristön ulkopuolelle. Simulointiympäristön osaksi valitut ohjelmat todettiin todella helppokäyttöisiksi ja hyödyllisiksi kokonaisuuden kannalta. Ohjelmat ovat toimineet hyvin simulointiympäristön tarkoituksissa. Tutustumisten ja testien tuloksena tunnetaan simulointiympäristön laajennus- ja kehittämismahdollisuuksia, mutta toisaalta osataan valita tarpeen mukaan muunlaisiakin simulointiohjelmiä, jos kohteen kehittäminen niin vaatii.

### 2. Simulointiympäristön lisääminen alueen yrityksiin

Toisen työpaketin tavoitteena oli viedä tietoa simuloinnin tuomista hyödyistä alueen yrityksiin. Yritysten kanssa on käyty läpi simuloinnin merkitystä niin suunnittelussa, käyttökoulutuksessa ja kunnossapidossa kuin myynnin ja markkinoinninkin tukena. Yritysten kanssa on tutustuttu simuloinnin eri tasoihin kuten layout-suunnitteluun, tarkempaan laitekohtaiseen ohjelmointiin, koulutustarkoituksiin tehtyihin vikatilanteitakin sisältäviin simulointeihin ja reaali maailman logiikalla ohjattaviin simulaatioihin. Kaikkea tätä on esitelty niin yritysten kanssa pidetyissä palavereissa kuin erilaisissa tilaisuuksissakin.

2.12.2016 pidetty Simulointiseminaari (kuva 1) oli yksi merkittävimmistä simulointiympäristön kehittämistyötä esittelevistä tilaisuuksista. Simulointiseminaariin osallistui kolmisenkymmentä eri organisaatioiden edustajaa. Seminaariin oli kutsuttu puhumaan SeAMKin edustaja, joka esitteli SeAMKin näkemystä ja heillä tehtyä simulointityötä. Seminaarissa puhuivat myös Visual Componentsin ja ABB:n edustajat heidän simulointiohjelmistojensa hyödyntämismahdollisuuksista. Seminaarin jälkimmäisellä puoliskolla SAMKin asiantuntijat esittelivät simulointiympäristöä, sen hyödyntämismahdollisuuksia ja tulevaisuuden kehittämissuunnitelmia sekä kävivät läpi käytännön demonstraatioita niin esimerkkisimulaatioiden kuin fyysistä ja virtuaaliympäristöä yhdistävien esimerkkien kautta. Simulointiseminaarista voi lukea automaation tutkimusryhmän Internet-sivuilta ([http://automaatio.samk.fi/?page\\_id=1042](http://automaatio.samk.fi/?page_id=1042)) ja samalta sivulta pääsee myös lataamaan seminaariesityksiä.





*Kuva 1. Sahasimulaation esittelyä  
Simulointiseminaarissa.*

Lounaissaamen automaatiomessuilla 14.7.2016 ja 13.7.2017 Ulvilassa ympäristön kehittäminen ja simuloinnin tuomat mahdollisuudet herättivät hyvinkin laajaa mielenkiintoa. Simulointiympäristöä sekä siinä toteutettuja esimerkkisimulaatioita esiteltiin myös erityisesti meriteollisuuden yrityksille suunnatuissa Meriosaaajat-tekniikkapäivissä 8.2.2017 Porissa ja 23.5.2017 Raumalla. Simulointiympäristön erilaisia simulaatioita ja niiden tuomaa lisäarvoa uuden tuotannon suunnittelussa esiteltiin RoboCoast-yritysten Automaation aamukahveilla Ulvilassa 23.3.2017. 7.4.2017 Kankaanpään alueen yrityksille järjestetyssä Teknologiademopäivässä tuotannon simulointia ja simuloinnin mahdollisuuksia käsiteltiin metalliteollisuusyritysten näkökulmasta. Esimerkkisimulaatiot ja niiden esille tuomat simulointimahdollisuudet tuottivat useita ideoita pientenkin yritysten tuotannon kehittämiseen. Simulointiympäristössä tehtyjä esimerkkisimulaatioita esiteltiin myös Yritys-Suomi –toimijoiden kehittämisspäivillä 31.8.2017 Yyterissä, SAMKin uuden kampuksen avajaisissa 2.9.2017 sekä yrityksille järjestetyssä SAMKin avointen ovien päivässä 22.9.2017 ja laajalle yleisölle järjestetyissä avointen ovien päivässä 23.9.2017.

Simulointiympäristön toimintaa ja sen tuomia mahdollisuuksia esiteltiin Tulevaisuuden tuotanto ja valmistus data-analytiikalla –seminaarissa 7.6.2018. Paikalla oli n. 70 kuulijaa ja seminaarin jälkeen 40 henkilöä jatkoi työpajoihin, joista yhdessä osallistujat pääsivät tutustumaan SAMKin simulointiympäristöön ja siellä tehtyihin simulaatioihin virtuaalilasien avulla. Samalla kävijät pääsivät kokeilemaan simulaatioiden tekemistä asettelemalla koneita ja laitteita linjastolle ”käsini” virtuaalimaailmassa sekä kokeilemaan robotin ohjelmointia virtuaalimaailmassa.

Yritysten kiinnostus simulointia kohtaan on ollut laajaa. SAMKiin on tullut paljon kyselyjä aiheesta ja useiden yritysten kanssa on käyty keskusteluja simuloinnin hyödyntämismahdollisuuksista ko. yritysten tuotannon kehittämisessä sekä esim. koulutusmahdollisuuksien kehittämisessä. Varsinkin virtuaalilasit tuovat uuden olottuvuuden simulaatioiden hyödyntämiseen koulutuksessa. Kevään 2018 aikana simulointiympäristöä käytettiin hankkeessa tehtyjen pilottisimulaatioiden lisäksi useisiin eri yritysten simulaatioihin. Näin simulointiympäristön komponentti- ja sovelluskirjastoja on täydennetty jo hankkeen viime kuukausien aikana.

### 3. Tarvetunnistus / ideointi

Kolmannessa työpaketissa tehtiin simulointiympäristön kehittämisen kannalta ensiarvoisen tärkeää tarvetunnistusta ja ideointia. Työpaketissa projektiryhmä pohti, mitä kaikkea automaatiotekniikan tki-työhön suunniteltavaan simulointiympäristöön voidaan tai kannattaa sisällyttää. Yritysten kanssa käydyssä vuoropuhelussa suunniteltiin muokattavissa olevia simulointimalleja, joiden avulla uusien simulaatioiden tekeminen pääsee alkamaan mahdollisimman ketterästi. Tässä työpaketissa myös suunniteltiin koulutusaineistoja, tehtäviä, harjoituksia ja teoria-aineistoja simulointiympäristön käyttökoulutuksiin.

Kolmannessa työpaketissa selvitettiin myös, miten simulointiympäristö voidaan integroida virtuaalioppimisympäristöön. SAMKissa on vuoden 2018 aikana otettu käyttöön uusi Moodle 3.0 –verkko-oppimisympäristö, jonka kautta simulointiympäristönkin käyttäminen on mahdollista. Hankkeen aikana virtuaalioppimisympäristöön on tehty yritysten koulutustarkoituksiin jo muutamia erilaisia simulointiharjoituksia. Seuraavassa on kuvattu esimerkinomaisesti kaksi tällaista harjoitusta.



Erään harjoituksen alkutilanteessa simulointiharjoituksen suorittaja saa eteensä valmiin tuotantotilan, jossa on ennalta määritelty määrä laitteita, henkilökuntaa sekä tilaa rajoittavia esteitä. Tuotantotilassa valmistetaan tuotetta, joka koostuu kahdesta eri muovipuristetusta osasta. Harjoituksen suorittajalle kerrotaan myös tuotteen eri valmistusvaiheiden suoritusajoja. Harjoituksen suorittajan tavoitteena on simuloida uusi, mahdollisimman kustannustehokas layout sekä linjasto hyödyntäen mahdollisuuksien mukaan olemassa olevia laitteistoja ja henkilökuntaa sekä lisäämällä kuljettimia, robotteja, laitteita tai henkilökuntaa tarpeen mukaan. Harjoituksen suorittajan tulee myös tehdä simulointinsa perusteella laskelmat uuden linjaston kustannuksista sekä sen mukaisista tuotteen tuotantokustannuksista ja -volyyminä.

Toisessa harjoituksessa simulointiharjoituksen suorittaja saa lähes vapaat kädet oman tehtaan simulointiin. Tehdas voidaan simuloida raaka-aineen käsittelystä lähtien aina valmiiden tuotteiden varastointiin, mutta tehdas voi olla myös kokoonpanotehdas, jolloin osat tulevat alihankintana ja niiden vastaanotto on toteutettava osaksi simulaatiota. Tässä harjoituksessa olennaista on myös käyttää itse mallinnettuja osia tai tuotteita osana simulaatiota.

#### 4. Kehittämistyö

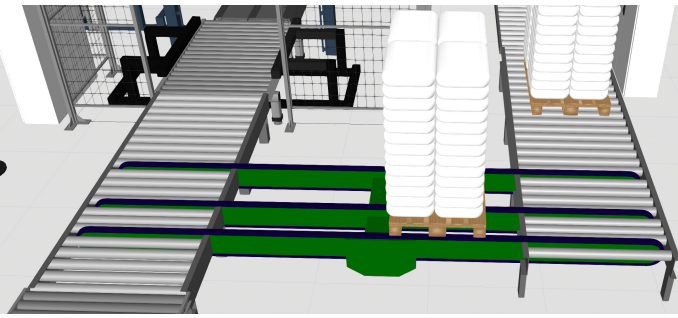
Neljännessä työpaketissa toteutettiin varsinainen simulointiympäristön kehittäminen. Kehittämistyö aloitettiin laatimalla simulointiympäristön komponenttien toteutusohje ja toteuttamalla ensimmäisiin esimerkkisimulaatioihin tarvittavat komponentit. Samaan aikaan kehitettiin simulointimallien toiminnalle kuvausmenetelmä, joka varmistaa jatkossa eri simulaatioissa tehtyjen mallien yhteensopivuuden.

