



Sovellustoimittajan sisäiset ohjelmatestaukset automaatioprojektissa

Jussi Oikari

Opinnäytetyö, AMK

Huhtikuu 2022

Tekniikan ala

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Insinööri (AMK)

Oikari, Jussi

Sovellustoimittajan sisäiset ohjelmatestaukset automaatioprojektissa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2022, 37 sivua

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Sisäinen ohjelmatestaus eli iFAT on toimittajan kannalta tärkeä työvaihe automaatioprojektissa, sillä sen sujuva eteneminen ja huolellisuus on tarpeellista projektien tiukkojen aikataulujen ja iFAT:ia seuraavien tehdastestausten takia. Automaatiosovellusten tulee vastata saatuja lähtötietoja, jotta tehdastestaukset etenevät asiakkaan kanssa joutuisasti ilman toimittajan huolimattomuusvirheiden korjausta.

Toimeksiantaja PCS-Engineering Oy toimii Metsä Fibren Kemin Biotuotetehdas projektissa Valmet Automationin alihankkijana. Yritys toteuttaa noin puolet tehtaan automaatiosovellus- ja käyttöliittymäohjelmoinnista, käsittäen useita prosessialueita. Opinnäytetyössä tutkittiin projektin työvaihetta, sisäistä ohjelmatestausta. Tavoitteena oli kehittää testauksen toteutusta ja työvaiheita.

Opinnäytetyössä käsiteltiin automaatioprojektin vaiheita, projektissa käytettävää automaatiojärjestelmää Valmet DNA:ta, sekä iFAT:in etenemistä. Tiedonhankintaa toteutettiin mm. projektin pääsuunnittelijan haastattelulla, projektia edeltävillä Valmet koulutuskursseilla, verkkomateriaaleilla ja projektin edetessä tehdyillä havainnoilla. IFAT:sta nousi esiin erilaisia testauksen toteutuksia ja työtapoja Valmet DNA -automaatioympäristössä.

Työtapojen läpikäynnin lisäksi, opinnäytetyössä luotiin työvaihelista ohjelmatestauksen tueksi. Lista opastaa automaatio suunnittelijoita testauksen etenemisessä, ja on apuna varmistamassa, että sovellukset tulevat perusteellisesti testatuksi.

Avainsanat (asiasanat)

Prosessiautomaatio, projektinhallinta, laadunvarmistus, Valmet DNA, iFAT

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Oikari, Jussi

Internal program testing in automation project

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2022, 37 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and Automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Internal software testing, or iFAT, is an important step in a supplier's automation project, as its smooth progress and diligence are necessary due to tight project schedules and factory testing following iFAT. Automation applications must match the projects input data received so that factory testing can proceed expeditiously with the customer without correcting supplier negligence errors.

The client PCS-Engineering Oy is a subcontractor of Valmet Automation in the Metsä Fibre Kemi Bioproduct Factory project. The company implements about half of the plant's automation application and user interface programming, spanning multiple process areas. The thesis examined the work phase of the project, internal program testing. The aim was to develop the implementation and work steps of the testing.

The thesis dealt with the stages of the automation project, the automation system Valmet DNA used in the project, and the progress of iFAT. Data acquisition was carried out with e.g. an interview with the chief designer of the project, pre-project Valmet training courses, online materials and observations made as the project progressed. Different testing implementations and working methods in the Valmet DNA automation environment emerged from iFAT.

In addition to reviewing the work methods, a step-by-step guide was created in the thesis to support program testing. The list guides automation designers through the testing process and helps ensure that applications are thoroughly tested.

Keywords/tags (subjects)

Process control, internal Factory Acceptance Test, Valmet DNA, Automation

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

Käsitteet ja lyhenteet	7
1 Johdanto	8
1.1 Pääsuunnittelijan haastattelu	9
2 PCS-Engineering Oy.....	9
3 Kemin Biotuotetehdasprojekti	10
3.1 Biotuotetehdas.....	10
3.2 Kuitulinjan keittäjä.....	11
4 Automaatioprojektin vaiheet.....	12
4.1 Esisuunnittelu.....	12
4.2 Perussuunnittelu	12
4.3 Laitteisto- ja instrumentointisuunnittelu.....	13
4.4 Toteutusvaihe.....	13
4.4.1 IFAT	14
4.4.2 FAT	15
4.5 Asennusvaihe	15
4.6 Toiminnallinen testaus ja käyttöönotto.....	15
4.6.1 Kylmätestaus.....	15
4.6.2 Kuumetestaus	16
4.6.3 Hyväksymistestaus.....	16
5 Valmet DNA automaatiojärjestelmä.....	16
5.1 Valmet DNA.....	16
5.2 Sovellussuunnittelu	18
5.2.1 DNA Explorer ja Function Block CAD	18
5.2.2 Toimilohkot.....	19
5.2.3 Vikabitit.....	22
5.3 Valmet DNA User Interface	23
6 Sisäinen ohjelmatestaus	24
6.1 Simulointi	24
6.2 Tiivistevesisäiliö.....	25
6.3 Mittaukset	26
6.4 Toimilaitteet ja säätimet	29
6.5 Sekvenssit.....	32
6.6 Työvaihelista.....	33

7 Pohdinta	34
Lähteet	35
Liitteet	36
Liite 1. IFAT työvaihelista	36
Sisäisen Ohjelmatestauksen Työvaihelista	36
1. Mittaukset	36
2. Binäärit ja muut aseteltavat arvot	36
3. Venttiilit, pumput ja moottorit	36
4. Säätimet.....	37
5. Sekvenssit	37
Kuviot	
Kuvio 1. PCS-engineering OY logo.....	10
Kuvio 2. Havainnekuva Kemin Biotuotetehtaasta. (Metsä Fibre. 2021).....	10
Kuvio 3. Valmet G3 jatkuvatoiminen keittämö. Valmet, 2022.	12
Kuvio 4. Valmet DNA verkkoympäristö. (Valmet, 2015.).....	18
Kuvio 5. Kuvakaappaus DNA Explorer tietokannasta.	19
Kuvio 6. Calc-toimilohko ja sen konfigurointiparametrit.....	20
Kuvio 7. Ccob-toimilohko.....	20
Kuvio 8. Lähtö rajapintaportit ja tietotyyppien värit.	21
Kuvio 9. PID-säädin toimilohko ja I/O kortit.	21
Kuvio 10. Virtausmittaus toimilohkokaavio.	22
Kuvio 11. Fails- ja bin-tietotyyppien bittien merkitykset.....	23
Kuvio 12. CPXX-prosessiaseman simulointitoimilohkokaavio.	24
Kuvio 13. Analogiatiedon simulointitoimilohko.....	25
Kuvio 14. Johtokykymittaus ja Function test-työkalupalkki.	25
Kuvio 15. Johtokykymittauksen piiri-ikkuna.	27
Kuvio 16. Johtokykymittauksen H-lukitusrajan (LIMIT_H) tarkistus.....	27
Kuvio 17. Höyryvirtausmittauksen puutteelliset positiot kompensoinnissa.....	28
Kuvio 18. Function test 210cco mode:n vaihto ja sen lähdön arvon asetus 10.0 sekä vikabittien poisto.	28
Kuvio 19. On/off-venttiilin lukitusikkuna ja johtokykymittauksen piiri-ikkuna.	29
Kuvio 20. Hakevirtaussäätimen ja hakepumpun lukitus- ja piiri-ikkunat.	30
Kuvio 21. Hakepumpun lukitustoimilohkokaavion lukitusten ohitus.....	31

Kuvio 22. Hakepumpun ohitetut lukitukset käyttöliittymässä.	31
Kuvio 23. Hakepumpun lukitusten ohitus debuggerin kautta.	32
Kuvio 24. Huuhtelusekvenssin piiri-ikkuna.	33

Käsitteet ja lyhenteet

IFAT	Internal Factory Acceptance Test, automaatiotoimittajan sisäinen ohjelmatestaus
FAT	Factory Acceptance Test, asiakkaan kanssa tehtävä ohjelmatestaus
IO	Input/Output, tiedon lähetys ja vastaanotto
HIMA	Saksalainen turva-automaatiojärjestelmä
ImpBin	Valmetin selluntuotannossa käytettävä hakkeen höyrytyksen ja imeytyksen säiliö
Ligniini	Puukuidun sisältämä polymeeri, joka pyritään liottamaan kuidusta selluntuotannossa
PLC	Programmable Logic Controller
DCS	Distributed Control System
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio
SAT	Site Acceptance Test
DNA	Dynamic Network of Applications
UI	User Interface
Piiri	Toimilohkokaavio, sovellus

1 Johdanto

Automaatioprojekti on laaja kokonaisuus. Kukin työvaihe tukee toista ja mikäli aiempi on tehty huolimattomasti, se kostaatuu projektin edetessä ja lisää korjauksien ja työn määrää seuraavissa työvaiheissa. Työvaiheiden suunnittelu ja aikataulutusta varmistaa projektin tehokkaan etenemisen. Sovellustoimittajan kannalta automaatioprojektissa suuressa roolissa onkin sisäinen ohjelmatestaus (IFAT). Sisäinen ohjelmatestaus tehdään sovellustoimittajan, tässä tapauksessa PCS-Engineering Oy:n toimesta, ennen automaatio-sovellusten toimittamista asiakkaalle tehdastesteihin, ja myöhemmin käyttöönottoon. Kun projektin alkuvaiheiden osiot on sovellustoimittajan puolesta hoidettu hyvin, hoituu myös myöhemmän vaiheen tehdastestaukset (FAT) ja käyttöönotto joutuisammin. Toki automaatiojärjestelmän tehdastestauksissa ja käyttöönotossakin ohjelmia saatetaan joutua hiukan muokkaamaan, johtuen esimerkiksi oikean prosessin vaikutuksista tai lähtötietojen muutoksista, mutta sovellusten tulisi vastata tehdastestauksiin mentäessä asiakkaan vaatimuksia ja lähtötietoja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja kehittää automaatiotoimittajan sisäistä ohjelmatestausta automaatioprojektissa. Työssä käsiteltiin yleisesti automaatioprojektin vaiheita, automaatio-sovellus- ja näyttösuunnittelua, sekä työalueeni prosessia lukijan ymmärryksen kannalta. Työn pääaiheena oli tarkemmin keskittyä sisäiseen ohjelmatestaukseen, sen tuomiin hyötyihin, mahdollisiin virhetilanteisiin, tarpeellisuuteen sekä tehokkuuteen ja mitä voitaisiin jatkossa tulevissa projekteissa tehdä toisin tehokkuuden tai tarkkuuden parantamiseksi. Tiedonhankintaa toteutettiin mm. projektin pääsuunnittelijan haastattelulla, projektia edeltävillä Valmet koulutuskursseilla, verkkomateriaaleilla ja projektin edetessä tehdyillä havainnoilla. IFAT:sta nousi esiin erilaisia testauksen toteutuksia ja työtapoja Valmet DNA -automaatioympäristössä. Työstä rajattiin itse sovellussuunnittelu vain yleiselle tasolle, sillä työn pääpainona oli sisäinen ohjelmatestaus, jossa sovellukset on jo luotu. Sovellussuunnittelusta oli silti tärkeää kertoa, sillä ohjelmatestauksen käsittely ja sisäistäminen aiheena vaatii sovelluksien toiminnan ymmärrystä.

1.1 Pääsuunnittelijan haastattelu

Opinnäytetyötä varten haastateltiin PCS-engineering Oy:n työntekijää, Marko Vartiaista. Hän toimii PCS-engineering Oy:n Kemin biotuotetehdas projektin pääsuunnittelijana, sekä myös tämän opinnäytetyön ohjaajana. Vartiainen on valmistunut 2015 Jyväskylän ammattikorkeakoulusta automaatioinsinööriksi, ja työskennellyt sen jälkeen monissa sellu- ja paperiteollisuuden automaatioprojekteissa, kuten Metsä Fibren Äänekosken biotuotetehdas, Stora Enson Oulun kartonkitehdas sekä asiantuntijatehtävissä Siperiassa soodakattilan käyttöönotossa. Käsittelimme Markon kanssa sisäistä ohjelmatestausta työvaiheena. Haastattelussa päätimme Markon kanssa, että opinnäytetyön liitteeksi luotaisiin työvaihelista, sisäisen ohjelmatestauksen tueksi. Yritykseltä puuttui selkeä toimintamalli iFAT:n toteuttamiseen. Dokumentti palvelee varsinkin uransa alkuvaiheilla olevia ja iFAT:ia kokemattomia automaatio suunnittelijoita. Listaa voi käyttää apuna tehdessään testausta ja varmistaa että sovelluksista tulee kaikki tarvittava testatuksi. Pääsääntöisesti lista palvelee Valmet DNA projekteissa, mutta sitä voi mahdollisesti hyödyntää myös muiden järjestelmien testauksissa.

