



# Simulointi Valmet DNA -ympäristössä

Johannes Pennanen

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2022

Tekniikan ala

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

**Pennanen, Johannes**

## **Simulointi Valmet DNA -ympäristössä**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2022, 29 sivua

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

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

### **Tiivistelmä**

Automaation sovellussuunnittelun testaus simuloimalla on enenemässä määrin tärkeämpää tehokkuuden ja virheettömyyden kannalta. Toimeksiantajalla oli käytössä Valmet DNA -ympäristön valmiit simulointipiirit, jotka eivät rajoittuneisuutensa takia vastaa nykyisiä vaatimuksia. Tavoitteena oli tutkia ja kehittää uusia simulointiratkaisuja.

Toimeksiantajalla oli paljon vanhoja projekteja, minkä pohjalta kehittää simulointiratkaisuja. Tutkimalla vanhoja valvomonäyttöjä pystyi muodostamaan käsitystä mihin keskittyä. Aiheen rajaus kehittyi vanhempia suunnittelijoita haastatteleamalla ja erilaisia simulointiratkaisuja tutkimalla. Simulointipiirit toteutettiin Valmet DNA -järjestelmän työkaluilla.

Simulointi rakentui Valmet DNA -ympäristön valmiiden simulointitoimilohkojen päälle. Template-mallipohjiksi tehdyt piirit toimivat lapsipiireinä mittaus- ja moottoripiireille, jolloin ne myös integroituvat nykyisiin järjestelmiin. Piirit ovat monikäyttöisiä ja muokattavissa edelleen, mutta niillä pystytään simuloimaan yksinkertaisia prosesseja.

Tehdasautomaation sovellussuunnittelussa ei ole hyödyllistä yrittää simuloida tarkasti prosessia, vaan keskittyä yleiseen toiminnallisuuteen ja virheidenjäljitettävyyteen. Tehdyillä piireillä pitäisi olla käyttöä useimpien prosessien simuloinnissa. Piireillä pystytään myös parantamaan asiakkaille esiteltyjen valvomoiden laadukkuutta.

### **Avainsanat (asiasanat)**

Simulointi, laadunvarmistus, ohjelmistotestaus, Valmet DNA, Template-mallipohja

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

Liitteet 1 ja 2 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammatillisalaisuus. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 1.1.2028.

**Pennanen, Johannes**

### **Simulating in the Valmet DNA environment**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2022, 29 pages.

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

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

It is a growing trend in the field of automation engineering to simulate more, thus improving efficiency and having less errors. Valmet DNA automation system has only basic simulation capabilities and employer was dissatisfied of current state of simulation applications. Therefore, it was important to study and develop new simulation solutions.

Employer had multiple old projects from which to create simulation solutions. Inspecting old machine control user interfaces was important to understand how to proceed. Senior engineers were interviewed, and different simulation solutions were studied to limit possible objectives. Simulation applications were made by using tools provided by Valmet DNA system.

Simulation applications were made as a supplement to existing Valmet DNA system's own simulation functions. These application templates are child applications to the measurement applications and controller applications. They are generic and customizable but for simple processes.

When simulating industrial automation control applications, it is not necessary to accurately simulate a process. Instead, simulation which has most of process's functionality, and is capable to help find errors, is preferable. Created applications should be useful in most scenarios. Also, customer experience should be improved when presenting the automation system via user interface.

### **Keywords/tags (subjects)**

Simulation, quality control, software testing, Valmet DNA, template

### **Miscellaneous (Confidential information)**

Appendices 1 and 2 are confidential, and they have been removed from the public thesis. The reason for confidentiality is Julkisuuslaki 621/1999 24§, section 17. Duration of confidentiality is five (5) years and ending date is 1.1.2028.

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Simulointi</b> .....	<b>7</b>
2.1	Valmet DNA -automaatiojärjestelmä .....	8
2.2	Ohjelmistosuunnittelu .....	8
2.3	Simulointi .....	9
<b>3</b>	<b>Toteutus</b> .....	<b>9</b>
3.1	Signaalit Valmet DNA -järjestelmässä .....	9
3.2	Virheenjäljitys ja testaus.....	10
3.3	Simulointi Valmet DNA -järjestelmässä.....	13
3.4	Template-mallipohjat .....	18
3.5	Lapsipiirit (Child).....	20
<b>4</b>	<b>Tulokset</b> .....	<b>20</b>
4.1	Template-mallipohjat .....	21
<b>5</b>	<b>Pohdinta</b> .....	<b>21</b>
	<b>Lähteet</b> .....	<b>23</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>24</b>
	Liite 1. Simulointipiirit (salassa pidettävä).....	24
	Liite 2. Simulointipiirien käyttöohje (salassa pidettävä) .....	29

## Kuviot

Kuvio 1.	Esimerkki sisääntulotoimilohkosta .....	10
Kuvio 2.	FBCad Function Test -näkyvä, jossa on mittausarvot näkyvissä jokaisessa testipisteessä .....	11
Kuvio 3.	Debugger-ikkuna .....	12
Kuvio 4.	Debuggerilla piirin signaalin katkaiseminen .....	13
Kuvio 5.	Esimerkki simulointitoimilohkosta (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019) .....	13
Kuvio 6.	Simulointitoimilohkon attribuutti-ikkuna .....	14
Kuvio 7.	Esimerkki prosessiasema kohtaisesta simuloinnihallintapiiristä (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019).....	15
Kuvio 8.	Valmet DNA ympäristön mukana tuleva AM simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019) .....	16
Kuvio 9.	Valmet DNA ympäristön mukana tuleva PID simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019) .....	17

Kuvio 10. Valmet DNA ympäristön mukana tuleva analogisten signaalien simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019) .....	18
Kuvio 11. Template-mallipohja analogiamittauksille.....	19
Kuvio 12. Lapsipiirin tietojen periminen .....	20
Kuvio 13. :S_D-nasta ympyröity punaisella.....	21

## **Taulukot**

Taulukko 1. Esimerkki Design Member -määrityksien käyttäytymisestä (Valmet DNA Explorer – Valmet DNA n.d.) .....	20
--	----

## Käsitteet ja lyhenteet

Ccoa	Conditional Copy analog, analogiasignaalin kopiointitoimilohko
FbCAD	Toimilohko CAD, Function Block CAD
I/O	Tulo- ja lähtösignaalit, Input/Output
Piiri	Toimilohkokaavio, sovellus
PLC	Programmable Logic Controller
Telnet	Windowsin mukana tuleva komentokehoteessa käytettävä ohjelma
Valmet DNA	Valmetin hajautettu automaatiojärjestelmä

# 1 Johdanto

Automaatiosovellusten testaamisen merkitys simuloimalla on kasvamaan päin. Mikä aikaisemmin tehtiin manuaalisesti, on nykyään enenemissä määrin kustannustehokkaampaa suorittaa automaatiolla. Näin virheiden määrä laskee ja aikaa jää muuhun työhön. Järkeväkosti toimiva simulointi myös antanee asiakkaalle luotettavamman kuvan projektin onnistumisesta.