Tärkeä osa komponenttien yhteensopivuutta ja joustavaa käyttöä on komponenttien nimeämiskäytännöt, jotka helposti eroaisivat toisistaan ilman sovittuja käytäntöjä. Toinen tärkeä osa komponentteja on signaalien ja komponentin toiminnallisuuden ohjelmakoodin rakentaminen siten, että komponenttia voidaan hyödyntää mahdollisimman joustavasti sekä itsenäisenä osana simulaatiota että ulkoisesti ohjattuna esim. fyysisen tai virtuaalisen PLC:n kautta. Komponentin geometrioiden (esim. korkeus, leveys) rakenteen automaattisen mukautumisen esim. yhdistettyyn kuljettimeen todettiin olevan simulaation rakentamista nopeuttava tekijä, mutta sen tekeminen varsinkin monimutkaisiin komponentteihin on yleensä hankalaa ja kannattaa toteuttaa vain usein käytettyihin komponentteihin. Seuraavan sivun kuvissa (kuvat 2-6) on esimerkkejä hankkeessa toteutetuista komponenteista ja laitteista. Simulointiympäristön monipuolisen hyödyntämisen näkökulmasta yhtenä tärkeänä osana tätä työpakettia kehitettiin myös simulointimalleissa käytettävä rajapinta, jonka kautta ollaan yhteydessä esimerkiksi nettisivustoille, joista löytyy lisätieto ko. laitteesta tai linjastosta. Tähän liittyen yhteen esimerkkisimulaatioon tehtiin esimerkkejä koulutusaineistojen lukemisesta hyödyntäen tätä rajapintaa. Kun simulointiympäristön määrittely oli valmis, keskityttiin kehittämistyössä enemmän esimerkkisimulaatioiden ja yrityksille tehtyjen pilottisimulaatioiden tekemiseen. Simulointiympäristön määrittely sekä esimerkkisimulaatiot ja pilottisimulaatiot kuvataan tarkemmin myöhemmin tässä raportissa.

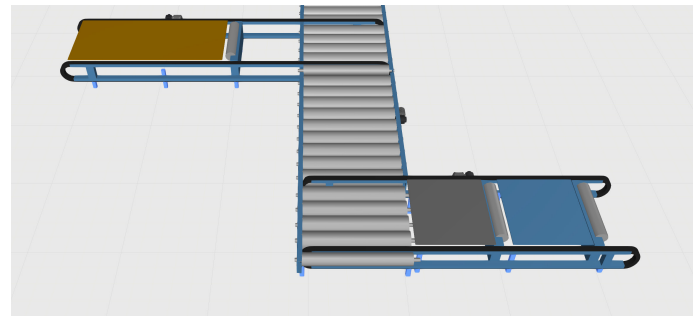
Simulaation laitteita ja komponentteja on myös mahdollista ohjata fyysisellä logiikalla kuten simulointiympäristön esittely-ympäristössä tehdään. Tällöin simulaation laitteita voidaan käyttää korvaamaan oikeita laitteita tai suunnitteilla olevan linjaston logiikkaohjelman ohjelmointi voidaan aloittaa jo ennen kuin fyysistä linjastoa on olemassa. Hankkeen päättyessä simulointiympäristön esittely-ympäristössä voidaan Beckhoffin logiikoiden kanssa käyttää suoraan ADS-rajapintaa tai OPC UA -rajapintaa. Muiden valmistajien logiikoiden kanssa voidaan käyttää OPC UA -rajapintaa. Rajapintojen kautta on mahdollista lukea ja kirjoittaa malleista löytyviä signaaleja ja hyödyntää tätä tietoa logiikkaohjelmassa. Tällaiset signaalit voivat olla esimerkiksi kuljettimessa päälle/pois -ohjaussignaali ja anturissa anturitiedon signaali.

Simulaatioihin on myös mahdollista tehdä niin sanottu opetustila, jossa jokaisesta komponentista klikkaamalla aukeaisi nettisivu, joka näyttää lisätietoja (esim. datasheetin) siitä komponentista. Tämä onnistuu käyttämällä ohjelmasta löytyvää valmista funktiota, Jog Info, sekä kirjoittamalla pieni pätkä python-koodia. Pythoniin implementoidaan webbrowser-kirjasto ja aina tällaisen Jog/Interact -funktion jälkeen kutsutaan tätä webbrowser-kirjaston komentoa "open\_new\_tab", joka avaa tietokoneen oletusselaimella sisäänkirjoitetun web-osoitteen. Web-osoite voi olla linkki YouTubeen, .pdf-dokumenttiin tai ihan mihin tahansa, mitä normaaliselaimella voi avata. Seuraavassa on esimerkkivideo tällaisesta.

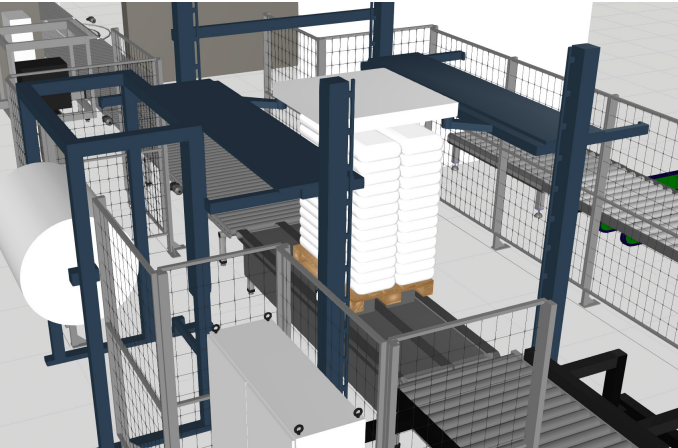
<https://youtu.be/obwVWI3k6m4>



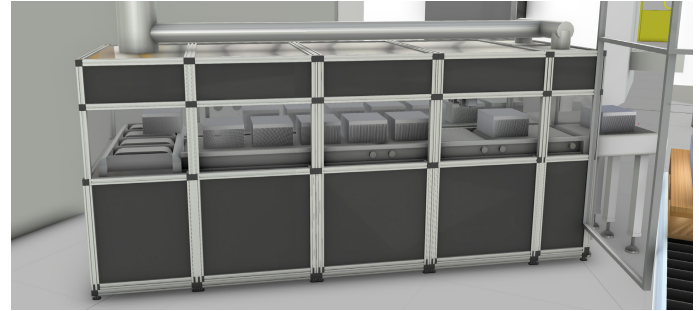
Kuva 2. Kulmakuljetin.



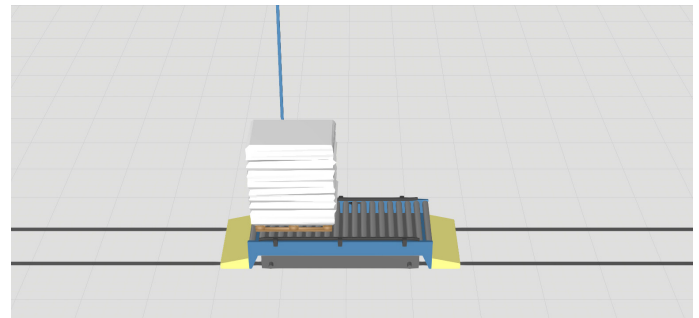
Kuva 3. Sivunnostelukuljetin.



Kuva 4. Palletin huputtaja.



Kuva 5. Prosessiasema.



Kuva 6. Vaunukuljetin

## 5. Yhteisöllisen toimintamallin kehittäminen

Simulointiympäristön kehittäminen on tuonut mukanaan monenlaisia yhteistyössä tehtyjä projekteja ja kehittämistoimia. Yhteisen ympäristön toteuttaminen on rohkaissut sekä asiantuntijoita että opiskelijoita toteuttamaan simulaatioita yhteisöllisemmin ja samalla yritysten toiveita kuunnellen. Simulointiympäristöä on esitelty laajalle joukolla kansainvälisiä vieraita ja tämä taas on herättänyt kiinnostusta myös simulointiin liittyvään yhteistyöhön.

Merkittävin kv-yhteys on ehdottomasti ollut kiinalaisen Junhe Pumps –yrityksen toimitusjohtajan ja markkinointijohtajan vierailu ja heidän kanssaan simulointiympäristön tarjoamien mahdollisuuksien sekä esimerkki- ja pilotisimulaatioiden pilotointi 29.8.2017. Tilaisuudessa tutustuttiin simulointiympäristön tarjoamiin mahdollisuuksiin pumpputehtaan automatisointisuunnittelun tukena. Projektitutkija Joonas Kortelainen simuloi liveinä yhden linjaston luonnoksen Junhe Pumps:n edustajien ohjeistuksen mukaan. Linjaston toiminnan monipuolisuus ja simuloinnin tarkkuus herättivät paljon positiivisia kommentteja yrityksen edustajilta. He myös intoutuivat ideoimaan jatkosuunnitelmia ympäristön hyödyntämisestä satakuntalaisten yritysten tekemien automatisointisuunnitelmien tukena.

## 6. Simulointiympäristön julkaisu ja pilotointi

Simulointiympäristön toimintaa pilotoitiin SAMKin automaatiolaboratoriossa keväällä 2018. Pilotointiin osallistui niin SAMKin tutkijoita ja opettajia kuin satakuntalaisia yrityksiä sekä SAMKin opiskelijoita. Pilotointi toteutettiin esittelemällä ympäristöä yritysten edustajille, tekemällä livesimulointeja mm. VR-ympäristössä, toteuttamalla kaksi simulaatiota yritysten tarpeisiin sekä teettämällä opinnäytetyö simulointiympäristön ja fyysisten järjestelmien yhteistoiminnallisuuden demonstroimiseksi.