2 PCS-Engineering Oy

PCS-engineering Oy on Oulussa 2004 perustettu asiantuntijapalveluyritys (kuvio 1. yrityksen logo). Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Oulussa, Jyväskylässä ja Seinäjoella. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 50 henkeä. Työntekijät koostuvat mm. sähkö- ja automaatioinsinööreistä, sähkösuunnittelijoista ja projektipäälliköistä.

Jyväskylään perustettiin vuonna 2009 alun perin PCS-Services niminen tytäryhtiö, mutta se sulautui emoyhtiö PCS-Engineering:iin 1.1.2020. Liikevaihto oli vuonna 2020 4,9 miljoonaa euroa. Vuoden takaisesta liikevaihto nousi 70,9 prosenttia. Suuri kasvu johtuu osin tytäryhtiön sulautumisesta emoyhtiöön. Tilikauden tulos oli 294000 euroa ja liikevoittoprosentti 7 %. Yhtiön omavaraisuusaste oli 52,9 %. (Suomen asiakastieto Oy. 2021.)

Palveluihin kuuluvat sähkö-, automaatio- ja instrumentointitekniset palvelut ja investointihankkeet. Yritys on Siemensin valtuuttama Siemens System Partner (2009) ja Siemens Service Partner (2012) sekä ABB:n valtuuttama Value Provider (2016), mutta osaamista löytyy monien muidenkin tunnettujen sähkö- ja automaatiotoimittajien tuotteisiin ja ohjelmistoihin, mm. Valmet. (PCS-engineering 2021.)



Kuvio 1. PCS-engineering OY logo.

3 Kemin Biotuotetehtasprojekti

3.1 Biotuotetehtas

Metsä Group rakennuttaa Kemiin uuden Biotuotetehtaan, jonka on tarkoitus käynnistyä 2023 keuhällä (kuvio 2. havainnekuva tehtaasta). Tehdasta kutsutaan biotuotetehtaaksi koska se valmistaa sellun lisäksi paljon erilaisia biotuotteita täysin ilman fossiilisia polttoaineita, sekä se tuottaa prosessien ohella biosähköä 250 prosenttia omavaraisuusasteella, josta ylijäävä sähkö hyödynnetään toimittamalla se valtakunnan verkkoon. Kemin tehdas tulee valmistuessaan tuottamaan 2,5 prosenttia koko Suomen sähköntuotannosta. (Metsä Fibre. 2021.)



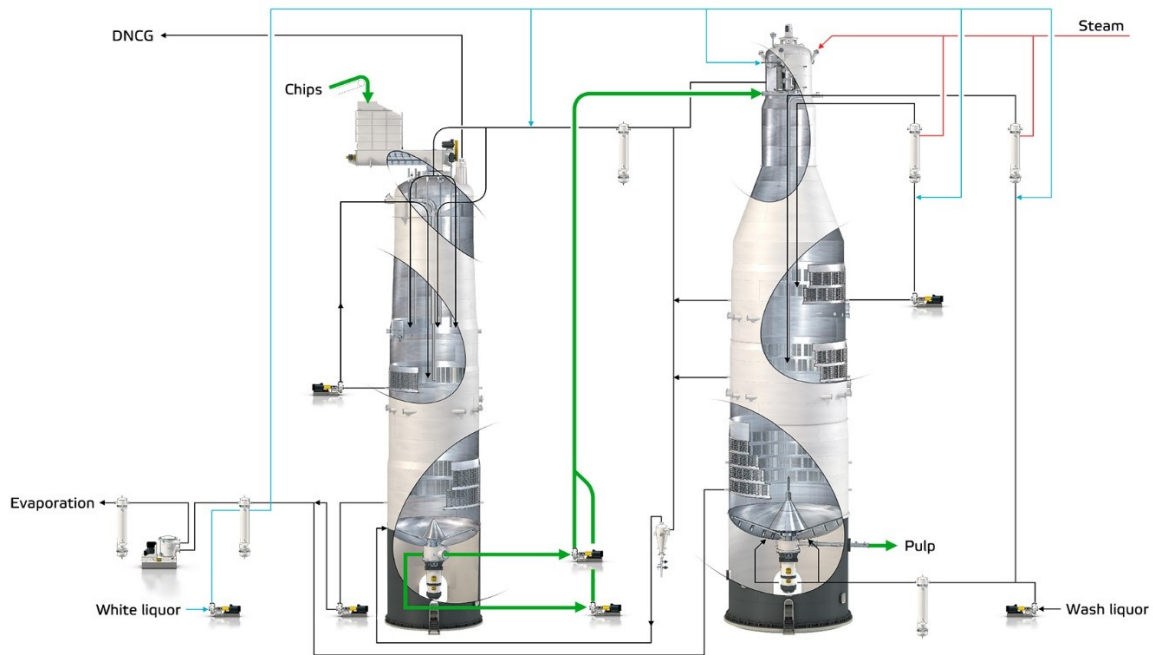
Kuvio 2. Havainnekuva Kemin Biotuotetehtaasta. (Metsä Fibre. 2021).

PCS-Engineering Oy toimittaa Kemin biotuotetehtaalle Valmet Automation:in alihankkijana noin puolet tehtaaseen automaatio- ja käyttöliittymäohjelmoinnista, käsittäen useita prosessialueita mm. puunkäsittely, keittämö, kuitulinja, HVAC, kaustisointi, haihduttamo ja mäntyöljykeitto. Tehtaaseen automaatiojärjestelmä toteutetaan Valmet DNA -ohjausjärjestelmällä, ja valvomo Valmetin uudella selainpohjaisella DNA User Interface -käyttöliittymällä. Turva-automaatio toteutetaan HIMA -turvalogiikkajärjestelmällä, mutta se ei kuulu PCS-Engineeringin toimitukseen.

3.2 Kuitulinjan keittämö

Työalueeni ja tehtäväni projektissa oli tehtaaseen kuitulinjan keittämön automaatio- ja käyttöliittymän toteutus. Opinnäytetyön ohjelmatestausta tehtiin keittämön alueen automaatio- ja käyttöliittymäohjelmille ja käyttöliittymälle. Keittämön automaatiojärjestelmä (pois lukien turva-automaatio) pitää sisällään mm. noin 900 IO:ta, 50 Profinet-väylälaitetta, 1100 ohjelmapiiriä ja 20 valvomonäyttöä.

Keittämö on selluntuotannon prosessivaihe, jossa puuhakkeesta tuotetaan ruskeaa massaa. Kuitulinjalla edetessään massaa pestään, valkaistaan ja kuivatetaan, saaden lopputuotteena vaaleaa sellua. Kemiin valmistuva keittämö on jatkuvatoiminen keittämö (kuvio 3.) jossa haketta (chips) ja kemikaaleja syötetään keittimen yläpäähän jatkuvasti ja massaa poistetaan alapäästä. Keittämö koostuu kahdesta tornisäiliöstä, ImpBin ja keitin. ImpBin-säiliössä keittokemikaaleja ensin imeytetään hakkeeseen alhaisemmassa lämpötilassa, ja keittimessä taas nimensä mukaisesti keitetään yleensä 150–170°C lämpötilassa. Kyseessä on sulfaattikeittomenetelmä, jossa keittokemikaalina käytetään natriumhydroksidin (NaOH) ja natriumsulfidin (Na₂S) seosta, eli valkolipeää. Keiton tehtävänä on poistaa puun kuituja sitovaa ligniiniä, kuitenkin minimoimalla selluloosapitoisten kuitujen poisto. (Sellun keiton periaate. 2022.)



Kuvio 3. Valmet G3 jatkuvatoiminen keittämö. Valmet, 2022.

4 Automaatioprojektin vaiheet

4.1 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa täytyy tunnistaa kohde organisaation tarpeet ja kehitystavoitteet, lähtien liikkeelle tuotteesta ja prosessikuvauksesta. Suunnittelussa syntyy yleensä asiakkaan tai asiakkaan konsultin toimesta tärkeitä lähtötiedot projektia varten, sisältäen mm. I/O, ohjelmapiiri, toimilaitte ja valvomonäyttö lukumäärät. Suunnittelussa tulee huomioida projektin riski- ja turvallisuustekijät. Samalla arvioidaan järjestelmän hyödyllisyys ja kustannukset, sekä kuinka järjestelmä maksaa itsensä takaisin investointipäätöstä varten. Esisuunnittelussa hanketta käsitellään enemmän käyttäjän näkökulmasta, ja perussuunnittelussa automaatiojärjestelmän kannalta. (Automaatiojärjestelmän prosessimalli 2007, s.20).

4.2 Perussuunnittelu

Perussuunnittelussa edetään esisuunnittelun pohjalta, tavoitteena on selvittää ja tuottaa toimintakuvaukset, hinta-arvio, ja alihankkijat. Käytettävä automaatiojärjestelmä voi olla tässä vaiheessa vielä valitsematta, jolloin toimintakuvaukset ovat yleisellä tasolla, usein toimittaja on kuitenkin jo

mukana perussuunnittelussa, joten voidaan käyttää toimittajan ehdottamia tuotteita ja ratkaisuja. Työvaiheessa järjestetään myös ajotapalaveri, johon osallistuu usein tilaaja, automaatioimittaja, prosessisuunnittelija sekä käyttö- ja ylläpito henkilöstö. Ajotapalaverissa käsitellään järjestelmän toimintoja, käyttöä ja ylläpitoa. Palaverista syntyneitä toimintaselostuksia, näyttömalleja, ja ajotapakuvauksia käytetään usein myöhemmin valmiin järjestelmän käyttäjien ohjeistona, esimerkiksi valvomonäyttöillä. Perussuunnittelun tuloksena järjestelmä tulee olla sovittuna käyttäjän ja ylläpitäjien kannalta niin että toimittaja voi aloittaa järjestelmän toteutuksen suunnittelun. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli 2007, s.24).

4.3 Laitteisto- ja instrumentointisuunnittelu

Instrumentti tarkoittaa laitetta, jolla voidaan säätää, määrittää tai ohjata prosessin tilaa ja käyttäytymistä. PSK-standardisointi PSK 4603, määrittää instrumentoinnin sisältävän seuraavat osat, mitausanturit, toimilaitteet (kuten venttiilit), signaalinmuodostus, signaalinsiirto (ei käsitä monikanavaista siirtoa), voimanlähteet, paikallisohjauslaitteet, kaapelit, putkitukset ja asennustarvikkeet. Laitteisto- ja instrumentointisuunnittelussa suunnitellaan ja valitaan nämä tarvittavat instrumentit sekä niiden sijoittelut. Lisäksi suunnitellaan tarvittavat valvomolaitteet, pc:t, näytöt, prosessiohjaimet (PLC, DCS) ja liityntäkortit.

Prosessi johon automaatiota ollaan tuottamassa sekä sen mekaaninen suunnitelma vaikuttavat instrumenttien valintaan, sillä niitä valitessa tulee ottaa huomioon prosessiaine, lämpötilat, vaarat ym. yhteensopivuuteen vaikuttavat tekijät. Instrumenttisuunnittelua varten projektiin tulee olla määritelty suunnitteluohje positioiden, kaapelien ja kaappien merkinnöille ja numeroinnille. (Laatu automaatiossa: parhaat käytännöt, s.49).

4.4 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa toimittaja valmistaa ja kokoaa automaatiojärjestelmän aiemmissa vaiheissa tuotettujen lähtötietojen (PI-kaaviot, toimintakuvaukset, näyttömallit, lukituskaaviot, hälytyslistat ym. dokumenttien) perusteella. Toteutusvaihe sisältää siis sovellus- ja käyttöliittymäsuunnittelun, sisäisen ohjelmatestauksen eli IFAT:n, sekä sitä seuraavan asiakkaan kanssa suoritettavan tehdas-testauksen eli FAT:n.

