

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ANTTI HELASSALO

HiQuad X turvalogiikan elinkaari- päivitys Valmet DNA järjestelmässä

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Helassalo, Antti: HiQuad X turvalogiikan elinkaaripäivitys Valmet DNA järjestelmässä

Opinnäytetyö, AMK

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Toukokuu 2025

Sivumäärä: 43

Opinnäytetyön aiheena oli kehittää Valmet Automationille valmiita uudelleenkäytettäviä FbCAD mallipiirejä ja työohje HIMA HiQuad X turvalogiikoiden elinkaaripäivitysprojekteja varten. Aikaisemmin elinkaaripäivityksiä on tehty monella eri tavalla tekijästä riippuen ja tekotapaa haluttiin yhdenmukaistaa tämän kehitystyön avulla. HiQuad X päivitysprojekteja varten ei myöskään ollut laajaa työohjetta, joten sellainen luodaan tekemisen avuksi.

Valmiiden projektien FbCAD piirejä käytettiin pohjana uusia mallipiirejä varten, joilla luodaan kommunikaatio Valmet DNA järjestelmän ja HIMA turva-automaatiojärjestelmän välille. Mallipiireillä luetaan erityyppisiä muuttujia ja diagnostiikkaa HIMA järjestelmästä ja myös lähetetään muuttujien arvoja HIMA järjestelmään Valmet DNA järjestelmästä. HiQuad X elinkaaripäivitysprojektien työohjeeseen lisättiin Valmet DNA:n ja HIMA:n välisen kommunikaation periaate, mallipiirien esittely ja käyttöohjeet, turvalogiikan fyysiset ja ohjelmalliset muutokset sekä muita oleellisia tietoja elinkaaripäivityksistä.

Kehitystyön lopputuloksena syntyi toimivia FbCAD mallipiirejä, joilla voidaan luoda safeEDR-kommunikaatiolinkki Valmet DNA ja HIMA järjestelmien välille sekä työohje, joka toimii työntekijöiden apuna elinkaaripäivityksissä. Kehitystyön avulla onnistuttiin nopeuttamaan työprosessia ja helpottamaan tiedonhankua. Jatkossa työohjetta kehitetään lisää kehityskohteiden ja tarpeiden ilmetessä.

Avainsanat: Valmet, teollisuusautomaatio, automaatiojärjestelmät, ohjelmoitavat logiikat

ABSTRACT

Helassalo, Antti: HiQuad X safety logic lifecycle update in Valmet DNA system
Bachelor's thesis
Electrical and Automation Engineering
May 2025
Number of pages: 43

The subject of this thesis was to develop reusable FbCAD templates and new work instructions for HIMA HiQuad X safety logic lifecycle update projects. Previously there have been many ways workers have created a communication link between Valmet DNA and HIMA systems and the objective of this development work was to make the workflow more uniform. There also hadn't been a complete instruction document for HiQuad X lifecycle update projects so a new instruction document was created.

FbCAD applications from completed projects were used as a base for creating reusable templates for creating a communication link between Valmet DNA and HIMA systems. Created templates are used to read and write different types of variables and diagnostics between Valmet DNA system and HIMA safety system. The new instruction document consisted of a basic overview of Valmet DNA and HIMA communication, instructions for created templates, hardware and software changes in lifecycle updates and other relevant information.

The result of this development work was an FbCAD template package used for creating a safeEDR-communication link between Valmet and HIMA and a document for assisting workers in HiQuad X lifecycle update projects. This thesis speeded up the work process and lessened the time used for information searching. The work instruction document created will be further developed when new needs show up in the future.

Keywords: Valmet, industrial automation, automation systems, programmable logics

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 5 |
| 2 KEHITYSTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE..... | 6 |
| 3 VALMET OY | 8 |
| 3.1 Valmet Automation Oy..... | 9 |
| 4 OHJELMISTOT JA LAITTEET | 10 |
| 4.1 Valmet DCS..... | 10 |
| 4.1.1 Valmet DNA automaatiojärjestelmä | 10 |
| 4.1.2 Valmet DNA Explorer..... | 12 |
| 4.1.3 Valmet DNA Function Black CAD | 12 |
| 4.2 HIMA | 13 |
| 4.2.1 HiQuad | 13 |
| 4.2.2 HiQuad X..... | 13 |
| 4.2.3 SilWorX..... | 14 |
| 4.2.4 SafeEthernet..... | 14 |
| 4.3 SafeEDR integrointi Valmet DNA järjestelmään | 14 |
| 5 TYÖMENETELMÄT | 15 |
| 6 TOTEUTUS..... | 16 |
| 6.1 Virtuaaliympäristön alustus..... | 17 |
| 6.2 Templatet | 20 |
| 6.3 Testausprosessi | 27 |
| 6.4 HiQuad X työohje | 31 |
| 7 TULOKSET | 32 |
| 8 YHTEENVETO..... | 33 |
| LÄHTEET | 35 |
| LIITTEET | 38 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli kehittää Valmet Automationille HIMA HiQuad X turvalogiikan elinkaaripäivitysprojekteja varten uudelleenkäytettäviä sovelluspiirejä eli templateja FbCAD ohjelmalla HIMAN SafeEthernet-protokollan kommunikaatiolinkkiä varten Valmet DNA järjestelmään ja luoda uusi työohje olemassa olevan työohjeen pohjalta. HiQuad X päivitysprojekteissa vanhat HIMA HiQuad turvalogiikat korvataan uudemmalla HIMA HiQuad X turvalogiikalla, jonka myötä kommunikaatioprotokolla Valmet DNA automaatiojärjestelmän kanssa muuttuu HIMA:n Ethernet infrastruktuuriin pohjautuvaan SafeEthernet kommunikaatioprotokollaan.

SafeEthernet kommunikaatiolinkin luominen Valmet DNA järjestelmään on aikaisemmin vaatinut paljon manuaalista työtä, jota olisi mahdollista nopeuttaa ja helpottaa käyttövalmiiden templatejen avulla. SafeEthernet kommunikaatiolinkkejä on myös tehty monella eri tavalla tekijästä riippuen ja tämän kehityksen avulla tekotapaa saataisiin yhdenmukaistettua ja eri tekotapoja dokumentoitua. Vanha työohje elinkaaripäivityksiä varten oli myös suppeahko ja se haluttiin päivittää sisältämään lähes kaikki olennainen HiQuad X päivitysprojekteihin liittyen. Uuteen työohjeeseen sisältyy SafeEthernet protokollan ja safeEDR-kommunikaatiolinkin periaate, templatejen käyttöohjeet, muut tekotavat kommunikaatiolinkille, safeEDR diagnostiikkapiirien käyttö, fyysisten laitteiden ja ohjelmallisuuksien muutokset ja FAT ympäristön alustus.

SafeEthernet kommunikaatiolinkkiä varten Valmet DNA järjestelmään luodaan FbCAD ohjelmalla safeEDR linkkipiirejä eli sovelluksia, joilla luetaan HIMA järjestelmän eri muuttujatyyppeiden rekistereitä 100 muuttujan joukoissa ja nämä rekisterit kerätään yhteen piiriin, josta ne lopuksi luetaan toisen piiriin kautta Valmet DNA järjestelmään. Kommunikaatiota suoritetaan myös toiseen suuntaan, jolloin Valmet DNA järjestelmästä lähetetään tietoja HIMA järjestelmään

samalla periaatteella. Muuttujien kuten binääri ja analogiatietojen lisäksi HIMA järjestelmän diagnostiikkaa luetaan Valmet DNA järjestelmään.

Aikaisemmin jokaisen rekisterin kaikki muuttujat ja muut attribuutit on täytynyt syöttää linkkipiireihin manuaalisesti ja piirejä piti monistaa käsin eri rekisterialueille. Tämä vie paljon aikaa, sillä muuttujia saattaa olla projektissa jopa tuhansia ja tätä työmäärää haluttiin pienentää luomalla safeEDR linkkipiireistä käyttövalmiita templateja. Templaten avulla onnistuu generoida suuria massoja käyttövalmiita piirejä Excelin tai Valmet DNA:n kautta ja manuaalisen työn määrä vähenee murto-osaan aikaisemmasta. Valmiit templatet ja uusi työohje tullaan tallentamaan pakettina Valmetin tietokantaan, josta niitä voidaan yrityksen sisäisesti hyödyntää tulevissa HiQuad X elinkaaripäivitysprojekteissa.

2 KEHITYSTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Kehitystyön tavoitteena oli luoda käyttövalmis template paketti ja työohje tulevia HiQuad – HiQuad X elinkaaripäivitysprojekteja varten Valmet Automationin työntekijöiden hyödynnettäväksi. Uusien kyberturvallisuusdirektiivien ja elinkaaren päättymisen myötä vanhoja HiQuad turvalogiikoita on alettu päivittämään HiQuad X turvalogiikoihin. HiQuad X päivitysprojektien kysynnän ja tarpeen lisääntymisen myötä kehitystyö tulee tilaajayritykselle ajankohtaiseksi. Turvalogiikan päivitysprosessista ei ole vielä selkeää ohjeistusta, joten päivitysprojekteja on tehty monella tavalla tekijästä riippuen. Tämä voi aiheuttaa hankaluuksia tulevaisuudessa esimerkiksi järjestelmän vikaantuessa, jos ainoastaan HiQuad X elinkaaripäivityksen projektille tehnyt työntekijä tietää miten ohjelmallinen kommunikaatioprotokollan muutos on tehty eikä tietoa ole muualla helposti saatavilla. Kehitystyön avulla HiQuad X päivitysprojektien teko tapaa saadaan yhdenmukaistettua, joka nopeuttaa työn tekemistä ja säästää aikaa mahdollisissa vikatilanteissa.

HiQuad X käyttää HIMA:n kehittämää SafeEthernet protokollaa kommunikointiin, jota varten Valmet DNA järjestelmään täytyy luoda safeEDR linkkipiirejä kommunikaation muodostamiseksi järjestelmien välille. HIMAN SafeEthernet-protokolla on Ethernet infrastruktuuriin perustuva tiedonsiirtoprotokolla, joka täyttää teollisuuden turvallisuusvaatimukset mukaan lukien SIL3 ja SIL4 (CENELEC) sertifikaatit. (HIMA, n.d.-e.) Safety Integrity Level eli SIL määrittelee turvatoiminnon eheystason asteikolla 1–4. Turvatoiminnolla tarkoitetaan toimintoa, jolla tunnistetaan ja estetään vaarallisia tapahtumia ja palautetaan prosessi turvalliseen tilaan automaattisesti. Turvatoiminnon eheystaso määritellään koko toiminnolle ei pelkästään yksittäiselle laitteelle. SIL taso määritellään vikaantumistodennäköisyyden PFD_{avg} (Probability of Failure on Demand) tai PFH (Probability of Failure per Hour) ja riskinvähennyskyvyllä RRF (Risk Reduction Factor). Vikaantumistodennäköisyys PFD_{avg} on laitetoimittajan laskennallinen tai yleisiin vikaantumistodennäköisyyksiin pohjautuva arvo ja sillä mitataan laitteiden ja ohjelmistojen satunnaista vikaantumista. Satunnaisten vikojen mahdollisuutta ei voida poistaa kokonaan mutta niiden todennäköisyys voidaan laskea. Riskinvähennyskykyä RRF käytetään asteikkona ilmaisemaan turvatoiminnon riskien vähennyksen määrää. SafeEthernet on luokiteltu SIL 3 tason turvatoiminnoksi. SIL 3 ilmaisee huomattavan tason riskinvähennyskykyä. Se on toiseksi korkein SIL taso ja sitä käytetään tyypillisesti prosesseissa tai sovelluksissa, joissa vikaantuminen saattaa aiheuttaa katastrofaalisia seurauksia. SafeEthernetillä on myös SIL 4 (CENELEC) sertifikaatti, joka on erillinen luokitus raideteollisuuden sovelluksille. (Tukes, 2021.) (ORS Consulting, 2024.)

