

Eetu Kontro

**AUTOMAATIO LABORATORION VISUALISOINTI JA KÄYTTÖ-  
VARMUUDEN PARANTAMINEN**

# **AUTOMAATIOLABORATORION VISUALISOINTI JA KÄYTTÖ- VARMUUDEN PARANTAMINEN**

Eetu Kontro  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, automaatiotekniikka

---

Tekijä: Eetu Kontro

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Automaatiolaboratorion visualisointi ja käyttövarmuuden parantaminen

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Visualization of Automation Laboratory and Improvement of Reliability

Työn ohjaaja: Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 51

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda esittelymateriaalia Oulun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratorion laitteistosta sekä kurssien sisällöstä kirjallisena ja esittelyvideoiden muodossa. Työ tehtiin Oulun ammattikorkeakoululle ja työssä tehdyt laitteistoesittelyt on tarkoitus lisätä hybridilaboratorion verkkosivuille virtuaalista esittelyä varten. Lisäksi työhön kuului automaatiolaboratorion laitteiden listaus ja niihin liittyvien dokumenttien kerääminen ALMA-järjestelmään.

Työ aloitettiin keräämällä kursseihin liittyvää opetusmateriaalia ja tehtäviä sekä automaatiolaboratorion laitteisiin liittyviä dokumentteja. Esimerkkeinä kurssien esittelyssä käytettiin kursseilla toteutettuja tehtäviä ja projekteja. Laitteista kuvattiin videoita, joissa kerrotaan niiden toiminnasta ja tarkoituksesta. Laitteiden osat listattiin ALMA-tiedonhallintajärjestelmään, johon myös lisättiin niihin liittyvät dokumentit.

Lopputuloksena työstä saatiin automaatiolaboratorion laitteiden esittelyvideoita, laitteiden dokumentointi ALMA-järjestelmään sekä tämä kirjallinen opinnäytetyö.

---

Asiasanat: automaatio, ohjelmointi, automaatiolaboratorio, ALMA

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical and automation engineer, Automation

---

Author: Eetu Kontro

Title of thesis: Visualization of Automation Laboratory and Improvement of Reliability

Supervisor: Tero Hietanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Pages: 51

---

This thesis is an introduction to the courses of automation engineering studies and the equipment and software in the automation laboratory of Oulu University of Applied Sciences. Introduction videos were created for the purpose of virtual presentation of the automation laboratory. The videos will be added to the website of the laboratory. In addition, one of the objectives of this thesis was to add the laboratory equipment and documents related to them into ALMA maintenance system.

The work was started by gathering learning material from courses and documentation about the laboratory equipment. Videos of the equipment were filmed in the automation laboratory and commentary tracks were added into videos using a video editing software. The videos were created to explain the purpose of the equipment and to tell how they work and how to use them. All parts of the equipment were listed into ALMA.

As a result of this work, introduction videos were created, and all laboratory equipment were documented in ALMA.

---

Keywords: automation, programming, automation laboratory, ALMA

## **ALKULAUSE**

Haluan kiittää työn ohjaajaa Tero Hietasta ja Oulun ammattikorkeakoulua työn toimeksiannosta. Kiitokset avusta työn teossa myös opettajille Manne Tervaskanto, Satu Vähänikkilä ja Timo Heikkinen.

Eetu Kontro 25.5.2021

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN PERUSTEET	8
2.1 Höyrynuohoinharjoitus	8
2.2 Valmet DNA	9
2.2.1 FbCAD	10
2.2.2 Sekvenssiohjelmointi	12
3 INSTRUMENTOINTI JA MITTAUSTEKNIikka	16
3.1 Anturit	16
3.2 Pumput	17
3.3 Venttiilit	20
3.4 Kenttäväylät	22
4 TUOTANNON KÄYNNISSÄPITO	24
4.1 ALMA	24
4.2 Värähtelymittaus	28
4.3 Simatic PDM	29
5 RAKENNUSAUTOMAATION PROJEKTI	31
5.1 Fidelix FX-Editor	31
5.2 Fidelix-salkku	34
6 AUTOMAATIOTEKNIIKAN ERIKOISTYÖ	36
7 PROJEKTITYÖ 3	42
8 YHTEENVETO	50
LÄHTEET	51

# 1 JOHDANTO

Tässä työssä esitellään kurssikohtaisesti automaatiotekniikan opintoihin kuuluvien kurssien sisältöä, kuten niihin liittyviä laitteita ja ohjelmistoja ja se tehdään Oulun ammattikorkeakoululle. Työhön sisältyvät kurssit ovat Automaatiojärjestelmien perusteet, Instrumentointi ja mittaustekniikka, Tuotannon käynnissäpito, Rakennusautomaation projekti, Automaatiotekniikan erikoistyö ja Projektityö 3. Olen itse käynyt kurssit ja tutustunut automaatiolaboratorion laitteisiin opintojeni aikana.

Oulun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratorion laitteista tehdään esittelyvideoita laboratorion virtuaalista esittelyä varten. Esiteltäviä laitteita ovat vesiprozessi, Festo MPS-järjestelmä, värähtelymittauksen harjoituslaite ja Valmet DNA miniprozessi. Videot lisätään hybridilaboratorion verkkosivuille.

Lisäksi kaikki automaatiolaboratorion laitteet on tarkoitus listata ALMA-tiedonhallintajärjestelmään, johon myös kerätään laitteisiin liittyviä niiden kunnossapidon ja käytön kannalta hyödyllisiä dokumentteja.

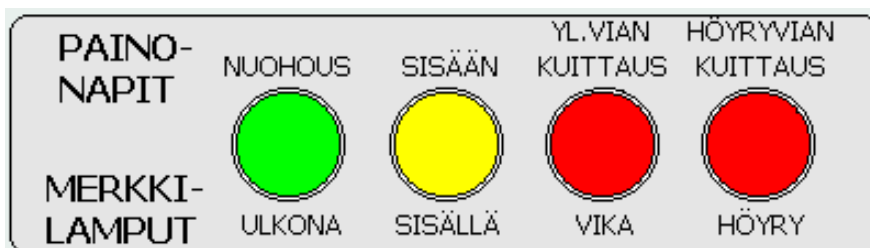
## 2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN PERUSTEET

Automaatiojärjestelmien perusteet -kurssi johdattelee opiskelijaa automaatiotekniikkaan ja siinä opiskelija pääsee oppimaan automaatiojärjestelmien ja logiikkaohjelmoinnin perusteita, kuten sekvenssiohjelmoinnin ja I/O-korttipaikkojen määrittämisen. Niihin tutustuttavassa harjoituksessa tehdään sovellus, jolla ohjataan Rautaruukin Raahan tehtaalla käytettävän höyrynuohoimen jäljitelmää. Sovellus tehdään Valmet DNA:n logiikalla. Ohjelmointiharjoitus sopi hyvin opintojen alkuvaiheeseen, koska siinä pääsi oppimaan monipuolisesti ohjelmoinnin perusasioita, eikä Valmet DNA Explorer ole kokemattomallekaan käyttäjälle vaikeasti opittava. Harjoituksen huonona puolena oli kuitenkin se, ettei siinä päästy ohjelmoimaan fyysisistä laitetta, vaan se toteutettiin täysin simulaationa.

### 2.1 Höyrynuohoinharjoitus

”Sähkömoottori M työntää nuohoimen savukanavaan pyörittäen sitä samalla. Nuohoimen suutinaukoista suihkuua korkeapaineista höyryä, joka irrottaa savukanavan seinämistä tuhkaa ja kuonaa. Virtaava höyry myös jäähdyttää nuohoinputkea, jotta se ei nuohottavan tilan kuumuuden takia vahingoittuisi.” (1.)

Nuohoimelle ohjelmoidaan paikallisohjauspaneeli, jossa olevista painonapeista nuohointa ohjataan ja sen vikatilat kuitataan. Painonapit toimivat samalla merkikilamppuina, jotka ilmoittavat nuohoimen tilan (kuva 1).



KUVA 1. Höyrynuohoimen paikallisohjauspaneeli (1)

Sovellus tehdään sekvenssiohjelmointiperiaatteella eli se koostuu askelista, joista jokainen sisältää jonkin toiminnon ja vaatii toteutuakseen yhden tai useamman sille asetetun ehdon täyttymisen. Siten sekvenssi etenee kuvassa 2 olevan askeltaulukon osoittamassa järjestyksessä askel kerrallaan alusta loppua kohti.

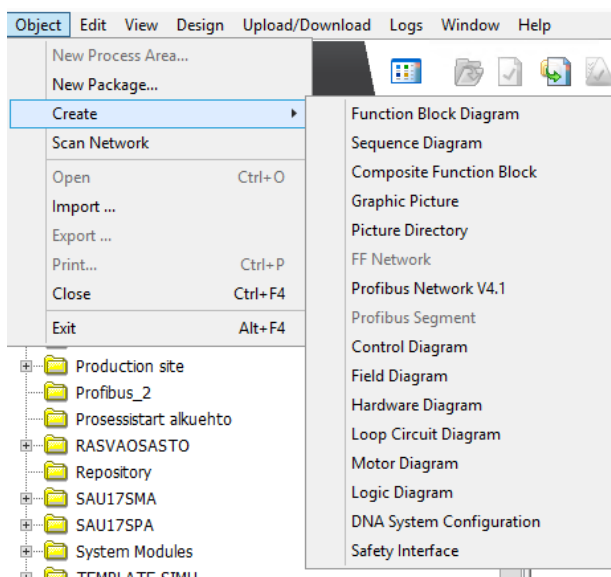


ASKEL	TEHTÄVÄ
1 ALOITUS	Sekvenssirakenteen alustus
2 VESITY AUTOM	Nuohointen tarkistus, vesityventtiilit automaattille, nuohoushöyryventtiili 25 % auki.
3 HÖYRYVENT AUKI	Kun putkiston lämpötila on yli rajan, avataan höyryventtiili 100 % auki
4 NUOH 1 TUL II	Tarkistetaan, että höyryventtiili on täysin auki, höyryn paine riittää, ja ettei nuohous ole käynnissä millään nuohoimella. Ehdon toteutuessa käynnistetään nuohoin.
5 NUOH 2 TUL II	Kuten askel 4.
6 NUOH 3 TUL III	Kuten askel 4.
7 NUOH 4 TUL III	Kuten askel 4.
8 NUOH 5 TUL I	Kuten askel 4.
9 NUOH 6 TUL I	Kuten askel 4.
10 NUOHIN 7 EKO	Kuten askel 4.
11 NUOHIN 8 EKO	Kuten askel 4.
12 NUOHIN 9 EKO	Kuten askel 4.
13 LUVO NUOH ALKU	Nollataan nuohuskertojen laskuri ja haetaan käyttäjän asettama nuohuskertojen lukumäärä.
14 NUOH 15 AUKI	Tarkistetaan nuohousehdot kuten askeleessa 4 ja ehtojen toteutuessa avataan nuohousventtiili.
15 NUOH 15 KIINNI	Suljetaan nuohousventtiili
16 NUOH 14 AUKI	Kuten askel 14.
17 NUOH 14 KIINNI	Kuten askel 15.
18 NUOH 13 AUKI	Kuten askel 14.
19 NUOH 13 KIINNI	Kuten askel 15.
20 NUOH 12 AUKI	Kuten askel 14.
21 NUOH 12 KIINNI	Kuten askel 15.
22 NUOH 11 AUKI	Kuten askel 14.
23 NUOH 11 KIINNI	Kuten askel 15.
24 NUOH 10 AUKI	Kuten askel 14.
25 NUOH 10 KIINNI	Kuten askel 15.
26 LUVO NUOH LASK	Tarkistetaan, onko nuohuskertoja jäljellä. Jos on, hypätään askeleeseen 14, muuten edetään seuraavaan askeleeseen.
27 HÖYRYVENT KIIN	Tarkistetaan, että kaikki nuohoimet ovat leporajalla, jolloin voidaan sulkea nuohoushöyryventtiili.
28 LOPPU	Sekvenssirakenteen lopetus.

KUVA 2. Luettelo höyrynuohoimen sekvenssin askelista (2)

## 2.2 Valmet DNA

Höyrynuohoimen sovellus tehdään Valmetin DNA Explorer -ohjelmointisovelluksella. Moottorien ja venttiilien ohjaukset ohjelmoidaan erikseen FbCAD:lla ja ne järjestetään sekvenssiksi Sequence CAD:ssa. Sovelluksen Fbcad- tai sekvenssisivu luodaan DNA Explorerin aloitussivun valikosta kohdasta "Object" → "Create" → "Function Block Diagram" tai "Sequence Diagram" (kuva 3).