Simulointiympäristön tarjoamat mahdollisuudet ovat kaikkien nähtävillä laboratoriossa sijaitsevassa esittely-ympäristössä. Ympäristöä on esitelty SAMKin yhteistyökumppaneille kevään ja kesän 2018 aikana. Ympäristöä tullaan pilotoimaan yhdessä 14 suomalaisen AMKin kanssa aloitetussa Automation in Network - AuNe -yhteistyöhankkeessa vuosina 2018-2020. Samoin ympäristöä hyödynnetään yritys-yhteistyökumppanien kanssa esimerkiksi SAMKin Robotiikka Akatemian toimesta jo syksyllä 2018.

## 7. Arviointi

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin –hankkeen toimintaa ja tuotoksia on arvioitu monesta eri näkökulmasta. Opiskelijat ovat olleet todella tyytyväisiä simulointiympäristön käyttöön opiskelun apuvälineenä, koska se luo uudenlaisia mahdollisuuksia erilaisten sovellusten tekemiseen, kun aiemmin mahdollisuudet sovellusten testaamiseen oli rajattu olemassa oleviin fyysisiin laitteisiin. Yritysten edustajat taas ovat tuoneet esille havaintojaan simuloinnin todella laajoista hyödyntämismahdollisuuksista. Hankkeeseen osallistuneet tutkijat ovat kertoneet simuloinnin osaamisensa lisääntyneen hankkeen aikana merkittävästi. Monimutkaiset ja laajat simulaatiot sekä uudet mallinnukset ovat tuoneet mukanaan haasteita ja niiden ratkaisemisesta syntyneitä monipuolista kokemusta. Pilotointiin osallistuneet tekijät taas ovat arvioineet ympäristöä sen käytettävyyden näkökulmasta ja erityisesti virtuaaliominaisuudet ovat saaneet kiitosta.

Simulointiympäristöön toteutettujen mallien toiminnallisuutta ja kategorioiden hyödynnettävyyttä on arvioitu kehittämishankkeen edetessä lähinnä asiantuntijoiden ja opiskelijoiden toimesta. Tämä on ollut tärkeää, jotta toiminnallisuutta on pystytty kehittämään tarpeelliseksi katsottuun suuntaan ympäristön laajentuessa. Monenlaisten arvioiden ja koko hankkeen ajan projektiryhmän tekemän itsearviointin perusteella on tehty jatkokehityssuunnitelmia, joista merkittävimmät on kirjattu tämän raportin loppuun jatkokehittämissuunnitelmiin.

## 8. Julkaisut ja esitykset

Simulointiympäristön kehittäminen on ollut hyvin konkreettista komponenttien, toiminnallisuuden ja ohjelmointitapojen kehittämistä. Hankkeen panostukset on kohdennettu pääsääntöisesti selkeän ja toimivan ympäristön kehittämiseen. Näin myös hankkeen julkaisut ja esitykset ovat keskittyneet konkretiaan ja toiminnallisuuden mukanaan tuomien mahdollisuuksien esittelyyn.

Simulointiympäristön kehittämisestä kirjoitettiin satakuntalaisille insinööreille Satakunnan insinöörit ry:n tiedotuslehti Satikkaan: Kortelainen, J., Lehtinen, T. ja Leino, M. 2016. Simuloinnilla vakuuttavaa kivijalkaa tuotannon uudistamiseen. Satakunnan insinöörit ry:n tiedotuslehti Satikka. 2/2016, pp 6-7.

Simulointiympäristöä esiteltiin SAMKin sidosryhmille Agora-lehdessä: Leino, M. 2016. Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin. Agora, Satakunnan ammattikorkeakoulun osaamisuutiset. 3/2016, pp 6-7.

Simulointiympäristön tarjoamia mahdollisuuksia esiteltiin automaatioyritysten aamukahveilla 23.3.2017: Leino, M., Kortelainen, J. ja Lehtinen, T. 2017. Tuotannon simuloinnista monenlaista hyötyä. Esitys Automaatioyritysten aamukahvit –tilaisuudessa. 23.3.2017, Sataedu, Ulvila.

Simulointiympäristön mahdollisuuksien hyödyntämisestä automaatiotekniikan koulutuksessa kirjoitettiin SAMKin julkaisuun eOppimisen aika: Suvela, T. 2018. Simulointiympäristöjen soveltaminen automaatiotekniikan opetuksessa. Koivisto, J., Forma, E-L., Jalonen, J. Kallama, K., Kandelin, N. (toim.) eOppimisen aika – Pedagogiikka ja digityökaluja. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sarja B, Raportit 5/2018.

Valmis simulointiympäristö esiteltiin Tulevaisuuden tuotanto ja valmistus data-analytiikalla –seminaarissa Porin yliopistokeskuksessa 7.6.2018: Lehtinen, T. 2017. Simuloinnin kehitysympäristöllä joustavuutta ja tehokkuutta tuotannon suunnitteluun. Esitys Tulevaisuuden tuotanto ja valmistus data-analytiikalla –seminaarissa. 7.6.2018, Porin yliopistokeskus.

## Simulointiympäristön määrittely

Tässä määrittelyssä simulointiympäristö tarkoitetaan ympäristöä, jossa testataan ohjausjärjestelmässä olevan sovelluksen toimintaa prosessin simulaation avulla. Ohjausjärjestelmä voi olla fyysinen tai virtuaalinen laite, esim. PLC. Lähtökohtana on, että ohjausjärjestelmässä testattava sovellus on sama kuin todellisen prosessin ohjauksessa. Tästä vaatimuksesta johtuen, pitää simuloitun prosessin ohjausjärjestelmään liitettävien signaalien vastata todellisuutta. Simuloitu prosessi voi olla esim. prosessi- tai kappaletavarateollisuudesta. SAMKin simulointiympäristössä pääasiallisesti käytettävä simulointiohjelmisto on tarkoitettu lähinnä kappaletavarateollisuuden prosessien mallintamiseen, mutta myös prosessiteollisuutta on mallinnettu.

Simulointimallin ja ohjausjärjestelmän välille määriteltävät signaalit riippuvat prosessista ja siellä olevista laitteista sekä siitä, mitä ohjausjärjestelmän sovelluksen osaa halutaan testata. Järjestelmät sähkökuvat ovat hyvä dokumentaatio signaalien selvittämisessä. Mikäli käytössä on ajantasaiset kuvat, niistä saadaan selville tarvittavat signaalit, mutta niiden käyttäytyminen prosessissa on selvítettävä muualta. Oleellinen osa simulointimallin toteutuksessa on tuntee prosessissa käytettyjen laitteiden toiminta prosessin ja ohjausjärjestelmän näkökulmasta. Normaalin toiminnan lisäksi voi olla hyvä myös mallintaa poikkeustilanteita, jolloin sovelluksen testauksesta saadaan kattavampi.

Esimerkiksi moottoria ohjaava kontaktori käynnistää moottorin, kun kontaktoriin liitetty ohjausjärjestelmän lähtösignaali asettuu. Tyypillisesti kontaktorin vetäessä ohjausjärjestelmälle välitetään takaisinkytkentäsignaali kertomaan onnistuneesta ohjauksesta. Nämä kaksi signaalia (ohjaus ja takaisinkytkentä) mallinnetaan simulointimalliin ja tarjotaan ohjausjärjestelmään liitettäväksi. Normaali tilanne on sellainen, että ohjauksen asetuttua takaisinkytkentä asettuu pienen hetken jälkeen. Mikäli halutaan selvittää ohjausjärjestelmän käyttäytyminen poikkeustilanteessa, voidaan simulointimalliin mallintaa esim. tilanteet, joissa ohjaus asettuu, mutta takaisinkytkentä ei tai ohjauksen nollautuessa takaisinkytkentä jää päälle. Ohjausjärjestelmän reagointia eri tilanteisiin voidaan seurata esim. tarkastelemalla mallia visuaalisesti tai analysoimalla lokiin kirjattuja tapahtumia.

Yleiseksi ohjausjärjestelmän ja simulointimallin väliseksi kommunikoinniksi on muodostunut OPC UA, jota tukevat lähes kaikki automaatiojärjestelmät. Eryityisesti nykyisen standardin poistama MS Windows -riippuvuus on laajentanut käyttökohteita ja mahdollisuuksia liittää eri järjestelmiä yhteen. Aiemmin OPC-palvelinsovellusta on ajettu jossain Windows-tietokoneessa, mutta tänä päivänä löytyy useita ohjelmoitavia logiikoita, joissa OPC UA -palvelin on sisäänrakennettuna.