HiQuad X päivitysprojekteissa vanhat HiQuad turvalogiikalle tehdyt FbCAD sovelluspiirit jätetään ennalleen ja luodaan uusi safeEDR-kommunikaatiolinkki Valmet DNA järjestelmään HiQuad X turvalogiikkaa varten. Aikaisemmin safeEDR-linkkipiirit tehtiin kokonaan käsin, johon kului paljon aikaa. Tavoitteena oli luoda linkkipiirejä varten templateja eli uudelleenkäytettäviä mallipiirejä, joiden avulla tarvittavat rekisterit voidaan generoida Excelin kautta helposti. Template on FbCAD mallipiiri, jota voidaan käyttää piirien luomiseen, kopioimiseen, monistamiseen tai päivittämiseen. Templatejen avulla on mahdollista

luoda ja muokata yhdenmukaisia piirejä nopeasti ja täten parantaa tehokkuutta. (Koponen, 2021).

SafeEDR rekistereihin luetaan erilaisia muuttujia kuten binääri ja analogia tuloja ja lähtöjä, joita luetaan 100 muuttujan rekistereissä ja nämä muuttujat kirjoitettiin aikaisemmin käsin jokaiseen piiriin. Koska HiQuad X safeEDR kommunikaatiopiirit ovat jokaisessa projektissa samanlaisia ja vain tarvittavat rekisterialueet vaihtelevat, oli mahdollista kehittää tätä työvaihetta varten templateja, jotka nopeuttavat työvaiheeseen kuluvaan aikaan moninkertaisesti. Periaatteena oli luoda jokaiselle muuttujatyypille ja erilaiselle piirille oma template, jolla voidaan generoida Excelin kautta tarvittavat muuttujat piireihin valmiiksi ilman muuttujien manuaalista syöttämistä piireihin yksitellen. Templatejen lisäksi työhön kuului uuden HiQuad X elinkaaripäivitysprojektien työhöjeen luonti vanhan ohjeen pohjalta.

Uuden työhöjeen tavoitteena on auttaa päivitysprojektien tekemisessä ja vähentää tiedonhakuun kuluvaan aikaan keräämällä kaikki oleellinen tieto ohjelmallisista ja fyysisistä muutoksista yhteen dokumenttiin. Valmiit templatet ja työohje tallennetaan Valmetin sisäiseen tietokantaan, josta niitä voidaan käyttää HiQuad X päivitysprojektien tekemisen avuksi.

3 VALMET OY

Valmet Oy on yksi maailman johtavista toimijoista eri prosessiteollisuuden aloilla, kuten prosessiteknologian, sellu-, paperi- ja energiateollisuuden aloilla. Valmet tarjoaa myös automaatio- ja virtauksensäätöratkaisuja ja palveluita laajemmalle asiakaskunnalle. Valmet työllistää maailmanlaajuisesti yli 19000 työntekijää ja yhtiön liikevaihto oli 5,4 miljardia euroa vuonna 2024.

(Valmet, n.d.-g.)

Valmet Oy:n liiketoiminta on jaettu viiteen eri liiketoimintalinjaan ja maantieteelliseen alueeseen. Vuonna 2024 liiketoimintalinjat pienimmästä suurimpaan liikevaihdoltaan olivat automaatiojärjestelmät, virtauksensäätö, sellu ja energia, paperi ja suurimpana palvelut. Maantieteellisistä alueista eniten liikevaihtoa oli EMEA:n alueella (Eurooppa, Lähi-itä, Afrikka) ja sen perässä tulivat Pohjois-Amerikka, Kiina, Aasian- ja tyynenmeren alue ja Etelä-Amerikka.

(Valmet, n.d.-e)

3.1 Valmet Automation Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Valmet Automation Oy ja opinnäytetyö tehtiin Valmet Automationin Tampereen toimipisteellä DCS-projektoinnin tiimissä. Valmet Automation Oy on osa Valmetin Automaatiojärjestelmät-liiketoimintalinjaa, joka tarjoaa automaatiotratkaisuja ja palveluita sellu-, energia-, paperi-, prosessi-, meri- ja kaasuteollisuuden yrityksille. Liiketoimintalinjan päätuotteisiin kuuluu DCS-automaatiojärjestelmät, QCS-laadunhallintajärjestelmät, teollisuuden sovellukset, analysaattorit ja mittaukset, teollisen internetin ratkaisut ja automaatiopalvelut. Automaatiojärjestelmät-liiketoimintalinja työllistää yli 2500 henkilöä 30 eri maassa ja sen tärkeimmät maantieteelliset markkina-alueet ovat EMEA (Eurooppa, Lähi-Itä ja Afrikka) ja Pohjois-Amerikka. (Valmet, n.d.-a.)



Kuva 1. Valmet logo

Tilikauden 2024 päätteeksi Automaatiojärjestelmät-liiketoimintalinjan liikevaihto oli 646 miljoonaa euroa, mikä oli noin 12 % koko Valmet Oy:n liikevaihdosta. Automaatiojärjestelmät-liiketoimintalinjan tilikauden 2024 saaduista tilauksista 41 % tuli EMEA:n alueelta, 30 % Pohjois-Amerikasta, 12 % Etelä-

Amerikasta, 9 % Kiinasta ja 9 % Aasian ja tyynenmeren alueelta. Saaduista tilauksista 58 % tuli sellu- ja paperiteollisuudelta ja 42 % energiateollisuudelta. (Valmet, n.d.-a.)

4 OHJELMISTOT JA LAITTEET

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyössä käytettyjä ja siihen liittyviä järjestelmiä, ohjelmistoja ja laitteita.

4.1 Valmet DCS

Distributed control system (DCS) eli hajautettu ohjausjärjestelmä on arkkitehtuuri, jota käytetään monimutkaisten teollisuuden prosessien valvomiseen ja hallintaan. DCS poikkeaa perinteisistä PLC-pohjaisista ohjausjärjestelmistä hajauttamalla ohjaustoiminnot moneen ohjaimeen ja laitteeseen parantaen järjestelmän luotettavuutta, skaalautuvuutta ja tehokkuutta. Valmet DCS järjestelmä yhdistää HMI käyttöliittymän (Human-machine interface), historian seuranta-toiminnot, tietokannat, hälytysten hallinnan ja konfiguraatioympäristön yhteen hajautettuun järjestelmään. Jokainen toiminto on sijoitettu omalle asemalleen, joita kutsutaan ohjaimiksi tai etäpääteyksiköiksi. Asemat ovat yhteydessä toisiinsa tukevan kommunikaatioverkon avulla, joka mahdollistaa saumattoman tiedonsiirron ja prosessien tarkan hallinnan. (Valmet, n.d.-b.)

4.1.1 Valmet DNA automaatiojärjestelmä

Valmet DNA on DCS-järjestelmä, joka on kehitetty täyttämään prosessiautomaation vaatimukset eri tarkoituksiin kuten sellutehtaille, paperikoneisiin, energiantuotantolaitoksiin, laivateollisuuteen ja prosessiteollisuuteen. Monipuolista DNA-järjestelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi prosessien ja koneiden ohjauksessa ja laadunhallintajärjestelmissä. Valmet DNA on myös

sertifioitu kyberturvallisuus standardeilla ISO 27001 ja IEC 62443-4-1. (Valmet, n.d.-f.)

Valmet DNA koostuu erilaisista työkaluista, joilla voidaan suunnitella ja hallita automaatioprosesseja. Se on skaalautuva ympäristö, jota voidaan käyttää pienissä ja suurissa järjestelmissä tarpeiden mukaan. Valmet DNA pitää sisällään työkalut Explorer, Engineering Function block CAD, Network designer, Field device manager ja Engineering Loop Auto Tuner. (Valmet, n.d.-d.)

DNA järjestelmän arkkitehtuuri mahdollistaa saman alustan hyödyntämisen monenlaisiin käyttötarkoituksiin kuten prosessien, koneiden, ajureiden ja laadun hallintaan sekä optimisaatioon. Skaalautuvaa arkkitehtuuria voidaan käyttää pienissä ja suurissa järjestelmissä tarpeesta riippuen. Valmet DNA arkkitehtuuri koostuu kolmesta pääkomponentista.

1. Operaattori työkalut tarjoavat käyttäjille valvomosta yritysjohtoon asti pääsyn samoihin tietoihin ja niiden avulla saadaan realistinen kuva prosessien toiminnoista. Käyttäjät voivat tarkkailla ja vaikuttaa prosessien toimintaan.
2. Ohjaimet, I/Ot ja käyttöliittymät pitävät sisällään kaiken automaatioon liittyvän, kuten hallinta-, kenttäväylä- ja optimisaatiotoiminnot. Nämä tukevat hajautettuja ja keskitettyjä järjestelmiä, sekä mahdollistavat liittämisen kolmannen osapuolen järjestelmiin. Korkea turvallisuustaso saavutetaan myös käytössä olevien turvainstrumentoitujen järjestelmien avulla, jotka sammuttavat käynnissä olevan prosessin määritellyillä ehdoilla.
3. Suunnittelu ja kunnossapito koostuu työkaluista, joilla suunnitellaan ja ylläpidetään prosessien automaatiota. Ne takaavat automaatioinvestoinnin turvallisuuden myös tulevaisuudessa.

(Valmet, n.d.-c.)

4.1.2 Valmet DNA Explorer

DNA Explorer on Valmet DNA automaatiojärjestelmän ydin, joka yhdistää muut DNA työkalut ja toimii konfigurointi- ja hallintatyökaluna kaikille sovelluksille, kenttäväylille, kenttälaitteille ja dokumenttien hallinnalle. Explorer toimii tehokkaasti niin isojen projektien hallinnassa kuin pienissä ylläpito tehtävissä ja sitä on mahdollista käyttää etäyhteyden välityksellä. Explorer pitää sisällään myös virtuaalisen testaus ominaisuuden, jolla sovelluksia voidaan testata ennen kuin ne ladataan fyysisille asemille toiminnan varmistamiseksi. Explorerin vahvuuksia ovat sen helppokäyttöisyys koko elinkaaren ajan, hallinta ja ohjelmointitoiminnot, tietokannat datalle ja tietokantojen varmuuskopiointi. (Valmet, n.d.-d.)