Fimpec Engineering Oy:llä on simulointipiirit tehty erikseen tarpeen vaatiessa tai käytetty vain Valmet DNA -järjestelmässä mukana tulevia piirejä. Eri henkilöillä on ollut omia piirejä käytössään ja muuten testausta on tehty virheenjäljitystä yksinkertaisilla DNA-järjestelmän työkaluilla. Siksi on tullut tarve kehittää nykyisiä simulointimahdollisuuksia yrityksessä.

Fimpec Group Oy tarjoaa projektijohtamista, suunnittelua ja konsultaatiota teollisuudessa, energia-alalla, kiinteistö- ja infrasektoreilla. Yritys työllistää 315 henkilöä Suomessa, Euroopassa ja Etelä-Amerikassa. Fimpec Engineering Oy on osa Fimpec Group Oy:tä. Fimpecillä on laajalti käytössä automaatiosovellussuunnittelun puolella Valmet DNA -automaatiojärjestelmä, joten toimeksiannot ovat keskittyneet paljolti paperi- ja selluteollisuuden ympärille.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia simulointimahdollisuuksia Valmet DNA -ympäristössä ja luoda simulointipiirejä. Projektin minkä pohjalta on tarkoitus luoda simulointipiirejä ovat paperikooneisiin painottuneita, mutta tässä opinnäytetyössä suunniteltujen simulointipiirien on tarkoitus olla yleiskäyttöisiä. Koska simulointitapoja on paljon, on aihe rajattu kattamaan sovellussuunnittelussa tarpeelliset toiminnot yksinkertaistettuna.

# 2 Simulointi

Sovelluksen toimivuuden testaus on tärkeimpiä sovellussuunnittelun vaiheita. Beizer (1995) listaa syitä testata sovellus:

- Antaa tietoa, millä estää sovellusvirheitä
- Projektinjohto on paremmin tietoinen nykyisen sovelluksen käyttöönoton riskeistä
- Riittävän sovelluksen virheettömyyden saavuttaminen
- Helposti tarkastettu, falsifioitu ja ylläpidetty testausmalli
- Sovelluksen rikkominen annettujen vaatimusten rajoissa
- Sovellus toimii niin kuin pitää

## 2.1 Valmet DNA -automaatiojärjestelmä

Valmet DNA on hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS) erilaisiin teollisuuden tarpeisiin. Valmet DNA -automaatiojärjestelmällä pystytään hajautetusti hallinnoimaan monipuolisesti eri ohjausjärjestelmiä skaalautuen pienistä aina kymmeniin tuhansiin I/O:hin. Sama järjestelmä kattaa ohjaukset ja säädöt, operaattorin työkalut prosessin ohjaukseen, ja ylläpidon ja huollon työkalut. (System architecture – Valmet DNA n.d.)

Valmet DNA -suunnitteluympäristö on tarkoitettu automaatio alan ammattilaisien avuksi kehittämään teollisuuden tarkoituksiin automaatiopiirejä. Piirien luonti tapahtuu FBCad Cad-pohjaisen suunnittelutyökalun avulla asettelemalla bloqueja ja vetämällä yhteyksiä niiden välille. Piireissä on myös sisään- ja ulostuloja sekä fyysisille laitteille, että toisiin piireihin yhdistämiseksi. (Valmet DNA Explorer – Valmet DNA n.d.)

Valmet DNA -järjestelmään kuuluu valvomonäytöt, joilla hallitaan ja monitoroidaan prosesseja. Näitä valvomonäyttöjä pystytään käyttämään myös simulointia helpottamaan ja Valmet DNA -järjestelmässä on mahdollisuus rakentaa vain simulointiin tarkoitettuja näyttöjä. (Valmet DNA User Interface – Valmet DNA n.d.)

## 2.2 Ohjelmistosuunnittelu

Ohjelmistosuunnittelua tehdään paljon laitteistosuunnittelun rinnalla, kun käytettävä laitteisto on tiedossa. Toimintakuvauksista ja laiteluetteloista suunnitellaan ohjelmiston rakenne kattaen mm. tietokannat, käyttöliittymät, rajapinnat muihin järjestelmiin, raportoinnit, valitut tyyppiirit. (Laatu automaatiossa - parhaat käytännöt 2001, 49–51.)

Ohjelmistomodulien luominen aloitetaan ohjelmistokuvauksien ja toimittajan ennalta määritettyjen menetelmien, standardien ja nimeämisten perusteella. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu turvallisuuden ja virheisiin huomion kiinnittäminen. (Laatu automaatiossa - parhaat käytännöt 2001, 51–52.)

## 2.3 Simulointi

Simuloimalla jäljitellään todellista prosessia tai järjestelmää ohjelmallisesti. Simuloidessa kerätään historiatietoa järjestelmästä, josta päätellään miten simuloidun järjestelmän tulisi käyttäytyä.

(Banks 1998, 3–4.)

Simulointi voi kuvata tarkasti luonnollisia tapahtumia, mutta teknisien rajoitteiden takia, tulee simuloidessa olemaan vajavuuksia vielä pitkään tulevaisuuteen. Simuloinnin voi toteuttaa monella eri keinolla riippuen käyttökohteesta ja käytettävissä olevasta ajasta tai resursseista. Simuloinnin voi toteuttaa fyysisesti esim. laitteiston I/O:hon kytkettävien plc:n avulla tai ohjelmallisesti.


Valmet DNA -ympäristö sisältää itsessään yksinkertaisia simulointipiirejä, jotka ovat kuitenkin rajoittuneita ja vaikuttaen vain vähän tai ei ollenkaan toisiin prosessin piireihin. Luomalla itse piirejä on mahdollista saavuttaa huomattavankin edistynyttä simulointia, mutta varsinkin suuremmissa kokonaisuuksissa, kuten tehtaissa, ei ole järkevää simuloida liian tarkasti, koska silloin joutuisi otamaan huomioon esim. putkiston pituuksia. Valmet DNA:han on mahdollista luoda rajapintaa ulkoiselle simuloinnille käyttäen Java-ohjelmointikieltä.

## 3 Toteutus

Osiassa käydään aluksi läpi Valmet DNA -automaatiojärjestelmän simuloinnin keskeisiä perustointoja ja lopuksi syvennyttään tarkemmin valmiisiin simulointipiireihin.