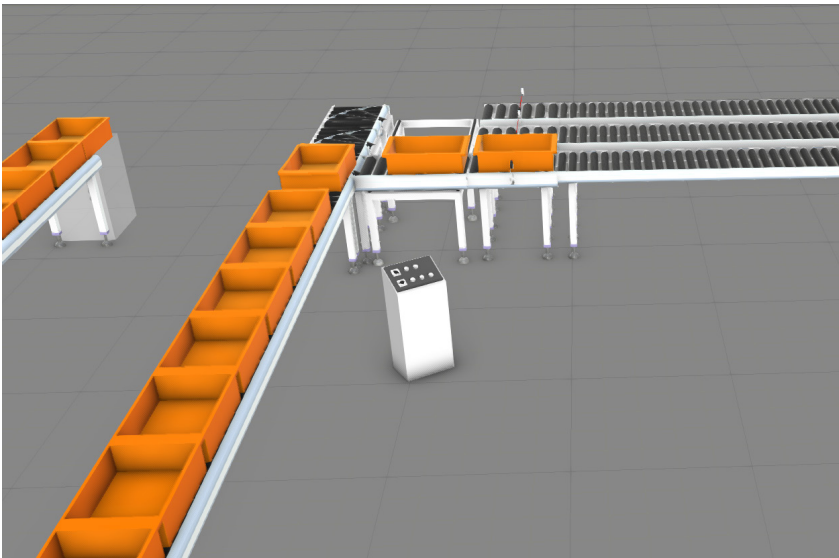
Simulointimalli rakentuu yhdestä tai useammasta komponentista. Komponentti voi siis olla hyvin suuri ja toiminnaltaan monitahoinen, esim. kuljetinjärjestelmä tai hyvin pieni ja yksinkertainen, esim. merkkilamppu. Mallia suunniteltaessa on hyvä pitää mielessä uudelleenkäyttö joko sellaisenaan tai parametreillä laajennettuna. Aivan kuten muitakin sovelluksia tehtäessä, suunnitellaan rakenne vastaamaan käyttötarkoitusta. Jos simulointimallissa samaa osaa käytetään useassa paikassa, kannattaa siitä tehdä kirjastoon talletettava komponentti. Kirjastosta komponentti voidaan tuoda malliin niin monta kertaa kuin on tarpeen.

## Esimerkkisimulaatiot

Simulointiympäristön kehittämistyön alkuvaiheessa, kun komponenttien toteuttamisohjeet oli tuotettu, alettiin suunnitella ja toteuttaa esimerkkisimulaatioita. Esimerkkisimulaatioita käytettiin alkuvaiheessa ympäristön konkreettiseen esittelyyn, kun todellisia pilottisimulaatioita ei vielä ollut. Esimerkkisimulaatioiden aiheet valittiin niin, että niissä tulee esille mahdollisimman monenlaisia simulointitapoja ja -kohteita. Näin esimerkkisimulaatiot muodostivat hyvän pohjan ympäristön simulaatiokirjastolle. Jatkossa esimerkkisimulaatiot tulevat toimimaan esittelytarkoituksissa, mutta mahdollisuuksien mukaan myös uusien simulaatioiden lähtökohtina.

### Autoradasto

Ensimmäinen toteutettu esimerkkisimulaatio nimettiin autoradastoksi (kuva 7). Autoradastoksi kutsutaan lähettämön kuljetinjärjestelmää, jonka kautta asiakkaan tilaamat tuotteet siirtyvät oikeassa järjestyksessä ja oikeaan aikaan rekkaluukulle jakeluautoon lastattavaksi WCS-ohjelmiston koordinoimana. WCS-ohjelmisto reitittää samaan jakeluautoon menevät tuotteet asiakaskohtaisesti peräkkäin rekkaluukulle käänteisessä pudotusjärjestyksessä ts. viimeisenä jaettavan asiakkaan tuotteet ohjataan luukulle ensimmäisenä ja vastaavasti ensimmäisenä jaettavat tuotteet ohjataan luukulle viimeisenä.



Kuva 7. Autoradasto-esimerkkisimulaatio.

Varsinainen laiteohjaus on toteutettu ohjelmoitavalla logiikalla (PLC). WCS-ohjelmisto ohjaa tuotevirtoja antamalla ohjaukskäskyjä PLC:lle, joka suorittaa ne reaaliaikaisesti. Laitteen ohjauskomponenttien liitynnät, kuten laitteen tilaa mittaavat anturit ja laitteita ohjaavien toimilaitteiden ohjauselimet, on kytketty PLC:hen.

Autoradastoon voidaan katsoa kuuluvaksi syöttökuljetin, siirtovaunu ja radastot (8 kpl), jotka ovat mekaniikaltaan ja toiminnoiltaan keskenään identtiset. Radasto koostuu radoista ja yhdistelykuljettimesta. Siirtovaunu siirtää syöttökuljettimelta tulevat tuotteet tietylle radalle, johon tuotteet väliaikaisesti varastoidaan. Radoilta tuotteet tilataan rekkaluukulle, jonne ne siirtyvät yhdistelyristeyksen kautta. Lopuksi kuljettaja siirtää tuotteet jakeluautoon.

Simuloidun autoradaston hyödyntämisestä PLC-koulutuksessa on kirjoitettu artikkeli SAMKin eOppimisen aika - Pedagogiikka ja digityökaluja -julkaisuun. Artikkelin kuvaava hyvin, miten simulointiympäristössä hankittu osaaminen ja sinne luodut simulaatiot siirretään sujuvasti osaksi uusien insinöörien koulutusta ja osaamispääomaa.

**Mallin soveltaminen automaatiotekniikan koulutuksessa.** Automaatiotekniikan koulutuksen tärkein oppimistavoite on, että opiskelija ymmärtää uudelleenkäytettävien ohjelmakomponenttien soveltamisella saatavat hyödyt laitteita ohjaavan ohjelman toteuttamisessa sekä tietää, miten uudelleenkäytettäviä ohjelmakomponentteja luodaan ja käytetään PLC-ohjelmassa.

Autoradasto soveltuu käytännön esimerkiksi komponenttien uudelleenkäytön tuomista eduista erittäin hyvin, koska järjestelmässä on vain muutama erilainen kuljetin, vaikka yhteensä kuljettimia on toista sataa. Hyöty pystytään osoittamaan mallintamalla autoradastosta syöttävät kuljettimet, siirtovaunua ja vain yksi radasto. Syöttäviä kuljettimia ja siirtovaunua ohjataan mallin sisään ohjelmoidulla ohjelmalla. Radaston kuljettimien ohjaus tapahtuu mallin ulkopuolelta ohjelmoitavalla logiikalla, kuljettimiin luodun ohjausrajapinnan kautta.

Harjoitus toteutettiin Siemensin ohjelmointiympäristössä, koska simulointiohjelma kykeni keskustelemaan Siemensin ympäristön tarjoaman simulaattorin kanssa. Lisäksi ympäristö on yleisesti käytössä teollisuudessa. Radasto koostui kolmesta radasta, joista jokaisessa on 4 kuljetinta, joten PLC:llä ohjattavia kuljettimia on yhteensä 12 kpl. Kuljettimia on kolmea eri tyyppiä: 1. oikosulkumootorilla ohjattava rullakuljetin, jonka alku- ja loppupäässä on anturi (valokenno) tuotteen tunnistamista varten. 2. kuten tyyppi 1, mutta lisäksi kuljettimessa on paineilmaohjattu keinupysäytin tuotteiden erottelua varten. Molemmille kuljetintyypeille ohjelmoitiin PLC:hen uudelleenkäyttöön soveltuva toimilohko (FB), jolla ohjataan kaikkia saman tyyppisiä kuljettimia. 3. Yhdistelykuljetin, jonka ohjelma tarjottiin valmiina opiskelijoille.

Uudelleenkäytettävän toimilohkon ohjelmointiin perehdyttiin yhdessä, tekemällä kuljetinta (Tyyppi 1) ohjaava toimilohko. Opiskelijat tekivät itse toisen kuljetintyyppin toimilohkon, sekä muodostivat ratojen kuljettimien ohjauksen tehtyjä toimilohkoja hyödyntäen. Lisäksi WCS-ohjelma korvattiin PLC:hen rakennetulla ohjauksella, joka tarjottiin valmiina opiskelijoille.

Simulointimalli tarjosi todellista laitteistoa vastaavan virtuaalisen ympäristön, joka mahdollisti useaa laitetta ohjaavan PLC-ohjelman testaamisen. Käytännössä ohjelman testaaminen ilman mallia ei olisi ollut mahdollista. Laitteohjauksen näkökulmasta, simulointimallin laitteiden liityntä PLC:hen vastasi todellisten laitteiden liityntää. Näin ollen mallia vastaan toimivaksi testattu ohjelma olisi sellaisenaan sovellettavissa todellisen laitteiston ohjauksessa. Ohjelmoinnin

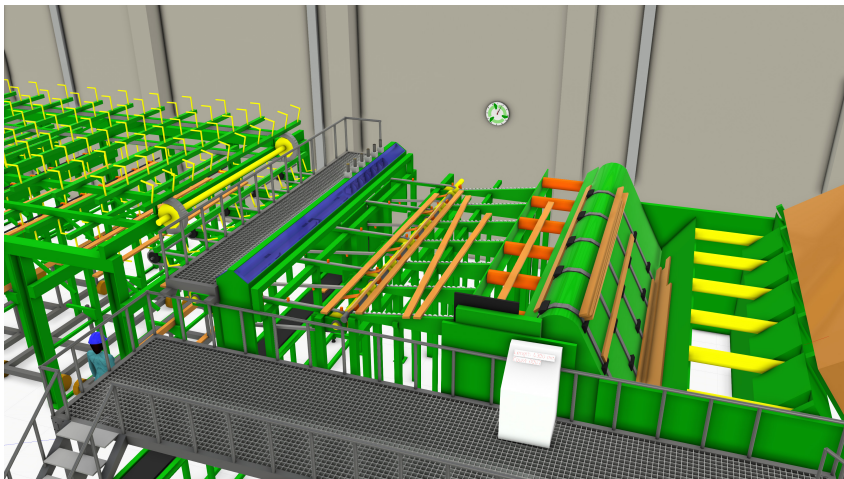


lisäksi opiskelijat saivat arvokasta kokemusta ohjelman testaamisesta ja vian hausta.

Video mallin soveltamisesta ohjelman testauksessa: ([http://automation.samk.fi/html/AU080401/videos/Autoradasto\\_3DCreateSimulate.mp4](http://automation.samk.fi/html/AU080401/videos/Autoradasto_3DCreateSimulate.mp4))

## Sahasimulaatio

Toisena simulointiympäristön suunnitteluvaiheen esimerkkisimulaationa tehtiin sahasimulaatio (kuva 8). Sahasimulaatiossa mallinnettiin ja simuloitiin olemassa olevan sahayrityksen lautojen pituuslajittelulinjasto nykytilassa. Simulaation toiminta tehtiin mahdollisimman todenmukaiseksi. Nykytilan simulaatiota haluttiin hyödyntää linjaston automaatioasteen kehittämisessä kokeilemalla simulaatiossa eri laitevalintoja ja sen jälkeen vertailemalla tuotantokapasiteettia sekä muihin tehtäviin vapautuvia henkilöresursseja.