4.1.3 Valmet DNA Function Black CAD

Function block CAD lyhyesti FbCAD on graafinen toimilohkojen, sekvenssien ja linkkien yms. suunnitteluun tarkoitettu työkalu, jolla suurin osa DNA sovelluksista tehdään. FbCAD:issä suunnitellaan prosessia ohjaavat toimilohkot, sekvenssit sekä linkit ja luodaan käyttöliittymät sovelluksille. Sillä on mahdollista myös testata sovellukset virtuaalisesti ennen kuin ne ladataan fyysisille asemille. Luodut sovellukset tallennetaan DNA Explorerin arkistoon, josta niitä voidaan hallita ja ladata fyysisille asemille ja laitteille. (Valmet, n.d.-d.)

FbCAD toimilohkot ja konfiguraatiot tallennetaan suunnittelupalvelimen tietokantaan, josta niitä voidaan avata FbCAD:illa tai tulostaa pdf muotoon. FbCAD sovelluksia voidaan myös avata ja muokata DNA Explorerilla, jonka repositoriaan eli arkistoon FbCAD sovellukset yleisesti tallennetaan projekteissa. FbCAD toimilohkot toimivat samanaikaisesti sovelluksina käyvässä prosessiasemissa ja niiden graafisena dokumentaationa. Tämä varmistaa, että toimilohkojen dokumentaatio on aina ajan tasalla muokkauksienkin jälkeen. (Valmet, 2022, s.11)

4.2 HIMA

HIMA Paul Hildebrandt GmbH on saksalainen vuonna 1908 perustettu yritys, joka tarjoaa turva-automaattioratkaisuja maailmanlaajuisesti. HIMA tarjoaa tuotteita ja palveluita eri teollisuuden aloille kuten öljy- ja kaasua-, kemikaali-, energia- ja rautatieteollisuuden yrityksille. (HIMA, n.d.-a.)

4.2.1 HiQuad

HiQuad H41q/H51q on HIMA:n vuonna 1997 julkistettu turvalogiikka, jonka elinkaari siirtyi passiivi vaiheeseen vuonna 2020. Vanhoihin HiQuad logiikoihin tarjotaan varaosia vuoteen 2030 asti, jonka jälkeen logiikan elinkaari päättyy. Vanhoja HiQuad turvalogiikkoja on alettu korvaamaan uudemmalla vuonna 2018 julkaistulla HiQuad X H51X/H431X logiikalla. (HIMA, n.d.-c.)

4.2.2 HiQuad X

HiQuad X H51X/H41X on IEC61511 ja IEC62443 standardisoitu moderni turvalogiikka, jota käytetään tyypillisesti eri teollisuuden alojen turvasovelluksissa. Sitä voidaan käyttää keskitetyissä ja hajautetuissa automaatiojärjestelmissä. HiQuad X turvalogiikalla on myös SIL 3 tason luokitus. HiQuad voidaan korvata HiQuad X turvalogiikalla ilman suurta johdotusten tai I/O moduulien muuttamista, jolloin logiikan vaihto on sujuvaa. HiQuad X tukee 24:ää erilaista olemassa olevaa HiQuad turvalogiikan I/O moduulia ja uuteen HiQuad X H51X malliin voidaan lisätä jopa 16 I/O kehikkoa ja 256 I/O moduulia tarvittaessa. Pienempiin prosesseihin tarkoitettuun H41X malliin voidaan lisätä yksi I/O kehikko ja 28 I/O moduulia. HiQuad X voidaan yhdistää kolmannen osapuolen DCS järjestelmiin käyttäen kansainvälisiä kommunikaatio standardeja. (HIMA, n.d.-d.)

4.2.3 SilWorX

SilWorX on HIMA:n ohjelmointiympäristö, jota käytetään HIMA:n turvalogiikoiden ohjelmoimiseen. SilWorX on tarkoitettu turva-automaatiojärjestelmien sovelluksien suunnitteluun ja konfigurointiin.

(HIMA, n.d.-f.)

4.2.4 SafeEthernet

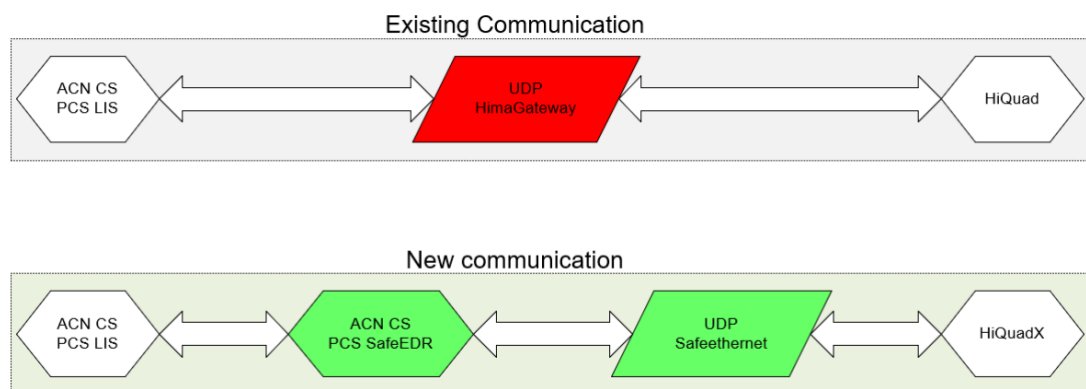
SafeEthernet on HIMA:n vuonna 1997 kehittämä tiedonsiirtoprotokolla turva-automaatiojärjestelmiä ja sovelluksia varten. SafeEthernet perustuu Ethernet teknologiaan ja se mahdollistaa HIMA turva-automaatiojärjestelmien kommunikoinnin keskenään ja integroinnin olemassa oleviin Ethernet pohjaisiin verkkoihin. SafeEthernet integroi turva-automaatiojärjestelmiin liittyvän ja ei liittyvän datan yhteen Ethernet verkkoon ilman turvallisuuden kompromisointia. Protokolla hyödyntää yleisesti saatavilla olevia kustannustehokkaita Ethernet komponentteja ja se mahdollistaa erilaisia verkon topologioita myös kyberturvallisuuden suhteen. SafeEthernet protokollalla on myös SIL3 ja SIL4 (CENELEC) sertifikaatit. (HIMA, n.d.-e.)

4.3 SafeEDR integrointi Valmet DNA järjestelmään

HiQuad turvalogiikka integroitiin Valmet DNA järjestelmään käyttäen HIMA:n HH-protokollaa, joka päivitetään HIMA:n safeEDR protokollaan HiQuad X turvalogiikkaa varten. Valmet DNA safeEthernet integraatio muodostuu kahdesta pääkomponentista. HIMA:n SILworX ohjelmistosta ja safeEDR ohjelmasta, jota suoritetaan Valmetin prosessiohjaimissa ja sen avulla muodostetaan yhteys HIMA:n järjestelmiin. SafeEDR konfiguraatio luodaan SILworX ohjelmistoon ja siihen määritellään Valmet DNA kohdejärjestelmän prosessiasemien tunnukset ja IP-osoitteet, joissa safeEDR ohjelmaa suoritetaan. Kuvassa 2 havainnoituna Valmet DNA järjestelmän ja HIMA järjestelmän välinen

SafeEthernet kommunikaatio vanhalla HiQuad logiikalla ja uudella HiQuad X logiikalla. (Valmet, 2023b)

SafeEDR:n avulla voidaan Valmet DNA järjestelmässä lukea HIMA:n turva-automaatiosovelluksen muuttujien arvoja sekä diagnostiikkaa ja lähettää arvoja HIMA järjestelmän suuntaan reaaliajassa. SafeEDR:n toimintaperiaatteenä on UDP protokolla eli User Datagram Protocol, jossa tietoa lähetetään suoraan kahden tietokoneen välillä ilman virallista yhteyden muodostamista ennen kuin tiedot on lähetetty. UDP protokollan avulla tietoja voidaan alkaa lähettämään ilman vastaanottajan hyväksyntää, joka mahdollistaa nopean kommunikaation ilman odotusta. Nopean kommunikaation kompromissina osa lähetetyistä tiedoista saattaa kadota matkalla, koska vastaanottava osapuoli ei vahvista tietojen saapumista. (Cloudflare, n.d.)



Kuva 2. Valmet DNA järjestelmien integraatio HIMA järjestelmään

5 TYÖMENETELMÄT

Kehitystyötä lähdettiin tekemään aikaisemmissa projekteissa käytettyjen piirien ja vanhan työohjeen pohjalta. Työtä varten luotiin virtuaaliympäristö, johon vanhat piirit tuotiin malliksi ja niiden pohjalta alettiin kehittämään templateja safeEDR-kommunikaatiolinkkiä varten. Vanhoista piireistä etsittiin elementtejä, joita voitaisiin generoida Excelin kautta massana vähentämään manuaalisesti tehtävää työtä. Tutkittiin myös millaisilla ominaisuuksilla ja kaavoilla piireihin saataisiin generoitua automaatiolla tarvittavat muuttujat ja tiedot.

Valmetin virallista template ohjetta käytettiin mallina uusien safeEDR templa-
tejen tekoon, jotta niistä saadaan yhdenmukaiset muiden virallisten templa-
tejen kanssa ja ne voidaan tallentaa Valmetin template kirjastoon. Uuden työ-
ohjeen laatimiseen käytettiin aineistona vanhaa HiQuad X päivitysohjetta, Val-
metin sisäisestä tietokannasta löytyviä materiaaleja ja päivitysprojekteja teh-
neiden työntekijöiden huomioita ja käytännön asioita, joita on tullut aikaisem-
missa projekteissa vastaan. Valmiit templatet ja työohje tullaan tallentamaan
yrityksen sisäiseen tietokantaan käytettäväksi, joten ne tehdään noudattaen
Valmetin virallisia ohjeistuksia.

6 TOTEUTUS

HiQuad X elinkaaripäivitysprojekteja on aikaisemmin tehty monella eri tavalla
tekijästä riippuen ja kehitystyön tavoitteena oli yhdenmukaistaa tekotapaa,
jotta yhdessä projektissa ei käytettäisi montaa eri tekotapaa. Yksi aiempi teko-
tapa on ollut korvata vanhalle HiQuad logiikalle tehdyistä Valmet DNA sovel-
luspiireistä vanhat LIS I/O kortit uusiin safeEDR I/O kortteihin. Tämä tekotapa
vei paljon aikaa, sillä piirejä voi olla paljon ja kortin vaihtamisessa piirin sisällä
on monta työvaihetta.