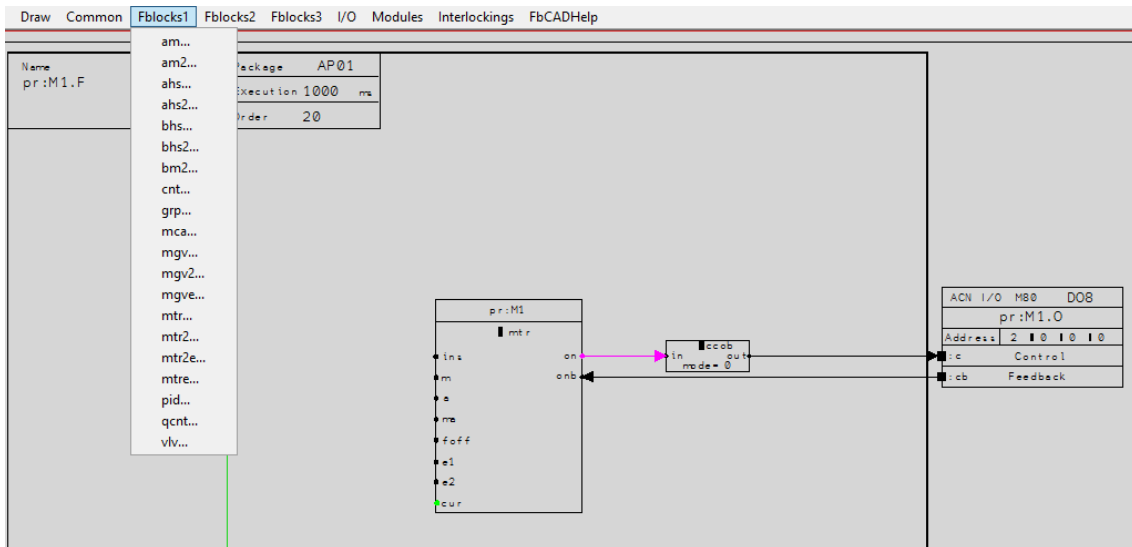


KUVA 3. Sovelluksen luominen

### 2.2.1 FbCAD

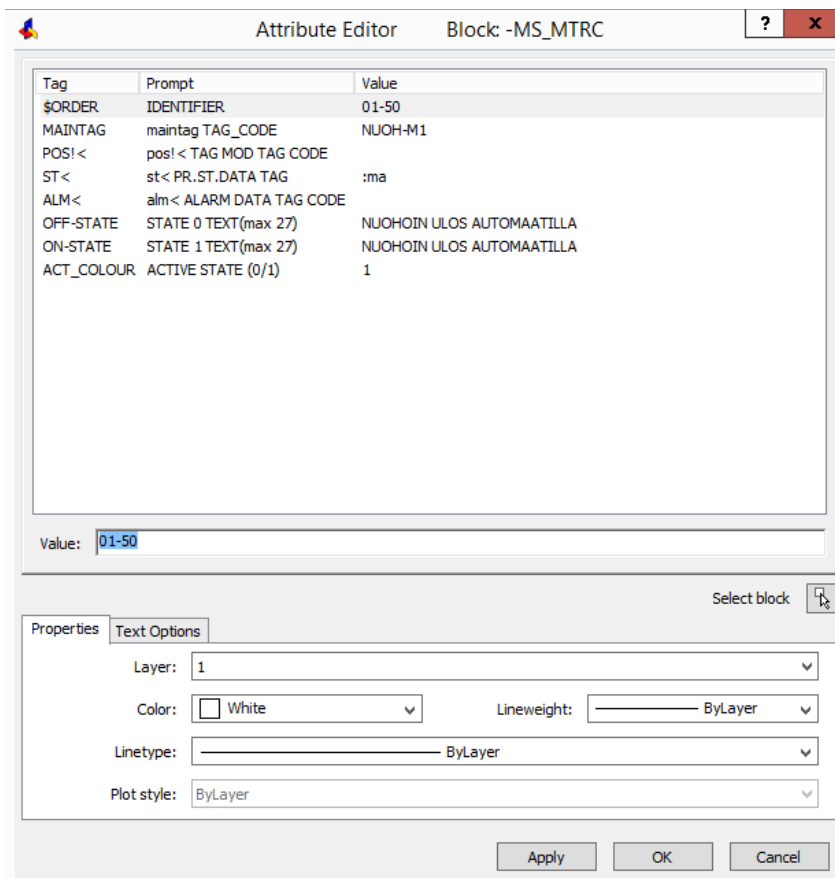
DNA Explorerin FbCAD:lla luodaan höyrynuohoimen sovelluksen kaikille toiminnolle, kuten moottoreille, venttiileille, painonapeille ja valoille oma piiri. Piiriin voidaan lisätä toimilohkoja FbCADin yläreunan valikon kohdista "Fblocks1," "Fblocks2" ja "Fblocks3." Jokaisen toimilohkon perään lisätään ccob-kopiointitoimilohko, joka on kohdassa "Fblocks2." Tulo- ja lähtömoduulit, jotka määrittävät tulojen ja lähtöjen korttipaikan, ovat valikon kohdassa "I/O." Tulot lisätään DNA Explorerissa aina kuvan vasempaan ja lähdöt oikeaan reunaan. Operointinäytölle tietoja vievät moduulit ovat valikon kohdassa "Modules." Elementit yhdistetään kuvassa viivoilla, joiden piirtotyökalut ovat kohdassa "Draw."

Tässä esimerkkinä on moottorinohjauspiirin luominen. Moottoritoimilohko saadaan lisättyä kuvaan valikon kohdasta "Fblocks1" valitsemalla "mtr." Toimilohkon vasemmassa reunassa on tulopisteitä, joilla sen toimintaa voidaan ohjata. Kuvan vasempaan reunaan lisätään toimilohkon toimintaa ohjaavat tulot tai tietopisteet, jotka antavat moottorille ohjaussignaaleja. Niistä piirretään viiva siihen lohkon pisteeseen, jonka tuloa halutaan aktivoida. Moottorin käyntiin ohjaus tapahtuu toimilohkon tulojen m (manuaali) ja a (automaatti) kautta ja tulon valinta määritetään kohdassa ma. Foff-tulolla moottori voidaan pakottaa pois päältä esimerkiksi hätä-seis-painikkeen tulolla. Toimilohkolle luodaan lähtömoduuli valitsemalla halutunlainen moduuli valikon kohdasta "I/O". Se sijoitetaan kaikkien lähtöjen tavoin kuvan oikeaan reunaan. Moduulille määritetään korttipaikka kohtaan "Address." (Kuva 4.)



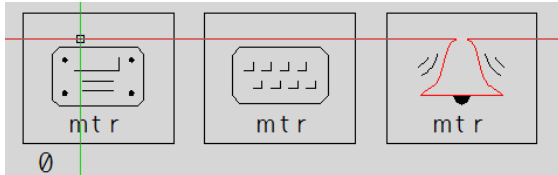
KUVA 4. Toimilohkojen luonti

Moottoritoimilohkon, kuten kaikkien toimilohkojen ja muidenkin elementtien, ominaisuuksia pystyy muokkaamaan kaksoisklikkaamalla niitä. Avautuvassa ikkunassa on elementistä riippuen erilaisia täytettäviä tietokenttiä (kuva 5).



KUVA 5. Moottoritoimilohkon muokkaus

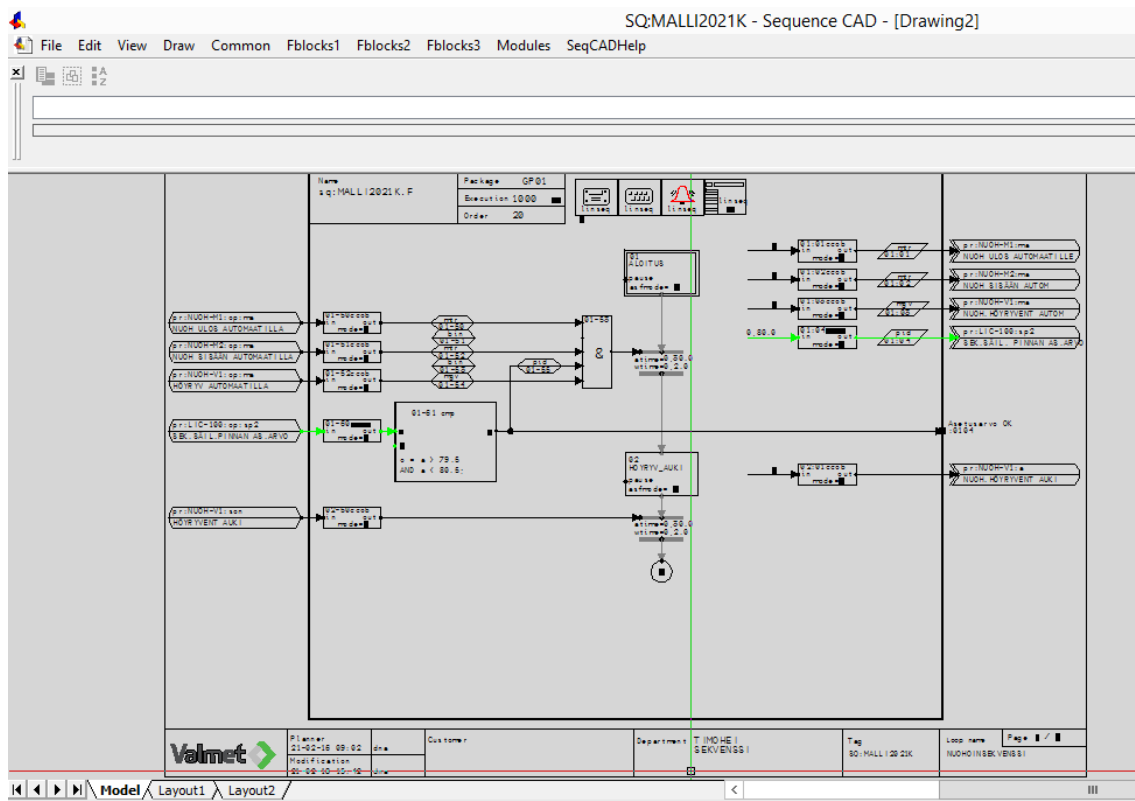
Piiriin lisätään myös moduulit, jotka kommunikoivat operointinäytön kanssa. Ne lisätään kuvaan yläreunan valikosta kohdasta "Modules" valitsemalla "Position," "Operation" ja "Event." Moduulien ominaisuuksia muokataan kaksoisklikkaamalla niitä ja moduuleihin lisätään sen toimilohkon nimi, johon niillä viitataan. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Position- operation- ja event-moduulit*

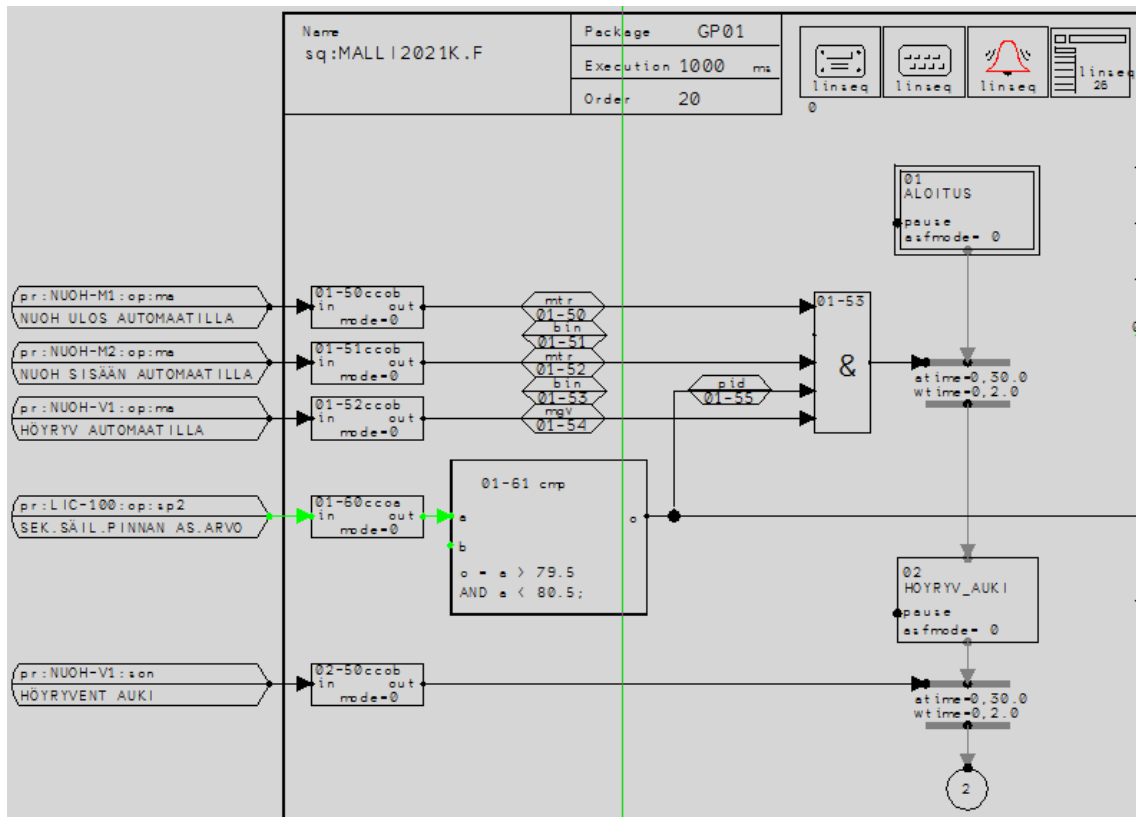
### **2.2.2 Sekvenssiohjelmointi**

Kuvassa 7 on malli höyrynuohoimen sekvenssin alkuosan ohjelmointiin. Kuvassa on kaksi ensimmäistä askelta: aloitus ja höyryventtiilin avaus. Tulot lisätään DNA Explorerissa aina kuvan vasempaan reunaan ja sekvenssiohjelman tapauksessa ne toimivat ehtoina askelten toteutumiselle. Lähdöt lisätään kuvan oikeaan reunaan ja sekvenssissä ne ovat askeleisiin liitettyjä toimintoja. Kaikki elementit voidaan lisätä kuvaan sovelluksen yläreunan valikosta. Sekvenssin askel-blokit saadaan valitsemalla "Step" kohdasta "Fblocks1" ja ne asetetaan kuvaan järjestyksessä ylhäältä alas päin. (Kuva 7.)



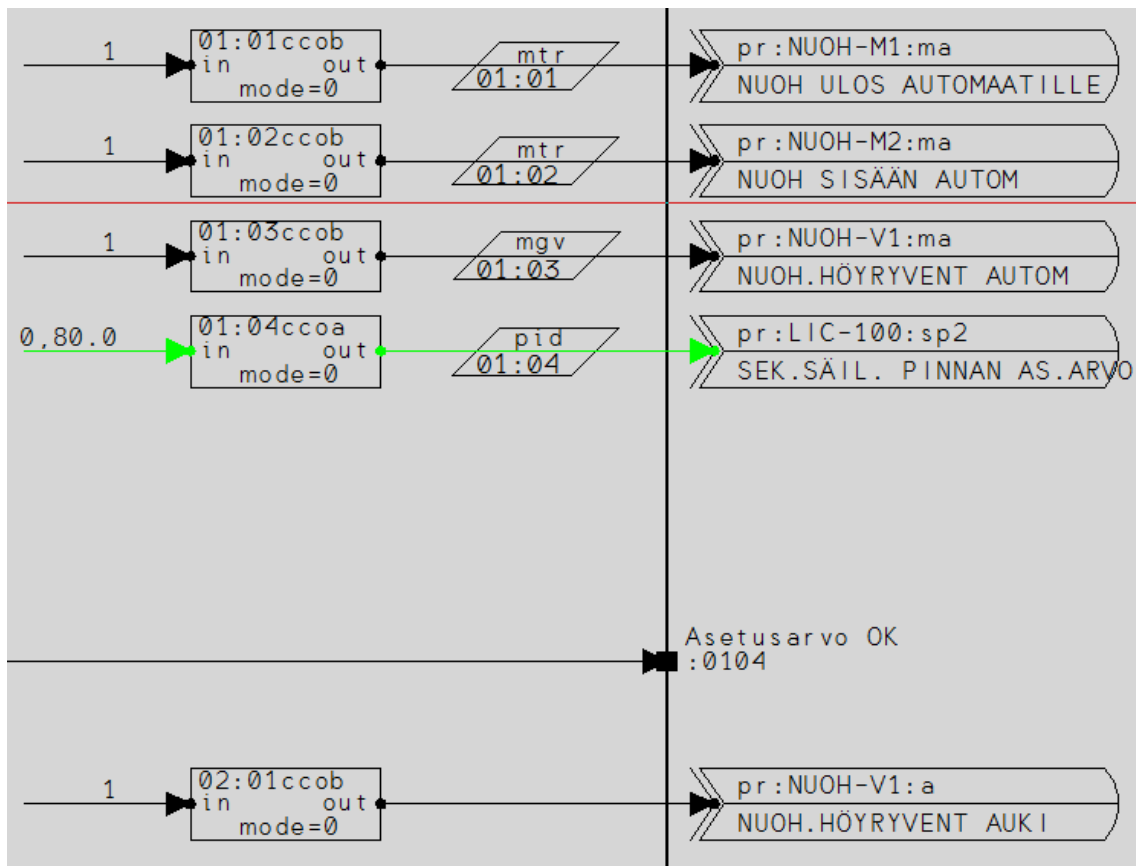
KUVA 7. Höyrynuohoinsekvenssi Valmet DNA Explorerissa

Tässä sekvenssissä toinen askel, joka avaa höyryventtiin, vaatii toteutuakseen sen, että nuohoimen sisään- ja ulosohjaukset sekä höyryventtiin ohjaus on asetettu automaattitilaan. Lisäksi säiliön pinnanmittausarvon on oltava vaadituissa rajoissa. Kaikki nämä ehdot on yhdistetty viivoilla &-lohkoon, joka vaatii niiden kaikkien toteutumisen antaakseen sekvenssille luvan siirtyä seuraavaan askeleeseen. Mtr-toimilohkot ohjaavat moottoreita ja mgv-lohkot magneettiventtiilejä. Jokaisen tulon perään lisätään ccob-kopiointitoimilohko. (Kuva 8.)