4.4.1 IFAT

Sovellussuunnittelun eli automaatio-ohjelmien toteutuksen jälkeen sovelluksille tehdään Internal Factory Acceptance Test (IFAT), jossa sovellukset testataan toimittajan sisäisissä testeissä. IFAT suoritetaan toimittajan omissa tiloissa ilman asiakkaan läsnäoloa. Testien tehtävänä on sovelluksien laadunvarmistus ja virheiden minimointi. Tavoitteena on saada ohjelmat mahdollisimman toimiviksi, kuitenkin vielä tässä vaiheessa ilman oikeaa prosessia, jolloin testaus suoritetaan prosessin tilaa simuloimalla. Simuloimalla voidaan testata mm. toimilaitteiden, säätimien ja sekvenssien lukitukset, raja-arvot, hälytykset sekä vastaavatko ne toimintakuvauksia. Samalla testataan myös valvomonäyttöjen toiminta, sisältävätkö ne kaiken tarpeellisen ja ovatko ne selkeitä ja helppoja käyttää operaattorin kannalta. Kun ohjelmapiirien toimintaa testataan valvomonäyttöjen kautta sekä prosessia simuloimalla, saadaan samalla siis mahdolliset suunnittelijan tai jo lähtötiedoissa olevat virheet tai puutteet näkyviin, sekä käyttöliittymä ja ohjelmat toteutettua niin pitkälle kuin ne pysytään, ilman oikean prosessin ja asiakkaan läsnäolon vaikutuksia. Lähtötietojen virheitä, joita tulee helposti sisäisessä testauksessa esiin, voi olla esimerkiksi laskentakaava, sekvenssin toiminto, lukitusten ristiriita tai position puuttuminen dokumenteista. Muita epäkohtia etenemisessä voi olla muutokset lähtötiedoissa testauksen aikana tai sen jälkeen, tai kiireinen aikataulu, jolloin jotain voi jäädä testaamatta kokonaan.

Hyvin suoritettu iFAT varmistaa asiakkaan kanssa tehdastesteihin eli FAT:n mentäessä, että sovelluksia ei jouduta korjailemaan enää tässä vaiheessa huolimattomuusvirheiden takia. Tämä vie runsaasti aikaa jo valmiiksi usein tiukasta aikataulusta FAT:ssa, sekä saattaa toimittajan huonoon valoon asiakkaan silmissä. Tästä johtuen IFAT onkin yksi tärkeimmistä osioista automaatioprojektissa toimittajan kannalta. IFAT:n onnistumista voidaan usein arvioida vasta sitä seuraavan FAT:n aikana ja sieltä asiakkaalta saadusta palautteesta. Ongelmattomasti hoitunut FAT on voitu suorittaa nopeammin kuin oli suunniteltu, jolloin aikaa jää muuhun tai voidaan edetä projektissa seuraaviin vaiheisiin. Tämä on merkki onnistuneesta iFAT:sta ja asiakas on tyytyväinen. (Vartiainen, M. 2022.).

4.4.2 FAT

Factory Acceptance Test (FAT), eli tehdastestauksessa toimittaja testaa luodut automaatiosovelukset yhdessä asiakkaan kanssa, usein myös asiakkaan tiloissa. Tavallisesti tehdastestaus tehdään ilman instrumentti ja prosessilaitteita, simuloimalla prosessia kuten sisäisessä ohjelmatestauksessakin. Asiakkaan hyväksymä tehdastestaus johtaa järjestelmän toimituslupaan, kun asiakas ja toimittaja yhdessä toteavat järjestelmän olevan valmis toimitettavaksi asennuspaikalle käyttöönottoon. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli 2007, s.16).

4.5 Asennusvaihe

Asennusvaiheessa automaatiojärjestelmä eli toimilaitteet, kaapelit, voimanlähteet, prosessinohjainlaitteet (DCS, PLC), valvomojärjestelmä ym. asennustarvikkeet toimitetaan ja asennetaan asiakkaan tiloihin. Asennusvaiheen tavoitteena on mekaaninen valmius toiminnallista testausta varten. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli 2007, s.17).

4.6 Toiminnallinen testaus ja käyttöönotto

Toiminnallinen testaus suoritetaan lopulliseen käyttöympäristöön asennetulle järjestelmälle, jonka tavoitteena on todeta, että järjestelmä toimii yhdessä prosessilaitteiston kanssa toimintakuvausten mukaisesti. Toiminnallisen testauksen vaiheita ovat, kylmätestaus, kuumetestaus ja tarvittaessa asiakkaan suorittama hyväksymistestaus, Site Acceptance Test (SAT). (Laatu automaatiassa: parhaat käytännöt, s.71).

4.6.1 Kylmätestaus

Kylmätestaus eli vesiajo, on toimintakokonaisuuksien testausta turvallisissa olosuhteissa. Testauksen toteutusta varten käyttöhyödykkeet kuten paineilma, vesi ja sähkö on oltava jo saatavilla asennuskohteessa. Testauksen suorittaa toimittaja, prosessisuunnittelu tai prosessilaitetoimittaja, sekä asiakkaan käyttöhenkilökunta. Operointivastuu on yleensä asiakkaalla ja he suorittavat varsinaiset operoinnit. Toimittaja vastaa automaation osalta testien etenemisestä ja laadunvarmistuksesta, jotta kaikki sovellukset tulevat testatuksi testaussuunnitelmien mukaisesti.

Vaihe alkaa lukitus- ja hälytysrajojen tarkastuksilla, sekä suojausten kuten hätäpysäytyksen ja sähkökatkokäyttämisen toiminnan varmistamisella. Tämän jälkeen testataan sekvenssit ja säätöpiirit korvikemassoilla prosessiolosuhteita simuloimalla. Kalliit ja vaaralliset prosessiaineet korvataan turvallisemmilla ja halvemmilla vaihtoehdoilla, kuten esimerkiksi vedellä. Testaustulokset dokumentoidaan testauspöytäkirjaan, josta kootaan lopuksi testausraportti hyväksyttäväksi. (Laatu automaatioissa: parhaat käytännöt, s.74).

4.6.2 Kuumatestaus

Kuumatestauksessa prosessi ajetaan ylös todellisilla prosessiaineilla. Kun prosessi on todellisessa tuotantotilassa, voidaan nyt myös säätimien parametrien virittäminen aloittaa. Kuumatestauksessa prosessista voi syntyä jo lopputuotetta. Hyväksytyn kuumatestauksen jälkeen järjestelmä on toimittajan osalta valmis luovutettavaksi asiakkaalle, ellei vaadita erillistä hyväksymistestausta. (Laatu automaatioissa: parhaat käytännöt, s.75).

4.6.3 Hyväksymistestaus

Hyväksymistestaus eli Site Acceptance Test (SAT) on niin sanottu tuotannollinen koeajo, jossa toimittaja testaa ja osoittaa järjestelmän toimivuuden täydessä kuormituksessa. Testaus voi perustua suurelta osin kylmä- ja kuumatestauksen testausdokumentteihin, eikä kaikkea testata uudelleen mikä ei ole voinut muuttua edellisen testauksen jälkeen. Hyväksymistestaus tulisi mennä helposti läpi ilman virheitä, mikäli aiemmat vaiheet on suoritettu perusteellisesti. Toimittajan ja asiakkaan molemmin puolisen hyväksytyn hyväksymistestauksen jälkeen järjestelmä voidaan luovuttaa asiakkaalle, takuu-aika alkaa ja tuotanto voidaan käynnistää. (Laatu automaatioissa: parhaat käytännöt, s.77).

5 Valmet DNA automaatiojärjestelmä

5.1 Valmet DNA

Valmet DNA (Dynamic Network of Applications), on Valmet Automation Oy:n automaatiojärjestelmä, jota käytetään paperi-, sellu-, energia- ja muissa prosessiteollisuuksissa prosessin hallintaan ja ohjaukseen.

DNA verkkoympäristö koostuu palvelimista ja suunnitteluympäristöstä (Kuvio 4.) joita ovat:

-Operointipalvelin (Operator Server OPS)

OPS kautta valvomosta ohjataan ja saadaan tietoa prosessista.

-Hälytyspalvelin (Alarm Server ALS)

ALS kerää ja ylläpitää prosessin hälytystietoja.

-Historiapalvelin (Info Server)

Info server kerää prosessin, operoinnin ja hälytyksien historiaa.

-Prosessinohjauspalvelin (Process Control Server PCS)

PCS liittää järjestelmän itse prosessiin ja huolehtii ohjauksista kenttäliityntöjen kautta.

-Liityntäpalvelimet (Interface Servers)

Interface -servereitä voi olla muihin järjestelmiin liittymistä varten.

-Suunnittelupalvelin (Engineering Activity Server EAS)

EAS on suunnittelupalvelin, jolla sijaitsee sovelluksien luontityökalut.

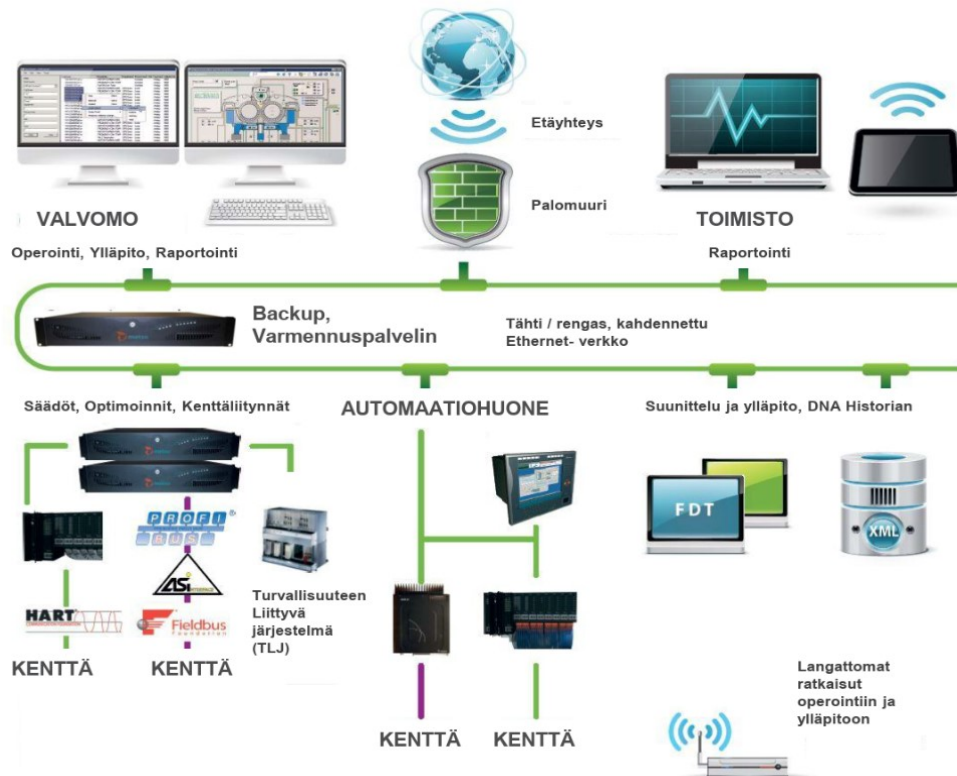
-Suunnittelutyöasema (Engineering Activity Client EAC)

EAC on työasema, joita on tarvittaessa yksi tai useampia sovelluksien tekoa varten. Ne ovat yhteydessä suunnittelupalvelimeen. Nykyisin hyödynnetään usein etäyhteyttä (Remote Desktop), jolloin suunnittelijan omalle työasemalle ei tarvitse olla asennettuna DNA-ohjelmistoja, vaan suunnittelua tehdään VPN-yhteyden kautta EAS:lla tai EAC:lla.

-Varmennuspalvelin (Back Up BU)

BU-palvelimen levymuisti sisältää kaikki järjestelmään liitettyjen palvelimien sovellukset. Sovellusmuutokset siirtyvät kohdeasemille EAS:lta aina BU-palvelimen kautta. Häiriötapauksissa, kuten sähkökatkon jälkeen, BU-palvelin lataa sovellukset kohdeasemille ja käynnistää ne. (Valmet DNA yleisesittely. 2015.)

Valmet DNA verkko



Kuvio 4. Valmet DNA verkkoympäristö. (Valmet, 2015.)