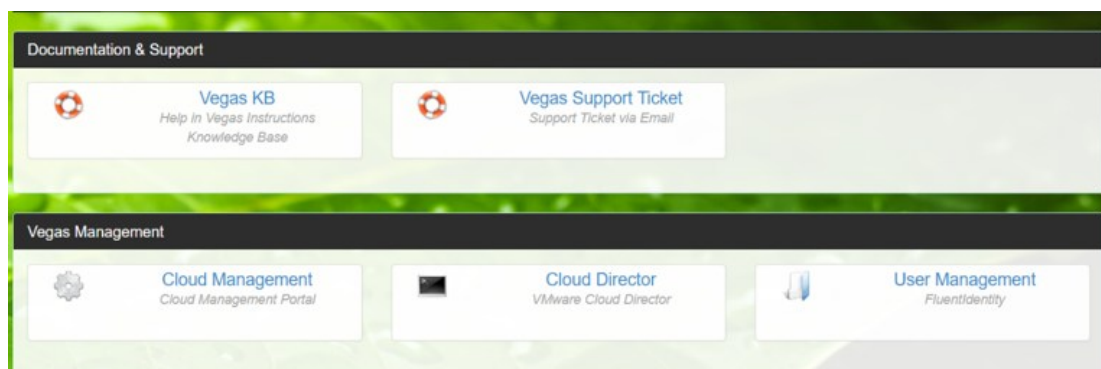
Ensin vanha I/O-kortti pitää manuaalisesti korvata piirissä uudella safeEDR
I/O-kortilla. Korvauksen jälkeen vanhasta kortista pitää kopioida attribuutit uu-
teen korttiin ja muokata niitä HiQuad X logiikalle sopivaksi. Kortit ovat erilaisia,
joten niiden attribuutit eivät sovi täysin toisiinsa ja ne täytyy muokata jokaiseen
korttiin manuaalisesti. Tämä tekotapa aiheuttaa lisätyötä, koska vanhoja toimi-
via piirejä lähdetään muokkaamaan ja niiden toiminta täytyy muutoksien takia
testata uudestaan. Toinen tekotapa on ollut luoda niin sanottuja safeEDR-
muuntopiirejä olemassa olevan vanhan sovelluksen lisäksi, jolloin vanhoihin
HiQuad sovelluspiireihin ei tarvitse koskea eikä niiden toimintaa tarvitse

testata uudestaan. Tätä tekotapaa lähdettiin kehittämään luomalla tehdyissä projekteissa käytetyistä kommunikaatiopiireistä templateja.

6.1 Virtuaaliympäristön alustus

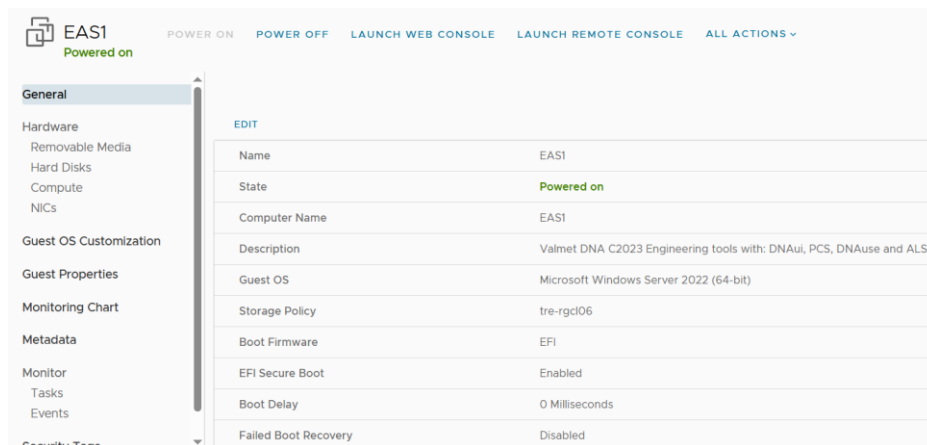
Opinnäytetyötä varten luotiin Vegas virtuaaliympäristö, jossa kehitystyötä tehtiin. Vegas on virtuaaliympäristö, joka on kehitetty ylläpitämään useita virtuaalikoneita projekteja, suunnittelua ja kehitystyötä varten. (Valmet, 2025)

Uusi Vegas ympäristö luotiin Valmetin Vegas Management portaalissa, jossa voidaan luoda ja hallita Vegas virtuaalikoneita. Kuvassa 3 Vegas virtuaaliympäristöjen hallintaan ja luontiin tarkoitettu Vegas management portal.



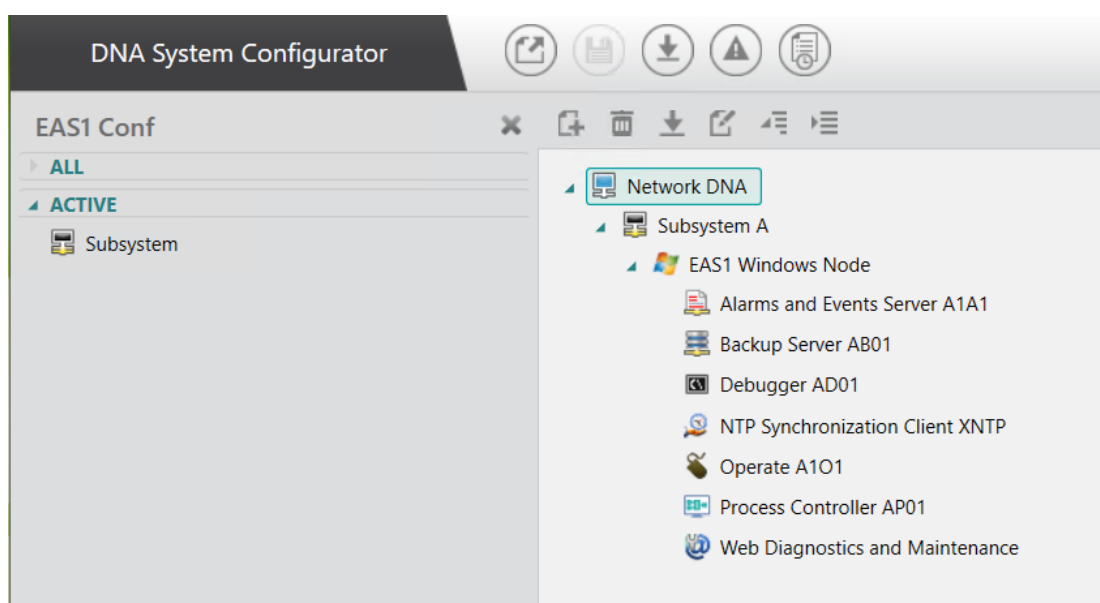
Kuva 3. Vegas management portaali

Virtuaalikone luodaan Cloud Management työkalulla, jolla määritellään virtuaalikoneen malli, nimi ja ip-osoite. Kehitystyötä varten valittiin virtuaaliympäristö, josta löytyy tarvittavat Valmet DNA työkalut työn tekemistä varten. Kuvassa 4 määriteltynä Vegas virtuaaliympäristön konfiguraatio ja siihen lisätyt Valmet työkalut ja ominaisuudet.



Kuva 4. Vegas virtuaalikoneen yleisnäkymä

Tyhjään virtuaaliympäristöön piti seuraavaksi luoda Valmet DNA konfiguraatio. Tämä tapahtui Valmet DNA System Configurator työkalulla, johon luotiin uusi projekti. DNA System Configurator on työkalu, jolla luodaan Valmet DNA ympäristön konfiguraatio. Se mahdollistaa koko projektin konfiguroimisen yhdessä käyttöliittymässä. Työkalulla määritellään projektikohtaisesti tarvittavat DNA aliverkot ja nodet eli palvelimet ja toiminnot, kuten hälytys ja varmuuskoopiopalvelimet. System Configurator ei itsessään asenna mitään vaan se määrittelee mitä palvelimia ja toimintoja Valmet DNA järjestelmässä on käytössä. Kuvassa 5 System Configurator näkymä luodusta järjestelmäkonfiguraatiosta. Luotu konfiguraatio tallennetaan suunnittelu tietokantaan. (Valmet, 2018)

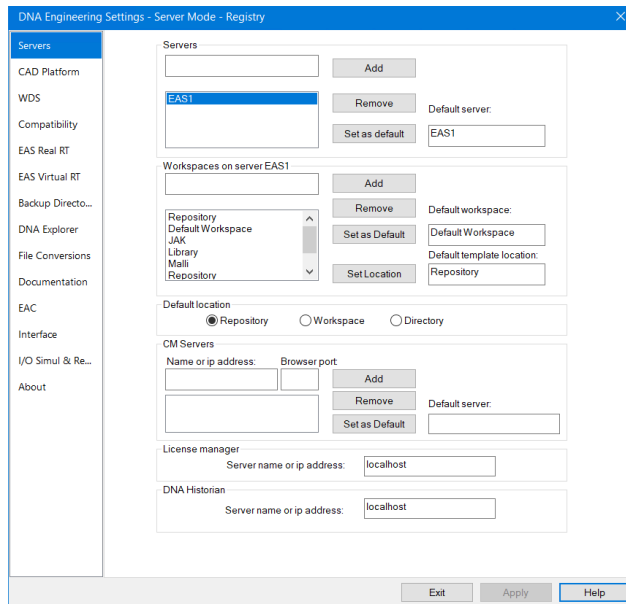


Kuva 5. Luotu järjestelmäkonfiguraatio

Tätä kehitystyötä varten luotiin uusi DNA konfiguraatio. Ensiksi konfiguraatioon lisättiin network eli pääverkko, jonka alle muu konfiguraatio luodaan. Networkin alle määritellään yksi tai useampi subsystem eli alijärjestelmä projektista riippuen. Tätä työtä varten lisättiin vain yksi alijärjestelmä, sillä työssä ei ole käytössä fyysistä laitteistoa tai muita prosesseja. Alijärjestelmä node edustaa yhtä DNA alijärjestelmää. Pienessä projektissa alijärjestelmiä saattaa olla vain yksi, kun taas isommassa projektissa eri prosessialueilla voi olla omat alijärjestelmänsä. Alijärjestelmä nodeen määritellään alijärjestelmän tunnus ja IP-osoite. Seuraavaksi alijärjestelmän alle lisättiin Windows node, jolla määritellään tietokoneen käytössä oleva Windows-käyttöjärjestelmä. Windows nodeen määritellään sen tunnus, IP-osoite, tallennuspolku DNA sovelluksille ja varmuuskopiopalvelimen nimi.

Windows noden alle määritellään loput nodet. Ensimmäisenä lisättiin Alarms and Events Server (ALS) node eli hälytys- ja tapahtumapalvelin. Seuraavaksi lisättiin Backup Server (BU) node eli varmuuskopiopalvelin. Varmuuskopiointipalvelin pitää sisällään sovellukset, jotka ladataan prosessiasemille ja muille palvelimille niiden käynnistyessä. Yleisesti jokaisella alijärjestelmällä on oma varmuuskopiopalvelin. Alijärjestelmään lisättiin myös Debugger (DIA), jolla voidaan jäljittää virheitä sovelluksesta ja järjestelmästä. Seuraavaksi lisättiin verkon ajan synkronisointi palvelin NTP ja DNA Operate ohjelmistoa pyörittävä node. Lopuksi lisättiin vielä Process Controller (PCS) node eli prosessia ohjaava ohjelmisto sekä verkon diagnostiikka ja hallinta node. Valmis konfiguraatio ladattiin ja aktivoitiin käyttöön.