### 3.1 Signaalit Valmet DNA -järjestelmässä

Valmet DNA -järjestelmän sovellussuunnittelu on paljolti signaalien ohjailua ja käsittelyä. Yksinkertaisimmillaan signaali luetaan piirille esim. kuvion 1 tapaisella sisääntulotoimilohkolla, käsitellään piirin sisällä mm. analogiasignaalin käsittelevällä AM-toimilohkolla ja valinnaisesti lähetetään signaali ulostuloporttiin tai -toimilohkoon.

ACN I/O M80 A18H	
pr:A10m1.l	
Address	-1 : -1 : -1 : 0
Measurement :m 	
Scale and unit	0-999 %

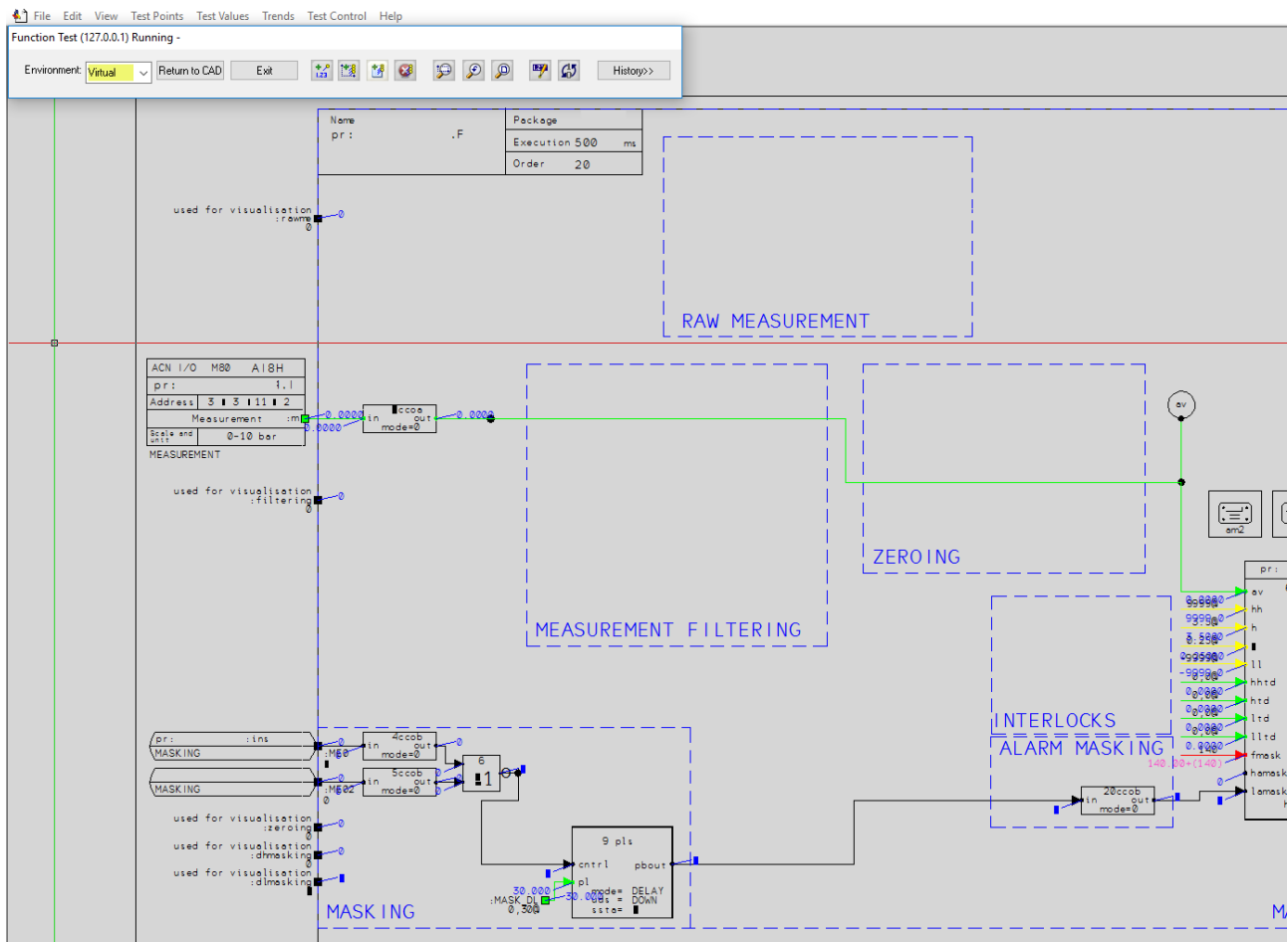
Kuvio 1. Esimerkki sisääntulotoimilohkosta

Simuloitaessa kirjoitetaan tietoa mieluiten sisääntuloporttiin, jolloin piirin sisäiset signaalit käsitteilyt ovat käytössä, eikä suoraan päätoimilohkoon. Simulointiin käytettävän signaalin voi lukea päätoimilohkon nastoista tai ulostuloportista tai -toimilohkosta. Signaalia voisi lukea myös muualta, mutta tällöin helposti simulointipiiri toimisi vain piirien kanssa, joille se on rakennettu.