5.2 Sovellussuunnittelu

5.2.1 DNA Explorer ja Function Block CAD

DNA Explorer on DNA-ympäristön tietokantaseläin (Kuvio 5., kuvioista peitetty salattavat tiedot). Sen avulla käsitellään ja hallitaan toimilohkokaavioita ja voidaan esimerkiksi ladata niitä prosessi-asemille.

Identifier	Name	Category	Description	Modification Time	Modified By	Creation Time	Created By	\$[TEMPLATE]	Check State	Process Area ID	Process Area Name	Reserved
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	Function Block Diagram		2022-03-20 15:55:57		2014-06-19 09:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
LAMMISTESTILA VALVINTA	LAMMISTESTILA VALVINTA	Function Block Diagram	IMPBIN LAMM...	2022-03-20 15:55:58		1999-11-15 10:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN LAMMONVAHTIMEN VKU LAMPOTILA	IMPBIN LAMMONVAHTIMEN VKU LAMPOTILA	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN LAMMONVAHTIMEN VKU LAMPOTILA	IMPBIN LAMMONVAHTIMEN VKU LAMPOTILA	Function Block Diagram		2022-03-20 15:55:59		2014-06-19 09:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMMONVAHTIMEN ...	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:00		2022-01-03 11:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	Function Block Diagram	ASETUSARVO	2022-02-08 08:22:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN PYS...	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:01		2014-06-19 09:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	Function Block Diagram	ASETUSARVO	2022-02-08 08:21:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	SYOTTOKERTOLIPLEAN VIRTAAUS IMPBIN VAA...	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:03		2014-06-19 09:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
SYOTTOKERTOLIPLEAN LAMPOTILA 2	SYOTTOKERTOLIPLEAN LAMPOTILA 2	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:05		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1	TUOTANTORUUVI 1	Function Block Diagram		2022-01-27 13:35:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram	whit masking	2022-03-20 15:56:05		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-19 07:44:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-31 06:01:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-03-21 18:20:45		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-19 07:44:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:06		1999-11-15 10:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram	RESETOINTI	2022-03-20 15:56:07		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-31 06:02:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-03-21 18:21:07		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-19 08:37:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-03-21 18:20:37		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-03-21 18:20:59		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	TUOTANTORUUVI 1 JA 2 KESKINOPEUS	Function Block Diagram		2022-01-19 09:51:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN YLEMMAN SHOHIN PAINE-ERO	IMPBIN YLEMMAN SHOHIN PAINE-ERO	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:06		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN ALEMMAN SHOHIN PAINE-ERO	IMPBIN ALEMMAN SHOHIN PAINE-ERO	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:07		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 1 TARU	TUOTANTORUUVI 1 TARU	Function Block Diagram		2022-03-18 15:18:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HAKESILON LAMPOTILA	IMPBIN HAKESILON LAMPOTILA	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:07		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HAKESILON PINTA	IMPBIN HAKESILON PINTA	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HAKESILON PINTA	IMPBIN HAKESILON PINTA	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:07		2014-06-19 09:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	Function Block Diagram		2022-03-20 16:41:00		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	Function Block Diagram	ASETUSARVO	2022-02-08 08:21:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN KOKONAISMAARA	Function Block Diagram		2022-03-20 15:56:09		2022-01-03 11:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN LIPEAPINTA LYHYT	IMPBIN LIPEAPINTA LYHYT	Function Block Diagram	DCS	2022-03-18 14:11:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN LAMMONVAHTIMEN LAUHDEPINTA	IMPBIN LAMMONVAHTIMEN LAUHDEPINTA	Function Block Diagram		2022-04-05 16:14:39		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN LAMMONVAHTIMEN LAUHDEPINTA	IMPBIN LAMMONVAHTIMEN LAUHDEPINTA	Function Block Diagram		2022-04-05 16:14:39		2014-06-19 09:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HAKESPINTA 1	IMPBIN HAKESPINTA 1	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:12		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
TUOTANTORUUVI 2 TARU	TUOTANTORUUVI 2 TARU	Function Block Diagram		2022-03-18 15:19:00		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:13		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	Function Block Diagram	switchable L...	2022-03-20 15:56:13		2011-05-01 12:...			Externally Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	IMPBIN HURJUN VESIDAAHDYTYYS	Function Block Diagram	switchable L...	2022-03-20 15:56:13		2022-01-03 07:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free
IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMPOTILA	IMPBIN PASUTUSLIPLEAN LAMPOTILA	Function Block Diagram	DCS	2022-03-20 15:56:14		2011-05-01 12:...			Identifiers Ch...	#121 Kattamo#1...		Free

Kuvio 5. Kuvakaappaus DNA Explorer tietokannasta.

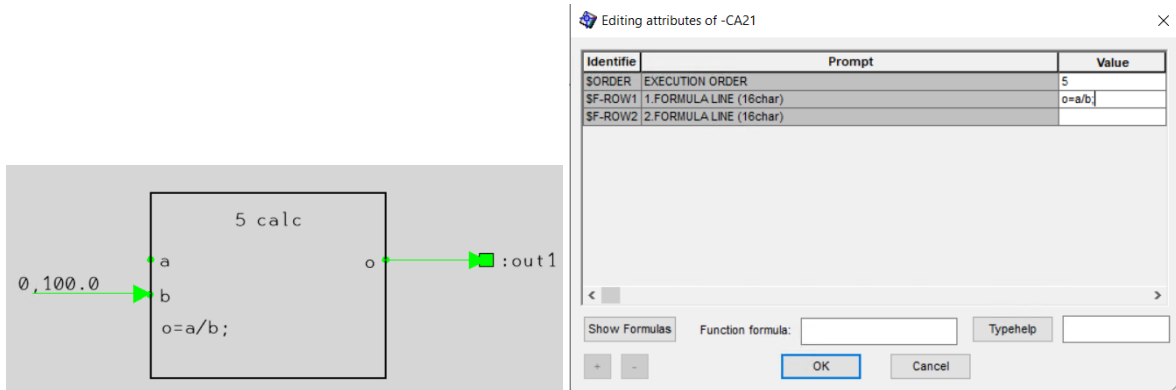
Valmet DNA -sovellussuunnittelu toteutetaan CAD-pohjaisella Function Block Cad -suunnittelutyökalulla. Kyseessä on graafinen ohjelmisto, jota käytetään EAS:lta tai EAC:lta ja sen tarkoituksena on havainnollistaa suunnittelua. Luoduista kuvista eli toimilohkokaavioista muodostetaan ohjelma, joka ladataan DNA:n sovelluspalvelimille. Function Block CAD -työkalulla luotu toimilohkokaavio on samalla sekä prosessiasemalle ladattava sovellus että sen graafinen dokumentti. (Valmet DNA suunnittelukurssimateriaali. 2015.)

5.2.2 Toimilohkot

Function block eli toimilohko toteuttaa tietyn toiminnon sovelluksessa ja se liittyy ympäristöönsä kytkentäpisteiden kautta. Toimilohkon kytkentäpiste voi olla lähtevä eli toimilohko kirjoittaa siihen, tai tulo eli siitä luetaan toimilohkoon. Toimilohkon toiminta määritellään konfigurointiparametreilla.

Kuviossa 6. on calc-toimilohko, jolla voidaan suorittaa laskennallisia toimintoja. Lohkon vasemman reunan a ja b pisteet ovat tuloja, joista lohko lukee laskennassa käytettävät arvot, ja o on lähtö jo-

hion lohko kirjoittaa lasketun arvon. Toimilohkon parametrivalikosta voidaan asettaa lohkon suoritusjärjestys ja haluttu laskentakaava. Suoritusjärjestyksillä nimensä mukaisesti määrätään toimilohkokaaviossa olevien lohkojen ohjelmallinen suoritusjärjestys.

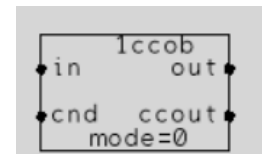


Kuvio 6. Calc-toimilohko ja sen konfigurointiparametrit.

Kuviossa 7. on Conditional copy bin -toimilohko, eli binääritiedon ehdollinen kopiointi. Lohko kopioi tulon in lähtöön out, kun kopiointiehto toteutuu. Kopiointiehto määrätään mode parametrilla.

Kopiointiehtot kun mode:n arvo:

- 0 - kopiointi, kun 'cnd' = 1
- 1 - kopiointi, kun tulossa 'cnd' on nouseva reuna
- 2 - kopiointi, kun tulossa 'cnd' on laskeva reuna
- 3 - kopiointi, kun tulossa 'cnd' on havaittu muutos
- 4 - kopiointi, kun 'cnd' = 0
- 5 - kopiointi, kun tulossa 'in' on havaittu muutos



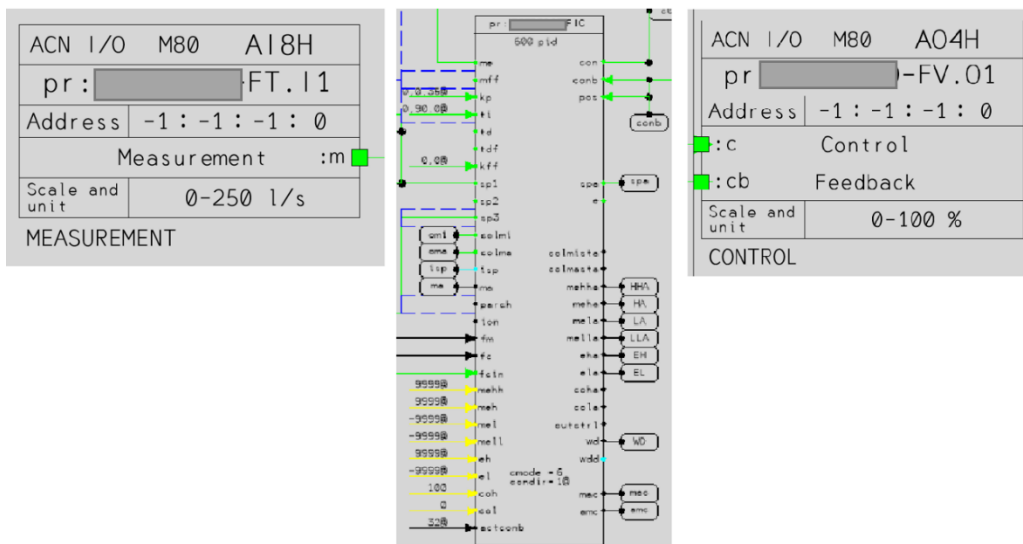
Kuvio 7. Ccob-toimilohko.

Toimilohkoja, kuten ehdollinen kopiointi, on erikseen erilaisille tietotyypeille kuten binääri, analog, float, integer short ja integer long. FbCad:ssä eri tietotyypit ovat merkattu omilla väreillään erottamisen helpottamiseksi ja niiden kytkentäviivojen tulee myös olla oikeaa tietotyyppiä. Kuviossa 8. on eri tietotyyppien lähteviä rajapintaportteja, joista tietoa voidaan lukea eri toimilohkokaavioon tai sovelluspalvelimeen. (Valmet DNA Help. Manuaali.)