DNA Engineering Settings työkalulla (kuva 6) luotiin vielä palvelin ja työtilat DNA Explorerille. Työtiloja lisättiin, koska niiden avulla voidaan lokeroida piirejä ja tiedostoja eri sijainteihin eivätkä kaikki tiedostot ole samassa paikassa. Isommassa projekteissa jokaisella käyttäjällä voi olla oma työtila, jotta eri käyttäjien työalueet eivät mene sekaisin keskenään. DNA Engineering Settings työkalulla voidaan muokata suunnittelutyökalujen ja tietokantojen asetuksia, kuten muokata tulostusasetuksia tai lisätä palvelimelle työtiloja eri käyttäjille. (Valmet, 2023a)



Kuva 6. DNA Engineering Settings

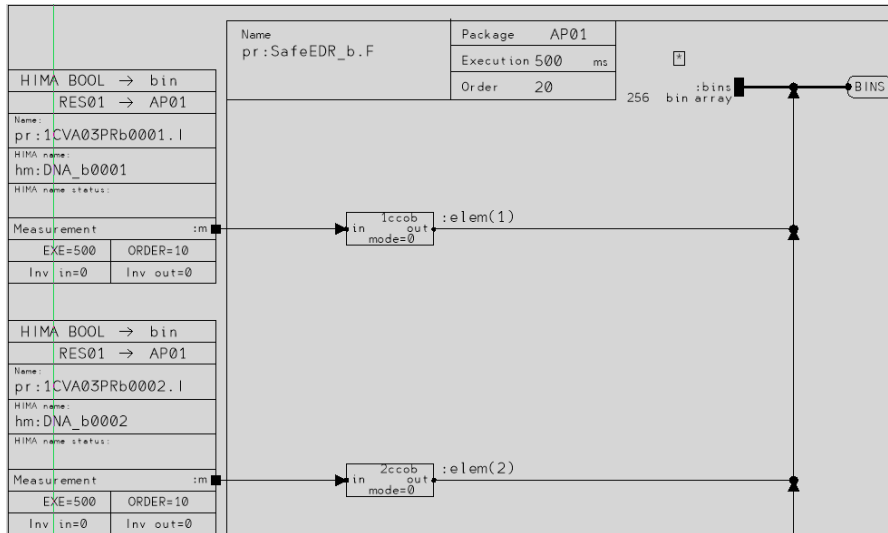
6.2 Templatet

Varsinainen kehitystyö aloitettiin tuomalla aikaisemmin tehdystä projektista safeEDR-kommunikaatiopiirit ja valmiita yleis templateja malliksi. Omassa virtuaaliympäristössä voidaan vapaasti kokeilla eri muutoksia piireihin, sillä ne eivät ole sidottuna minkään oikean projektin virtuaaliympäristöön. Kuvassa 7 esiteltynä aikaisemmasta projektista tuotujen piirien kokonaisuus DNA Explore-riassa, joiden pohjalta templateja alettiin kehittämään.

| Identifler | Name | Category |
|-----------------|----------------------------|------------------------|
| 1CVA03_b_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b0401 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1101 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1201 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1501 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1701 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1801 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r0101 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_w_b_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_w_b0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPalive | 1CVA03 DCS-SIS | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPget | TESTING 1CVA03 | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPinit | Initialization of 1CVA03 | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPLine | Testing line to 1CVA03 | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPputAll | Writing data to 1CVA03 | Function Block Diagram |
| 1CVA03UDPswitch | Switch-over control 1CVA03 | Function Block Diagram |

Kuva 7. Valmiit SafeEDR-kommunikaatiopiirit

Alkuun safeEDR-kommunikaatiopiirejä kokeiltiin luoda täysin manuaalisesti tuotujen piirien pohjalta, jotta saataisiin näkökulmaa työhön kuluva ajasta ja elementeistä, joita voitaisiin generoida kaavoilla ja sijoittamalla design memberseistä eli piirin attribuuteista. Etsittiin ratkaisua, jolla voidaan vähentää manuaalisesti tehtävä työ minimiin ja luoda piirit mahdollisimman paljon automaatiolla. Piirien tarkoituksena oli lukea eri muuttujatyypin rekisterejä 100 muuttujan joukoissa ja ajatuksena oli luoda template malli, johon tarvitsisi ilmoittaa vain rekisterin tunnuksen tekstiosuus ja rekisterin ensimmäinen numero. Kuvasta 8 nähdään rekisteripiirien rakenne, joista löytyy 100 kappaletta samanlaisia SafeEDR I/O kortteja. Jokaiselle muuttujatyypille kehitettiin oma template.



Kuva 8. SafeEDR_b template yleiskuva

Templateja lähdettiin toteuttamaan pilkkomalla muuttujat teksti- ja numeroosiin, sillä FbCAD ei salli tekstin sekoittamista laskukaavoihin, vaan tekstiosuudet ja rekisterin numero sijoitettiin SafeEDR I/O-kortteihin eri kaavoilla. Tätä varten tarvittiin formuloita eli kaavoja joihin arvot sijoitetaan design memberissä eli piirin attribuuttien määrittelyssä. Create formulas toiminnon avulla voidaan luoda piirissä käytettävät design memberit. Design memberit koostuvat tagista eli tunnuksesta, promptista eli kuvauksesta, value eli arvokentästä ja formulasta eli kaavasta. Jokaisella design memberillä on oma tagi, joka on

muotoa $\$(...)$. Kuvassa 9 näkymä rekisteripiireihin luoduista design membe-
reistä.

Design memberien tageja voidaan sijoittaa piirin sisällä toimilohkoihin ja muut-
tujiin, joiden avulla niihin voidaan kirjoittaa arvoja design membersien kautta
tai niitä voidaan käyttää esimerkiksi piirin kuvauksina. Templateissa on ylei-
sesti design membreitää, joilla ilmoitetaan piirin nimi, käytetty template, pro-
sessiasema, suoritusjärjestykset ja piirin kuvaus. Formula sarakkeseen voi-
daan kirjoittaa matemaattisia kaavoja ja arvojen vertailua, joiden arvo kirjoite-
taan design memberin value kenttään. Jos kaavaa ei tarvita voidaan haluttu
arvo tai teksti kirjoittaa suoraan value kenttään, jolloin sitä voidaan muokata
design member näkymässä. Design memberin value kenttää ei voi muokata,
jos se on tehty kaavalla, jolloin sen tausta muuttuu harmaaksi. Kuvassa 9 yli-
määräisiä design membreitää on tehty kaavoilla rajaamaan muut design mem-
berit alueisiin, joiden avulla näkymästä saadaan selkeämpi käyttäjän näkökul-
masta.

| Tag | Prompt | Value | Formula |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|
| \$(DUMMY1) | --LOOP----- | --- | --- |
| \$(TAG) | MAIN TAG | SafeEDR_b | |
| \$(TEMPLATE) | TEMPLATE | SafeEDR_b | |
| \$(NAME20) | NAME20 | SafeEDR bin register | |
| \$(PACKAGE) | PACKAGE | AP01 | |
| \$(EXE) | EXE | 500 | |
| \$(ORDER) | EXECUTION ORDER | 20 | |
| \$(CTRLROOM) | CTRLROOM | | |
| \$(GDID_1) | GDID_1 | | |
| \$(NAME14) | | | |
| \$(NAME40_1) | | HiQuadX link | |
| \$(NAME40_2) | | DNA_b register | |
| \$(FDESCR) | PATH TO FUNCT. DESCRIPTION | | |
| \$(DUMMY3) | --REGISTER----- | --- | --- |
| \$(NAMETAG) | PROJECT NAME TAG | 1CVA03PRb | |
| \$(REG) | REGISTER TAG | DNA_b | |
| \$(HNUM1) | REGISTER START NUMBER | 1 | |
| \$(ADD1) | USE 000 FOR REG 0001, 0 FOR RE | 000 | |
| \$(ADD2) | USE 00 FOR REG 0001, 0 FOR REG | 00 | |
| \$(ADD3) | USE 0 FOR REG 0001, 0 FOR REG 0 | 0 | |
| \$(DUMMY4) | --Internal variables-- | --- | --- |
| \$(HNUM2) | Internal variable (do not change) | 1 | eval: \$(HNUM1)+1 |
| \$(HNUM3) | Internal variable (do not change) | 2 | eval: \$(HNUM2)+1 |
| \$(HNUM4) | Internal variable (do not change) | 3 | eval: \$(HNUM3)+1 |
| \$(HNUM5) | Internal variable (do not change) | 4 | eval: \$(HNUM4)+1 |
| \$(HNUM6) | Internal variable (do not change) | 5 | eval: \$(HNUM5)+1 |
| \$(HNUM7) | Internal variable (do not change) | 6 | eval: \$(HNUM6)+1 |

New attribute

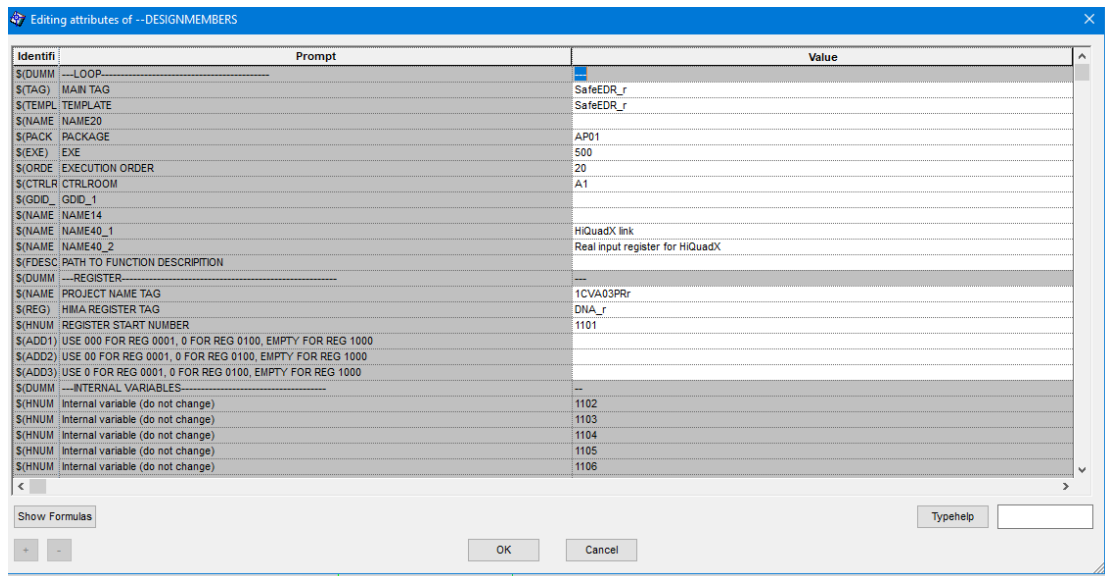
| | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tag: | Prompt | Value: | Formula: |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Add

Kuva 9. Design memberien luominen

SafeEDR I/O korteille piti luoda kolme eri design memberiä. Ensimmäisellä
kirjoitettiin projektitunnus, toisella muuttujan tekstiosuus ja kolmannella rekis-
terin numero. Kuvassa 10 projektitunnus on 1CVA03PRr, muuttujan nimi
DNA_r ja rekisterin aloitusnumero 1101. Luodut design memberit sijoitettiin

jokaiseen SafeEDR I/O korttiin ja rekisterin numeron generoivaan design memberiin luotiin kaava, joka lisää aina luvun 1 seuraavaan korttiin juoksevan numeroinnin luomiseksi.