Kuva 8. Sahasimulaatio.

Nykytilanteen simulaatio toteutettiin ensin hallitulla materiaaliavirralle eli linjastolla kulkevat laudat olivat sidottuina kuljettimiin ja niiden nopeuksiin ilman fyysisiä ominaisuuksia. Toisin sanoen simulaatiolla pystyttiin ajamaan parasta mahdollista tilannetta. Tämän jälkeen mallinnettiin kaksi eri vaihtoehtoa linjaston mahdollisista parannuksista yrityksen ideoiden pohjalta. Uusia simulaatiota ajettiin läpi myös parhaalla mahdollisella tilanteella ja hyvin pian oli selvää, että uusien laitteiden hankinta olisi kannattavaa.

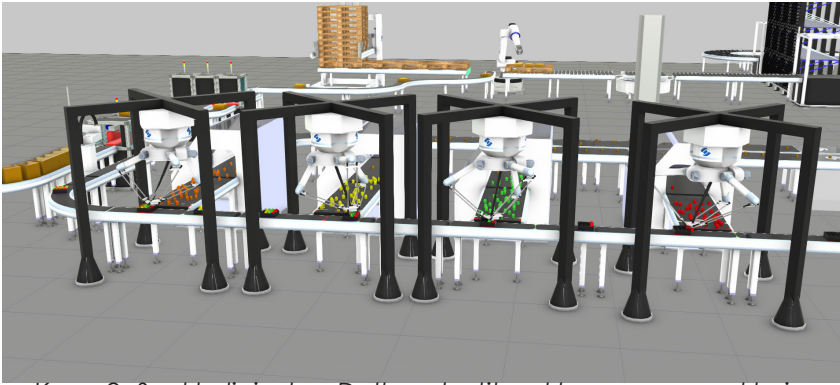
Simulaatiossa kokeiltiin myös fysiikkamallinnusta sekä nykytilanteen simulaatioon että paranneltuun linjastoon. Fysiikkamallinnus antoi linjastolla liikkuville laudoille fyysiset ominaisuudet ja ne eivät olleet enää sidottuina säännöllisiin ratoihin ja liikkeisiin. Tämä toi simulaatioon huomattavasti lisää syvyyttä ja yrityksen mielestä tilanne oli huomattavasti todellisempi. Fysiikkamallinnus parannellussa linjastossa osoittautui tällä hetkellä liian raskaaksi ratkaisuksi käytettävissä oleville koneille johtuen mallissa liikkuvien lautojen määrästä. Parannellusta linjasta mallinnettiin vielä lopuksi osittainen pätkä fysiikkamallinnuksen testausta varten ja se antoi yritykselle hyvän kuvan siitä, miten tuleva linja voisi toimia.

Sahasimulaatioon voi tutustua SAMKin automaation tutkimusryhmän nettisivuilla: <http://automaatio.samk.fi/?p=1093>.

## Suukkolinjasto

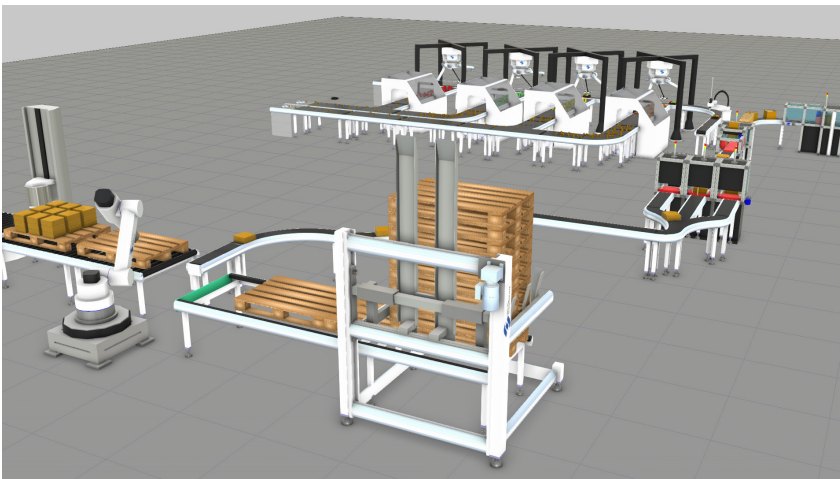
Kolmantena esimerkkisimulaationa simuloitiin suukkolinjasto (kuva 9 ja 10). Suukkolinjastolla halutaan antaa kuva simuloinnin erilaisista mahdollisuuksista. Esimerkissä näytetään, miten erilaisia robotteja voidaan tuoda simulaation osaksi. Esimerkiksi delta-robotit lajittelevat suukkoja linjastolla, ja scara-robotti ottaa valmiin tuotteen ja sijoittaa sen laatikkoon. Myös erilaiset työstökoneet tulevat tässä esimerkissä esille. Näin voitiin demonstroida kappaleille eri laitteissa tapahtuvia asioita. Eli jos simulointikirjastosta ei löydy juuri oikeaa laitetta, voidaan se korvata ulkonäöllisesti sopivalla laitteella ja toteuttaa siihen haluttu toiminnallisuus. Näin vältetään turha olemassa olevien laitteiden mallintaminen, jos sitä ei koeta simulaation kannalta tarpeelliseksi. Näin on tehty esim. Suukkolinjaston alkuvaiheessa, kun pieni kaappia muistuttava laite värjää suukot erivärisiksi. Tällä haluttiin kuvata välivaihetta, joka tekisi suukkojen käärimisen, mutta itse laitteen toiminta ei ole simulaation kannalta mitenkään oleellinen.





Kuva 9. Suukkolinjaston Delta-robotit pakkaamassa suukkoja.

Kun suukot tulevat käärinnästä, ne sijoitetaan omille paikoilleen laatikossa delta-robottien avulla. Sen jälkeen laatikko jatkaa matkaa seuraavaan pisteeseen, jossa scara-robotti nappaa laatikon ja sijoittaa sen lopulliseen myyntilaatikkoon. Tämän jälkeen laatikko menee laatikonsulkijaan ja tuote siirtyy viimeiselle robotille, jonka tehtävä on palletoida suukkolaatikat päällekkäin. Kun lava on saatu täyteen, siirtyy se käärimeen, joka muovittaa lavan, ettei tavaraa tipu kyydistä. Sen jälkeen koko loppulava menee viimeiseen varastoon, josta se lähtee maailmalle seuraavan kuljetuksen yhteydessä.



Kuva 10. Yleiskuva suukkolinjaston lavaajalta katsottuna.

## Pilottisimulaatiot

Simulointiympäristöä on sen kehittämishankkeen aikana esitelty useille kymmenille yritysten edustajille. Suurin osa yritysten edustajista on todennut simuloinnin tuottavan sellaista tietoa tuotannosta, ettei sitä useinkaan muilla tavoin saada tuotettua. Simuloinnin esittelyjen perusteella useat yritykset kiinnostuivat hankkeen aikaisesta pilottisimulaatiomahdollisuudesta.

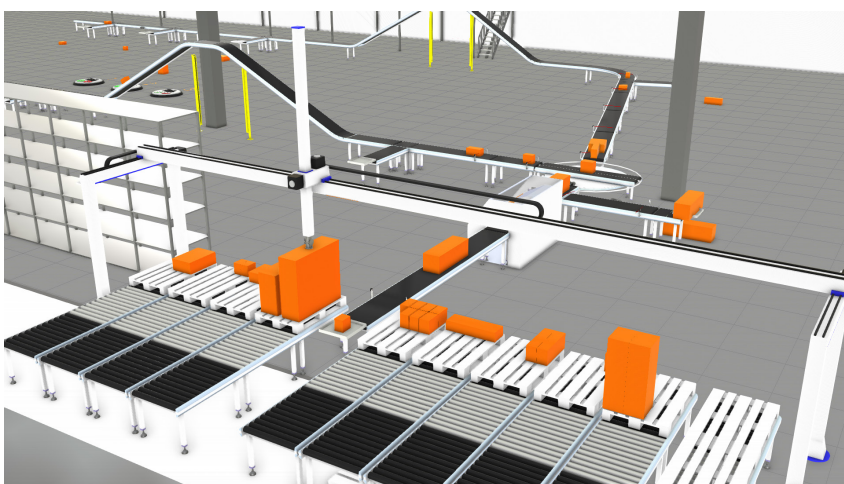
Hankkeeseen haluttiin ottaa mukaan sellaiset yritykset, joille tehtävät pilottisimulaatiot kasvattivat simulointiympäristöä mahdollisimman monipuolisesti. Ensimmäinen pilottisimulaatio tehtiin Sinituote Oy:lle. Toinen pilottisimulaatio tehtiin Biolan Oy:lle. Tämän jälkeen kolmanneksi pilottisimulaatioyritykseksi valikoitui KP Service Partner, jolle tehtiinkin kesän ja syksyn 2017 aikana esimerkiksi osio, jota olisi voitu jalosta pilottisimulaatioksi. Syksyllä 2017 KP Service Partnerin resurssitilanne oli kuitenkin niin tiukka, ettei heiltä löytynyt pilottisimulaation määrittelyyn tekijää. Näin päädyttiin vaihtamaan kolmannen pilottisimulaation yritystä. Nopeasti kävikin ilmi, että Oy Hollmén & Co kaipaa simulointiapua uuden tuotantolinjastonsa kehittämisessä.