ANA ■:out1	BIN ■:out1	BINEV ■:out1
INTL ■:out1	INTS ■:out1	BO ■:out1
FAILS ■:out1	FLOAT ■:out1	ANY ■:out1

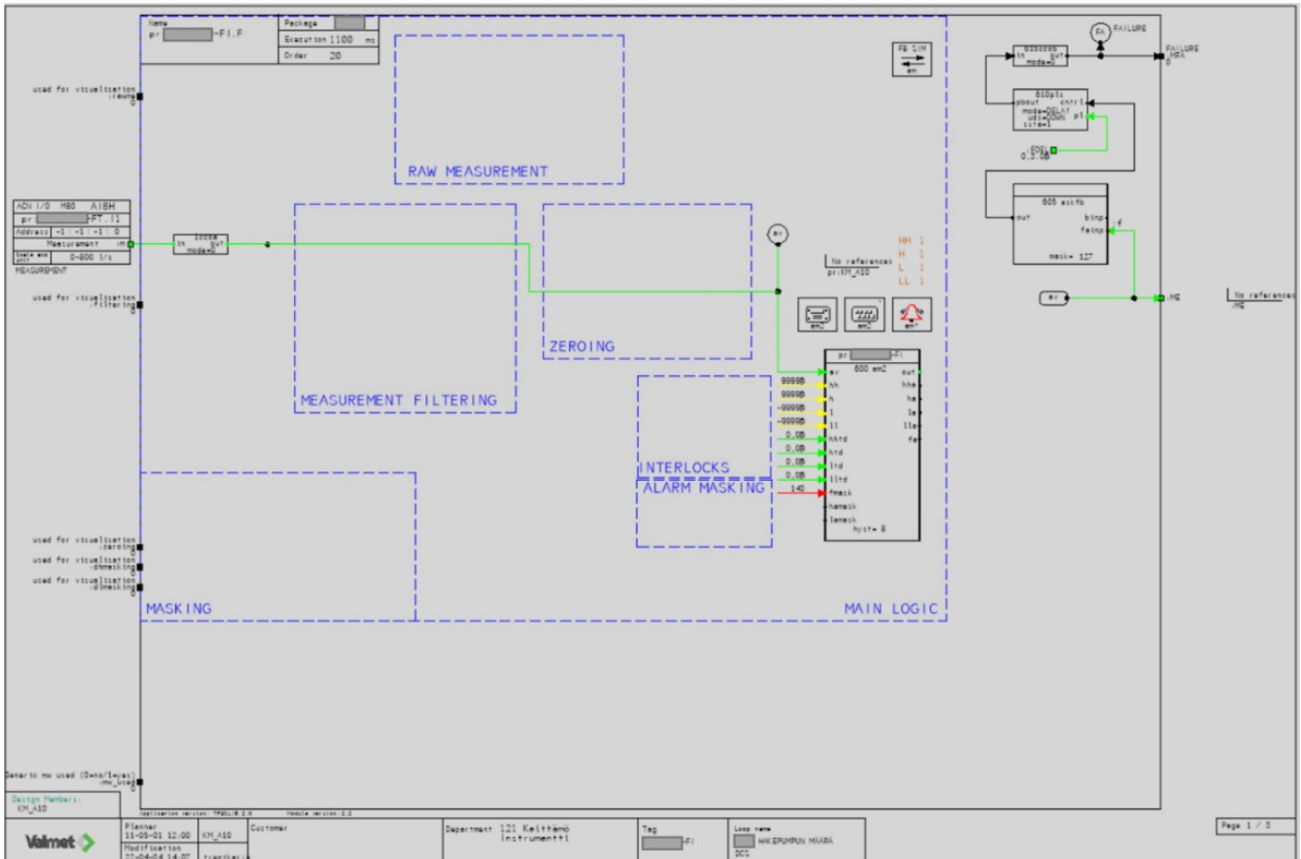
Kuvio 8. Lähtö rajapintaportit ja tietotyyppien värit.

Kuviossa 9. on rajattu kuvakaappaus virtaussäätimen toimilohkosta, sekä sen tulo- ja lähtökortteista. Piiripositiot on peitetty kuvakaappauksista. Kyseessä on PID-toimilohko, joka laskee :me kytkentäporttiin tulevan virtausmittauksen ja asetusarvon erosuureen ($e=me-sp$), ja säätää näiden perusteella lähdöstä :con venttiin aukioloa. Tulo- ja lähtökortit, eli I/O-moduulit lukevat tai kirjoittavat tietoa prosessin ja toimilohkojen välillä.



Kuvio 9. PID-säädin toimilohko ja I/O kortit.

Kuviossa 10. on virtausmittauksen toimilohkokaavio. Sovellus on luotu hyödyntäen projektikohtaista valmista templatea. Template on mallipohja, joita voidaan luoda kunkin projektin tarpeisiin. Mallipohjien avulla saman tyyppisiä sovelluksia voidaan generoida Excelin avulla massana. Pohjan toimilohkojen määrittelyt on kaavoitettu käyttäjäkysymyksiin (Design members), jotka voidaan täyttää suoraan Excelistä. Kuviossa 10. näkyvä mittaus on luotu A10 mallipohjaan, eli sillä on yksi analogia tulo. Templaten hyötynä on, että sovellusta ei tarvitse tehdä täysin tyhjästä, ja näin ollen säästetään aikaa sovellussuunnittelusta ja minimoidaan virheiden riskiä.


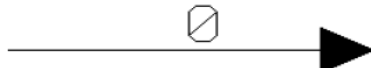


Kuvio 10. Virtausmittaus toimilohkokaavio.

Function Block CAD:n Help hakemisto sisältää toimilohkojen ja työkalujen käyttöohjeita, ja on tarpeellinen kokeneemmallekin suunnittelijalle, sillä toimilohkoja ja niiden parametreja on paljon.

5.2.3 Vikabitit

Tietotyyppien mukana kulkee myös vikabitit. Vikabitit ovat tyyppiä fails, ja ne sisältävät 16 bittiä, eli 16 erillistä loogista vikatietoa. Kuviossa 11. on fails (pun) ja bin (musta) -tietotyyppien bittien merkitykset. Binääritiedossa ensimmäinen b0-bitti on itse binääritieto ja loput vikabittitejä. (Valmet DNA Help. Manuaali.)

BITTI	NIMI	MERKITYS
b0	b	≡ 0 (muuttujan arvo johdetussa tyyppissä bin)
b1	ext	lähettimen syöttöhäiriö tai linjavika (external)
b2	ovf	tulosignaali rajojen ulkopuolella (overflow)
b3	dis	signaali ei ole ohjattavissa (control disabled)
b4	inv	epäluotettava tieto (invalid)
b5	old	uudistumaton tieto (old)
b6	der	johdettu vika (derived)
b7	sex	poikkeuksellinen tietolähde (source exceptional)
b8	ei käytössä	
b9	”	
b10	”	
b11	”	
b12	”	
b13	”	
b14	”	
b15	”	

Kuvio 11. Fails- ja bin-tietotyyppien bittien merkitykset.

5.3 Valmet DNA User Interface

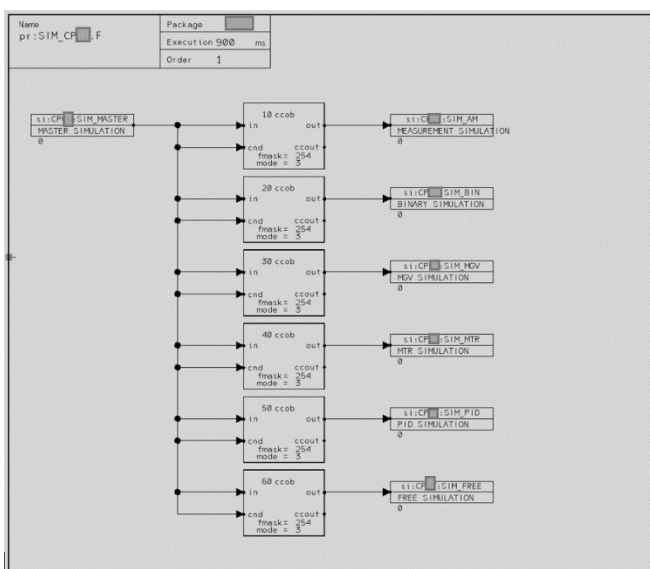
Valmet DNA User Interface (UI) on Valmet Automation:in 2019 julkaisema HTML5-pohjainen käyttöliittymä DNA:n DCS-ohjausjärjestelmään. Käyttöliittymää hallitaan suoraan verkkoselaimen kautta, josta se yhdistyy DNA Process Control – (PCS), Historia- (Info) ja hälytysserveriin (ALS). User Interface:lla suoritetaan valvomonäyttöjen suunnittelu ja piirto sekä itse operointi. Selainpohjainen operointi mahdollistaa prosessin seuraamisen helposti myös kentällä esimerkiksi tabletilla. Aiemman käyttöliittymän DNA Operaten tuki säilyy ja molempia käyttöliittymiä voidaan käyttää myös rinnakkain samassa prosessissa. (The New Nature of Automation. 2019).

6 Sisäinen ohjelmatestaus

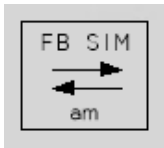
IFAT:in läpikäynyt sovellus vastaa projektin lähtötietoja, joita ovat mm. PI-kaavio, toimintakuvaus, lukituskaavio, hälytyslista ja IO-lista. Tässä osiossa käydään läpi sisäisen ohjelmatestauksen etenemistä, työvaiheita, kohdattuja ongelmia, sekä ratkaisuja kyseisiin ongelmiin. Projektissa IFAT suoritettiin aina testaamalla yksi valvomonäyttökuva ja siinä olevat ohjelmapiirit kerrallaan. IFAT on tehokasta suorittaa PI-kaaviota seuraamalla, että kukin positio on oikealla paikalla, oikeassa putkilinjassa ja oikealla näyttöobjektilla. PI-kaavioon on helppo merkata, kun piiri/positio on testattu ja näin varmistetaan, että kaikki positiot tulee käytyä läpi.

6.1 Simulointi

Jokaiselle prosessiasemalle on luotu oma toimilohkokaavio simuloinnille. Kuviossa 12. on keittämön CPXX-prosessiaseman toimilohkokaavio simuloinnille. Kun sovellukset on luotu valmiista template -mallipohjista, niistä löytyy käyttäjäkysymys eli Design member $\$(SIMULATION)$, jonka arvo on 0 tai 1. Kun käyttäjäkysymys $\$(SIMULATION) = 1$, toimilohkokaavioon lisätään kuvion 13. mukainen oikean tietotyyppin toimilohko simuloinnille. Tämä toimilohko mahdollistaa I/O-korttien tulojen ja lähtöjen simuloinnin eli arvojen muutoksen, ilman oikeita fyysisiä toimilaitteita, kun I/O-kortin osoite on -1, -1, -1, 0, kuten esimerkiksi kuvio 9. AI8H- ja AO4H-korteissa. Simulointitoimilohko mahdollistaa siis mittausten, moottorien, pumppujen, venttiilien, binääritietojen ym. simuloinnin ja tilojen vaihdon suoraan UI-käyttöliittymästä.

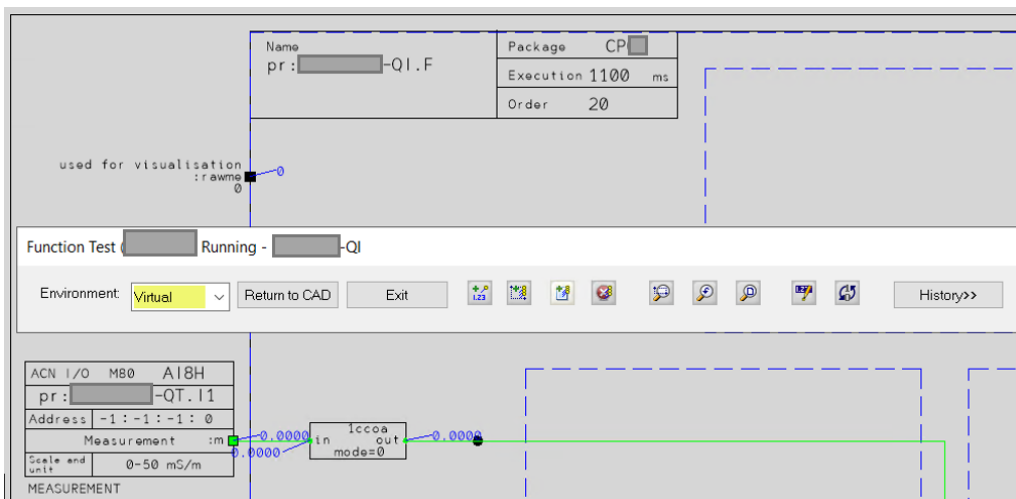


Kuvio 12. CPXX-prosessiaseman simulointitoimilohkokaavio.



Kuvio 13. Analogiatiedon simulointitoimilohko.

Simulointia voidaan myös toteuttaa FbCad:n Function test -työkalulla. Työkalulla pystytään testaamaan toimilohko- ja sekvenssikaavioita todellisessa tai virtuaalisessa ympäristössä, sekä seuraamaan historiatietoja, kuinka arvot ovat käyttäytyneet. Toimilohkon kytkentäpisteissä näytetään niiden päivittyvät arvot ja niitä voidaan seurata reaaliajassa, sekä käyttäjä voi syöttää uusia arvoja kytkentäpisteille ja toimilohkojen parametreille. Kuvio 14. on kuvakaappaus johtokykymittauksen toimilohkokaaviosta, jossa Function test on käytössä. AI8H-tulokortin kytkentäpisteessä nähdään sinisellä luvulla kytkentäpisteen tämänhetkinen arvo 0.0.