Kuva 10. SafeEDR_r templatien design memberit

Projektitunnus ja muuttujan tekstiosio pysyvät jokaisessa I/O kortissa vakiona, joten niille tarvittiin vain yhden design memberin. Jokaiselle rekisterin numerolle luotiin oma yksilöllinen design member. Lisäksi piti luoda kolme apumuuttujaa eri rekisterialueille. Jos rekisterialue alkaa luvulla 0 esimerkiksi 0001 tai 0101, FbCAD tai Excel ei osaa lisätä numeroinnin alkuun ylimääräisiä nollia laskukaavoissa vaan poistaa ne automaattisesti. Tämän ongelman kiertämiseksi apumuuttujilla voidaan sijoittaa puuttuvat nollat rekisteriin tarvittaessa tai jättää kentät tyhjäksi, jos rekisteri on alueella 1000 tai suurempi.

Luodut design memberit yhdistettiin I/O korteissa ja tuloksena saatiin valmiit muuttujat, joita oli mahdollista muokata design membersien kautta minimaalisella käsityöllä. Tällä tekotavalla luotiin jokaiselle muuttujatyypille oma template, jolla rekisterit voidaan generoida. Design memberien tagit yhdistetään I/O korttien formula kentässä, jolloin niistä saadaan muodostettua yksi kokonaisuus value kenttään, kuten kuvassa 11. SafeEDR I/O korteista löytyy myös muita arvoja, kuten EDR_STATUS ja EDR_FREEZE vikabittien kirjoittamista varten. Näiden arvot kirjoitetaan erillisistä diagnostiikkapiireistä kortteihin, joihin viitataan formula kentässä. Ulkoisten piirien arvoihin voidaan viitata

kirjoittamalla niiden tunnus esimerkiksi muodossa pr:(piirin nimi).F:(mittauspiste), kuten EDR_STATUS ja EDR_FREEZE formuloissa on tehty. Tällä tavalla voidaan lukea esimerkiksi mittausten arvoja muista piireistä.

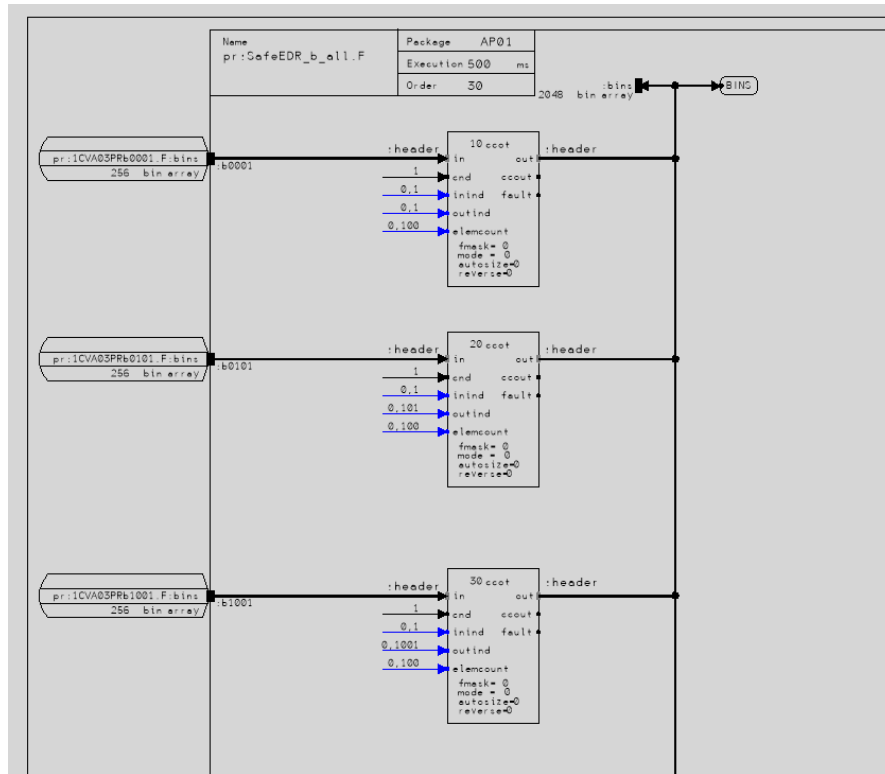
| Identifier | Prompt | Value | Formula |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| \$NAME | Input module name | pr:K12_TLJb0001.l | pr.\$(NAMETAG)\$\$(ADD1)\$\$(HNUM1).l |
| \$COMMENTID | HIMA resource name | RES01 | |
| \$DESTINATION | Package ID | DP07 | \$(PACKAGE) |
| \$EXECUTION | Execution | 500 | |
| \$ORDINAL | Order | 10 | |
| HIMANAME | HIMA name (external) | hm:DNA_b0001 | hm.\$(REG)\$\$(ADD1)\$\$(HNUM1) |
| STATUSNAME | HIMA name for status (external) | | |
| EDRNAME | EDR status name (external) | pr:DP07_EDR_STATUS.F:status | pr.\$(PACKAGE)_EDR_STATUS.F:status |
| FCHYST | Freeze time (external) | pr:DP07_EDR_FREEZE.F:time | pr.\$(PACKAGE)_EDR_FREEZE.F:time |
| INV_IN | Inv in (0=-, 1=inv) | 0 | |
| INV_OUT | Inv out (0=-, 1=inv) | 0 | |
| HOLD | Hold time (s) | 0 | |
| FBITS | Fault bits | 2 | |
| \$COMMENT | Comment text (18char) | | |

Kuva 11. SafeEDR I/O kortin attribuutit

Seuraavaksi siirryttiin luomaan templateja eri muuttujatyypin _all piireille, joiden tarkoitus on kerätä kaikki saman muuttujatyypin rekisteripiirit yhteen piiriin. Näihin piireihin tuotiin tuloiksi aikaisemmin luodut rekisteripiirit, josta ne siirretään tietokantaan. Tuloille luotiin design memberit samalla periaatteella kuin edelliset rekisteri templatet oli tehty. Jokaiseen tuloon kirjoitettiin design memberien kautta piirin tunnus ja numero, jotka yhdistyivät tulossa. Lisäksi ccot-kopiointilohkojen outind-parametriä varten luotiin omat design memberit, joilla ilmoitettiin rekisterin aloitusnumero ilman nolliä esimerkiksi rekisterin DNA_b0101 ensimmäinen numero on 101. Kuvassa 12 _all piirien rakenne havainnollistettuna, jossa näkyy tulot ja ccot-kopiointilohkot.

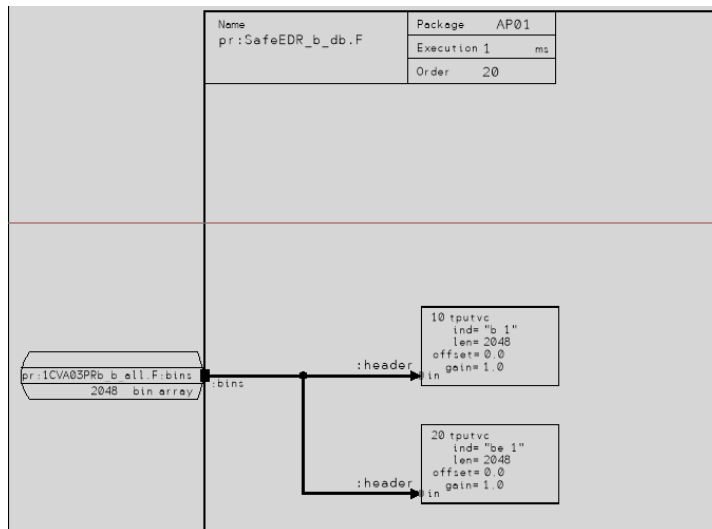
Ccot-kopiointilohkolla voidaan kopioida 1- ja 2-dimensioisia lineaari- ja rengas- taulukoita, joiden koko ja alkio tyyppi on mikä tahansa. Kopiointilohko lukee in porttiin kytketyn tulotaulukon arvoja määritellyillä ehdoilla. Cnd porttiin määritellään kopiointiehtotulo 0 tai 1, jolla luetaan in portin tuloa. Inind portti määrittelee kopiointin aloituskohdan in porttiin kytketystä tulotaulukosta. Tässä tapauksessa jokainen rekisteri alkaa luvusta 1 esimerkiksi 0001, 0101, 0201 tai 1001 joten inind on jokaisessa ccot-lohkossa 1. Outind portilla määritellään

kopioinnin kohde, johon määriteltiin rekisterin ensimmäinen numero ilman edessä olevia nollia. Elemcount portti määrittelee kopioitavien alkioden määrän taulukossa. SafeEDR rekisterit on luotu 100 muuttujan joukoissa, joten jokaisessa ccot-lohkossa elemcount on 100.



Kuva 12. SafeEDR_b_all template

Lisäksi _all templateihin piti luoda tuloja varoiksi, koska projekteissa luettavien muuttujien määrä ei ole vakio ja niissä voi olla paljon vaihtelua projektin koon mukaan. Ylimääräisiä tuloja luotiin myös, koska tarpeettomien tulojen poistaminen on huomattavasti helpompaa kuin niiden lisääminen. Seuraavaksi muokattiin vielä eri muuttujatyypin _db piirit template muotoon. Näiden piirien tarkoitus on siirtää _all piirin tiedot tietokantaan. Templateen lisättiin design member, jolla ilmoitettiin luettavan _all piirin tunnus tuloon. Kuvassa 13 _db template havainnollistettuna ja miten _all piirin tunnus ilmoitetaan tuloportissa.