KUVA 8. Höyrynuohoinsekvenssin tulopuoli

Lähdöt tulevat kuvaan oikeaan reunaan ja toteuttavat niille määritetyn toimenpiteen. Tässä höyrynuohoimen tapauksessa ne ajavat aloitusaskeleessa nuohoimen sisään- ja ulosajot sekä höyryventtiilin automaattiasetukselle. Toisessa askeleessa lähtö avaa nuohoimen höyryventtiilin. (Kuva 9.)



KUVA 9. Höyrynuohoinsekvenssin lähtöpuoli

Tulot ja lähdöt on tässä sekvenssiohjelmassa toteutettu ulkoisilla tietopisteillä, jotka voidaan lisätä kuvaan DNA Explorerin valikosta kohdan "Common" alta avautuvasta alavalikosta valitsemalla tulon tapauksessa "Externals in continuous" ja lähdölle "Externals out continuous." Nämä tietopisteet ovat viittauksia FbCAD:lla luotuihin moduuleihin ja tietopisteiden nimien on oltava niiden viittaamia moduuleita vastaavia.

Tällä tavoin luodaan sekvenssiohjelma etenemällä askel kerrallaan aloitusaskeleesta sekvenssin loppuun ja lisäämällä niille jokaiselle edellä mainitulla tavalla ehdot ja toiminnot. Ohjelman toimivuus voidaan tarkastaa valikon kohdasta "File" → "Check." Jos ohjelmassa on virheitä, DNA Explorer listaa ne ja kertoo virheelisten elementtien nimen ja sijainnin niiden löytämiseksi.

### 3 INSTRUMENTOINTI JA MITTAUSTEKNIikka

Instrumentointi ja mittaustekniikka -kurssilla tutustutaan instrumentoinnin perusteisiin, kuten pumppujen, venttiilien, ja antureiden valintaan, mitoitukseen ja kalibrointiin sekä automaatiojärjestelmien tiedonsiirtokaapeleihin. Mittaustekniikassa tutustutaan erilaisiin mittalaitteisiin, niiden toimintaperiaatteisiin ja käyttötarkoituksiin.

#### 3.1 Anturit

Harjoituksissa tutustutaan erilaisiin antureihin, kuten automaatiolaboratorion Pilot-prosessissa oleviin pinnankorkeusantureihin. Kuvassa 10 on Pilot-prosessissa oleva Endress Hauserin pinnankorkeutta mittaava ultraäänianturi. Se lähettää ultraääniaaltoja kohti säiliön pintaa ja tunnistaa siitä takaisin kimpoavat ääniaallot. Siten se määrittää pinnan korkeuden mittaamalla ajan, joka äänellä kuluu edestakaiseen matkaan anturin ja säiliössä olevan nesteen pinnan välillä. Ultraäänianturi soveltuu nestemäisten ja kiinteiden ääntä heijastavien aineiden pinnan korkeuden mittaamiseen olosuhteissa, joissa ilman epäpuhtaudet, kuten pöly eivät häiritse ääniaaltojen kulkua ja mitattavan aineen pinta on riittävän tasainen.



*KUVA 10. Endress Hauser Prosonic M -ultraäänianturi*



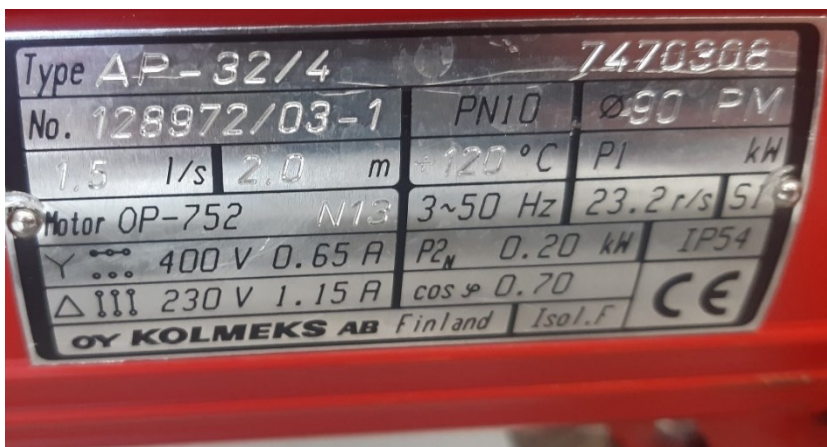
### 3.2 Pumput

Kurssilla opiskellaan pumppujen valintaa erilaisiin käyttökohteisiin ja tutustutaan automaatiolaboratorion pumppuihin. Pilot-prosessissa on kaksi samanlaista pumppua, joista ensimmäinen pumppaa vettä prosessin ensimmäisestä säiliöstä toiseen ja toinen pumppu toisesta säiliöstä kolmanteen (kuva 11).



KUVA 11. Kolmeks AP-31/4 pumppu

Opiskelija oppii kurssilla lukemaan laitteiden arvokilpiä, kuten tämän pumpun kilpi, josta selviävät sen ominaisuudet (Kuva 12).



KUVA 12. Pumpun arvokilpi

Kuvassa 13 on arvokilven selite, josta selviävät arvokilven tietojen merkitykset.

## Arvokilpi


**Varustelu:**  
P = 1-vaiheinen  
N = Tiivistesarja no.7  
Sn = Normaalista poikkeava tiiviste  
Kn = Poikkeava pintakäsittely  
Ln = Moottorin lämpösuojat  
En = Muu poikkeavuus (esim. EXE)  
Vn = Erikoisjännite

Pumpputyyppi	Pump AEP-32/4	7471301
Valmistusnumero	No 060050.22 2013	PN 10 Ø 120 mm
Toimintapiste	1,5 l/s 4,0 m +120 °C P1	1 kW
Vähimmäishyötysuhdeindeksi	MEI ≥ 0,1 --	
Moottorityyppi	Motor OP-752N13	3~ 50 Hz S1
Nimellisjännitteet ja -virrat	Y 400 V 0,65 A P2N0,20kW 23,2 r/s I I I Δ 230 V 1,15 A cosφ 0,70	Isol F IP54
	KOLMEKS Finland	CE

Max. nesteen lämpötila  
Paineluokka  
Juoksupyörän halkaisija  
Moottorin koodimerkintä  
Juoksupyörän poikkeava materiaali:  
PM = Pronssi  
Ottamateho toimintapisteessä (tarvittaessa)  
Jatkuva käyttö  
Pyörimisnopeus  
Kotelointiluokka  
Nimellisteho  
Eristeluokka

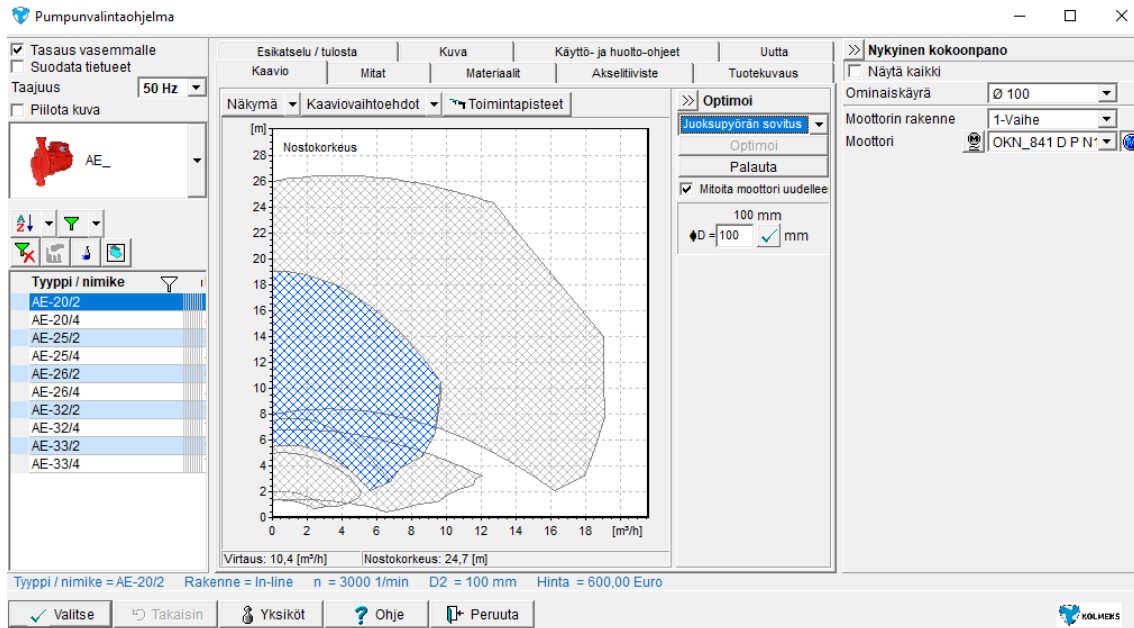
01/2013 Oikeus muutoksiin pidätetään

23



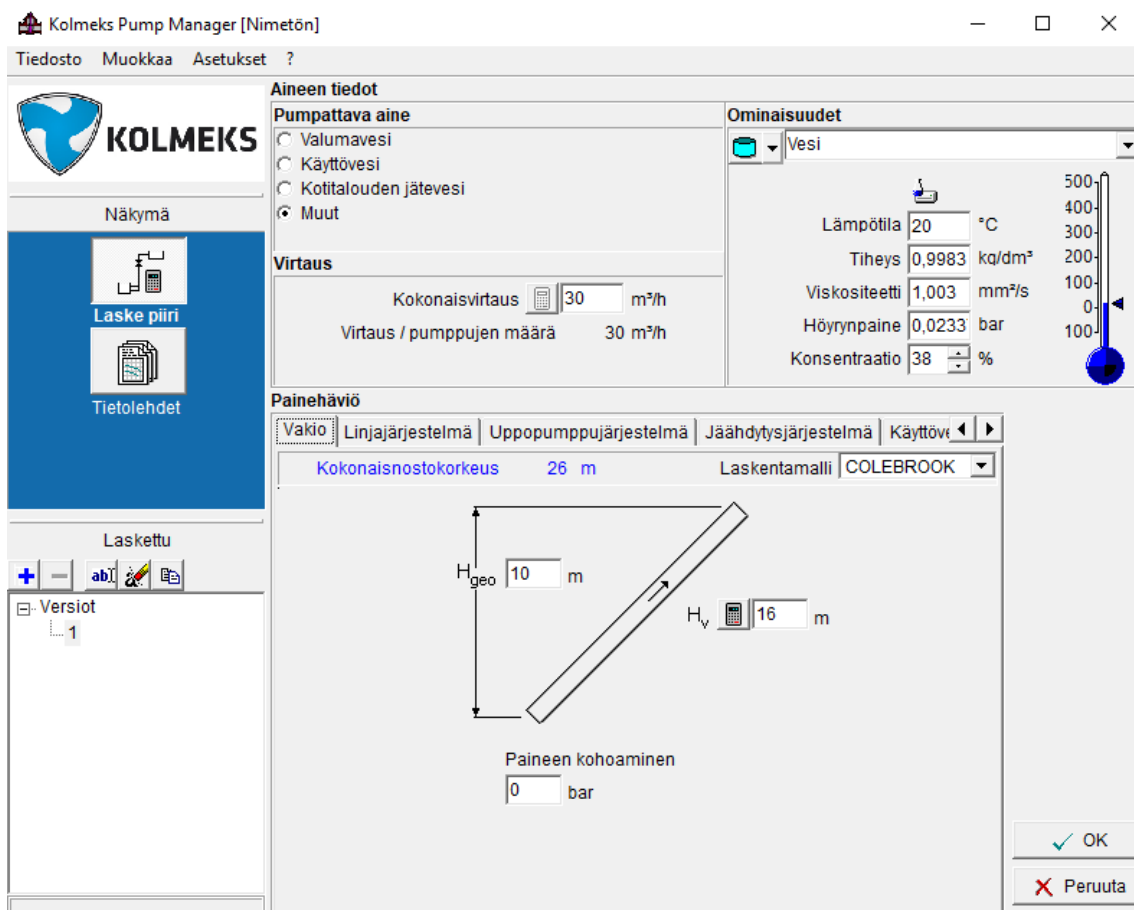
KUVA 13. Pumpun arvokilven selite (3, s.23)

Pumppujen valintaan käytetään Kolmeks Pump Manager -pumppunvalintaohjelmaa. Tässä esimerkkinä on harjoitus, jossa valitaan suoravalintaa käyttäen pumppu, jolla voi pumpata vettä 4 m<sup>3</sup>/h 16 metrin korkeuteen (kuva 14). Ohjelma näyttää pumppujen nostokorkeusalueet kuvassa käyrinä, joiden perusteella voidaan itse valita käyttötarkoitukseen sopiva pumppumalli. Muita valinnassa käytettäviä ominaisuuksia ovat pumpattavan nesteen ominaisuudet, kuten lämpötila, tiheys, viskositeetti sekä pumpun moottorin rakenne, käyttöaajuus, napojen määrä, moottorin teho ja juoksupyörän materiaali ja koko.



KUVA 14. Kolmeks Pump Managerin pumpun suoravalintanäkymä

Ohjelmassa voi käyttää myös hydraulista valintaa, jossa siihen syötetään pumpun halutut ominaisuudet, kuten nostokorkeus (kuva 15). Hydraulisessa valinnassa ohjelma siis käyttää annettuja arvoja pumpun valintaan ja ehdottaa sopivia vaihtoehtoja niiden perusteella.



KUVA 15. Hydraulinen valinta Kolmek Pump Managerilla

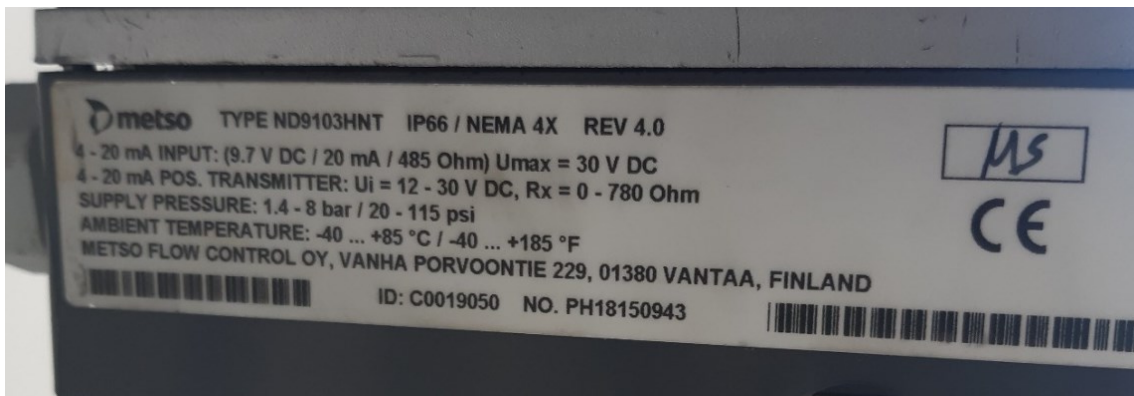
### 3.3 Venttiilit

Ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa tutustutaan sieltä löytyviin venttiileihin ja niiden asennoittimiin sekä toimilaitteisiin. Kuvassa 16 on automaatiolaboratorion Pilot-prosessissa kiinni oleva automaattinen säätöventtiili asennoittimena. Kyseisiä venttiileitä on kaksi vierekkäin ja ne säätelevät kylmän ja kuumman veden virtausta säiliöön. Asennoitin ohjaa pneumaattisesti toimilaitetta, joka säätelee venttiilin asentoa.