Kuvio 14. Johtokykymittaus ja Function test-työkalupalkki.

6.2 Tiivistevesisäiliö

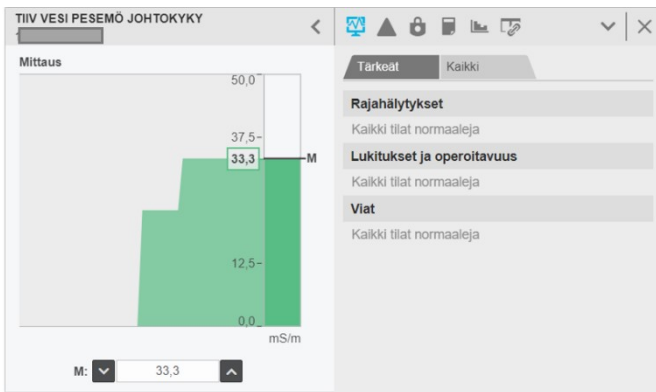
Tiivistevesisäiliölle on oma valvomonäyttökuva UI-käyttöliittymässä. Tiivistevedettä käytetään pumpujen liukurengastiivisteissä, tarkoituksena voidella, jäähdyttää ja pitää epäpuhtaudet poissa toisistaan hankaavilta liukupinnoilta. Kyseiseltä näytöltä seurataan mm. tiivisteveden johtokykymittauksia, joilla nähdään veden puhtaus ja likaista vettä voidaan ajaa viemäriin. Näytöllä on myös

pumppuja ja venttiilejä tiivisteveden kiertoa varten sekä säiliön pintamittaus. Tiivisteveden suodattimille on sekvenssit, joilla huuhdellaan suodattimia.

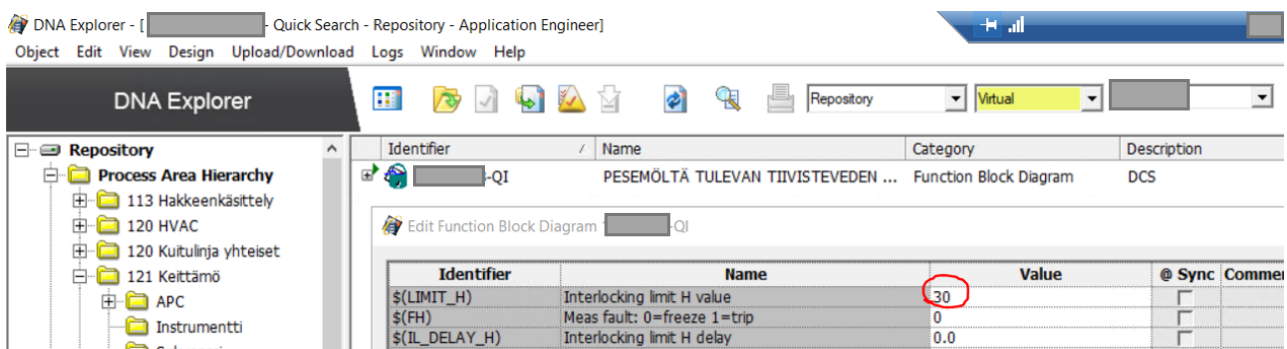
6.3 Mittaukset

Testaus on hyvä aloittaa aina valvomonäyttökuvan mittauksista, sillä ne ovat usein nopeita testata, sekä niiden raja-arvoja saatetaan käyttää muiden piirien lukituksissa, jolloin niiden tulee toimia, jotta testauksessa voidaan edetä.

Tiivistevesisäiliön paluulinjassa on johtokykymittaus. PI-kaaviosta pystytään tarkistamaan, että piiri on käyttöliittymässä oikealla kohdalla putkilinjassa, ennen kanaaliventtiiliä. Piirin toimintakuvauksesta, hälytys- ja lukitusrajalistasta tarkistetaan, että mittauksen tulee olla 0-50 mS/m ja ylärajalukitus $H=30$ mS/m, hälytysrajoja ei tällä mittauksella ole. Projektimäärittelyistä on lisäksi määritelty, montako desimaalia mittauksesta tulee näyttää. Mitta-alue voidaan tarkistaa suoraan UI-näytöltä klikkaamalla mittauksen piiri-ikkuna auki. Kuvio 15. on mittauksen piiri-ikkuna, josta nähdään mm. mitta-alue, trendi, hälytysrajat, piirin lukitukset, toimintakuvaus ja liittyvät piirit. Lukitusrajat pystytään tarkistamaan DNA Explorerin puolelta itse piiristä. Toimilohkokaaviota ei tarvitse avata, vaan piirin parametrit saa properties valinnasta auki (kuvio 16.). Piirien nimet, hälytys- ja lukitusrajat, sekä mitta-alue ja yksiköt on ajettu Excel-listoista piireihin suoraan ja varsinkaan lukitusrajojen tarkistus tässä vaiheessa ei ole välttämätöntä, sillä ne tulevat vastaan kyseisen piirin testauksessa joihin rajat vaikuttavat. Vaihtoehtoisesti hälytys- ja lukitusrajojen tarkistus voitaisiin tehdä myös massana vertaamalla niitä lähtötietoihin esimerkiksi Excelin data mapperilla. Itse koin tehokkaimmaksi tarkistaa UI-piiri-ikkunasta hälytysrajat, mutta lukitusrajat vasta piirin kohdalla, jossa niitä on käytetty.



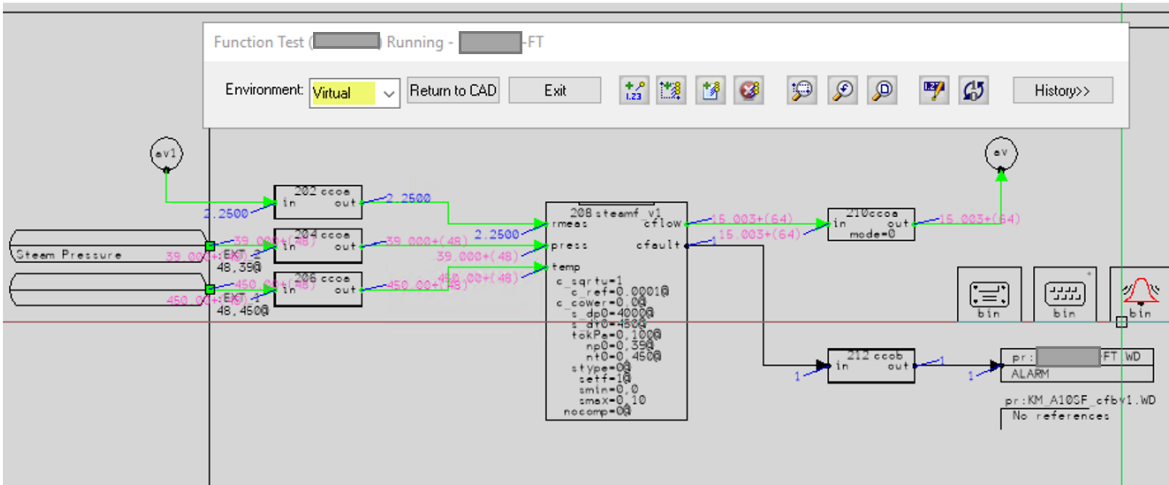
Kuvio 15. Johtokykymittauksen piiri-ikkuna.



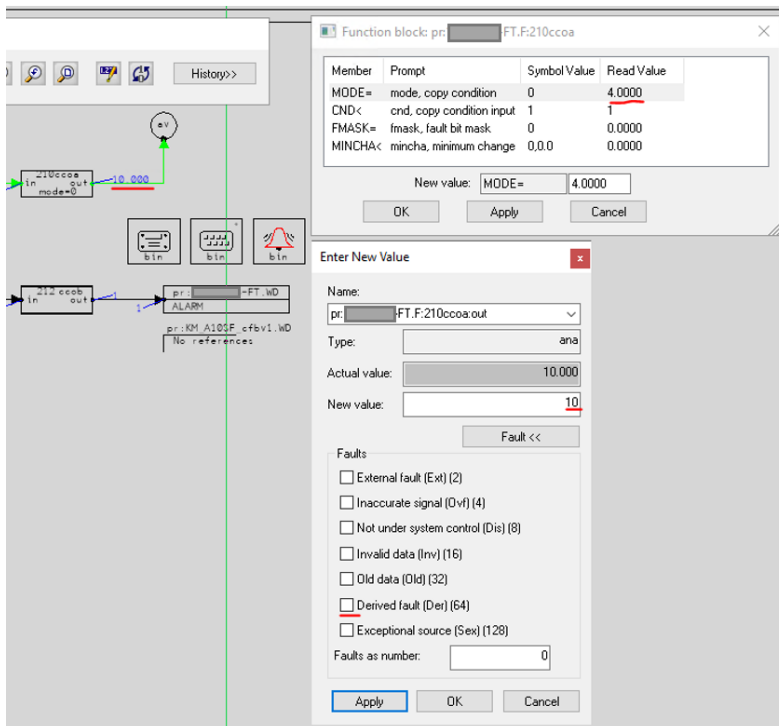
Kuvio 16. Johtokykymittauksen H-lukitusrajan (LIMIT_H) tarkistus.

Mittauksia ei aina pystytä simuloimaan suoraan käyttöliittymästä. Kuviosta 17. ilmenee, että höyryvirtausmittauksesta puuttuu tässä vaiheessa projektia vielä paine- ja lämpötilamittauspositiot, joita käytetään höyryvirtauksen kompensoinnissa. Tästä johtuen ohjelmalohko antaa vikabitin derived fault (+64), eikä mittausta voida simuloida suoraan UI:sta. DNA:n Function test -työkalulla voidaan valita 210ccoalohko, jonka modea vaihtamalla 0->4, tiedon kopiointi lohkon in->out välillä katkeaa, sillä ccox-lohko kopioi mode 4:llä in->out vain, kun cnd = 0. Nyt ccoa-lohkon out:in voidaan itse kirjoittaa haluttu simuloitava arvo (kuvio 18.) sekä testata esimerkiksi sen hälytysrajat tai jonkin muun toimilaitteen tai piirin lukitus, jossa kyseisen mittauksen lukitusrajaa on käytetty.

Function test -työkalulla voidaan myös ottaa vikabitit pois päältä, jolloin mittaus ei anna enää virheilmoitusta User interface -näytöllä.



Kuvio 17. Höyryvirtausmittauksen puutteelliset positiot kompensoinnissa.

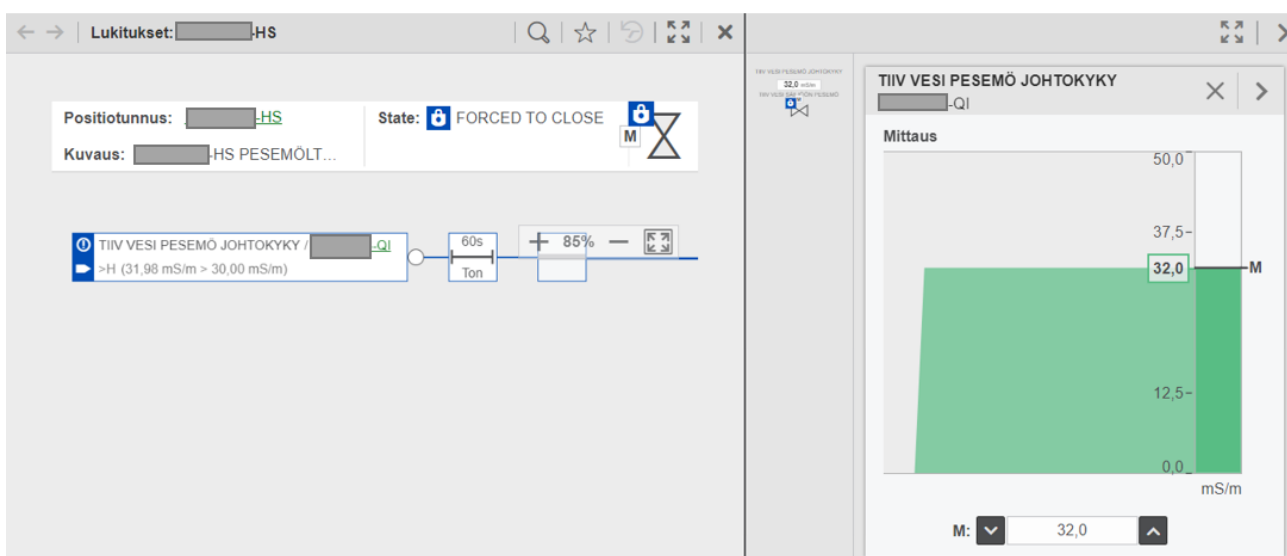


Kuvio 18. Function test 210ccoa mode:n vaihto ja sen lähdön arvon asetus 10.0 sekä vikabittien poisto.