Kuva 13. SafeEDR_b_db template

Luodut templatet piti vielä muokata Valmetin muiden templatejen kanssa yhdenmukaisiksi ja niihin lisättiin vakio design membreitää, jotka löytyvät melkein kaikista templateista. Design memberit lisättiin Valmetin template ohjeen pohjalta. Kuvassa 14 valmiit templatet DNA Explorerissa.

| | | | | |
|---|--|----------------|--------------|--|
| + | | SafeEDR_b | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_b_all | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_b_db | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_r | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_r_all | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_r_db | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_rf | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_rf_all | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_rf_db | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_w_b | HiQuadX link | |
| + | | SafeEDR_w_b_db | HiQuadX link | |

Kuva 14. Valmiit SafeEDR templatet

Valmiiden templatejen toiminta oli seuraavaksi testattava. Tätä varten malliksi otettiin valmiiksi tehty projekti, johon SafeEDR-kommunikaatiolinkki oli luotu käsin. Piirejä kokeiltiin luoda Excelin kautta, jossa voidaan generoida samantyyppisiä piirejä isona massana. Kuvassa 15 esiteltynä miten voidaan generoida monta piiriä samaan aikaan ja muokata niiden attribuutteja. Excelissä annetaan arvoja piirien design membreille, josta ne generoituvat FbCAD piireihin. Samanlainen piiri voidaan luoda kopioimalla Excel listan ensimmäinen vaakarivi seuraaville riveille tarpeiden mukaan. Mallipiirit generoitii Excelin kautta templateista ja verrattiin lopputulosta projektin piireihin. Generointi onnistui ja

piireistä saatiin luotua yhdenmukaiset malliprojektin piirien kanssa. Piirit tarkistettiin vielä virheiden varalta. Piireistä löytyi pieniä virheitä kuten, jonkin tulon numeron puuttuminen ja nämä saatiin helposti korjattua. Testi generoinnin jälkeen templatet olivat valmiita testattavaksi fyysisillä laitteilla.

| AD | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN |
|------------|--------------|----------------|------------|------------|-------------|---------|-----------|----------|----------|----------|
| \$(NAME14) | \$(NAME40_1) | \$(NAME40_2) | \$(FDESCR) | \$(DUMMY3) | \$(NAMETAG) | \$(REG) | \$(HNUM1) | \$(ADD1) | \$(ADD2) | \$(ADD3) |
| | HiQuadX link | DNA_b register | | --- | 1CVA03Prb | DNA_b | 1 | 000 | 00 | 0 |
| | HiQuadX link | DNA_b register | | --- | 1CVA03Prb | DNA_b | 101 | 0 | 0 | 0 |
| | HiQuadX link | DNA_b register | | --- | 1CVA03Prb | DNA_b | 1001 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Kuva 15. DNA_b rekisterien generointi Excelin kautta

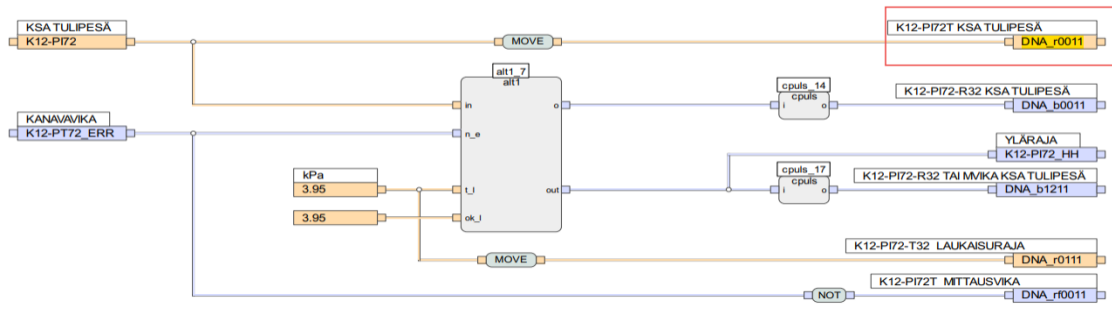
6.3 Testausprosessi

Templatejen toiminnan testaus kokeiltiin Valmetin FAT-ympäristössä oikealla projektilla ja fyysisillä laitteilla. Kuvassa 16 HIMA kaappi FAT-ympäristössä, jolla testaaminen suoritettiin. Kyseisessä kaapissa oli käytössä HIMA:n HIMax turva-automaatiojärjestelmä, joka ohjelmoidaan samalla tavalla kuin HiQuad X, joten templateja testattiin HIMax järjestelmällä. HIMax kaapista löytyy turvalogiikka ja erityyppisiä I/O moduuleita, joihin SilworX ohjelmat ladataan ja fyysiset kenttälaitteet kytketään riviliittimiin HIMaxin alle. Kenttälaitteiden kuten lämpötila-anturin toimintaa voidaan simuloida syöttämällä mittarilla anturille merkattuihin riviliittimiin eri jännitteen arvoja ja tarkistamalla näkykö syötetyn jännitteen arvo Valmet DNA:ssa ja SilworXissä oikein.



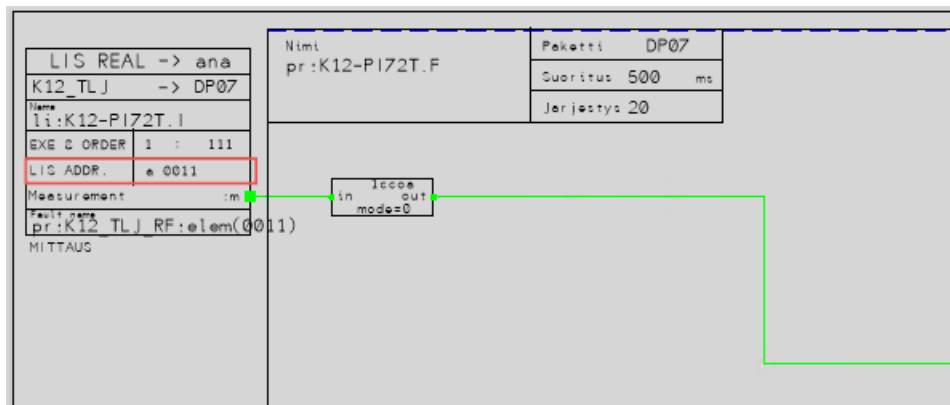
Kuva 16. HIMA kaappi HIMAx järjestelmällä

HIMA järjestelmät ohjelmoidaan SilworX:illä, josta muuttujien arvot siirretään DNA-alkuisten muuttujien avulla Valmet DNA-järjestelmään. Kuvassa 17 esimerkkinä SilworX:illä tehty painemittaus K12-PI72, jonka arvo siirretään muuttujan DNA_r0011 avulla Valmet DNA järjestelmään. Valmet DNA järjestelmässä ainoastaan luetaan HIMA muuttujien arvoja, koska ohjelmallisuudet on jo tehty SilWorX:illä.

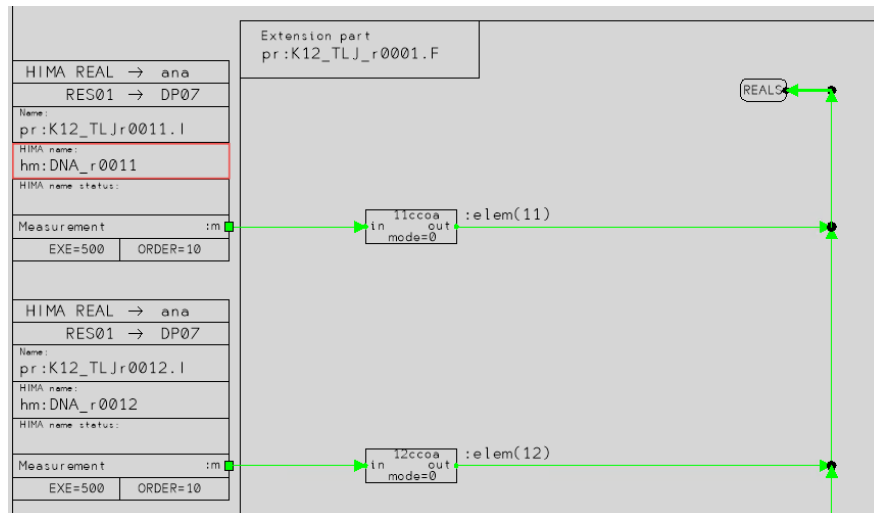


Kuva 17. SilWorX ohjelmalla tehty painemittaus

Elinkaaripäivitysprojekteissa vanhat HIMA HiQuad järjestelmät on tehty ELOP II-ohjelmalla, joka kopioidaan ja päivitetään uusia HIMA järjestelmiä varten SilworXiin. ELOP II ohjelmien muuttujia luettiin Valmet DNA-järjestelmään LIS I/O-korttien avulla, kuten kuvassa 18. Uusia SilworX:illä tehtyjä muuttujia luetaan DNA järjestelmään safeEDR I/O-korteilla, joten vanhojen LIS piirien tilalle lisätään templateilla tehdyt safeEDR-piirit. Kuvassa 19. safeEDR-templatella tehty piiri, johon K12-PI72T mittauksen arvo luetaan SilWorX:istä. Vanhoilla LIS piireillä ja uusilla safeEDR piireillä on samat I/O-osoitteet esimerkiksi K12-PI72T mittauksen I/O-osoite on ollut aikaisemmin a 0011, joka päivitty safeEDR I/O-kortilla osoitteeksi DNA_r0011 kommunikaatio protokollan muutoksen seurauksena.



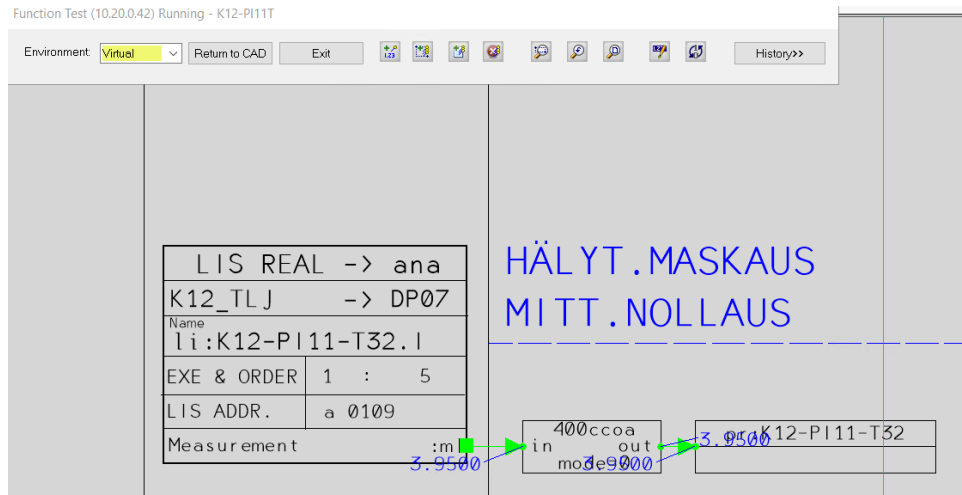
Kuva 18. Vanha K12-PI72T LIS mittaus



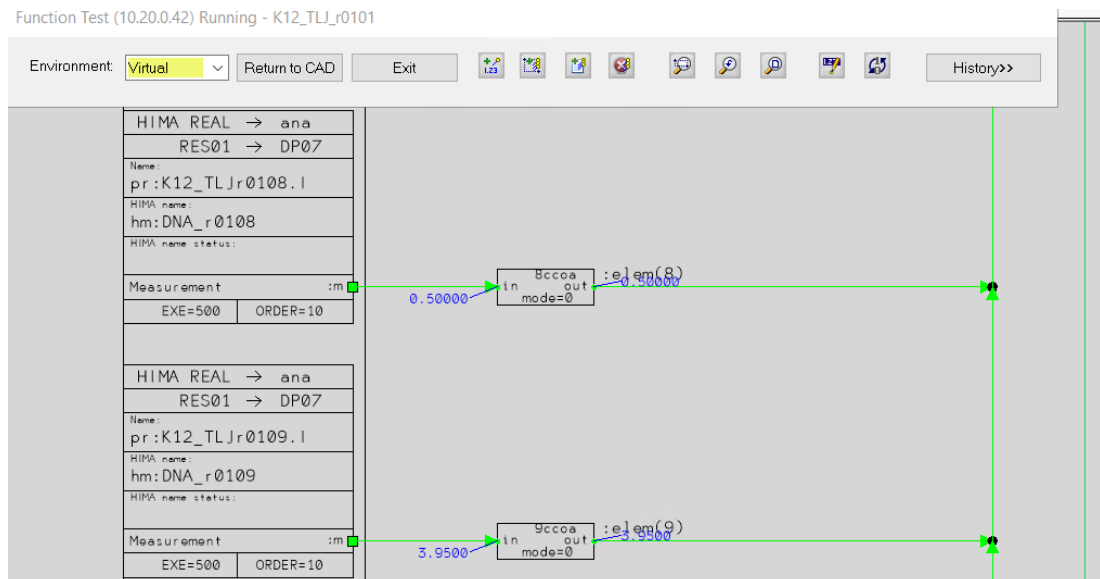
Kuva 19. SafeEDR I/O-kortilla tehty K12-PI72T mittaus