*KUVA 16. Säästöventtiili, toimilaitte ja asennoitin*

Kurssilla opitaan selvittämään venttiilien ominaisuuksia ja valitsemaan käyttötarkoitukseen sopiva venttiili. Venttiin, sen asennoittimen tai toimilaitteen tiedot voidaan selvittää laitteen kyljessä olevasta arvokilvestä. Kuvassa 17 on asennoittimen arvokilpi, josta selviävät sen käyttöjännite, -paine ja -lämpötila sekä IP-luokitus (tiiviyysluokka.) Venttiin valintaan käytetään kurssilla Nelprof-valintaohjelmaa.



*KUVA 17. Asennoittimen arvokilpi*

### 3.4 Kenttäväylät

Automaatiojärjestelmissä laitteistot liitetään nykyään yleensä toisiinsa kenttäväylien avulla. Kenttäväyliä käytetään kenttälaitteiden yhdistämiseen niitä ohjaaviin ohjausyksiköihin. Kenttäväylät mahdollistavat binäärisen tai analogisen kommunikaation kenttälaitteiden ja logiikoiden välillä. Logiikat ohjaavat kenttälaitteita tyypillisesti 4–20 mA:n virtaviesteillä.

Tärkeitä tekijöitä prosessiteollisuudessa ovat tiedonsiirtoväylien säätöominaisuudet, pituus, konfigurointi- ja diagnostiikkatiedon siirto sekä mahdollisuus siirtää toimilaitteille ja antureille niiden tarvitsema teho väylän kautta. Kenttäväylät valitaan prosessin tarpeiden mukaan ja turvallisuustekijät huomioon ottaen. Esimerkiksi räjähdysherkät tilat vaativat niihin soveltuvan kenttäväylän. (4, s. 12.) Kenttäväylätyyppejä on lukuisia erilaisia, mutta joitain yleisimmin käytettyjä ovat HART, Interbus, AS-I Profibus ja Modbus.

HART-kenttäväylä on yksi vanhimmista kenttäväyläprotokollista. HART-väylä mahdollistaa digitaalisen ja analogisen signaalin välittämisen samanaikaisesti ja saman väylän kautta. Analogisen 4–20 Ma:n viestin päälle lisätään digitaalinen signaali, joka muodostuu kahdesta taajuudesta, 1200 Hz ja 2200 Hz. Ne edustavat bittejä 0 ja 1. (5, s. 7.)

Interbus-väylä on anturiväylä, jossa laitteet on yhdistetty renkaaksi. Niitä hallitseva isäntälaitte lähettää koko renkaan läpi kulkevan viestin ja jokainen laite lukee vain sille itselleen tarkoitetut viestit. Siirtotienä käytetään parikaapelia RS-485 tai valokuitua. Laitteet päivittävät tietonsa säännöllisesti ja päivitysvälit voivat olla lyhimmillään alle 5 ms. (4, s. 3.)

AS-I on pääasiassa binääritiedon välittämiseen tarkoitettu väylä. Yksi sen eduista on asennuksen helppous ja häiriöttömyys. Väylän standardien ja laiteprofiilien ansiosta siihen liitetyt laitteet voidaan korvata toisen valmistajan samanlaisella laitteella ilman erillistä ohjelmointia tai asetusten muuttamista. Verkon vapaan topologian ansiosta mihin tahansa verkon kohtaan voidaan liittää uusia laitteita tai

verkon sivuhaaroja. Laitteiden käyttöjännite kulkee samassa parikaapelissa signaalin kanssa ja tarvittaessa voidaan lisätä toinen kaapeli lisätehonsyöttöä varten. (4, s.4.)

Profibus DP on tiedonsiirtoprotokolla, joka on yhteinen kaikille Profibus-väylille. Protokollan päällä on erilaisia sovellusprotokollia, joiden avulla automaatiolaitteet liittyvät Profibus-verkkoon ja voivat siten kommunikoida keskenään. Profibus-väylät ovat RS-485-kaapelilla tai valokuidulla toteutettuja nopeita kenttäväyliä, joiden nopeus voi olla 12 Mbit/s. Profibus DP -protokollaa voidaan käyttää yhdistämään ohjelmitavia logiikoita, hajautettua I/O:ta ja monimutkaisia laitteita, kuten taajuusmuuttajia tai analysointilaitteita toisiinsa. (4, s.5.)

Modbus oli ensimmäinen automaatiolaitteiden välinen protokolla ja siitä muodostui käytännön standardi vuonna 1979. Modbus ei sisällä laiteprofileja tai tietoa siirrettävien muuttujien yksiköistä ja muista ominaisuuksista, vaan kaikki välitettävät tiedot luetaan ja kirjoitetaan muistialueisiin, joista sovellukset voivat poimia ne ja prosessoida niitä. Protokolla voidaan toteuttaa 8 bitin mikrokontrollerissa, mutta sillä monimutkaisetkin sovellukset voivat kommunikoida keskenään. (4, s. 8-9.)

## 4 TUOTANNON KÄYNNISSÄPITO

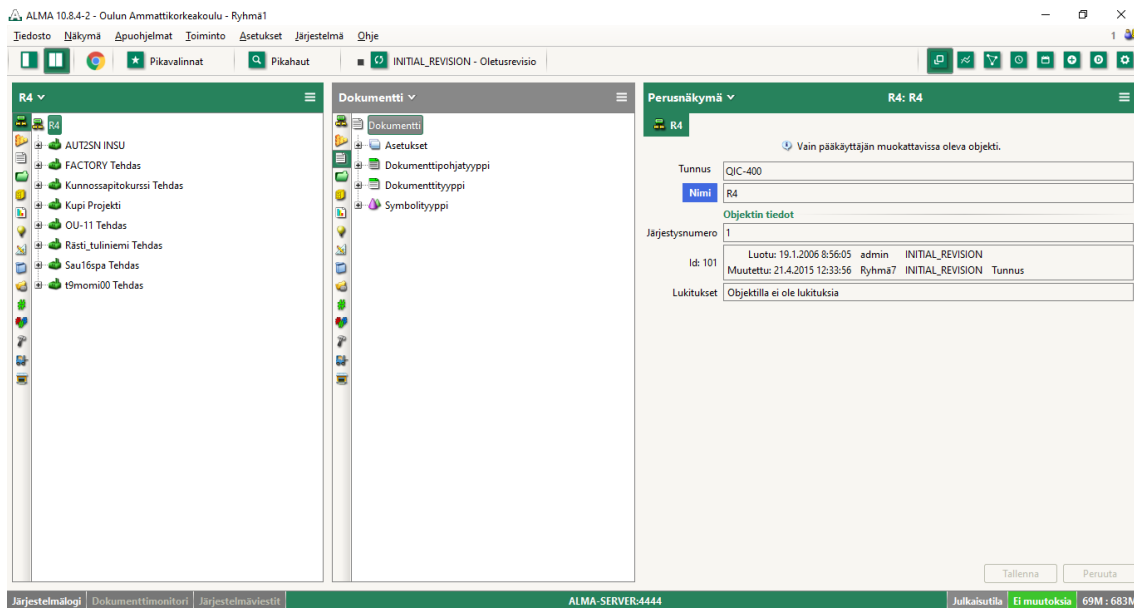
Tuotannon käynnissäpito -kurssilla tutustutaan automaatio- ja tietojärjestelmiin, toiminnanohjausjärjestelmiin (ERP), valmistuksen ohjaukseen (MES), kunnossapitojärjestelmiin, tuotanto-omaisuuden hallintaan sekä kuntoon perustuvaan kunnossapitoon ja kunnonvalvontaan. Kurssi antaa opiskelijalle valmiudet teollisen tuotantolinjan laitteiden ja automaatiojärjestelmien kunnossapitotöiden suunnitteluun ja kunnossapitojärjestelmien käyttöön.

### 4.1 ALMA

ALMA on kunnossapidon suunnitteluun soveltuva tiedonhallintajärjestelmä, jonka käyttöön kurssilla tutustutaan. Sitä käytetään yleisesti energian, teollisuuden ja kiinteistöjen toimialoilla laitedokumentointiin ja huoltotöiden hallintaan. Kunnossapidon osalta ALMalla voidaan muun muassa aikatauluttaa laitekohtaisesti säännölliset huoltotyöt tai vikakorjaukset, pitää kirjaa varaosista ja huolloista ja tehdä tilauksia.

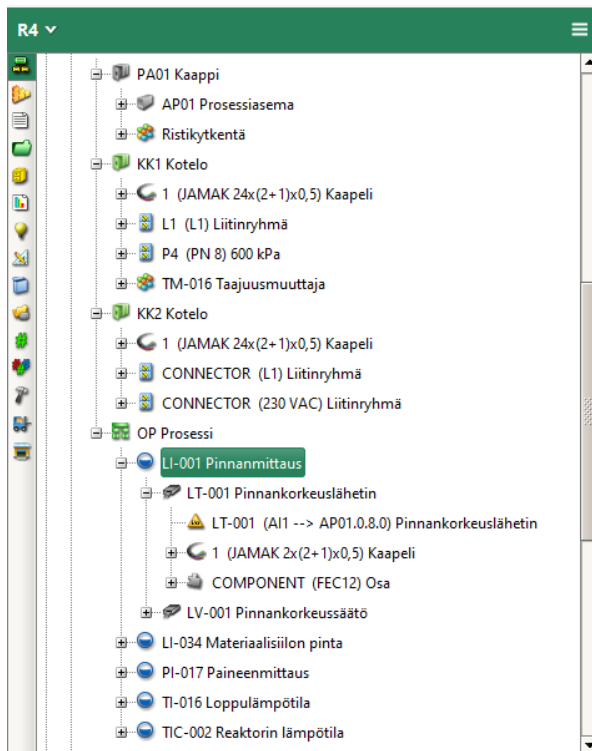
ALMAssa saa näkyviin samanaikaisesti kaksi eri kenttää, joiden vasemmassa reunassa olevasta valikosta voidaan valita tarkasteltavat puut. Oikean puolimmaisessa kentässä voidaan tarkastella ja muokata objektien tietoja ja sen yläkulmasta avautuvasta valikosta saadaan erilaisia näkymiä ja päästään tarkastelemaan muun muassa kalenteria. (Kuva 18.)





KUVA 18. ALMA-sovellus

Tässä on esimerkkinä kurssilla harjoitustehtävänä tehty laiteluettelo, johon on listattu kuvitteellisen prosessin laitteet. Laitehierarkiassa kenttäkoteloiden alle listataan taajuusmuuttajat, mittalaitteet, venttiilit, pumput ja kaikki niiden sisältämät komponentit sekä kaapelit ja niiden kytkennät. (Kuva 19).



KUVA 19. Laiteluettelo ALMAssa

Huoltotöitä voi hallita klikkaamalla kenttälaitetta hiiren oikealla painikkeella, valitsemalla kohdan "Kunnossapito" ja sitten "Lisää kunnossapitotapahtuma" tai ennakkohuoltoa varten "Määrittele ennakkohuolto-ohjelma." Tämän jälkeen avautuu ikkuna, johon voidaan lisätä huoltotyön tiedot, kuten häiriön kuvaus ja toimenpiteet sen korjaamiseksi. Kohdassa "Tehtävä" voidaan vielä valita huoltotyön tyyppi. Vaihtoehtoina ovat aliurakointi, ennakkohuolto, tarkistus, vikatyö ja vuosi-huolto. (Kuva 20.)

Lisää kunnossapitotapahtuma (-> Automaatiopositio: LI-001)

Ylemmät [Ei valittu]  Peri näkyvyys

Tyyppi Häiriö

Linkit Kunnossapitolinkki LI-001 → LI-001 Pinnanmittaus  Peri näkyvyys

Tunnus LI-001

Nimi Häiriö

Kuvaus

Aloitusaika 29.4.2021 13:43

Häiriöryhmä

Toimenpiteet

Lisätietoja

Kuitattu

**Objektin tiedot**

Järjestysnumero 0

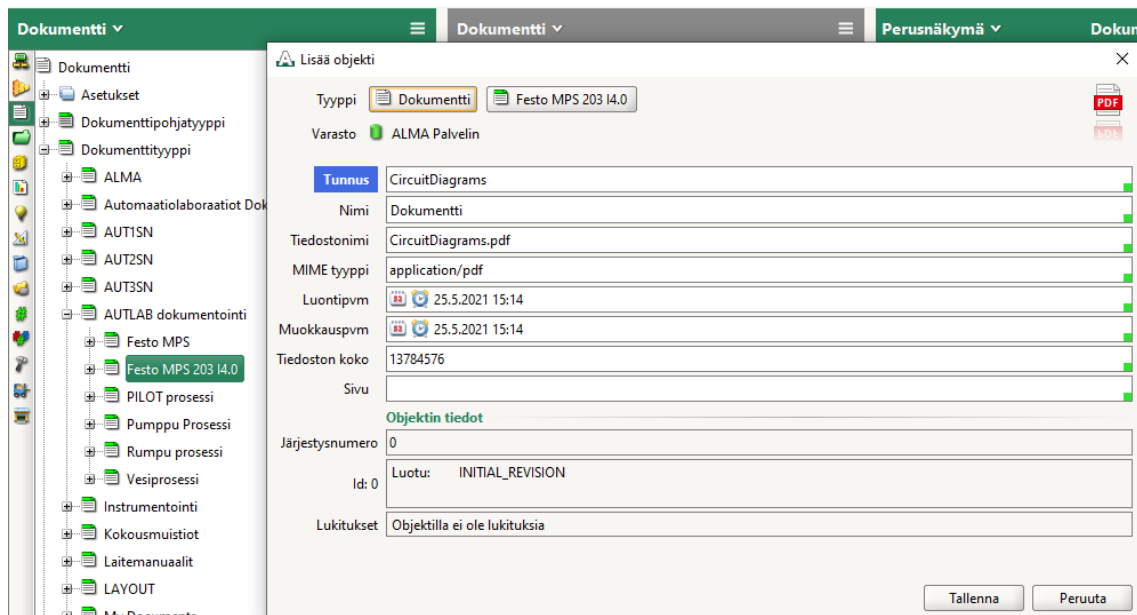
Id: 0 Luotu: INITIAL\_REVISION

Lukitukset Objektilla ei ole lukituksia

Tallenna Peruuta

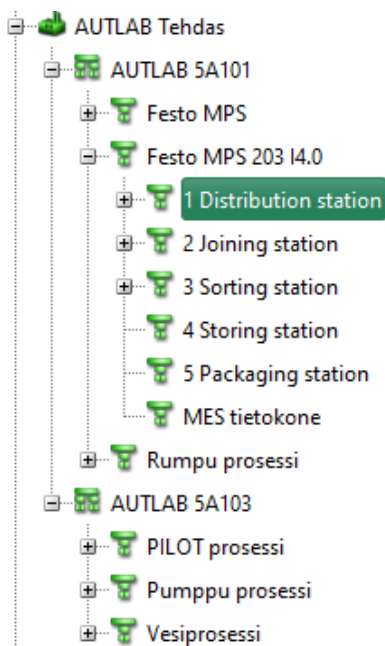
*KUVA 20. Kunnossapitotapahtuma ALMAssa*

ALMAlla voidaan hallita myös dokumentointia. Dokumentit lisätään dokumentti-puussa. Ne voidaan helposti lisätä ALMAan raahaamalla ne esimerkiksi tietokoneen kansioista halutun objektin kohdalle, jolloin avautuu dokumentin tietojenmuokkausikkuna. Kentät täydentyvät automaattisesti, mutta niitä voi halutesaan muokata (kuva 21).