6.4 Toimilaitteet ja säätimet

Toimilaitteista, kuten venttiilit, moottorit, pumput, sekä säätimet, tarkistetaan ensin piirin nimerilistasta, position sijainti käyttöliittymänäytöllä oikealla näyttöobjektilla verraten PI-kaavioon, mitta-alue ja hälytys- ja lukitusrajat. Säätimistä tulee lisäksi tarkistaa säätösuunta, joka löytyy toimintakuvauksesta. Toimilaitteilla voi olla myös remote setpoint, esimerkiksi toiselta piiriltä tuleva asetusarvo. Mittauksista poiketen, toimilaitteilla ja säätimillä on usein lukituksia ja vapautuksia sekä pakko-ohjauksia eri tiloihin. Näiden testaus osoittautuikin usein eniten aikaa vieväksi iFAT:ssa.

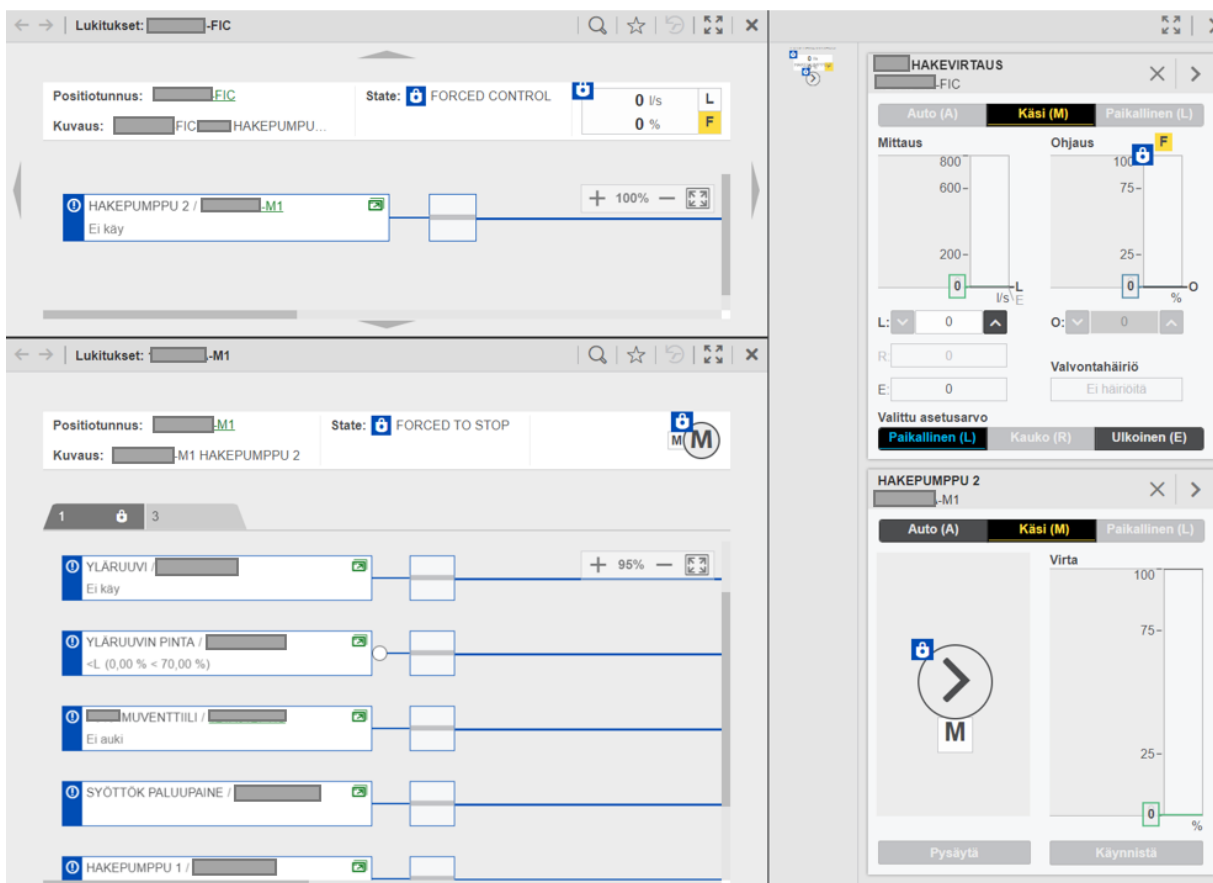
Tiivistevesisäiliöön kulkevassa putkilinjassa on on/off -toiminen venttiili, jonka toimintakuvauksesta ja lukituskäytöstä nähdään, että venttiilin tulee sulkeutua, mikäli johtokykyntaus on yli 30 mS/m, koska tällöin tiivistevesi todetaan likaiseksi ja ajetaan kanaaliin. Johtokykyntauksen arvo voidaan simuloinnin ansiosta muuttaa suoraan sen piiri-ikkunasta. Mitta-arvoa kasvatetaan yli 30mS/m ja seurataan, sulkeutuuko venttiili. Kuvio 19. on venttiilin lukitusikkuna ja mittauksen piiri-ikkuna, josta mittausarvoa on muutettu 32 mS/m, eli yli venttiilin lukitusrajan. Lukitusikkunassa näkyy mittauksen H-raja signaali, joka on muuttunut siniseksi, indikoiden että lukitus on aktiivinen ja venttiili on pakotettu kiinni. Venttiilin tulee lisäksi automaattitilassa avautua, mikäli kanaaliventtiili suljetaan. Tämä voidaan testata asettamalla se automaattitilaan ja sulkemalla kanaaliventtiili. Lukitukset ja ohjaukset toimivat lähtötiedoissa ilmoitetulla tavalla.



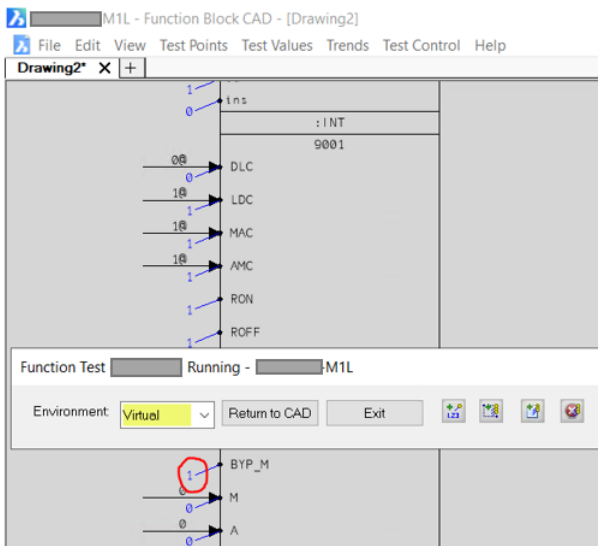
Kuvio 19. On/off-venttiilin lukitusikkuna ja johtokykyntauksen piiri-ikkuna.

Lukitusten testauksessa voi tulla tilanteita, joissa testattava piiri on lukittu ja jotta sen voisi vapauttaa, tulisi lukituksen aiheuttavan toimilaitteen tai säätimen olla myös vapautettu. Tämän takia piirien testausjärjestystä on hyvä suunnitella hiukan etukäteen, jotta lukituksen aiheuttavat piirit saadaan ensin hyvään tilaan ja lukitukset vapautettua.

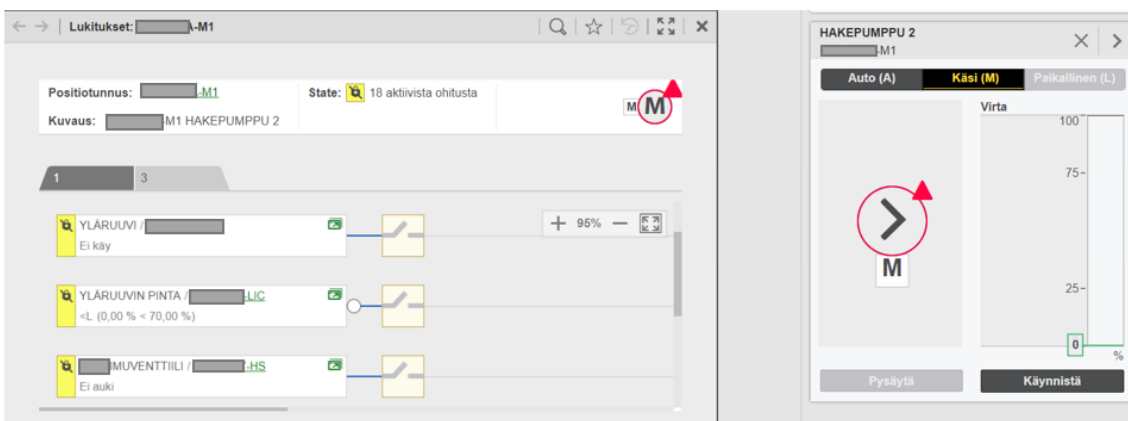
Vaihtoehtoisesti lukitukset voidaan väliaikaisesti ohittaa ja vapauttaa piiri. ImpBin:stä lähtevässä hakelinjassa on hakevirtaussäädin ja hakepumppu. Kuvio 20. nähdään niiden lukitus- ja piiri-ikkunat. Hakevirtaussäädin (ylempi) on lukittu, koska hakepumppu ei käy. Hakepumppu on myös lukittu, ja se sisältää runsaasti lukituksia, jotka tulisi kaikki saada hyvään tilaan ennen kuin se voidaan käynnistää. Function test -työkalulla voidaan vaihtaa hakepumpun L-piiristä, eli lukituspiiristä, kytkentäpiste BYP_M 0->1. (kuvio 21.). BYP_M-kytkentäpisteen ollessa 1, piirin lukitukset ohitetaan ja tämä näkyy käyttöliittymässä keltaisilla merkinnöillä kuvion 22. mukaisesti.



Kuvio 20. Hakevirtaussäätimen ja hakepumpun lukitus- ja piiri-ikkunat.



Kuvio 21. Hakepumpun lukitustoimilohkokaavion lukitusten ohitus.



Kuvio 22. Hakepumpun ohitetut lukitukset käyttöliittymässä.