Pilottisimulaatioita kehitettiin hyvinkin eri aikaan ja niiden mukanaan tuoma osaaminen mahdollisti aina vaan monipuolisempien simulaatioiden toteuttamisen. Seuraavassa on kuvattu lyhyesti toteutetut pilottisimulaatiot.

## Sinituotteen linjasto

Sinituote oli hankkimassa kuljetinlinjastoa tehtaalleen osana laajaa automatisointihankettaan. Kuljettimien oli tarkoitus selkeyttää koko tuotantolinjaa ja poistaa välivaiheita. Kuljettimien avulla saatiin tuotteet tuotua palletointialueelle, jossa ainakin alkuvaiheessa ihminen palletoi laatikot. Myöhemmässä vaiheessa oli linjaston loppupäähän tarkoitus myös liittää robotti, joka hoitaisi sitten tämän palletoinnin. Simuloinnin yhtenä osana oli myös testata, miten robotti kykenisi hoitamaan tuon palletoinnin.

Kuljetinlinjastosta oli olemassa tarjous, joka sisälsi 2D-piirrosmallin koko linjastosta. Tämän mallin pohjalta suoritettiin muunnos 2D:stä 3D:ksi, käyttäen valmiina löytyviä malleja sekä hyödyntäen mallinnusohjelmistoja, joilla saatiin tehtyä puuttuvia elementtejä. Kun itse 3D-malli oli saatu tehtyä raa'asti 2D-piirroksen mukaisesti, aloitettiin itse toiminnan ohjelmointi, joka sisälsi sen, että voitiin asettaa jokaiselle päivälle tuotteen tuotantovolyyymi. Aluksi järjestelmä teki niin, että jokainen tuote tuli sille osoitetusta paikastaan ja meni pyöröpöydälle, joka ohjasi ne oikeaan paikkaan, ajoi laatikonsulkimelle ja sieltä robotille palletointiin. Robotille oli ohjelmoitu niin, että aina ensimmäinen tuote meni linjan vasempaan reunaan, ja seuraava aina seuraavalle tyhjälle palletille. Aika nopeasti huomattiin simulaation avulla, että tämänkaltainen menettely ei toimisi, vaan robotille syntyisi ruuhkaa. Tämän järjestelyn kompastuskivi oli se, että jos robotille tuli tuote, jota tulee paljon, ja sen palletointi tapahtui reunassa olevalle lavalle, niin robotilla meni suurin aika pelkkään ajeluun muiden lavojen yli.



Kuva 11. Sinituotteen pilottisimulaatio.

Simuloinnin (kuva 11) avulla ko. ongelma saatiin ratkaistua niin, että robotin ohjelma mietittiin uusiksi, niin että tuotteiden palletointipaikat jaetaan kunkin päivän tuotantovolyymin mukaan. Tuotetta, jonka volyyymi oli suurin, ajettiin robotin perusposition vieressä olevalle lavalle, ja mitä pienempi tuotteen volyyymi oli, sitä kauemmas reunaan se palletoitiin. Tämän toimintalogiikan avulla saatiin huomattavasti nopeutettua robotin toimintanopeutta, eikä minkäänlaista ruuhkaa enää syntynyt.

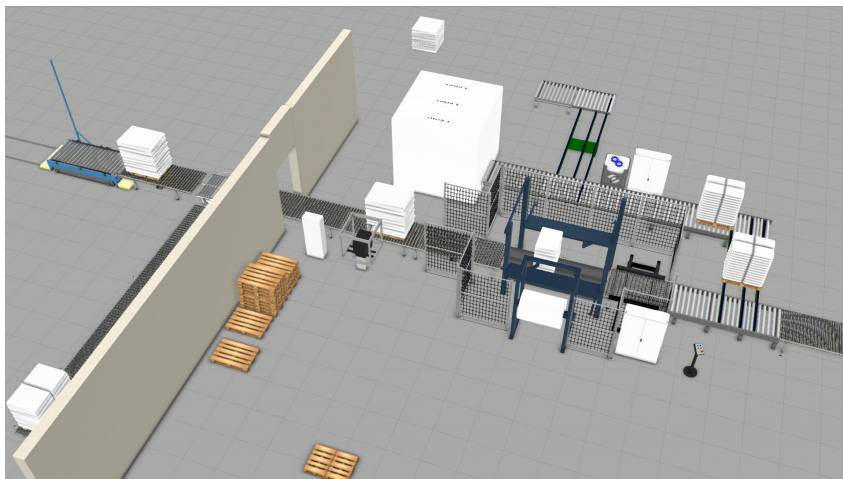
## Biolanin linjasto

Biolanin pilottisimulaatiossa (kuva 12) lähdettiin toteuttamaan tuotteilla lastattujen kuormalavojen liikuttamiseen ja muovitukseen tarkoitettua linjastoa olemassa olevan tuotantolinjan kopiona. Biolan halusi simulaation selkiyttämään linjaston toimintaa heille. Simuloitava linjasto oli laaja kokonaisuus ja tarvittavat komponentit oli suurelta osin mallinnettava itse johtuen niiden monimutkaisuudesta tai siitä, että mitään vastaavaa komponenttia ei ohjelmassa ennestään ollut.

Simulaation tekeminen lähti liikkeelle layoutin valmistelusta, uusien komponenttien mallintamisesta ja niiden toiminnallisuuden koodaamisesta. Tämä oli hidasta, mutta onnistui hyvin, koska toteutus aloitettiin kuvaamalla paikan päällä Biolanilla useita videoita linjaston toiminnasta. Ensimmäinen toiminnallinen simulaatio valmistui suunnitellusti saatujen lähtötietojen pohjalta vaikkakin ohjelmakoodi rikkoontui pahasti kertaalleen ohjelman päivityksen jälkeen ja sen korjaamiseen vaadittiin Visual Componentsin tukea useampaan otteeseen.

Välipalaverissa ilmeni uusia asioita linjaston toiminnallisuudesta sekä sen käytöstä. Näin laajassa simulaatiossa nämä asiat olisi tarvinnut tietää etukäteen jo simulaatiota suunnitellessa, mutta emme olleet osanneet kysyä oikeita asioita

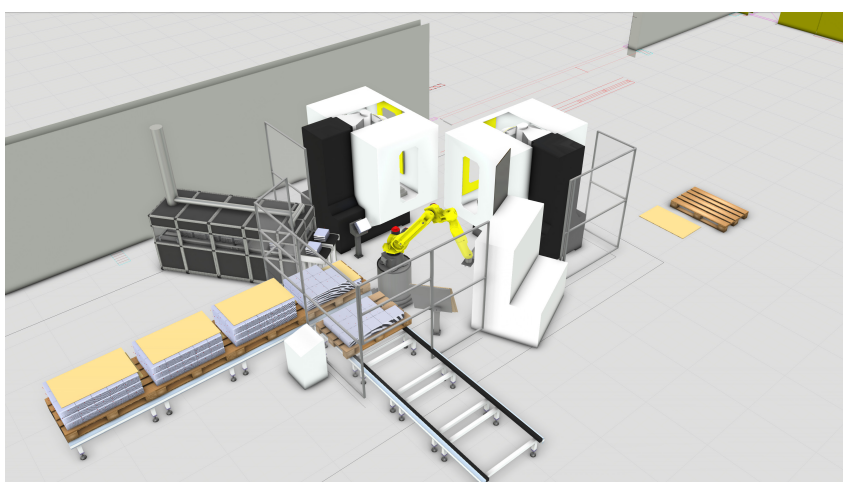
aluksi ja Biolanilla ei ollut vielä tarpeeksi tietoa, miten simulaatioita toteutetaan. Aluksi yritimme toteuttaa muutoksia olemassa olevan simulaation päälle, mutta se alkoi kerryttämään uusia ongelmia linjaston materiaalivirrassa. Linjasto jätettiin lopuksi toiminnallisuudeltaan vanhan mallin mukaiseksi ja uuden simulaation suunnitelmat aloitettiin. Vanhalla simulaatiolla pystytään ajamaan oikean linjaston toimintaa niiltä osin, mitkä olivat lähtötiedot alussa. Simulaation tekeminen lisäsi osaamista komponenttien suunnittelussa ja tuotti useita uusia komponentteja joiden toiminnallisuutta ja rakennetta on pystytty hyödyntämään muissa simulaatioissa. Samoin tämä pilottisimulaatio kerrytti paljon tietoa siitä, mitä kaikkea simulaation suunnittelun yhteydessä pitää yrityksestä osata kysyä.



Kuva 12. Biolanin pilottisimulaatio.

### Hollmen: Tuotannon suunnittelu simuloinnin avulla

Oy Hollmén & CO:lla oli ajatus uuden tuotantolinjan hankkimisesta ja sen toteuttamiseksi kaivattiin ideoita. Tässä pilotissa lähdettiin siis lähes tyhjältä pöydältä hakemaan ratkaisua. Päädyimme Hollmenin kanssa muutama tuotantolinjan kokoonpanoon ja niistä päätettiin tehdä alustavat simulaatiot tarkempaa tarkastelua varten, jolloin jokin vaihtoehdoista voisi osoittautua muita paremmaksi. Vaihtoehdoista tehtiin aluksi karkeat layout-suunnitelmat ja niiden pohjalta lähdettiin toteuttamaan kevyitä alustavia simulaatioita. Jokaisen muutoksen ja idean kohdalla käytiin tiiviisti keskustelua Hollmenin kanssa. Tämä nopeutti simulaatioiden tekemistä ja joitakin ratkaisuita pystyttiin karsimaan tai korvaamaan jo aikaisessa vaiheessa. Jaoimme Hollmenille videoita simulaatioista aina, kun simulaatioiden toiminnallisuus lisääntyi ja pyrimme myös näin pitämään heidät ajan tasalla.



Kuva 13. Hollmenin pilottisimulaatio.