### 3.2 Virheenjäljitys ja testaus

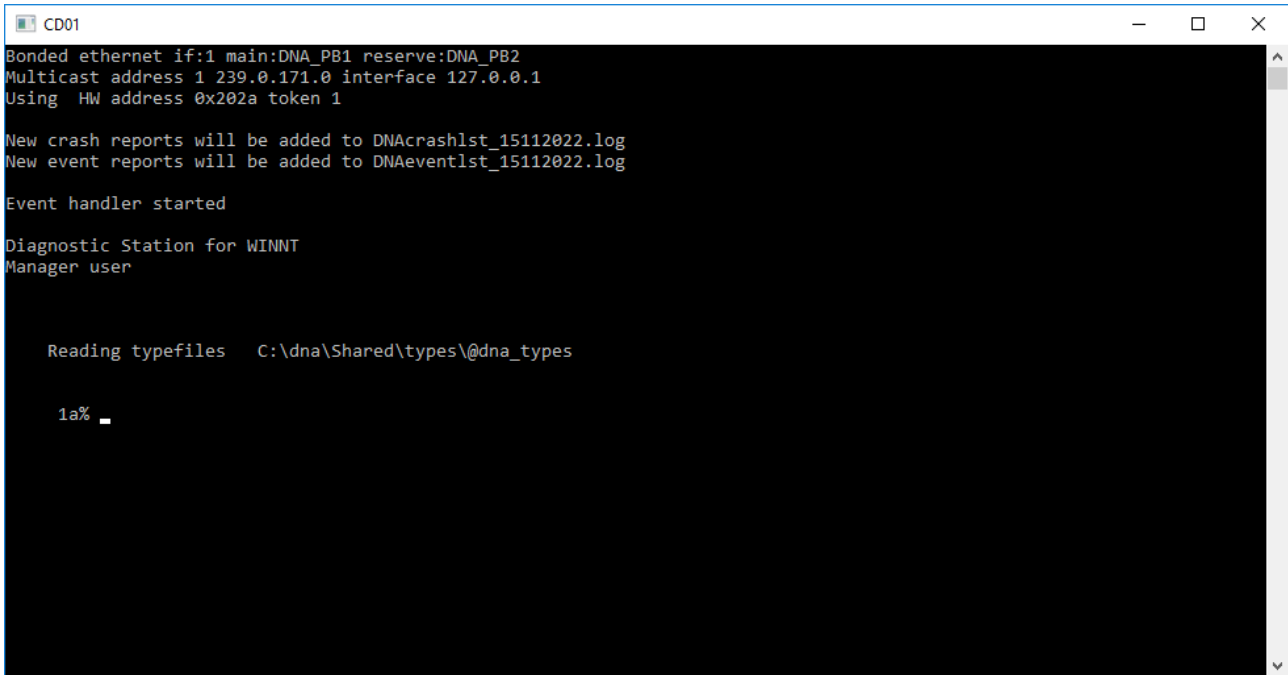
Virheenjäljitystä eli debuggausta ja testausta pystyy suorittamaan useammalla tavalla, joista tärkeimmät ovat FBCadin Test-toiminto ja Debugger-konsoli. Myös esim. valvomonäyttöjen kautta on mahdollista testata.

Kuvion 2 Function Test -työkalulla on mahdollista testata graafisella käyttöliittymällä piirejä. Testauspisteitä pystyy määrittämään yksitellen tai asettamaan kaikkiin mahdollisiin pisteisiin sivulla. Binäärisen arvon invertoinnin ja arvojen muuttamisen pystyy suorittamaan oikeanpuoleisimmista napeista. Arvon muokkausnapilla pystyy muokkaamaan myös toimilohkojen määrittämiä, jolloin pystytään esim. katkaisemaan signaali ccoa-toimilohkoon, jotta toimilohkon out-arvo on muokattavissa.



Kuvio 2. FBCad Function Test -näkyvä, jossa on mittausarvot näkyvissä jokaisessa testipisteessä

Edistyneempi virheenjäljitys on mahdollista konsolipohjaisella debugger-työkalulla, mahdollistaen mm. syvemmälle muuttujien arvoihin pääsyn. Myös osaan toimilohkoista, kuten seuraavan osion simulointipiireihin, on mahdollista päästä käsiksi vain debuggerilla. Jokaisella Valmet DNA -järjestelmäpalvelimella on ennalta määriteltävä määrä debugger-työkalupaikkoja, jotka käynnistyessään avaavat kuvion 3 mukaisen ikkunan. Isommilla palvelimilla voi olla useampia käyttäjiä, joten käyttäjä voi käyttää Telnet-sovellusta yhdistääkseen vapaaseen debuggeriin. Oletuksena komento `Telnet localhost 1234` yhdistää ensimmäiseen debuggeriin ja seuraavat jatkuvat porttinumeroiden mukaan.



```
CD01
Bonded ethernet if:1 main:DNA_PB1 reserve:DNA_PB2
Multicast address 1 239.0.171.0 interface 127.0.0.1
Using HW address 0x202a token 1

New crash reports will be added to DNACrashlst_15112022.log
New event reports will be added to DNAeventlst_15112022.log

Event handler started

Diagnostic Station for WINNT
Manager user

Reading typefiles C:\dna\Shared\types\@dna_types

1a% _
```

Kuvio 3. Debugger-ikkuna

Yleisimpiä testaustapoja on kuviossa 4 tapahtuva analogiasignaalin arvon lukeminen p v :e:pr:TAG\_CODE:av ja signaalin katkaiseminen ehdollisen kopioinnin toimilohkon (cco) avulla. Kuviossa ensin määritellään 1cco-toimilohkon cnd-muuttujan arvo nolaksi, jolloin out-muuttuja ei saa arvoa in-nastasta. Kuviossa kirjoitetaan suoraan out:a-muuttujaan, jolloin ei tarvitse määrittää analogiasignaalin sisältämää fault-signaalia.

```

CD01
4a% p v :e:pr: :av
Print Variable
Lid CP01 found.
IS ana <0.000> <+.00000000+00>

5a% m v :e:pr: :F:1ccoa:cnd
Modify Variable
Lid CP01 found.
:e:pr: :F:1ccoa:cnd IS bin <1><0x1> 0
ok? (y/n)

6a% m v :e:pr: :F:1ccoa:out:a
Modify Variable
Lid CP01 found.
:e:pr: :F:1ccoa:out:a IS float <0.000> <+.00000000+00> 50
ok? (y/n)

7a% p v :e:pr: :av
Print Variable
Lid CP01 found.
IS ana <50.000> <+.50000000+02>

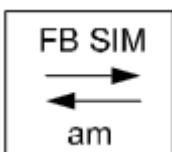
8a% _

```

Kuvio 4. Debuggerilla piirin signaalin katkaiseminen

### 3.3 Simulointi Valmet DNA -järjestelmässä

Valmet DNA -ympäristön simuloiminen järjestelmän mukana tulevilla simulointipiireillä vaatii kuvion 5 mukaisen toimilohkon piiriin, jota halutaan simuloida. Simulointitoimilohkoja löytyy myös muun tyyppisiin mittaus- ja ohjauspiireihin.



Kuvio 5. Esimerkki simulointitoimilohkosta (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019)

Simulointitoimilohkon lisääminen piiriin avaa kuvion 6 mukaisen ikkunan, jolla määritetään simulointipiiri. Kuviossa näkyy Valmet DNA -järjestelmän mukana tulevien mallipohjien (Template) valmiit määrytykset Formula-sarakkeessa. Formula-sarakkeen tiedoista löytyy tarkemmin myöhemmistä Valmet DNA -järjestelmän simulointipiirien kuvioista.