KytKentäpisteiden tai toimilohkojen parametrien arvojen muutos, kuten BYP_M-pisteen muutos, voidaan tehdä myös DNA:n Engineering Debuggerilla. Debuggeria käytetään komentoriviltä, jolloin toimilohkokaaviota ei tarvitse avata FbCad:llä, ja debuggerin käyttö onkin siksi nopeampaa ja tehokkaampaa. Hakepumpun toimilohkokaavion BYP_M-kytkentäpisteen debuggerointi onnistuu komentorivikomennolla

```
modify variable :e:pr:TAG_CODE.F:kytkentäpiste
```

eli:

```
m v :e:pr:TAG_CODE.F:9001MtrInt:_BYP_M
```

Jonka jälkeen voidaan asettaa haluttu arvo **1** ja hyväksyä se enter ja y näppäimillä (kuvio 23.).

```

Telnet [redacted]
Editor changed to INSERT mode
17a% m v :e:pr:[redacted]-M1L.F:9001MtrInt:_BYP_M
Modify Variable
Lid CP07 found.
:e:pr:[redacted]-M1L.F:9001MtrInt:_BYP_M IS bin <0><0x0> 1
ok? (y/n)
18a% _

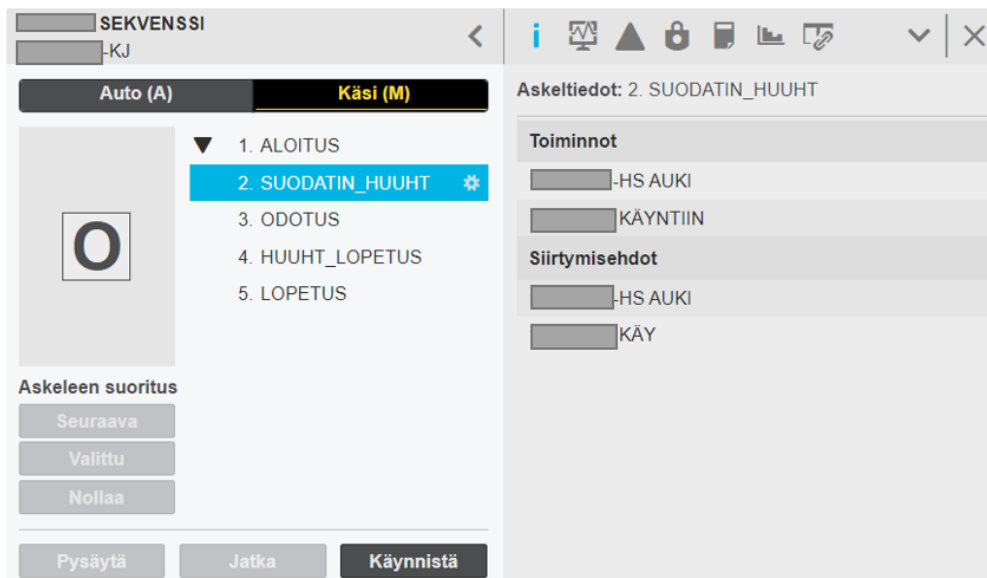
```

Kuvio 23. Hakepumpun lukitusten ohitus debuggerin kautta.

6.5 Sekvenssit

Sekvenssi on ohjaustoimenpiteiden automatisointiohjelma. Se toteuttaa halutut ohjaukset askeleissa ja siirtyy seuraavaan askeleeseen, kun määritellyt siirtoehdot toteutuvat. Tiivisteveesisäiliö käyttöliittymässä on tiivisteveden suodattimille huuhtelusekvenssit, jotka puhdistavat suodattimia. Huuhtelusekvenssissä on viisi askelta, joissa kanaaliin menevä venttiili avataan ja moottori käynnistetään, huuhdellaan asetellun odotusajan verran ja lopuksi suljetaan venttiili ja moottori. Sekvenssi käynnistyy automaattitilassa aina neljän tunnin välein. Sekvenssi ei laita venttiiliä ja moottoria automaattitilaan, joten operaattorin tulee ensin laittaa ne automaatille ennen sekvenssin käynnistystä, muuten sekvenssin 2. askeleen siirtoehdot VENTTIILI-HS AUKI ja PUMPPU-M1 KÄY, eivät toteudu ja sekvenssi menee virhetilaan ja pysähtyy. Kuvio 24. on kuvakaappaus sekvenssin piiri-ikkunasta, jossa näkyy 2. askeleen toiminnot ja siirtoehdot. Nämä tietotekstit on määritelty sekvenssin toimilohkokaavioon ja niiden tulee kuvata sekvenssin toimintoja selkeästi ja ytimekkäästi.

Sekvenssi-ikkunan testaukset on hyvä jättää käyttöliittymäkuvassa viimeiseksi, jotta kaikki muu on todettu jo toimivaksi. Sekvenssi käyttää mahdollisesti useita piirejä toiminnoissaan ja niiden tulee toimia, jotta sekvenssi voidaan suorittaa. Testaus on aloitettava tarkastamalla sekvenssin lukitukset, sillä ne voivat usein estää käynnistämisen. Lukitukset testataan kuten muissakin piireissä, lukituskaaviota ja käyttöliittymän lukitusikkunaa seuraamalla ja toteamalla yksitellen lukitukset toimiviksi. Sekvenssin lähtötiedot voivat olla kaaviomuodossa tai sanallisesti kuvattu. Testaus etenee samalla tavalla molemmissa, käydään lähtötiedot läpi, ajetaan sekvenssi, ja seurataan toteuttaako se kunkin askeleen haluttuja toimia. Huuhtelusekvenssillä on lisäksi näytöltä operaattorin aseteltavissa oleva huuhtelu-aika, joka vaikuttaa sekvenssin 3. askeleen odotusaikaan, joten sen aseteltavissa oleva alue ja vaikutus sekvenssiin tulee myös todeta toimivaksi muuttamalla huuhtelu-aikaa ja ajamalla sekvenssi.



Kuvio 24. Huuhtelusekvenssin piiri-ikkuna.

6.6 Työvaihelista

Sisäisen ohjelmatestauksen tueksi päätettiin luoda työvaihelista (liite 1.). Lista sisältää mittausten, binäärien, aseteltavien arvojen, venttiilien, moottorien, säätimien ja sekvenssien testattavat kohteet järjestyksessä. Varsinkin uransa alkuvaiheilla olevat automaatio suunnittelijat voivat edetä listan avulla testauksessa kohta kohdalta, ja näin ollen se opastaa testauksen toteutusta, sekä vahvistaa sovellusten laadunvarmistusta.

7 Pohdinta

Osallistuessani PCS-Engineering Oy:n aitoon työelämän projektiin, pääsin näkemään ja tekemään sisäistä ohjelmatestausta, ymmärtämään mitä se on, sekä tutkimaan mitä mahdollista kehitettävää siinä olisi. Koin työn hyvin opettavaiseksi itselleni, sillä se pakotti tutkimaan DNA-ympäristön työkaluja ja toimintoja syvällisesti. Opinnäytetyötä tuki työharjoitteluni alussa suorittamani Valmet DNA -koulutuskurssit, pääsuunnittelijalle pidetty haastattelu ja häneltä saatu opastus testauksen edetessä, tiedonhankinta verkkomateriaaleista ja Valmet DNA -manuaaleista, sekä koulussa suorittamani kurssit.

Opinnäytetyö oli tutkimuksellinen kehittämistyö, jonka tuloksena esiin nousi erilaisia työtapoja sisäisen ohjelmatestauksen toteutukseen automaatiosovelluksille. Kussakin tilanteessa oikean työkalun tai työtavan valinta vähentää testaukseen käytettyä aikaa. Testauksen tueksi luotiin lisäksi työvaihelista (liite 1.), joka opastaa automaatio suunnittelijoita testauksen etenemisessä, ja on apuna varmistamassa, että sovellukset tulevat perusteellisesti testatuksi. Automaatioprojektin muita vaiheita käsiteltiin yleisellä teoriatasolla. Niiden tarkempi läpikäynti ei sopinut työn ja projektin ajankohtaan ja sisäinen ohjelmatestaus oli jo itsessään laaja aihe.

Lähteet

Automaatiosuunnittelun prosessimalli. Suomen automaatioseura ry. 2007. Viitattu 14.2.2022.
https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/1426/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf

Laatu automaatioissa: Parhaat käytännöt. 2001. Suomen Automaatioseura ry. Viitattu 1.3.2022.
<https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/1426/laatuautomaatioissa.pdf>

Metsä Fibre rakentaa Kemiin biotuotetehtaan. Metsä Fibre. 2021. Viitattu 6.2.2022.
<https://www.metsafibre.com/fi/yhtio/Kemin-biotuotetehtas/>

Mistä Kemin biotuotetehtaassa on kyse? Metsä Fibre. 2021. Viitattu 6.2.2022.
<https://www.metsafibre.com/fi/media/Erinomaisuus-ja-Innovaatiot/Pages/Mista-Kemin-biotuote-tehtaassa-on-kyse.aspx>

PCS-Engineering Oy. 2021. Viitattu 6.2.2022.
<https://pcs-engineering.fi/>

PSK 4603. Automaation hankinta. Instrumentointi. PSK-standardisointi. 1996. Viitattu 1.3.2022.
<https://psk-standardisointi-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/Standard/Ryhma46/PSK4603.pdf>

Sellun keiton periaate. KnowPulp – Sellunvalmistuksen oppimisympäristö. Viitattu 6.2.2022.
https://www.knowpulp.com/www_demo_version/suomi/pulping/general/2_cooking/frame.htm

Suomen asiakastieto Oy. 2021. Viitattu 6.2.2022.
<https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/pcs-engineering-oy/19302199/yleiskuva>

The New Nature of Automation. Valmetin sisäinen materiaali. 2019. Viitattu 10.4.2022

Valmet DNA yleisesittely. Sisäinen kurssimateriaali. 2015. Viitattu 7.4.2022.

Valmet DNA Help manuaali. Valmet Automation Oy. Viitattu 10.4.2022.

Vartiainen, M. 2022. Pääsuunnittelija. PCS-engineering Oy. Haastattelu. 8.3.2022.

We have taken Valmet Continuous Cooking to the next level still maintaining the benefits of the existing system. Valmet. 2022. Viitattu 13.2.2022.
<https://www.valmet.com/campaign/new-continuouscooking/technology-highlights/>

Liitteet

Liite 1. IFAT työvaihelista

Sisäisen Ohjelmatestauksen Työvaihelista

Tämä lista on luotu iFAT osuuden työvaiheiden tueksi Valmet DNA -projekteissa.

Sovelluksista lähtötietojen mukaisesti tarkistettavat asiat järjestyksessä:

1. Mittaukset

-Käyttöliittymän ja PI-kaavion vertaaminen. Mittaus on oikealla positiolla ja näyttöobjektilla oikeassa putkilinjassa tai sijainnissa PI-kaavion mukaisesti.

-Piirin nimi

-Mitta-alue, skaalaus, yksiköt, desimaalit

-Hälytys- ja lukitusrajat

Vastaako piiri toimintakuvausta.

2. Binäärit ja muut aseteltavat arvot

-Käyttöliittymän ja PI-kaavion vertaaminen. Arvo on oikealla positiolla ja näyttöobjektilla oikeassa putkilinjassa tai sijainnissa PI-kaavion mukaisesti.

-Piirin nimi

-Binääreillä 0/1 tilatietotekstit

-Aseteltavilla arvoilla skaala, yksiköt, desimaalit

-Lukitusten ja vapautusten testaus yksitellen

-Lukituksen aiheuttama arvon muutos

Vastaako piiri toimintakuvausta.

3. Venttiilit, pumput ja moottorit

-Käyttöliittymän ja PI-kaavion vertaaminen. Toimilaite on oikealla positiolla ja näyttöobjektilla oikeassa putkilinjassa tai sijainnissa PI-kaavion mukaisesti.

-Piirin nimi

-Lukitusten ja vapautusten testaus yksitellen

-Lukituksen aiheuttama säätötilan tai ohjauksen muutos

-Ohjauksen rampitus

-Säätötilat käytössä/ei käytössä (Manual, Auto)

- Automaattitilan toiminnot
 - Asetusarvot käytössä/ei käytössä (Local, Remote, APC)
 - Nopeusohje (Speed reference tag) pumpuille ja moottoreille
- Vastaako piiri toimintakuvausta.

4. Säätimet

- Käyttöliittymän ja PI-kaavion vertaaminen. Säädin sekä mahdollinen mittaus ja ohjattava toimilaite on oikealla positiolla ja näyttöobjektilla/symbolilla oikeassa putkilinjassa tai sijainnissa PI-kaavion mukaisesti.
 - Piirin nimi
 - Lukitusten ja vapautusten testaus yksitellen
 - Lukituksen aiheuttama säätötilan tai ohjauksen muutos
 - Säätötilat käytössä/ei käytössä (Manual, Auto)
 - Asetusarvot käytössä/ei käytössä (Local, Remote, APC)
 - Säätösuunta
 - Mittauksen mitta-alue, yksiköt, desimaalit
 - Ohjauksen skaala, yksikkö
 - Hälytys- ja lukitusrajat
- Vastaako piiri toimintakuvausta.

5. Sekvenssit

- Sekvenssiobjekti on käyttöliittymässä sopivassa sijainnissa, esimerkiksi sen ohjaamien piirien lähettyvillä.
 - Piirin nimi
 - Lukitusten ja vapautusten testaus yksitellen
 - Säätötilat käytössä/ei käytössä (Manual, Auto)
 - Askelien nimet ja määrä
 - Askelien toiminnot ja siirtoehdot
 - Virhetilanteen toiminnot
 - Automaattitoiminnot ja uudelleenkäynnistys
- Vastaako sekvenssi toimintakuvausta.