KUVA 21. Dokumenttien lisääminen ALMAan

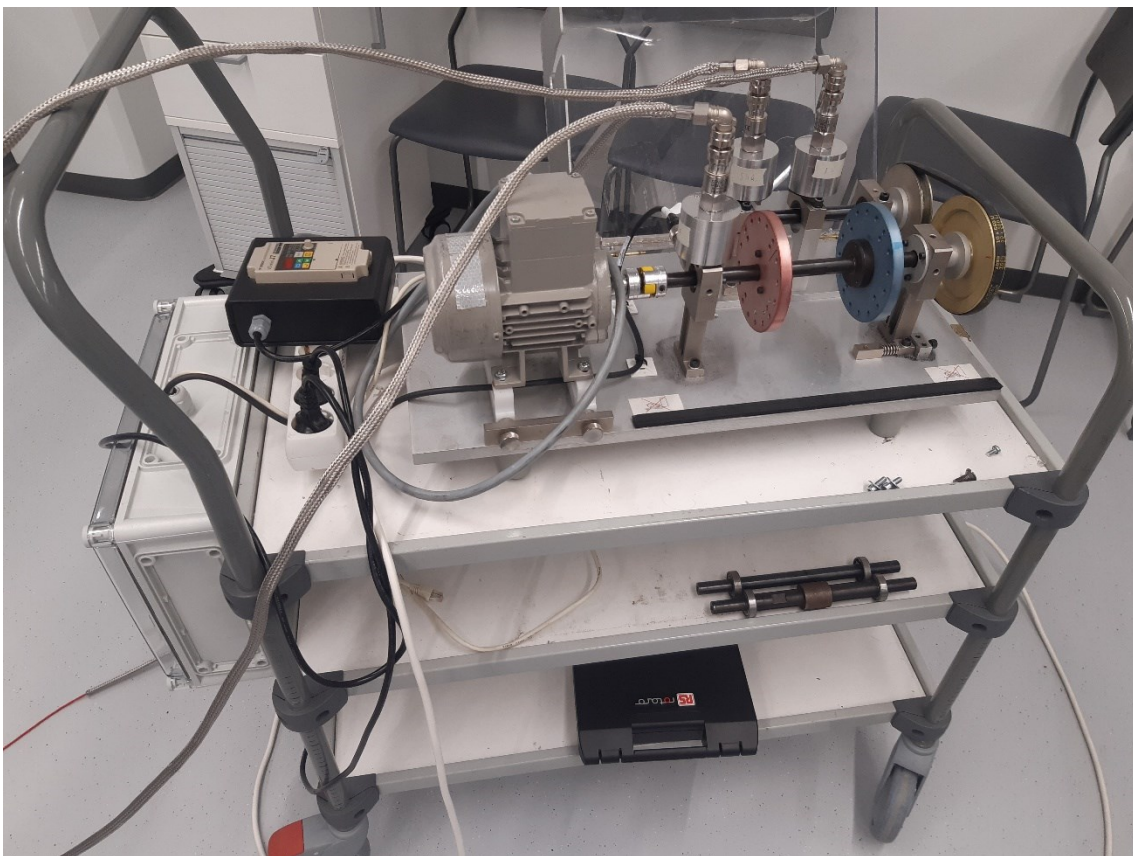
Tähän opinnäytetyöhön kuului automaatiolaboratorion laitteiden dokumentointi ALMA-tiedonhallintajärjestelmään. ALMAN R4-puuhun luotiin alueet automaatiolaboratorion kahdelle osalle AUTLAB 5A101 ja AUTLAB 5A103. Niiden alle listattiin kaikki kunkin automaatiolaboratorion osan laitteet. Tarkemmin kerron niistä tässä opinnäytetyössä kyseisiä laitteita koskevissa luvuissa sivuilla 39–41 ja 47–49. (Kuva 22.)



KUVA 22. Automaatiolaboratorion dokumentointi ALMAssa

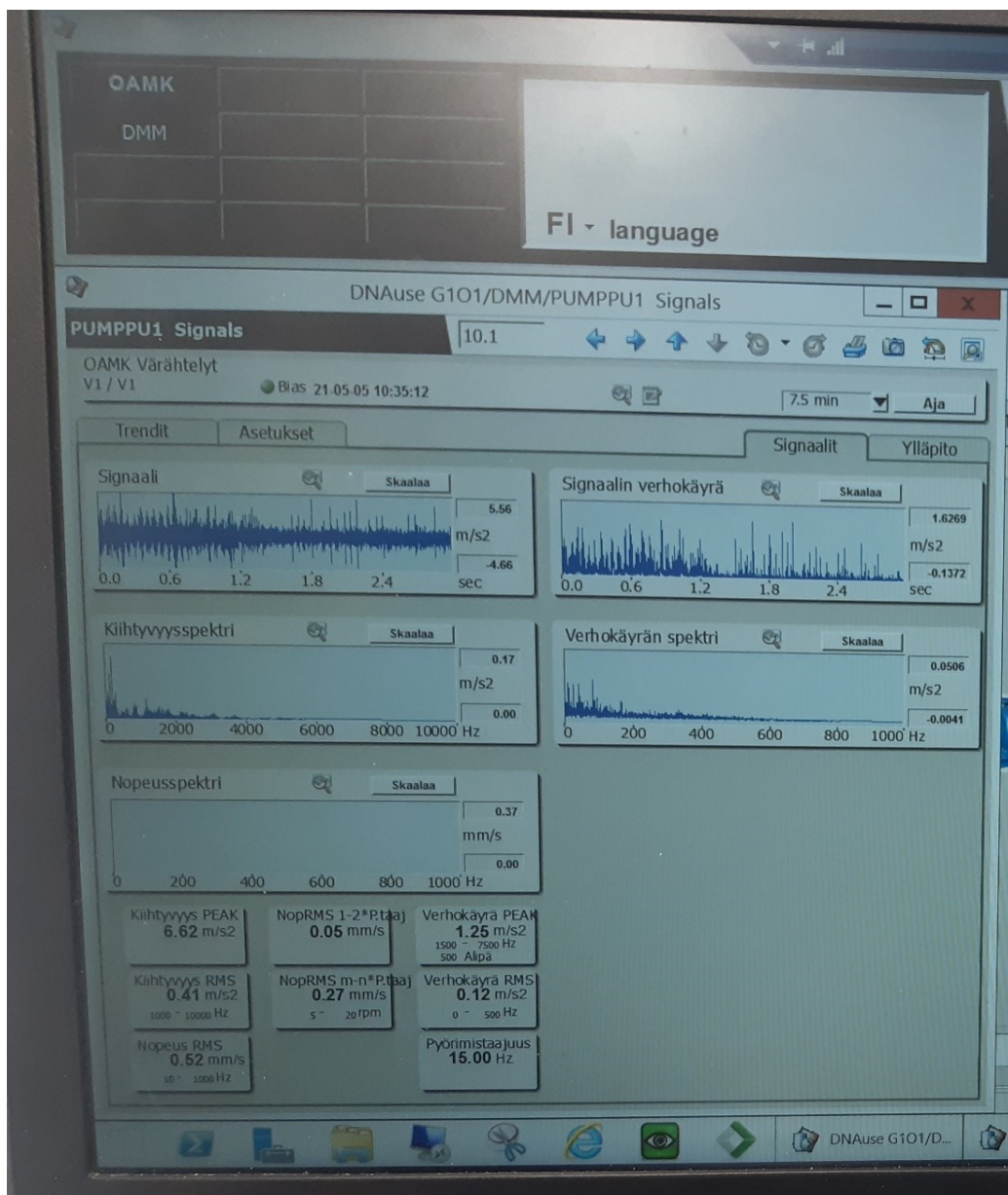
## 4.2 Värähtelymittaus

Värähtelymittaus on yksi kunnossapidon menetelmä, jolla voidaan määrittää laitteen kunto ja huollon tarve. Voimakas värähtely yleensä on merkki alkavasta ongelmasta laitteessa. Värähtelymittaukseen voidaan tutustua siihen tarkoitettuun harjoituslaitteeseen, jonka moottori pyörittää metallisilla levyillä varustettua akselia. Moottoria ohjaavalla taajuusmuuttajalla säädetään moottorin pyörimisnopeutta. Laitteesta tehtiin esittelyvideo osana tätä opinnäytetyötä automaatiolaboratorion verkkosivuille. (Kuva 23.)



*KUVA 23. Värähtelymittauksen harjoituslaite ja värähtelymittausanturit*

Laboratoriossa on kolme magneettisesti kiinnittyvää värähtelymittausanturia, jotka voidaan kiinnittää laitteeseen. Ne ovat yhteydessä Valmetin järjestelmään ja niiden dataa voidaan tarkastella Valmetin operointinäytöltä. Näkymän saa auki klikkaamalla operointinäytöltä kohtaa "DMM" ja valitsemalla jokin avautuvan ikkunan kolmesta kohteesta. (Kuva 24.)



KUVA 24. Värähtelymittausnäkyvä Valmet DNA:ssa

### 4.3 Simatic PDM

Simatic PDM on työkalu kentälaitteiden konfigurointiin, parametrien asettamiseen ja diagnostiikkaan. Sitä hyödynnetään laitteiden käyttöönotossa ja kunnonvalvonnassa. Kuvassa 25 on mallina säiliön pinnankorkeutta mittaavan ultraäänianturin kalibrointi. Siinä tyhjän säiliön arvoksi on määritetty 1,280 m, joka on siis säiliön pohjan etäisyys anturista. Täyden säiliön arvoksi on asetettu 1,000 m.

Hälytyksen raja-arvot voidaan määrittää ”Safety settings”-osion alla oleviin kenttiin. Ohjelmalla voidaan seurata mittauksen tilaa ja kuvassa käynnissä oleva mitaus osoittaa säiliössä olevan 0,025 m vettä. (Kuva 25.)

Parameter	Value	Unit	Status
<b>FMU 1X</b>			
» Standard View (manufacturer specific table)			
» » Basic Setup			
Basic Configuration	See Menu Device, Basic Setup		Initial value
measured value	0,78	m	
tank shape	no ceiling		
medium property	liquid		
process cond.	standard liq.		
empty calibr.	1,280	m	
full calibr.	1,000	m	
» » Safety Settings			
Safety Settings Configuration	See Menu Device, Safety Settings		Initial value
output on alarm	MAX		
outp. echo loss	hold		
delay time	30	s	
safety distance	0,050	m	
in safety dist.	warning		
ackn. alarm	no		
» » Temperature			
Temperaturparameter Configuration	See Menu Device, Temperature Parameter		Initial value
measured temp.	21,1	°C	
max. temp. limit	80,0	°C	
max. meas. temp	28,1	°C	
react. high temp	warning		
defect temp sens	alarm		
» » Linearisation			
Linearisation Configuration	See Menu Device, Linearisation		Initial value
levelful	Display - LI-114 (Online)		
linearis	Measured Value   Output   display value		
custom	measured value 2,40 %		
max. s	0 % 50 % 100,000 %		
» »	measured value 2,40 % echo quality 59 dB		
Extent	measured dist. 1,255 m present error System OK		
check	measured level 0,025 m		
pres. r	Close Messages Help		
cust. t			
echo q			
offset			
output			
blockir			
» »			
Profi			
instru			
ident n			
set uni			
out val			
out sti			
simula			
2nd cy			
select			
Displa			
» » Display			
Display Configuration	See Menu Device, Display		Initial value
language	English		
back to home	900	s	
format displav	decimal		

KUVA 25 Ultraäänianturin kalibrointi Simatec PDM:llä

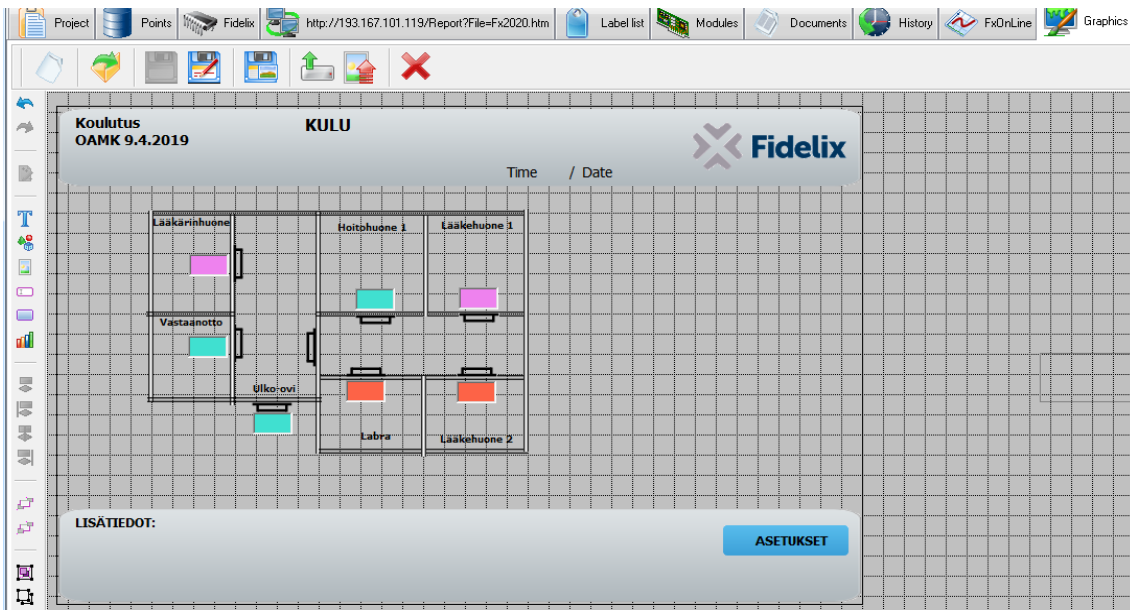
## 5 RAKENNUSAUTOMAATION PROJEKTI

Rakennusautomaation projekti -kurssilla syvennyttään rakennusautomaatioon ja Fidelix FX -2025 -järjestelmään. Päättyönä tehdään rakennusautomaation sovellus Fidelixin järjestelmää käyttäen. Projektisovellus luodaan Fidelixin FX-Editor-ohjelmalla ja se ajetaan Fidelix-salkun ala-asemaan.

### 5.1 Fidelix FX-Editor

Tässä on esimerkkinä kurssilla tehty projektityö, jossa luotiin sairaalarakennuksen kulunvalvontaohjelma. Huoneiden ovet vaativat avautuakseen kulkuluvan, joita on kolmea eri tasoa. Rakennuksesta luodaan operointikuva, jonka ovielementit ohjelmoidaan avautumaan kulkuluvan saatuaan. Tällä kuvalla voidaan simuloida kulkulupien toimintaa.

Tässä harjoitusprojektissa piirretään pohjakuva sairaalarakennuksen osasta, jonka ovet vaativat avautuakseen kulkuluvan. Eri tasoisen kulkuluvan vaativat ovet näkyvät eri väreissä. Kuva, jota käytetään operointinäyttönä, piirretään FX-Editor-ohjelman Graphics-välilehdessä. Välilehden vasemmassa reunassa on piirtotyökalut ja valmiita piirtosymboleja on kirjaston kohdassa "Add." Symboleiden ominaisuuksia voidaan muokata kaksoisklikkaamalla niitä. Piirtotyökalu on hieman kömpelö käsiteltäväksi ja esimerkiksi symbolien mittoja voidaan muuttaa vain syöttämällä halutut mitat symbolin muokkauskenttään eikä niitä voida muuttaa yksinkertaisesti venyttämällä niitä hiirellä vetäen. Tämä voi tuntua hankalalta esimerkiksi putkia tai muita pitkiä objekteja piirrettäessä, jolloin niiden sopivat mitat joudutaan etsimään kokeilemalla syöttää lukuja muokkauskenttään. (Kuva 26.)