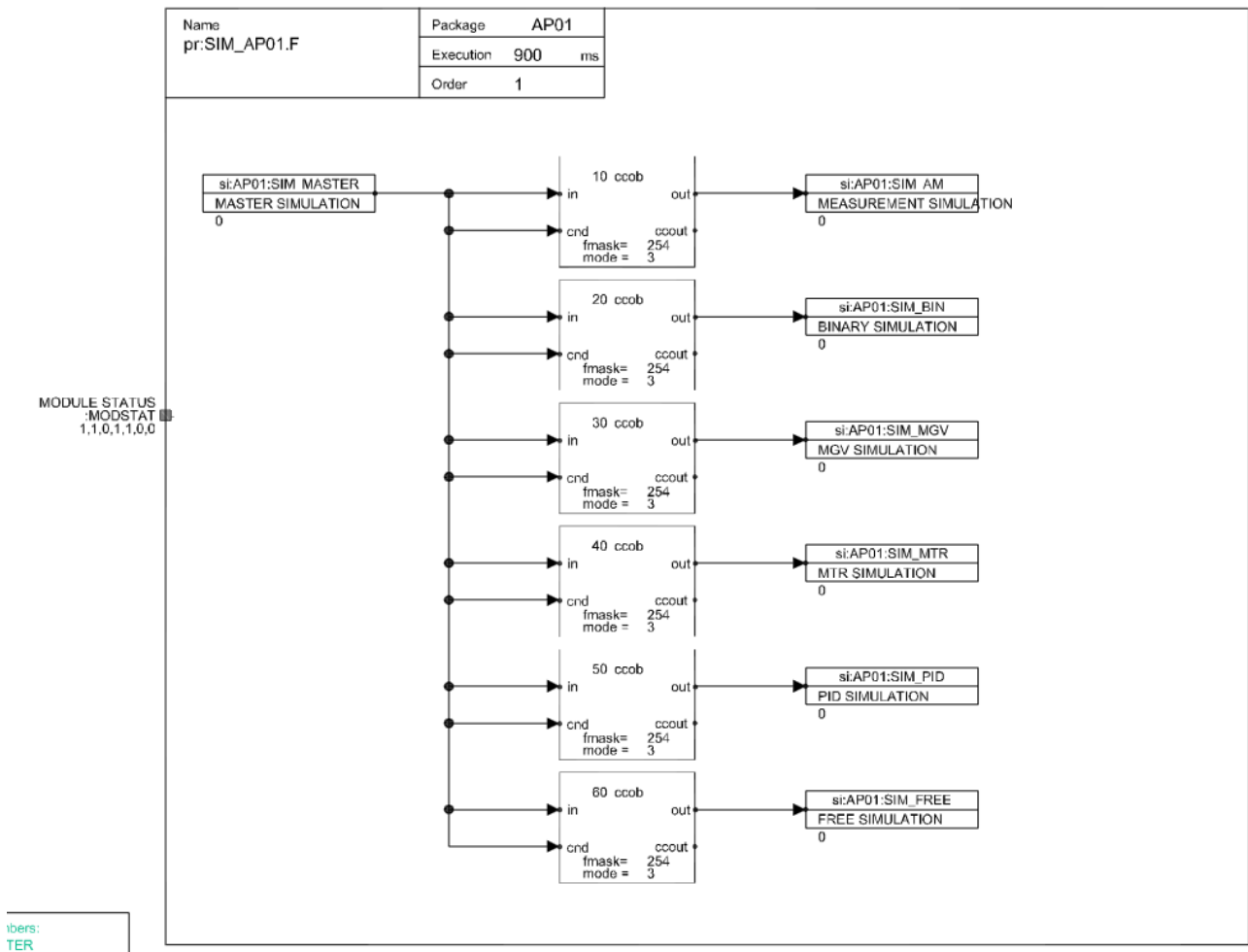
Prompt	Value	Formula
SIMULATION MODULE NAME	A10	\$(TAG)
DEVICE TAG	pr:A10m1.l	pr:\$(DEVICETAG1).l
DISPTAG	A10	\$(TAG)
PACKAGE IDENTIFIER	CP01	\$(PACKAGE)
EXECUTION INTERVAL<ms>	900	\$(EXE)
EXECUTION ORDER	1	

Hide Formulas    Function formula:     Typehelp

OK    Cancel

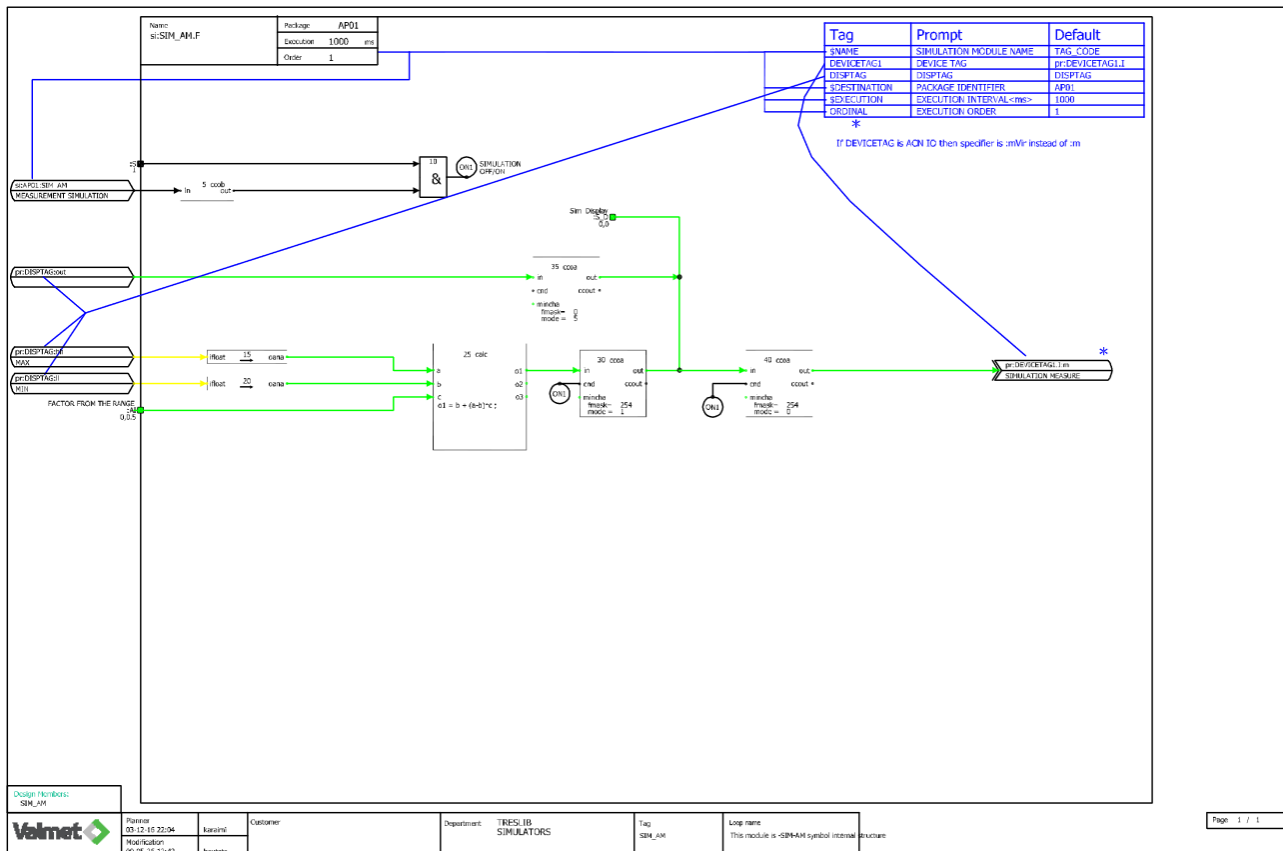
Kuvio 6. Simulointitoimilohkon attribuutti-ikkuna

Simulointi tarvitsee myös kuvion 7 ohjauspiirin, jolla ohjataan prosessiasema kohtaisesti simulointia. Portille si:AP01:SIM\_MASTER pystytään tekemään valvomonäyttöön painonapin, jolloin simuloinnin päälle ja pois kytkentä on helppoa. Simulointia pystytään ohjaamaan myös simulointityyppi kohtaisesti.