Alustavien simulaatioiden statistiikka-ajojen, layouttien ja laitevalintojen pohjalta kävimme keskustelua Hollmenin kanssa jatkosta ja yksi tuotantolinjan vaihtoehto nousi muiden yli. Tästä vaihtoehdosta tehtiin uudet suunnitelmat ja niiden pohjalta alettiin toteuttaa tarkempaa simulaatiota. Edelleen jokaisesta edistysaskeleesta jaoimme videoita Hollmenille kommentoitavaksi ja simuloitava linjasto kokikin useita iteraatioita. Vielä aivan lopuksi, kun simulaation piti olla jo valmis, Hollmen sai laitetoimittajilta tarkentavia tietoja koneiden toiminnasta ja ne haluttiin lisätä simulaatioon



ennen sen luovutusta käyttöön. Nämäkin onneksi saatiin lisättyä mukaan ja saatava statistiikka sekä mallin toiminta vastaa mahdollisimman hyvin mahdollista hankittavaa tuotantolinjaa. Näin simulaatiota (kuva 13) pystytään käyttämään tukemassa hankintapäätöstä tai sen hylkäämistä.

## Simulointiympäristön esittely-ympäristö

Projektin tulosten esittelytarkoituksiin rakennettiin esittely-ympäristö (kuva 14). Tarkoituksena oli rakentaa helppokäyttöinen ja todellisia ohjauksia vastaava käyttöliittymä simulaatioille. Teollisuuskäyttöön tarkoitettuun pulpettiin asennettiin kosketusnäyttö käyttöliittymää varten sekä kaksi erillistä ohjelmoitavaa logiikkaa simulaation ohjaukseen. Simulaatioiden ohjauksen toteutukseen käytettiin Beckhoff CX5130 ja Siemens S7-1516 -ohjelmoitavia logiikoita. Logiikoiden ohjelmointiin käytettiin TwinCAT- ja TIAPortal-ohjelmointiympäristöjä.



*Kuva 14. Simulointiympäristön esittely-ympäristössä pääsee kokeilemaan esim. simulaatioiden ajamista fyysisen käyttöpaneelin avulla.*

Simulointi yhdistettiin Visual Components:in Connectivity-ominaisuudella OPC UA-rajapintaa hyödyntäen logiikoihin. Connectivityn avulla simulaation muuttujat yhdistetään manuaalisesti logiikoiden muuttujiin, joita käytetään simulaation muuttujien tilojen lukemiseen tai muuttujiin kirjoittamiseen. Esimerkiksi, jos simulaatiossa on kuljettimeen lisätty moottori, jolla on kuljettimen käynnistämiseksi on/off-signaali, yhdistetään se logiikkaan tehtyyn ohjausmuuttujaan kuljettimen ohjaamiseksi. Tai anturin tilatieto simulaatiossa yhdistetään logiikan tilatietomuuttujaan, jolloin logiikan ohjelmakoodissa voidaan hyödyntää anturin simulaatiosta antamaa tietoa. Logiikasta tuleva ohjauksen taso voi vaihdella yksinkertaisesta erilaisten tilanteiden käynnistämiseksi esimerkiksi käskystä robotille lavauksen aloittamiseksi, jolloin simulaatio sisältää toimintalogiikan koodin lavauksen suoritukseen tai lähes koko simulaation toimintalogiikka voi olla ohjelmoituna logiikassa. Tällöin simulaatio sisältää vain komponenttien sisäisen toimintalogiikan esimerkiksi sylinterin liikkeen mallintamiseksi.

Parhaimmillaan esittely-ympäristö mahdollistaa kokeilut todellisen linjaston logiikkaohjelman muutosten kokeiluista ja toiminnallisuuden kehittämisestä ilman tuotantokatkoja. Tämä vaatii sen, että todellinen linjasto mallinnetaan simulaatioon mahdollisimman hyvin oikeaa linjaa vastaavaksi ja todellisen linjaston logiikkaohjelmaa pystytään ajamaan esittely-ympäristön logiikoissa. Tällöin ohjelmamuutosten vaikutuksia voidaan ensin seurata ja optimoida simulaatiossa turvallisesti ennen kuin ohjelma otetaan käyttöön tuotannossa.

Pulpetista löytyvään kosketusnäyttöön voidaan tehdä simulaatioiden ohjausnäkyviä yritysten tarpeiden mukaan.

Laajassa linjastossa kosketusnäytössä voi olla esimerkiksi jokaisen työpisteen ohjauspaneeli omana näkymänään ja kun simulaatioissa siirrytään jonkin tietyn laitteen tai työpisteen kohdalle, niin kosketusnäytön näkymä muuttuu työpistettä/laitetta vastaavaksi. Kosketusnäytöllä olevaan ohjauspaneeliin voidaan myös tehdä valintapainikkeita simulaation näkymien vaihtamiseen tai kenttiä simulaation lähtötietojen muokkaamiseen.

## Simulointiympäristön hyödyntämissuunnitelma

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin –hankkeessa toteutettua simulointiympäristöä tullaan hyödyntämään monipuolisesti automaatiotekniikan tki-työssä Satakunnan ammattikorkeakoulussa. Simulointiympäristöä voivat hyödyntää erityisesti tuotantoaan automatisoivat ja kehittävät alueen yritykset kuten myös tuotantolinjastoja ja –laitteita suunnittelevat ja myyvät yritykset.

Simulointiympäristöä tullaan myös hyödyntämään automaatiotekniikan tki-työn kansainvälistämisessä ja kv-yhteistyöprojekteissa. Simulointiympäristön hyödyntäminen nähdään kustannustehokkaana tapana yritysten tuotannon sekä yritysten ja SAMKin kv-yhteistyön kehittämisessä.

Yritykset pääsevät hyödyntämään simulointiympäristöä SAMKin Robotiikka Akatemian kautta. Tavoitteena on, että kaikki Robotiikka Akatemiaan osallistuvat opiskelijat tekevät opintojensa aikana vähintään yhden simulaation yritysten tarpeisiin. Jos simuloinnin määrittelyn yhteydessä havaitaan, että kyseinen simulaatio on laajuudeltaan liian suuri tai sisällöltään liian vaativa, voidaan simulaatiota tekemään valita myös SAMKin simulaatioasiantuntijoita.

## Johtopäätelmät

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin -projekti toi hyvin esille kehittämistyön projektiluontoisen tekemisen ja ulkoisen rahoituksen merkityksen. Kun pitkään suunnitellulle kehittämistyölle tehtiin selkeä etenemissuunnitelma ja aikataulu ja haettiin juuri tähän työhön tarkoitettua kehittämisrahaa, paneuduttiin kehittämistyöhönkin erittäin tiiviisti. Sitä mukaan, kun simuloinnin hyötyjä tuotiin helposti sisäistettävään muotoon esim. simulaatioilla ja niiden yksityiskohtaisilla esityksillä, alkoi yritystenkin kiinnostus herätä ja jokaisen simulaatioiden esittelyn jälkeen projektiryhmä on saanut kysymyksiä simuloinnin hyödyntämismahdollisuuksista erilaisissa tuotannon kehittämis- ja muutoskohteissa.

Jatkoa ajatellen simulointiympäristön kehittämishanke on tuonut paitsi virtuaali-infrastruktuuria, jota voidaan hyödyntää monenlaisessa yhteistyössä yritysten kanssa, myös merkittävän määrän uutta osaamista automaatioasiantuntijoille. Asiantuntemuksen lisääntyminen on mahdollistanut ketterämmän simuloinnin, mutta toisaalta myös laajempien tai yksityiskohtaisempien kokonaisuuksien toteuttamisen. Kaikki hankkeessa tehdyt simulaatiot on tehty täysin tyhjälle pöydälle, joten hankkeen tuloksena ympäristö sisältää suuren määrän monipuolisia malleja sekä laitteiden ja linjastojen toimintaohjelmistoja. Kun nämä kaikki on suunniteltu juuri tätä ympäristöä varten, on niiden yhdistäminen seuraavia simulaatioita varten mahdollisimman yksinkertaista.

Simulaation tekemistä varten yritykseltä on saatava kaikki mahdollinen tieto asiaan liittyen. Välillä tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, koska ideat saattavat olla vasta kehittymässä tai yritys ei vielä täysin ymmärrä simulaation mahdollisuuksia. Useammassa simulaatioissa haastetta lisäsi tilanteen jatkuva eläminen, kun yrityksen kanssa yhdessä ideoitettiin uusia mahdollisuuksia tai muokkauksia simulaation kehitysvaiheissa. Uusia simulaatioita toteutettaessa simulointiympäristön esittely-ympäristö antaa hyvät mahdollisuudet simuloinnin esittelyyn ja käytettävissä olevien mahdollisuuksien esittelyyn, jolloin yritykselle saadaan heti alussa muodostettua mahdollisimman hyvä ymmärrys simulaation toteutukselle. Tämä säästää aikaa simulaation toteutuksessa ja yritys tietää, mitä simulaatiolta voidaan odottaa tai mihin ongelmiin sillä pystytään tarttumaan.