KUVA 26. Kuvan piirtäminen FX-Editorilla

Input- ja output -pisteet luodaan Points-välilehdessä klikkaamalla ”+”-symbolia. Pisteille annetaan nimi ja määritetään sen tyyppi. Tämän projektin tapauksessa analogiset inputit ottavat vastaan jänniteviestin ja digitaaliset outputit toimivat ovien avautumis- ja sulkeutumiskäskyinä. (Kuva 27.)

Pointlist					
Pointname	Text	Type	I/O	Changed	
DO ULKO-OVI_DO		Digital out	03.021:01	9.4.2019 14:30:22	
DO VASTAANOTTO_DO		Digital out	03.021:02	9.4.2019 14:30:24	
DO LÄÄKÄRIN_TOIMISTO_DO		Digital out	03.021:03	9.4.2019 14:30:18	
DO LABRA_1_DO		Digital out	03.021:07	9.4.2019 14:30:03	
DO LÄÄKEHUONE_2_DO		Digital out	03.021:05	9.4.2019 14:30:15	
DO HOITOHUONE_1_DO		Digital out	03.021:04	9.4.2019 14:29:34	
DO LÄÄKEHUONE_1_DO		Digital out	03.021:06	9.4.2019 14:30:07	
AI VASTAANOTTO_AI		Analog in	03.022:02	23.4.2019 10:46:48	
AI ULKO-OVI_AI		Analog in	03.022:01	23.4.2019 10:47:01	
AI LÄÄKÄRIN_TOIMISTO_AI		Analog in	03.022:03	23.4.2019 10:47:14	
AI LÄÄKEHUONE_2_AI		Analog in	03.022:06	23.4.2019 10:47:23	
AI LÄÄKEHUONE_1_AI		Analog in	03.022:05	23.4.2019 10:47:52	
AI LABRA_1_AI		Analog in	03.022:07	23.4.2019 10:48:01	
AI HOITOHUONE_1_AI		Analog in	03.022:04	23.4.2019 10:48:12	
LT 0-10V_0-10_LT	0-10V=0-10	LookUp Table	...	23.4.2019 10:46:48	

KUVA 27. Pisteiden luominen

Input- ja output-pisteille määritetään niiden korttipaikka Modules-välilehdessä lisäämällä pisteen nimi haluttuun korttipaikkakohtaan (kuva 28).



Combi-DD8	Pointname	Text	Module sockets	Value
03.021:01	ULKO-OVI_DO		(C) 1,(NO) 2,(NC) 3	
03.021:02	VASTAANOTTO_DO		(C) 4,(NO) 5,(NC) 6	
03.021:03	LÄÄKÄRIN_TOIMISTO_DO		(C) 7,(NO) 8,(NC) 9	
03.021:04	HOITOHUONE_1_DO		(C) 10,(NO) 11,(NC) 12	
03.021:05	LÄÄKEHUONE_2_DO		(C) 13,(NO) 14,(NC) 15	
03.021:06	LÄÄKEHUONE_1_DO		(C) 16,(NO) 17,(NC) 18	
03.021:07	LABRA_1_DO		(C) 19,(NO) 20,(NC) 21	
03.021:08			(C) 22,(NO) 23,(NC) 24	
Combi-A18	Pointname	Text	Module sockets	Value
03.022:01	ULKO-OVI_AI		(Ref) 60,(AI) 61	
03.022:02	VASTAANOTTO_AI		(Ref) 62,(AI) 63	
03.022:03	LÄÄKÄRIN_TOIMISTO_AI		(Ref) 64,(AI) 65	
03.022:04	HOITOHUONE_1_AI		(Ref) 66,(AI) 67	
03.022:05	LÄÄKEHUONE_1_AI		(Ref) 68,(AI) 69	
03.022:06	LÄÄKEHUONE_2_AI		(Ref) 70,(AI) 71	
03.022:07	LABRA_1_AI		(Ref) 72,(AI) 73	
03.022:08			(Ref) 74,(AI) 75	

*KUVA 28. Korttipaikkojen määrittäminen*

Kulkulupien määrittäminen tehtiin koodaamalla OpenPCS-ohjelmalla. Eri tasoiset kulkuluvat on projektissa toteutettu eri suuruisina jänniteviesteinä, joista alimman kulkuluvan jänniteviestin suuruus on suurempi kuin 2 V, keskitason suurempi kuin 6 V ja korkeimman tason suurempi kuin 8 V (kuva 29).

```

ULKO_OVI :=0;
VASTAANOTTO :=0;
HOITOHUONE_1 :=0;
LABRA_1 :=0;
LAAKEHUONE_2 :=0;
LAAKARIN_T :=0;
LAAKEHUONE_1 :=0;

IF ULKO >2.0
    THEN ULKO_OVI :=1;
END IF;
IF VASTAAN >2.0
    then VASTAANOTTO :=1;
end if;
IF HOITOH_1 >2.0
    then HOITOHUONE_1 :=1;
end if;

IF LABRA >6.0
    then LABRA_1 :=1;
end if;
IF LAAKE2 >6.0
    then LAAKEHUONE_2 :=1;
end if;

IF LAAKARIN >8.0
    then LAAKARIN_T :=1;
end if;
IF LAAKE1 > 8.0
    then LAAKEHUONE_1 :=1;
end if;

```

*KUVA 29. Jänniteviestien määrittäminen*

Tätä projektia tehtäessä Open PCS:llä ongelmana oli se, ettei ohjelma aluksi tunnistanut jännitteiden arvoja kuvaavia lukuja. Selvisi, että OpenPCS:llä ohjelmoitaessa lukuihin on lisättävä yksi desimaali, jotta ohjelma osaa lukea niitä. Esimerkiksi tämän ohjelmoinnin tapauksessa ohjelmoitavat jännitteiden arvot on kirjoitettava ohjelmaan muodossa 2.0, 6.0 ja 8.0.

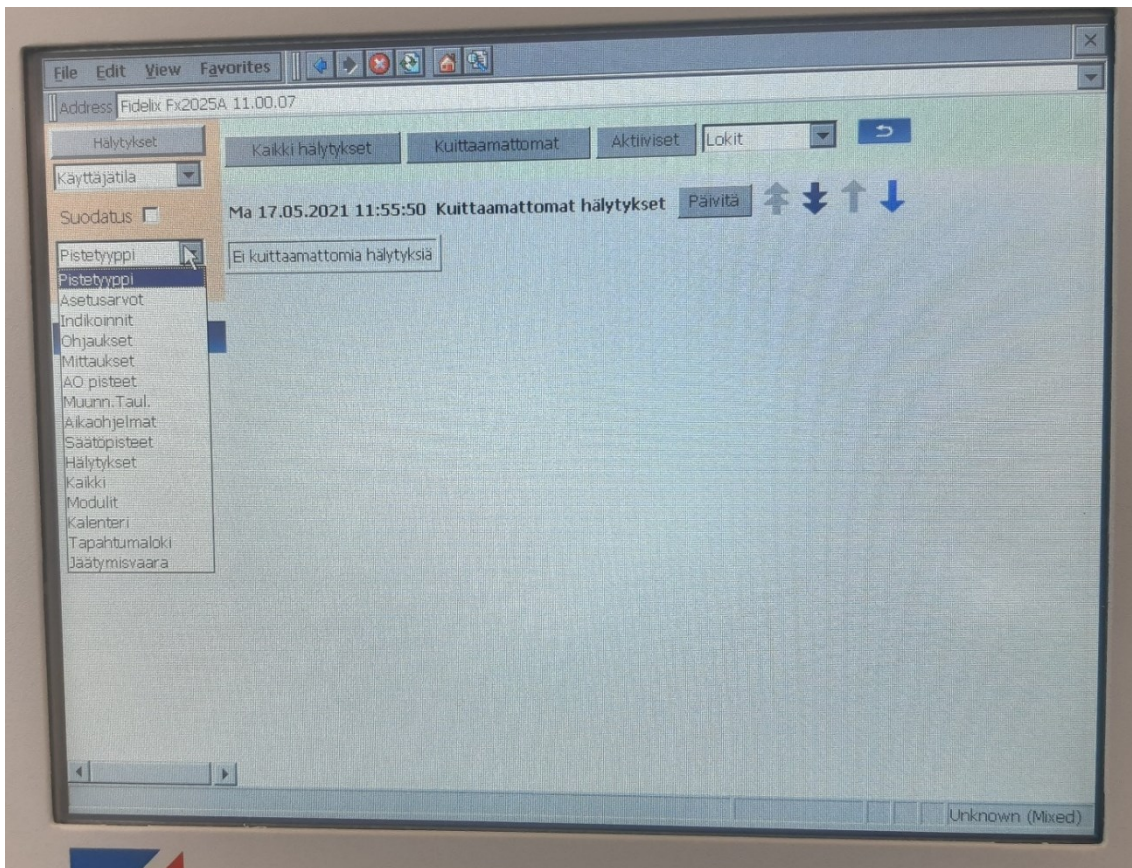
## 5.2 Fidelix-salkku

Fidelix-salkku sisältää Fidelixin ala-aseman, johon kuuluvat fyysiset IO-paikat sekä monitori, jolla päästään selaamaan FX-Editorilla tehtyä sovellusta ja muokkaamaan sillä luotujen pisteiden ja moduulien asetuksia. Ala-asema yhdistetään tietokoneeseen ethernet-kaapelin välityksellä. (Kuva 30.)



KUVA 30. Fidelix-salkku

Salkun monitorin vasemmassa reunassa on kaksi valikkoa, joissa voidaan liikkua eri sivuilla, selata sovellusta ja muokata sitä (kuva 31).



*KUVA 31. Fidelix-salkun monitori*

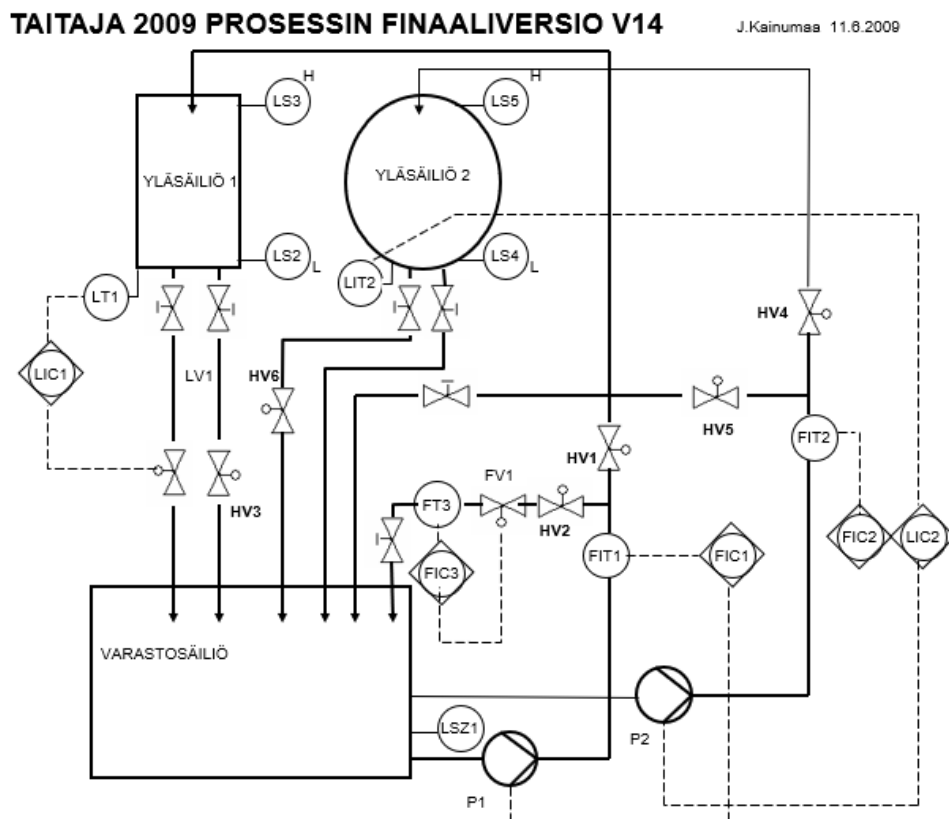
## 6 AUTOMAATIOTEKNIIKAN ERIKOISTYÖ

Automaatiotekniikan erikoistyö -kurssilla tehdään projekti yhteistyössä Oulun yliopiston opiskelijoiden kanssa. Kurssilla ohjelmoidaan käyttösovellus ammattikorkeakoulun laboratoriossa olevaan vesiprosessiin ja luodaan piirikaaviot sen komponenttien kytkentää varten. Vesiprosessilaitteisto on opiskelijoiden harjoituskäyttöön tarkoitettu laite, joka kierrättää vettä alasäiliön ja kahden yläsäiliön välillä. Yläsäiliö 1 on muodoltaan suorakulmainen särmiö ja säiliö 2 lieriö. Automaatiotekniikan erikoistyö -projekti tehdään opintojen loppupuolella ja vesiprosessi soveltuu siihen hyvin, koska laitteen kanssa voi harjoitella monipuolisesti sopivan haastavia ohjelmointi- ja säätötöitä, jotka nivotaan yhteen muodostamaan suhteellisen monimutkainen kokonaisuus. (Kuva 32.)



*KUVA 32. Vesiprosessi*

Vesiprosessin PI-kaaviosta selviävät sen kaikki toimilaitteet ja kokonaiskuva prosessin toiminnasta. Laitteessa on periaatteessa kaksi eri pumppausprosessia: molemmille yläsäiliöille omansa. Pumppu P1 pumppaa vettä yläsäiliöön 1 ja pumppu P2 yläsäiliöön 2. Vesi valutetaan yläsäiliöistä jälleen takaisin alasäiliöön. Yläsäiliön 1 pumppausprosessiin kuuluu pumppua kontrolloiva virtaussäätöpiiri FIC1, joka on yhteydessä virtausmittariin FIT1. Virtaussäätöpiiri LIC1 ohjaa säiliön tyhjennysventtiiliä HV3 pinnankorkeusmittarin LT1 antaman tiedon perusteella. Pumppua P2 ohjaa virtaussäätö FIC2:n ja pinnankorkeussäätö LIC2:n muodostama kaskadisäädin, jossa LIC2 toimii pääsäätimenä ja FIC2 aläsäätimenä. Tavoitteena on luoda säätöpiirit, jotka täyttävät säiliön haluttuun täyttöasteeseen ja pitävät pinnankorkeuden tason siinä, vaikka säiliön tyhjennysventtiilit avattaisiin. Yläsäiliön 2 tapauksessa säätöpiirin viritykseen oman haasteensa tuo säiliön muoto, koska lieriön muotoisen säiliön täyttöaste ei ole yhtä yksiselitteisesti laskettava kuin yläsäiliön 1. (Kuva 33.)