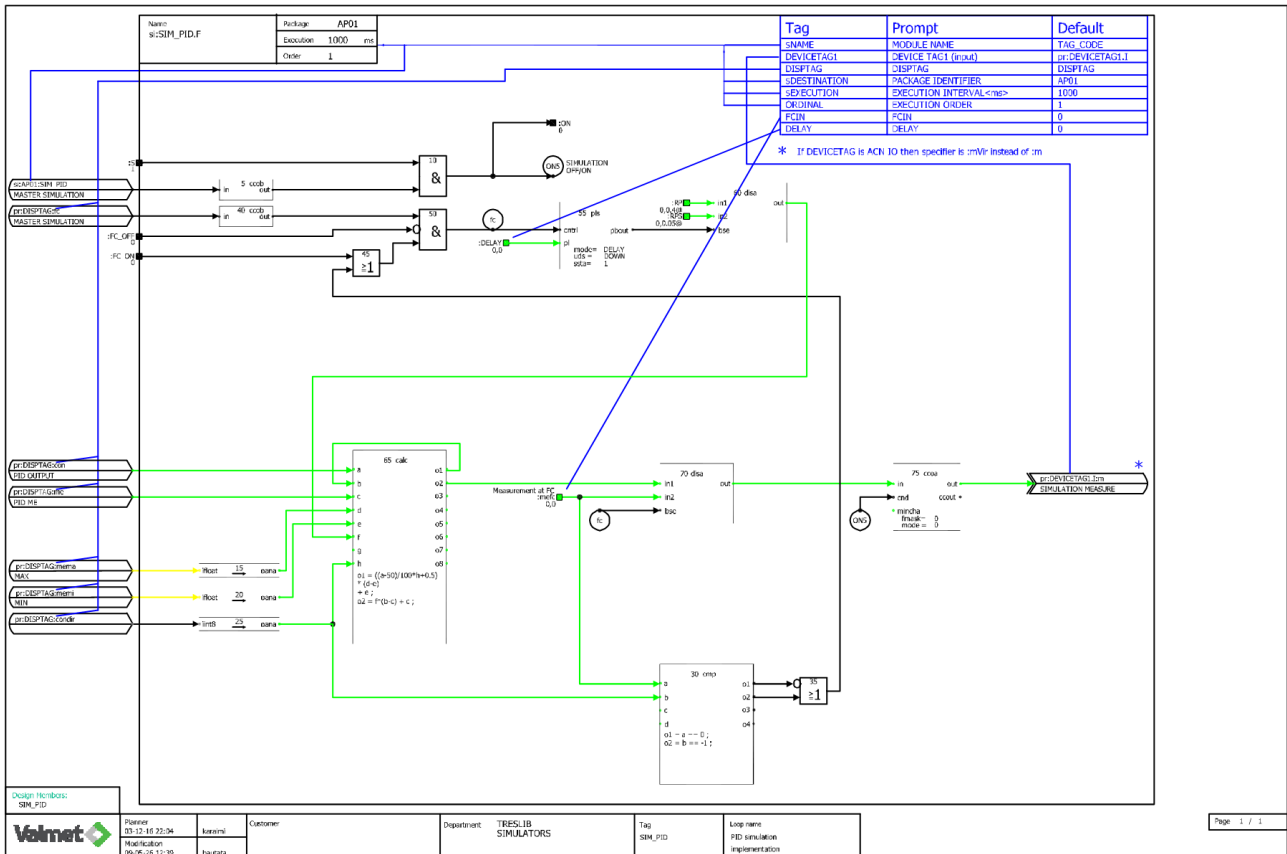
Kuvio 7. Esimerkki prosessiasema kohtaisesta simuloinnihallintapiiristä (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019)

Valmet DNA- automaatiojärjestelmän mukana tulevissa kuvion 8 analogiamittaus simulointitoimilohkojen piireissä ei ole paljoa toiminnallisuutta, mutta niitä pystyy käyttämään pohjana edistyneempään simulointiin. Esimerkiksi kirjoittamalla :S\_D sisääntulo nastaan pystytään integroimaan omat simulointipiirit Valmet DNA -järjestelmän omiin simulointipiireihin, jolloin myös pystytään muuttamaan simuloitavia mittauksia suoraan valvomonäytöiltä.