Uutta simulaatiota aloitettaessa yrityksen täytyisi pystyä kertomaan, mitä ongelmia simulaatiolla pyritään ratkaisemaan tai mihin simulaatiota aiotaan käyttää. Mainosmateriaaliksi tehty simulaatio voi olla mahdollisimman helposti ajettava ”tyhmä” malli, kun taas oikean linjaston käyttökoulutuksessa käytettävä malli voi sisältää useita liityntöjä ohjelman ulkopuolelle sekä useita tehtäviä asetuksia ja tilanteita. Tällaisten mallien toteuttaminen poikkeaa sekä tarvittavilta alkutiedoiltaan että työmäärältään. Yksinkertaisen simulaation toteuttamisessa voi parhaillaan riittää video tai kuvaus

oikeasta toimivasta linjastosta, jonka mukaan simulaation toiminnallisuus toteutetaan. Toteutettaessa mahdollisimman todenmukaista simulaatiota, jossa komponenttien täytyy muistuttaa oikeita linjaston laitteita, tarvitaan yleensä joko valmiit 3D-mallit laitteista tai piirustukset, joiden pohjalta laitteet mallinnetaan. Tämän lisäksi tarvitaan tarkat kuvaukset linjaston toiminnasta eri tilanteissa. Sama kysymys siitä, mihin simulaatiota käytetään yleensä, kertoo jo sen, mitä asetuksia käyttäjien täytyy pystyä simulaatiossa muokkaamaan. Tällaisia asetuksia voivat olla esimerkiksi kuljettimien nopeudet, valmistettavat tuotteet ja niiden määrät, lavattavien tuotteiden määrät tai prosessiajat.

Simulaatioiden tarkastelu virtuaalimaailmassa VR-laseilla tuo aivan uuden näkökulman linjaston suunnitteluun, ohjelmointiin ja koulutukseen. Virtuaalimaailmassa liikkuminen laajentaa linjaston rakentamisen tai muokkaamisen näkökulmaa. Virtuaalimaailmassa liikkuminen auttaa hahmottamaan laitteiden sijoittelumahdollisuuksia ja esimerkiksi kulkuväylien tarvetta ja laajuutta. Samoin vaikkapa teollisuushallin rakenteiden huomioiminen voi olla virtuaalimaailmassa selvästi helpompaa. Parhaimmillaan virtuaalimaailmassa voidaan ohjelmoida robotille alustavat liikeradat ja tarkastella niiden toimivuutta. Simulointiympäristön esittely-ympäristössä yrityksille pystytään tarjoamaan mahdollisuus tutustua siihen, mitä mahdollisuuksia VR tarjoaisi heille. Esittely-ympäristössä ohjelmat pyritään päivittämään aina uusimpaan versioon ja näin kaikki uudet mahdollisuudet ovat käytettävissä.

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin –projektissa kasvatetulla osaamisella on suuri merkitys paitsi yritysten kanssa yhteistyössä myös tulevien insinöörien kouluttamisessa. Hankkeessa toteutettu simulointiympäristö on sellaisenaan hyödynnettävissä opiskelijoiden osaamisen kasvattamisessa mm. opiskelijoiden yrityksille tekemien simulaatioiden muodossa.

Valmistuvalta automaatioinsinööriltä odotetaan ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointitaitoa, jonka opiskelussa simulointimalleja voidaan hyödyntää usealla tavalla. Niitä voidaan käyttää isompien ohjelmien testausalustana kuten autoradasto-esimerkkisimulaatiossa on tehty. Toisaalta myös yksittäisestä laitteesta tehty malli on käyttökelpoinen. Kun tehdään simulointimallit SAMKin automaatiolaboratorion PLC:hen liitettävistä oheislaitteista, voidaan yritysten edustajien ja opiskelijoiden koulutusta toteuttaa joustavasti pienelläkin määrällä fyysisiä laitteita. PLC-ohjelman tekemisessä ja testaamisessa sovelletaan digitaalista mallia ja vasta, kun ohjelma on valmis, se käyttöön otetaan todellisella laitteella. Mikä hienointa, ohjelman tekeminen ja testaaminen ei ole aikaan ja paikkaan sidottua, jolloin menetelmää voidaan soveltaa myös verkon yli tapahtuvassa toiminnassa. Mallit mahdollistavat myös harjoitusten personoinnin, tekijälle voidaan antaa hänen osaamistaan vastaavia harjoitustehtäviä. Pitkälle viedyssä mallissa on mahdollista korvata laitteiden mallin sisälle rakennettu toimintalogiikka mallin ulkopuolelta tulevalla ohjauksella, jolloin on mahdollista tehdä logiikkaohjelma vain halutuille laitteille ja mallin muut laitteet toimivat normaalisti. Tällä tavalla toteutettua mallia voidaan soveltaa erityisesti ryhmyöskentelyssä.

Tämän tyyppisessä koulutuksessa on tärkeää, että harjoitusten tekemisessä käytetään työkaluja ja ohjelmistoja, joita sovelletaan teollisuudessa. Ohjelmoitavien logiikoiden, toisin kuin robottien, ohjelmointiympäristöt eivät sisällä 3D-simulointityökaluja, joten simulointiohjelmistoa valittaessa on tärkeää varmistua, että se pystyy vaihtamaan tietoa harjoituksissa sovellettavien ohjelmoitavien logiikoiden kanssa.

Hankkeen päättyessä simulointiympäristö on vähintäänkin tavoitteiden mukainen, osittain merkittävästi jo tavoitteitakin laajempi. Esimerkiksi erilaisten simulaatioiden määrä on suurempi kuin hanketta suunniteltaessa määriteltiin. Myös virtuaaliohjelmointi ja –simulaatioiden tarkasteluominaisuudet ovat selvästi suunniteltua monipuolisemmat.

## Jatkokehittämissuunnitelmat

Jatkossa simulointiympäristöä kehitetään koko ajan opiskelijoiden mallintamalla komponenteilla ja simulaatioilla. Näin yrityksille tehtävät simulaatiot hyödyttävät myös opiskelijoita, joiden simulointiosaaminen nousee täysin uudelle tasolle ja sitä kautta yritykset voivat jatkossa rekrytoida omia simuloinnin osaajia. Hankkeen aikana on myös tehty suunnitelmia omasta komponenttikirjastosta, josta opiskelijat voivat rakentaa omia simulointimalleja ulkoiseen ohjaukseen liitettäväksi.

Pilotti- ja esimerkkisimulaatioiden esittelyjen perusteella fysiikkamallinnukselle simulaatioissa on olemassa tilausta ei pelkästään hienomman visuaalisuuden vuoksi vaan tärkeämpänä mahdollisten vikatilanteiden muodostumisen ehkäisemisessä ja realistisemman materiaalivirran mallinnuksessa. Tätä osa-aluetta täytyykin tutkia tulevaisuudessa tarkemmin ja kokeilla miten hyvin mallit saadaan vastaamaan todellisuutta.

Jatkossa simulointiympäristöä tullaan esittelemään alueen yrityksille automaatiolabranssa sijaitsevassa esittely-ympäristössä. Robotiikka Akatemian opiskelijoiden kanssa tullaan suunnittelemaan yritystapaamisia simuloinnin



merkeissä. Näissä tapaamisissa opiskelijat pääsevät esittelemään simulointia, sen tuomia hyötyjä, ympäristön virtuaalitoimintoja sekä tietysti omaa osaamistaan yrityksille.

Simulointiympäristöt ja niiden soveltaminen tarjoavat valtavia mahdollisuuksia teollisuusautomaation koulutuksen kehittämisessä. Simulointimalleja tarkentamalla ja liittämällä malleihin ulkopuolista tietoa sekä hyödyntämällä virtuaalitekniikkaa niistä voidaan rakentaa automaatiotekniikan koulutukseenkin soveltuvia oppimisympäristöjä.

**Toteutetaan teollisuus 4.0 -yhteensopiva digitaalisen valmistuksen esimerkkijärjestelmä.** Simulointiympäristön seuraava iso kehitysaskel on automaatiolabrassa sijaitsevan FMS-laitteiston ohjausjärjestelmän modernisointi. Tätä varten kaikki linjaston laitteet mallinnetaan 3D CAD -suunnitteluohjelmistolla. Mallit talletetaan tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmään, josta ne voidaan lukea simulointiohjelmaan mallin toiminnan testaamista varten. Tavoitteena on tehdä simulointiympäristöön FMS-järjestelmästä digitaalinen kaksonen, joka toiminnoiltaan ja ominaisuuksiltaan vastaa todellista järjestelmää ja jota voidaan soveltaa digitaalisen valmistuksen kehittämisessä. Ohjausjärjestelmään valitut ohjaimet tukevat virtuaalista käyttöönottoa ts. niillä voidaan ohjata simulointiympäristössä olevia laitteita, joten järjestelmä soveltuu myös automaation, erityisesti PLC-ohjelmoinnin koulutukseen. Lisäksi järjestelmästä kerätään tietoa pilveen.

Simulointiympäristöllä uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin –hankkeessa on tullut hyvin selvästi esille, miten huimia mahdollisuuksia nyt kehitetty simulointiympäristö tarjoaa, mutta toisaalta myös sen, miten paljon siinä on laajennusmahdollisuuksia. Projektiryhmä onkin päättänyt edetä askel kerrallaan ja toteuttaa uusia kehitystoimenpiteitä koko ajan, resurssien sallimissa rajoissa.



*Kuva 15. Todellinen FMS-laitteisto.*

Simuloinnilla uusia ulottuvuuksia tuotannon automatisointiin -hankkeessa Satakunnan ammattikorkeakoululle on suunniteltu ja toteutettu pk-yritysten simulointitarpeisiin vastaava simulointiympäristö. Simulointiympäristö koostuu todellisista tuotannon kehittämistarpeisiin vastaavista simulaatioista, joiden avulla voidaan perehtyä erilaisiin tuotannon toimintoihin sekä niiden suunnitteluun ja ohjelmointiin. Simulointiympäristöä voivat hyödyntää esim. teollista tuotantoa harjoittavat yritykset sekä tuotantoprosesseja, niiden osia ja laitteita valmistavat yritykset.

In the project, Simulation environment - new extensions to automation of production, a simulation environment for simulation needs of SMEs has been designed and implemented in Satakunta University of Applied Sciences. The simulation environment consists of simulations based on real production development needs. The simulations can be used to study different operations of production lines, as well as their design and programming. The simulation environment can be exploited, for example, by companies involved in industrial production, as well as by companies working in manufacturing processes, their parts and equipment.



ISBN 978-951-633-277-5

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