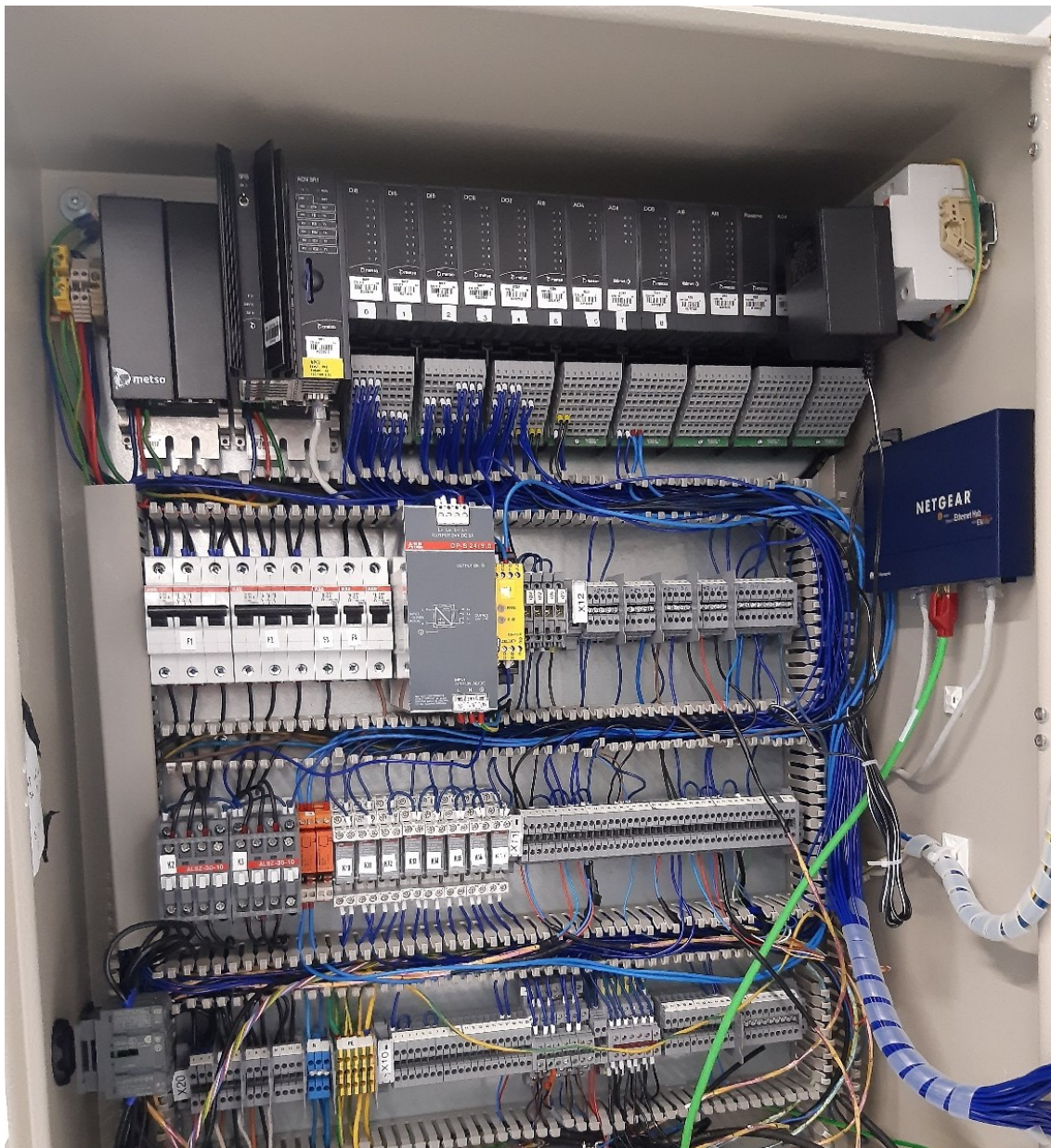
KUVA 33. Vesiprosessin PI-kaavio (6)

Laitteen kyljessä on ohjauspaneeli, jossa ovat käynnistyskytkin, start- ja stop-painikkeet, hätäseis- ja häiriönkuittauspainike. Lisäksi siinä on häiriöiden hälytysääni ja -valot sekä ohjauksen tilan ilmaisevat valot. Painonapit ja valojen toiminta ohjelmoidaan myös Valmet DNA:lla. (Kuva 34.)



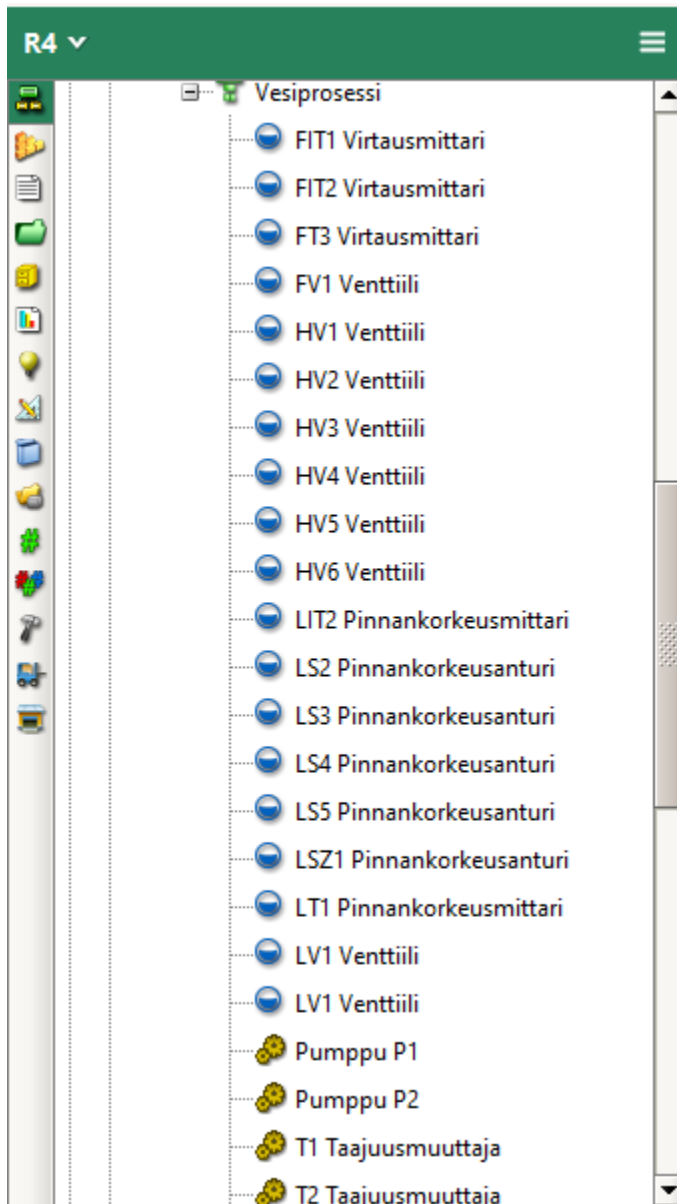
*KUVA 34. Vesiprosessin ohjauspaneeli*

Vesiprosessi toimii Metson (entinen Valmet) logiikalla. Prosessin kaapissa on Metso ACN SR1-ohjain, joka tukee useimpia moderneja kenttäväyliä, kuten PROFIBUS-, PROFINET-, ETHERNET-, FF- ja AS-i-väyliä (7). Ohjaimen on liitetty kolme digitaalista input-korttia, kolme digitaalista output-korttia, kolme analogista input-korttia, joista vain yksi on käytössä, sekä kaksi analogista output-korttia. Kussakin kortissa on kahdeksan kanavapaikkaa. (Kuva 35.)



*KUVA 35. Vesiprosessin kaappi*

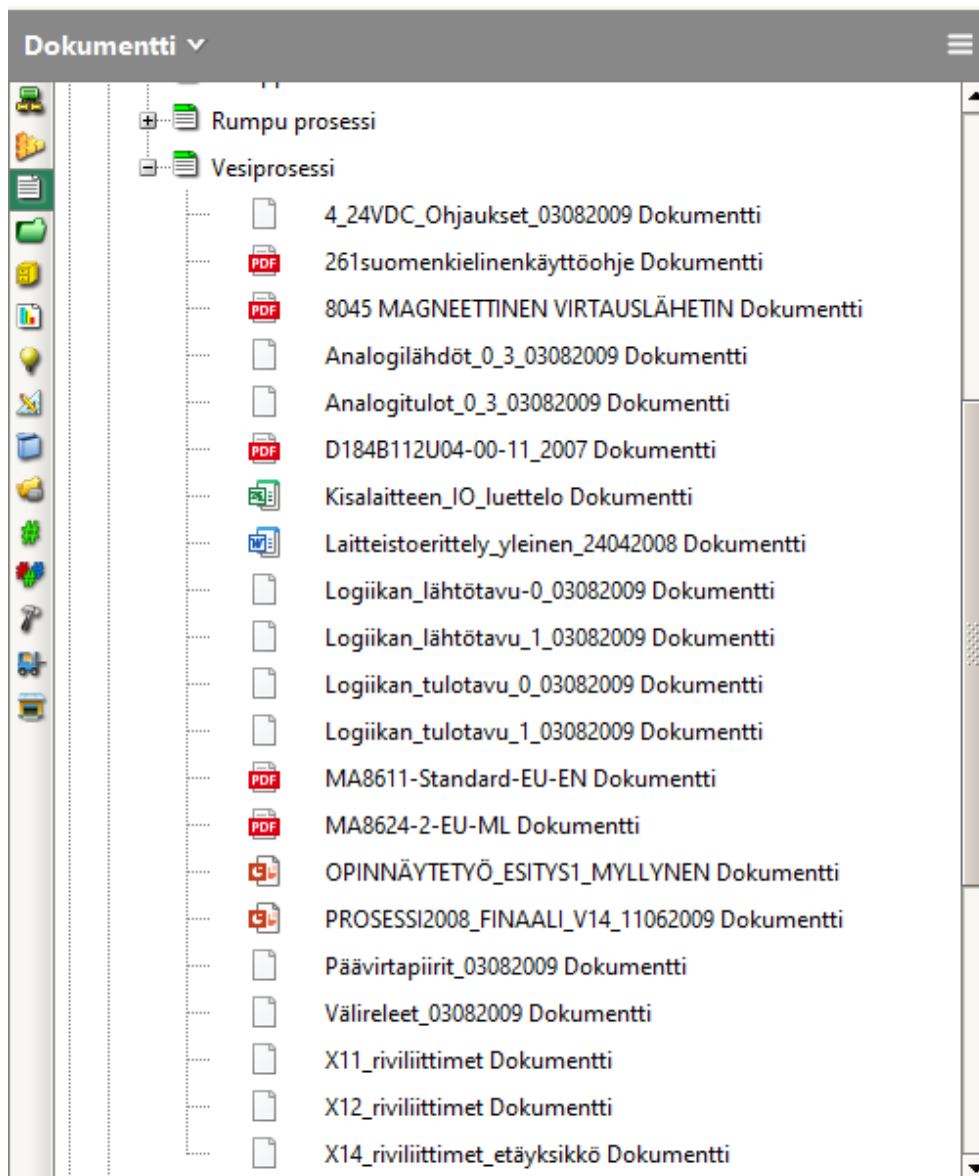
Vesiprosessi oli yksi laitteista, joista tehtiin esittelyvideo automaatiolaboratorion virtuaalista esittelyä varten ja sen toimilaitteet listattiin tätä opinnäytetyötä tehtäessä ALMA-tiedonhallintajärjestelmään. Sen kaikki venttiilit ja anturit sekä kaksi pumppua ja niitä ohjaavat taajuusmuuttajat listattiin vesiprosessin alle. (Kuva 36.)



*KUVA 36. Vesiprosessi ALMAssa*

Vesiprosessiin liittyvät dokumentit lisättiin dokumenttipuuhun. Dokumentit kerättiin Oulun ammattikorkeakoulun Moodle-alustalta. Niihin kuului piirikaavioita, tulo- ja lähtöluetteloita, PI-kaavio, toimilaitteiden käyttöohjeita ja laitteiston yleistä esittelyaineistoa. (Kuva 37.)





KUVA 37. Vesiprosessin dokumentointi

## 7 PROJEKTITYÖ 3

Projektityö 3 -kurssilla käytettävä Feston MPS-laitteisto on opetuskäyttöön tarkoitettu harjoituslaitteisto, joka koostuu kolmesta asemasta. Jokaisella asemalla on oma ohjauspaneelinsa, joihin kuuluvat start-, stop-, reset- ja hätäseis-painikkeet, häiriövalot sekä avain, jolla asema asetetaan automaattiajoon. Laitteistoa ei tois-taiseksi käytetä opetuksessa kovin laajasti, mutta sen avulla voidaan esimerkiksi tutustua RFID-tekniikkaan, jota ei laboratorion muissa laitteissa ole käytössä. Harjoituksissa myös tutustutaan laitteiston sovellukseen, mutta sille ei ohjelmoida itse sellaista. Laitteiston mahdollisuudet opetuskäyttöön ovat monipuoliset ja sitä voitaisiin periaatteessa käyttää myös Siemensin TIA-portal-ohjelmoinnin harjoit-teluun. (Kuva 38.)

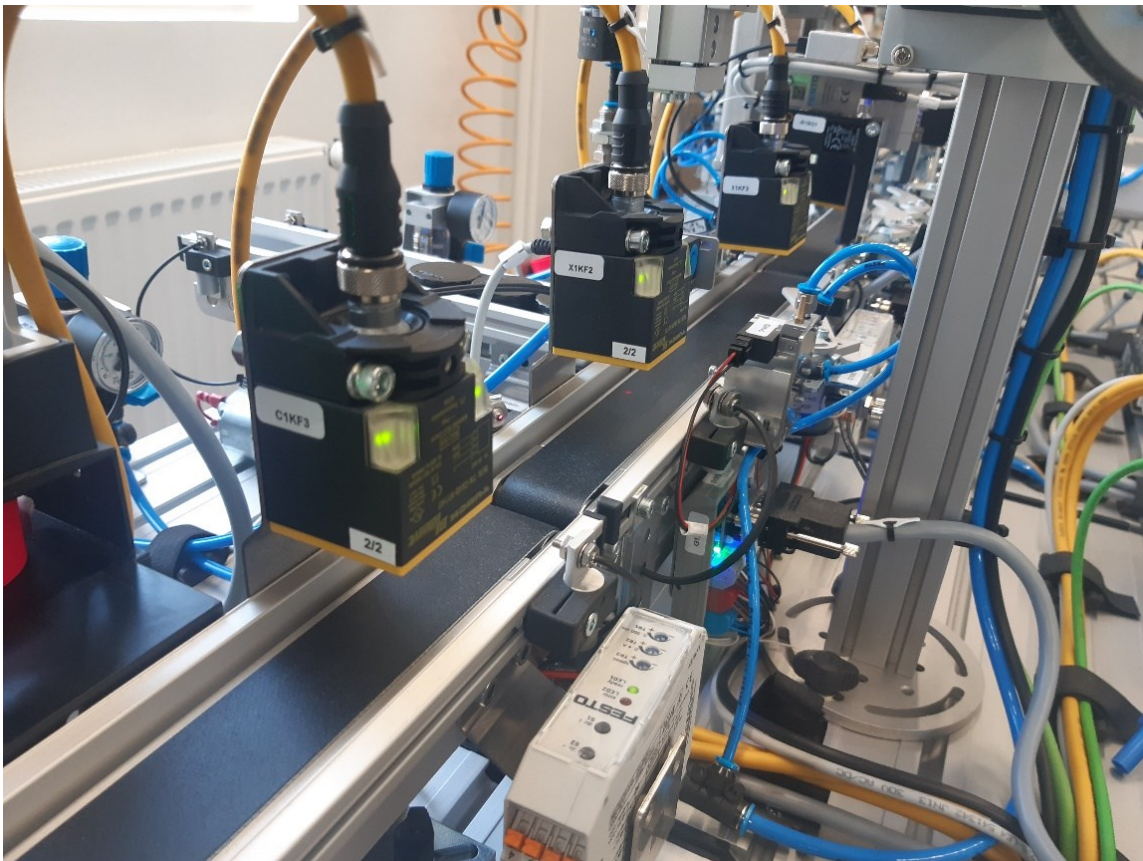


*KUVA 38. Festo MPS*

Laitteistoa hallitsevalta MES-tietokoneelta voidaan tilata halutunlainen kappale (musta, punainen tai hopeinen, kannella tai ilman.) Laitteisto toimii Siemens S7-