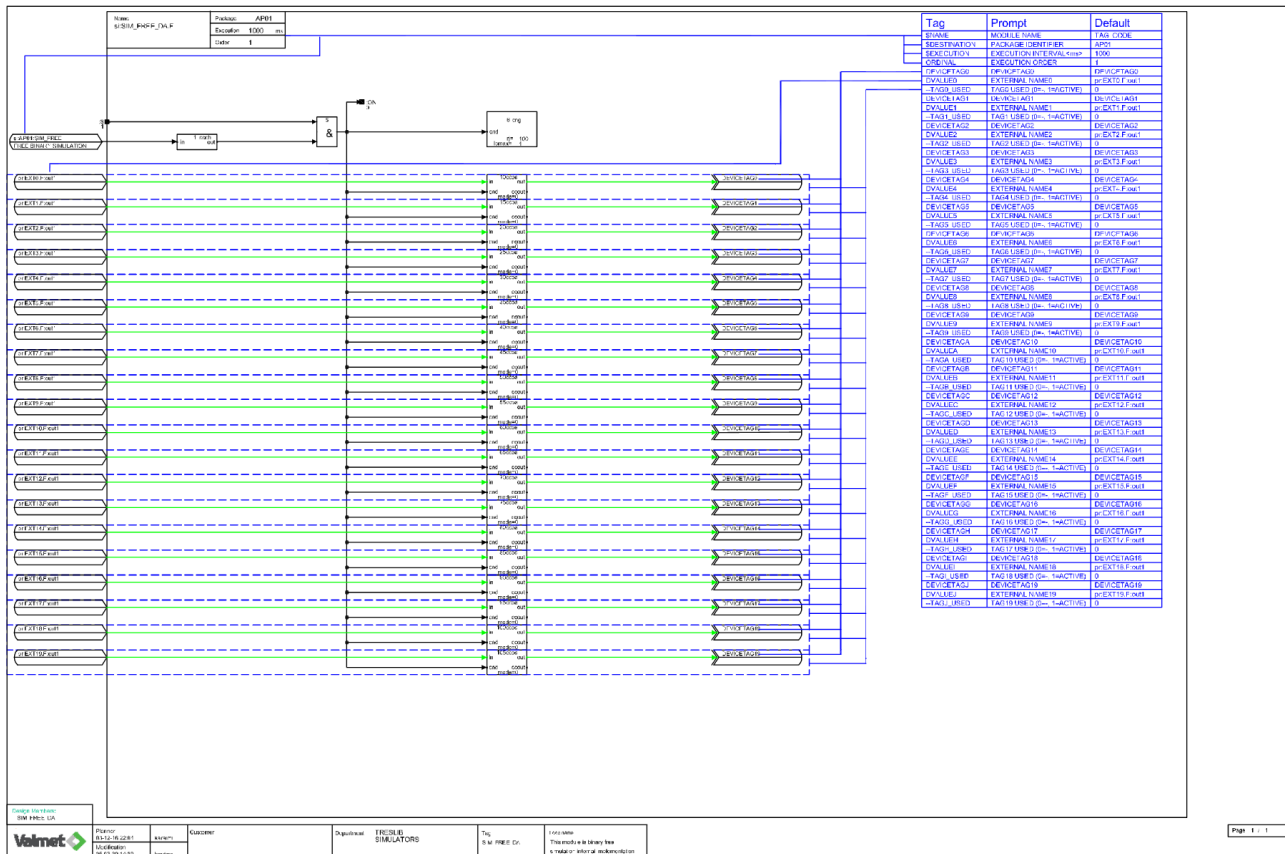
Kuvio 8. Valmet DNA ympäristön mukana tuleva AM simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019)

PID-toimilohko kuviossa 9 tarjoaa edistyneimmät simulointimahdollisuudet DNA-järjestelmän valmiista simulointipiireistä. Simuloinnin toimivuuden kannalta on tärkeää, että simulointiparametrit ovat kohdallaan, koska mittauksen minimi- ja maksimiarvot haetaan simuloitavalta piiriltä. Kun simulointi on päällä, lasketaan kohdearvoa lähenevä arvo joka suorituksella. Myös tilan pakkomäärittäminen on käytettävissä.



Kuvio 9. Valmet DNA ympäristön mukana tuleva PID simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019)

Myös yksinkertainen takaisinkytkentä kuviossa 10 on osa simulointikonaisuutta. Piirillä pystytään palauttamaan signaali ulostulosta takaisin sisääntuloon ja keskeyttämään simulointi pääohjauspiirin avulla.



Kuvio 10. Valmet DNA ympäristön mukana tuleva analogisten signaalien simulointipiiri (Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual 2019)

### 3.4 Template-mallipohjat

Suuri osa piireistä luodaan valmiista mallipohjista eli templateista. Kuviossa 11 on yksi Valmetin tarjoamista analogiamittauksen mallipohjista. Mallipohjien avulla pystytään luomaan kerralla massoittain piirejä, mutta myös yksittäisiä piirejä on nopea luoda suoraan pohjasta. Mallipohjissa on valmiiksi määriteltynä Design Members -määrittelyt, jolloin kaikkea tietoa ei välttämättä tarvitse erikseen syöttää.

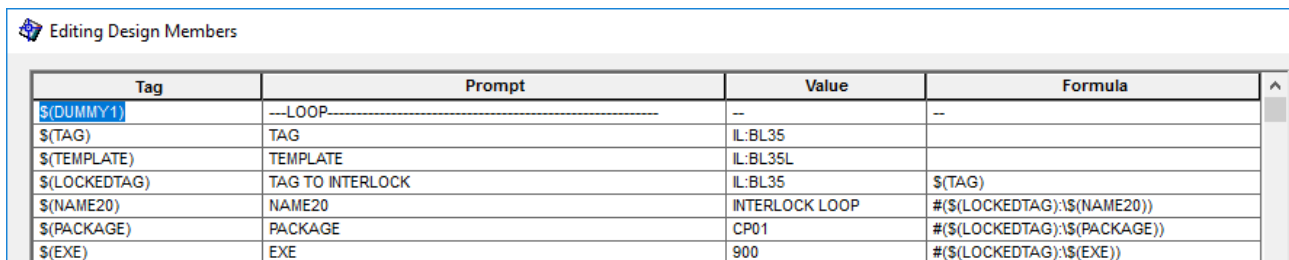


\$(NAME) = Test loop	\$(NAME) = Test	\$(NAME) = Test loop
\$(KP) = 22	\$(K) = 33	\$(K) = 33

Taulukko 1. Esimerkki Design Member -määrittelyjen käyttäytymisestä (Valmet DNA Explorer – Valmet DNA n.d.)

### 3.5 Lapsipiirit (Child)

Valmet DNA -ympäristö on tukenut viime vuosina vanhempi-piirien (Parent) tietoja periviä lapsipiirejä. Kuten aiemman osion taulukossa nähtiin, niin mallipohjilla pystytään käyttämään pysyvää tietoa, vaikka piirien pohjat vaihtuvat. Lapsipiirit pystyvät perimään määrittelyillä vanhempi-piirien tiedot, jolloin ne pystyvät hakemaan niiden muuttujien tietoja ilman, että esim. tarvitsisi määrittellä tuloporttia. Kuviossa 12 on esimerkkinä, miten tietoa pystytään hakemaan vanhempi-piiristä.