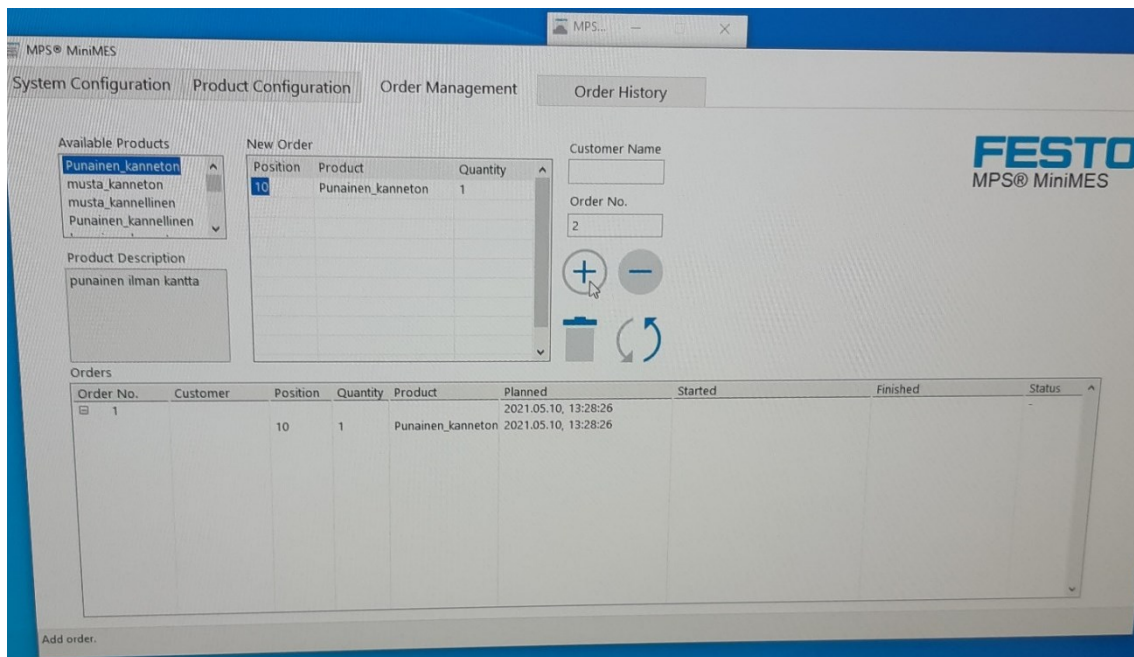
1500 -sarjan logiikalla ja on yhteydessä MES-tietokoneeseen, joka hallitsee tilauksia ja seuraa niiden etenemistä prosessissa RFID-lukijoiden avulla.

RFID (Radio Frequency identification) -teknologia perustuu tiedon tallentamiseen RFID-tunnisteeseen ja sen langattomaan lukemiseen RFID-lukijalla radioaaltojen avulla. RFID-tunnisteet ovat langattomia muistilaitteita, joihin voidaan tallentaa tietoa ja niitä lukevat lukijat voivat välittää niiden sisältämät tiedot taustajärjestelmiin. (8.) Festo MPS-järjestelmän tapauksessa tunnisteet ovat työkappaleissa, ja MPS-laitteiston asemilla on liukuhihnojen yllä lukijoita, jotka välittävät niiden tietoja prosessin eri vaiheissa MES-tietokoneelle. (Kuva 39.)



*KUVA 39. RFID-lukijat*

Kappaleen tilaus syötetään MES-tietokoneelle tilausnäytöltä. Näytön vasemmasta reunasta voidaan valita kappaleen väri ja valita, tuleeko siihen kansi vai ei. Tilaus saa tilausnumeron ja sen tiedot näkyvät tilauskentässä, josta sen tilaa voidaan myös seurata. (Kuva 40.)



*KUVA 40. Kappaleen tilaaminen MES-tietokoneelta*

Ensimmäisessä asemassa työkappale syötetään varastoputkesta liukuhihnalle, joka kuljettaa sen eteenpäin ensimmäisen RFID-lukijan ali kohti seuraavaa asemaa. Tässä kohtaa MES-tietokone rekisteröi kappaleen RFID-tagin ja yhdistää sen tilausnumeroon, jolloin järjestelmällä on tieto, mitä työvaiheita kyseiselle kappaleelle on tarkoitus toteuttaa (9). (Kuva 41.)



*KUVA 41. Ensimmäinen asema*

Toisessa asemassa kappaleeseen lisätään kansi, jos tilauksessa on niin määritetty. Toinen RFID-lukija tunnistaa kappaleen aseman liukuhihnan alkupäässä ja siitä järjestelmä tietää, mitä kappaleelle tehdään tässä työvaiheessa. Jos kappaleeseen tulee kansi, pneumaattinen varsi pysäyttää sen imukuppinosturin alle ja laite nostaa kannen tarttuen siihen imukupilla ja asettaa sen työkappaleen päälle. Kannet ovat varastoituna liukuhihnalle imukuppinosturin viereen ja järjestelmä vaatii, että varastohihnalla on aina kansia saatavilla. Muutoin se antaa häiriön. Jos kappaleelle ei ole määrätty kantta tilauksessa, se päästetään vain kulkemaan

aseman läpi eteenpäin. Aseman liukuhihnan loppupäässä on vielä yksi RFID-lukija seuraamassa kappaleen kulkua. (Kuva 42.)



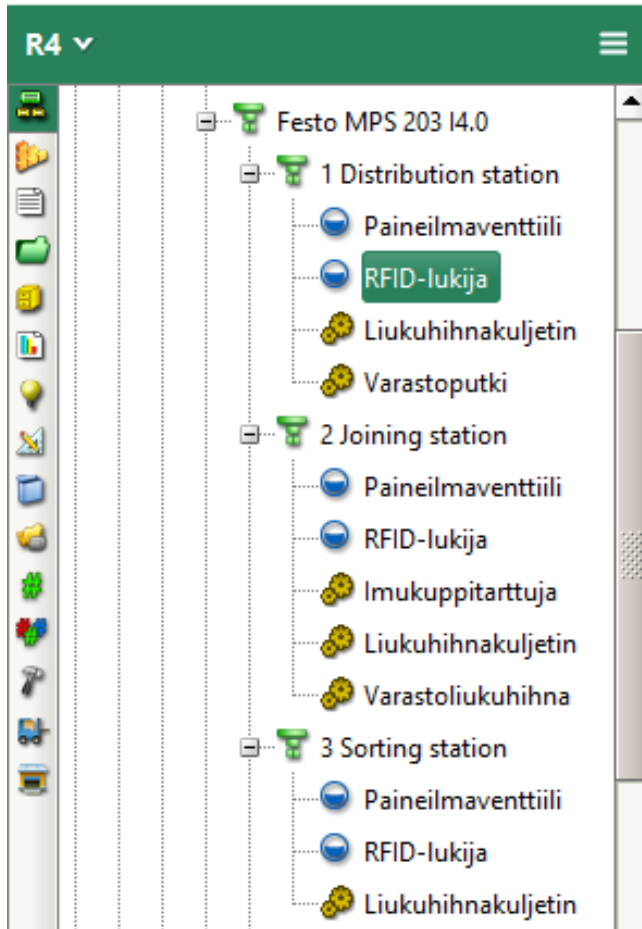
*KUVA 42. Toinen asema*

Kolmannessa asemassa kappaleet lajitellaan kolmeen varastoliukuun niiden värin perusteella. Pneumaattinen stopperi pysäyttää kappaleen tunnistusta varten viimeiselle RFID-lukijalle sekä kappaleen värin tunnistavien antureiden tunnistettavaksi. Tämän jälkeen liukuhihna kuljettaa kappaleen eteenpäin ja paineilmalla toimivat varret ohjaavat sen oikeaan varastoliukuun. (Kuva 43.)



*KUVA 43. Kolmas asema*

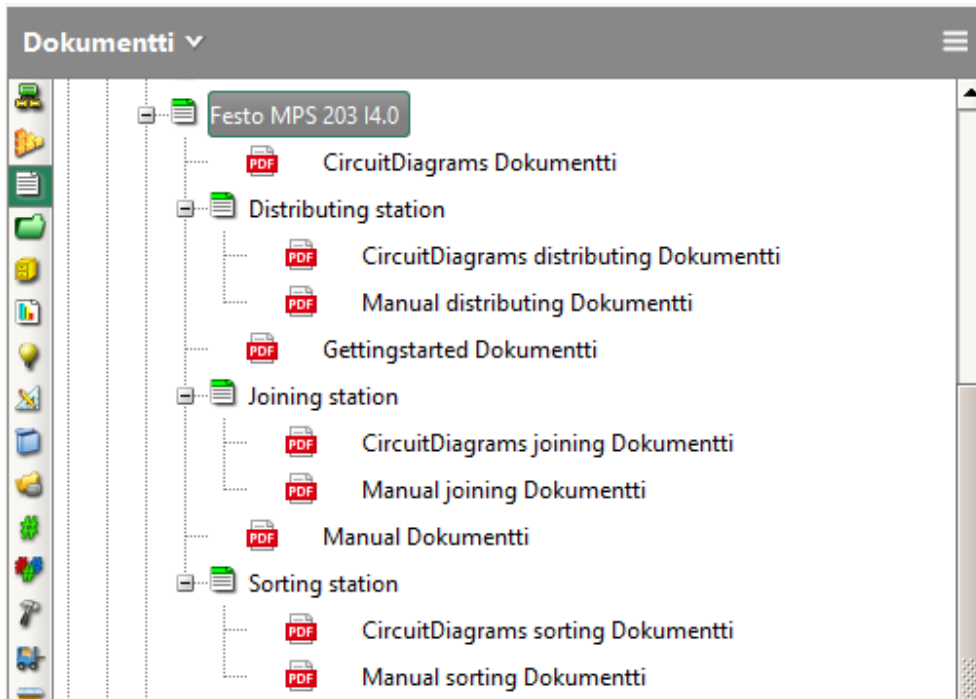
Festo MPS -laitteistosta tehtiin myös esittelyvideo ja se lisättiin ALMAan tämän opinnäytetyön tavoitteiden mukaisesti. Sen eri asemille tehtiin omat sijaintinsa, joiden alle listattiin niiden sisältämät laitteet. Jokaisella asemalla on oma paineilmaventtiilinsä, liukuhihnansa ja RFID-lukijansa. Ensimmäisessä asemassa on lisäksi varastoputki ja toisessa asemassa varastoliukuhihna ja imukuppinosturi. (Kuva 44.)



*KUVA 44. Festo MPS -laitteisto ALMAssa*

Festo MPS -laitteiston dokumenttipuuhun tehtiin myös jokaiselle asemalle oma kansio. Feston tuotesivuilta löytyi jokaiselle asemalle omat sekä koko laitteistolle yhteiset piirikaaviot ja käyttöohjeet, jotka lisättiin kansioihin. (Kuva 45.)





*KUVA 45. Festo MPS -laitteiston dokumentointi*

## 8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli luoda esittelymateriaalia Oulun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriosta sekä tehdä laboratorion laitteille dokumentointia ALMA-järjestelmään. Esittelyvideoita tehtiin Festo MPS-järjestelmästä, vesiprosessista, Valmet DNA miniprosessista sekä värähtelymittauslaitteesta. Videoihin äänitettiin selostukset, jotka lisättiin videoihin jälkikäteen videoeditointisovelluksella. Olen itse ollut kursseilla mukana ja tutustunut laitteisiin opintojen aikana, mutta joidenkin niiden toimintaa piti vielä palautella mieleen opetusmateriaalien avulla. Feston laitteiston käyntiin saamisen kanssa oli ongelmia, koska sitä ei vielä ollut asennettu uuteen laboratorioon eikä sitä saatu täysin halutulla tavalla toimimaan videota varten. Videoiden editointiin kului odotettua enemmän aikaa ja osa videoista täytyi tehdä kahteen kertaan tarpeeksi laadukkaaksi lopputuloksen saamiseksi.

Kaikki automaatiolaboratorion harjoituslaitteistot toimilaitteineen listattiin ALMAan. Niihin liittyviä dokumentteja kerättiin opetusmateriaalista Oulun ammattikorkeakoulun Moodlesta sekä laitevalmistajien verkkosivuilta ja ne lisättiin ALMAN dokumenttiosioon laitteiden kohdalle. Alman käyttö oli minulle ennestään tuttua, joten tämä ei aiheuttanut ongelmia.

Kaiken kaikkiaan työn toteutus sujui ilman suurempia ongelmia, lukuun ottamatta Feston laitteiston kanssa ilmenneitä vaikeuksia.

## LÄHTEET

1. Heikkinen, Timo. Harjoitus: höyrynuohoimen ohjaus. Saatavissa: <http://www.timohei.net/?p=20opintojaksot/0100TL6031/20nuohoin>. Hakupäivä 27.5.2021.
2. Heikkinen, Timo 1996. Monipolttoainekattilan ohjaus Damatic XD:llä. Diplomi-työ. Saatavissa: <http://timohei.net/omat/dtyo/>. Hakupäivä 27.5.2021.
3. Kolmeks käyttövesipumppujen tuoteluettelo. Saatavissa: [https://www.kolmeks.fi/Download/22196/Tuoteluettelo\\_01.2013\\_15052013-2%20-%20K%C3%A4ytt%C3%B6vesipumput.pdf](https://www.kolmeks.fi/Download/22196/Tuoteluettelo_01.2013_15052013-2%20-%20K%C3%A4ytt%C3%B6vesipumput.pdf). Hakupäivä 27.5.2021.
4. Automaation kenttäväylät. Saatavissa: [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod\\_resource/content/1/ELEC-C1210\\_4.1\\_automaa-tion\\_kenttavaylat.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod_resource/content/1/ELEC-C1210_4.1_automaa-tion_kenttavaylat.pdf). Hakupäivä 29.5.2021.
5. Automaation tietoliikennetekniikka. Saatavissa: [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05\\_0\\_Automaation%20tietoliikenne.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05_0_Automaation%20tietoliikenne.pdf). Hakupäivä 29.5.2021.
6. Kainumaa, Jarmo 2009. Kuvakaappaus. Taitaja 2009 prosessin finaaliversio V14
7. Valmet tuotesivut. Saatavissa: <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/controllers-io/>. Hakupäivä 27.5.2021.
8. RFIDLab Finland ry:n sivut. Saatavissa: <https://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/>. Hakupäivä 27.5.2021.
9. Festo MPS-laitteiston tuotesivut. Saatavissa: <https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/MPS/MPS203I4.0/EN/index.html>. Hakupäivä 27.5.2021.