Tag	Prompt	Value	Formula
\$(DUMMY1)	---LOOP-----	--	--
\$(TAG)	TAG	IL:BL35	
\$(TEMPLATE)	TEMPLATE	IL:BL35L	
\$(LOCKEDTAG)	TAG TO INTERLOCK	IL:BL35	\$(TAG)
\$(NAME20)	NAME20	INTERLOCK LOOP	#\$\$(LOCKEDTAG):\$(NAME20))
\$(PACKAGE)	PACKAGE	CP01	#\$\$(LOCKEDTAG):\$(PACKAGE))
\$(EXE)	EXE	900	#\$\$(LOCKEDTAG):\$(EXE))

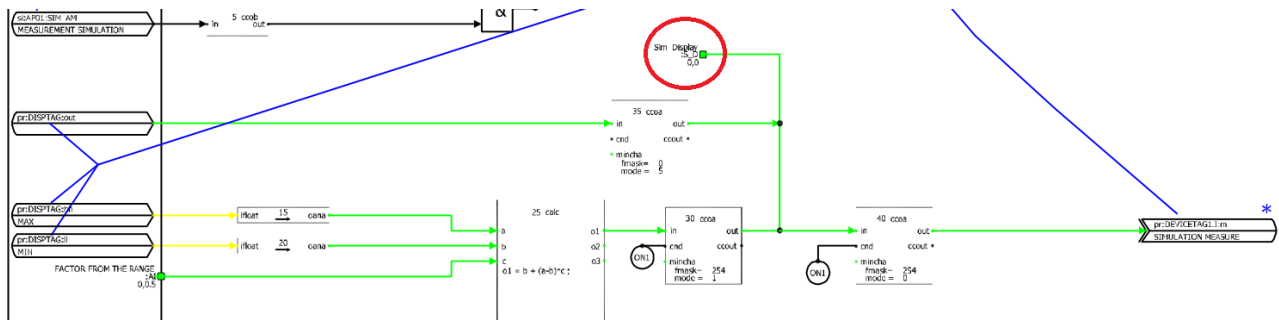
Kuvio 12. Lapsipiirin tietojen periminen

## 4 Tulokset

Simulointi rakentui valmiiden Valmet DNA -ympäristön simulointitoimilohkojen päälle, jolloin on mahdollista hyödyntää niiden toiminnallisuutta ja parannella missä oli eniten puutteita. Automaation sovellussuunnittelun testauksessa on tarpeellista testata erilaisia virhetiloja, joten simuloinnin tarkkuus ei ole tarpeen.

Suuri osa prosesseista on tavaran pumppaamista säiliöstä toiseen, jolloin oli järkevää lähteä rakentamaan simulointia pumpun simuloinnista. Tuotannossa käytettävä laitteisto pitäisi tässä vaiheessa suunnittelua olla jo tiedossa, joten simulointiin pystyy syöttämään tarvittavia tietoja kuten

säiliöiden koko ja pumpun tuottama virtaama. Simuloimalla pumpun tuottamaa virtausta aikayksikköä kohti pystytään johtamaan myös pinnan-, paineen- ja virtauksenmittaukset. Analogia-mittaussimulointipiirit syöttävät tietoa simulointitoimilohkojen kuvion 13 :S\_D-nastaan, jolloin valvomonäyttöiltä syötettävät arvot tallentuvat, vaikka simulointi on käynnissä.



Kuvio 13. :S\_D-nasta ympyröity punaisella

## 4.1 Template-mallipohjat

Simulointipiirit rakentuvat lapsipiireiksi lukkiopiirien tapaan, jolloin on integroitavuus nykyisiin järjestelmiin ja toteutustapoihin onnistuu. Lapsipiirit hakevat tärkeimmät tiedot vanhempi-piireiltä ja linkitykset mm. muiden piirien simulointeihin ja venttiilien tiloihin pitää määritellä erikseen. Lapsisimulointipiirejä ovat: pumppu, virtaus-, paine- ja pintamittaus.

Pumppupiirin virtaussimulointi on simuloinnin lähtökohta. Piiriin syötetään pumpun mahdollisimman virtaama. Simulointi huomioi mm. venttiilien asentoja, pumpun tehokäyriä ja nesteiden hitauksia. Kun on laskettu vakioitu virtaama, pystytään tämä tieto johtamaan muihin simulointipiireihin.

## 5 Pohdinta

Suunnitellessani opinnäytetyön toteutusta tuntui, että aiheessa on paljon mahdollisuuksia ja selvittävää, mutta toteutuksen aikana kävi huomattava laajuuden raja selväksi. Ennen piirien suunnittelua keskustelin useamman eri suunnittelijan kanssa toteutustavoista ja tavoitteista. Myös prosessin aikana sain useita mielipiteitä, miten toteuttaa piirien suunnittelu, joten lopulta päädyin ratkaisuun mikä toivottavasti sopii useimmille ja pitäisi olla myös muokattavissa tarpeen vaatiessa.

Rakensin ja testasin simulointia oman koneen virtuaalikoneessa, jolloin myös DNA-ympäristön käyttöönotto ja ongelmienselvitys tuli tutuksi. Huomasin omalla koneella virtualisoimalla, että DNA-ympäristö käynnistyy hitaasti ja vähän resursseja käyttäen. Tämän takia ja muilta vinkkinä kuultuna, saattaa simuloinnin skaalaaminen tehtaan kokoiseen projektiin tuottaa haasteita. Suoritusajan muuttaminen omiin simulointipiireihin saattaa ratkaista tämän, mutta asia selvinnee käytännössä.

## Lähteet

Beizer, B. 1995. Black-box Testing: Techniques for Functional Testing of Software and Systems. New York: Wiley c1995. Viitattu 14.7.2022. <https://janet.finna.fi>, Skillsoft Books ITPro.

Banks, J. 1998. Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. Wiley 1998. Viitattu 26.7.2022. <https://janet.finna.fi>, Knovel General Engineering & Project Administration Academic.

System architecture – Valmet DNA. N.d. Artikkele Valmetin sivustolla. Viitattu 27.7.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/system-architecture/>

Valmet DNA Explorer – Valmet DNA. N.d. Artikkele Valmetin sivustolla. Viitattu 1.8.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/engineering-maintenance-tools/valmet-dna-explorer/>

Valmet DNA User Interface – Valmet DNA. N.d. Artikkele Valmetin sivustolla. Viitattu 1.8.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/user-interface/>

Laatu automaatiassa - parhaat käytännöt. 2001. Suomen Automaatioseura ry. Viitattu 10.8.2022. <https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/1426/laatuautomaatiassa.pdf>

Hoernicke, M. & Greifeneder J. 2011. Next Generation Factory Acceptance Test. Julkaisu researchgate.net nettisivustolla. Viitattu 14.8.2022. [https://www.researchgate.net/profile/Mario-Hoernicke/publication/224341544\\_Next\\_Generation\\_Factory\\_Acceptance\\_Test/links/09e415049a1f10bca8000000/Next-Generation-Factory-Acceptance-Test.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mario-Hoernicke/publication/224341544_Next_Generation_Factory_Acceptance_Test/links/09e415049a1f10bca8000000/Next-Generation-Factory-Acceptance-Test.pdf)

Valmet DNA Engineering Loop Simulation Manual. 2019. Valmet Automation Oy. Viitattu 13.9.2022.

## **Liitteet**

### **Liite 1. Simulointipiirit (salassa pidettävä)**









**Liite 2. Simulointipiirien käyttöohje (salassa pidettävä)**