Templateja testattiin muutamilla eri analogiamittaus ja binääripiireillä. Projektiin oli tehty safeEDR-liityntä vaihtamalla vanhojen LIS I/O-korttien tilalle käsin uudet safeEDR I/O-kortit ja templateja piti testata alkuperäisten LIS I/O-korttilisten piirien kanssa. Tämän vuoksi testaaminen toteutettiin tuomalla muutamia erityyppisiä LIS I/O-kortilla tehtyjä alkuperäisiä piirejä projektiin testaamista varten. Koko projektin safeEDR-piirien vaihto takaisin alkuperäisiin LIS-piireihin olisi ollut todella työlästä eikä toiminnan testaamiseen tarvittu kuin muutamia piirejä.

Kuvissa 20 ja 21 alla esitettyinä analogiapiirien testaus. Kuvassa 20 alkuperäinen LIS-piiri ladattiin HIMA-järjestelmään ja tarkisteltiin sen arvoa FbCAD:in testaustyökalulla. Samalla ladattiin safeEDR templatepiiri kuvassa 21 ja etsittiin testaustyökalulla LIS-piiriä vastaava muuttuja DNA_r0109 ja vertailtiin niiden arvoja. Arvot täsmäsivät toisiinsa ja tämä testausprosessi suoritettiin muutamalla eri piirillä ja todettiin safeEDR templatejen toiminnan testaus onnistuneeksi. FbCAD testaustyökalu näyttää toimivat mittaukset tummansinisellä pohjalla. Jos piirit eivät olisi toimineet mittaukset näkyisivät vaaleanpunaisella pohjalla ja näyttäisivät arvoa 0.



Kuva 20. Vanha LIS I/O-mittauspiiri testitilassa



Kuva 21. SafeEDR-template testauksessa

6.4 HiQuad X työohje

Templatejen lisäksi työhön kuului olemassa olevan HiQuad X elinkaaripäivityksen työohjeen uudistus. Edellisessä työohjeessa oli esitelty SafeEDR-linkkipiirit kuvien avulla, mutta niiden toimintaa ei ollut selitetty enempää ja pelkillä kuvilla esiteltynä aihetta enempää avaamatta työohje voi olla vaikea sisäistää. Lisäksi tietoa esimerkiksi ohjelmallisista ja fyysisistä muutoksista piti hakea monesta paikasta, joten uuteen työohjeeseen haluttiin sisällyttää kaikki oleellinen tieto elinkaaripäivityksistä yhteen paikkaan. Uudistettuun työohjeeseen oli tarkoitus sisällyttää SafeEDR-kommunikoinnin havainnointi, HiQuad

logiikan päivitys HiQuad X logiikkaan fyysisesti ja ohjelmallisesti, uusien templatejen käyttöohje, vaihtoehtoiset tekotavat ja FAT-ympäristön alustus HiQuad X projekteissa.

Uusi työohje toteutettiin Powerpoint muodossa, jossa avattiin aihealuetta kuvien ja selostuksien avulla. Ohjeistuksessa käydään läpi uuden HiQuad X SafeEDR-kommunikaatiolinkin muutos verrattuna vanhaan HiQuad kommunikaatioon kuvien avulla esitettynä. Jokaisesta luodusta templatesta luotiin diat, joissa kerrotaan templatien tarkoitus ja käyttöohjeet. Myös HiQuad X diagnostiikkapiireistä ja grafiikkanäytöistä luotiin diat samaan tyyliin. Työohjeeseen lisättiin fyysisten komponenttien ja ohjelmallisuuksien muutokset selitettynä ja FAT ympäristön alustus vaihe vaiheelta. Ohjeeseen lisättiin myös vaihtoehtoisia tapoja safeEDR kommunikoinnin luomiseksi ja niistä esimerkkejä. Työohjeen joitain sivuja esitellään opinnäytetyön liitteissä.

7 TULOKSET

Kehitystyön tavoitteena oli luoda template paketti safeEDR-kommunikaatiolinkin tekoa varten ja päivittää HiQuadX päivitysprojekteja varten olevaa työohjetta. Templateja kehitettiin valmiin projektin safeEDR-kommunikaatiopiirien pohjalta ja tavoitteena oli nopeuttaa piirien tekoa ja vähentää manuaalista työtä piirien tekemisessä. Templateista saatiin kehitettyä toimiva kokonaisuus, jota testattiin oikealla projektilla onnistuneesti. SafeEDR-kommunikaatiolinkin tekeminen templateilla vähensi prosessiin kuluvaan aikaan huomattavasti verrattuna muihin tekotapoihin, kuten safeEDR I/O-korttien käsin vaihtamiseen vanhoihin piireihin. Lähtökohtiin verraten templatet hyödyttävät safeEDR-kommunikaatiolinkkien tekemisessä, sillä piirejä voidaan luoda isoinakin massoina todella nopeasti Excel generoinnin avulla.

Uutta työhjetta lähdettiin kehittämään PowerPoint muotoiseksi dokumentiksi, josta löytyisi kaikki oleellinen tieto ja mistä tietoa voi etsiä lisää, kuten manuaaleista. Työhjeen tekemisessä suurin haaste oli löytää tietoa HiQuadX päivitysprojekteja varten, sillä tietoa on hajautettuna monissa eri dokumenteissa ja niistä piti poimia tiettyjä osia työhjeeseen hyödynnettäväksi. Monet dokumentit olivat myös suppeita eikä esimerkiksi safeEDR-kommunikaatiolinkin vaihtoehtoisista tekotavoista löytynyt melkein ollenkaan tietoa muuta kuin projekteja tehneiltä henkilöiltä. Työhjeesta saatiin kehitettyä alustava versio, jota tullaan kehittämään eteenpäin jatkossa.

8 YHTEENVETO

Kokonaisuutena opinnäytetyö saatiin suoritettua alustavan aikataulun mukaan eikä suurempia ongelmia tullut vastaan kehitystyön aikana. Työn lopputuloksena saatiin luotua template paketti HIMA ja Valmet DNA järjestelmien välisen safeEDR-kommunikaatiolinkin tekemiseen, jonka avulla käsin tehtävää työtä saatiin vähennettyä ja työprosessia nopeutettua. Templateilla saadaan tehtyä safeEDR-kommunikaatiolinkki projekteissa jouhevasti eikä alkuperäisiin sovelluspiireihin tarvitse koskea, kuten muissa vaihtoehtoisissa tekotavoissa. Tämä vähentää testauksien määrää, sillä alkuperäisiä toimivia sovelluspiirejä ei muokata ja niiden toimintaa ei tarvitse testata uudestaan. Templatet saatiin testattua onnistuneesti oikealla projektilla ja niitä voidaan alkaa hyödyntää tulevissa HIMA elinkaaripäivitysprojekteissa.

Uudesta työhjeesta HiQuadX päivitysprojekteja varten saatiin luotua alustava versio, jota tullaan kehittämään eteenpäin jatkossa. Työhjeeseen saatiin kerättyä oleellista tietoa samaan dokumenttiin, joka vähentää tiedonhakuun kuluva aikaa ja vaivaa. Ohjeeseen lisättiin tietoa eri safeEDR-kommunikaatiolinkin tekotavoista, käyttöohjeet luoduille templateille, erilaisten

diagnostiikkapiirien toiminnan selostus, FAT-ympäristössä HIMA järjestelmän alustusprosessia selitettynä ja miten vanha LIS I/O muuttuu safeEDR I/O:ksi.

Opinnäytetyötä oli hyvin mielenkiintoista tehdä ja siinä pääsi kehittymään turva-automaatiojärjestelmiin liittyvässä osaamisessa ja oppimaan projektien tekemisestä ja testaamisesta.

LÄHTEET

Cloudflare. (n.d.). What is UDP? Haettu 4.4 osoitteesta

<https://www.cloudflare.com/learning/ddos/glossary/user-datagram-protocol-udp/>

HIMA. (n.d.-a). About us. Haettu 24.2.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/en/about-hima/who-we-are-and-what-we-stand-for>

HIMA. (n.d.-b). DCS integration. Haettu 10.3.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/en/industries-solutions/integration-solutions-dcs>

HIMA. (n.d.-c). HiQuad. Haettu 24.2.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/en/products-services/hiquad>

HIMA. (n.d.-d). HiQuad X Technical facts. Haettu 24.2.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/en/products-services/hiquad-x>

HIMA. (n.d.-e). SafeEthernet Technical facts. Haettu 10.3.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/dodownload/61173>

HIMA. (n.d.-f). SilWorX. Haettu 24.2.2025 osoitteesta

<https://www.hima.com/en/produkte-services/silworx>

Koponen, J. (2021). Project procedures Engineering training-Templates. Haettu 24.2.2025. Yrityksen sisäinen materiaali

ORS Consulting. (2024). What is SIL (Safety integrity Level)? Haettu 4.4 osoitteesta <https://www.ors-consulting.com/what-is-sil-safety-integrity-level>

Tukes. (2021). Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. Haettu 4.4 osoitteesta <https://tukes.fi/turva-automaatio-prosessiteollisuudessa#turva-automaation-kyberturvallisuus>

Valmet. (n.d.-a). Automaatiojärjestelmät. Haettu 24.2.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/automaatio/>

Valmet. (2025). Automation Systems – Vegas knowledge base. Haettu 17.3.2025. Yrityksen sisäinen materiaali

Valmet. (n.d.-b). Distributed control systems. Haettu 24.2.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/automation/control-systems/>

Valmet. (2023a). DNA Engineering Settings. Haettu 17.3.2025. Yrityksen sisäinen materiaali

Valmet. (2023b). DNA safeethernet interface. Haettu 25.3.2025. Yrityksen sisäinen materiaali.

Valmet. (n.d.-c). DNA System architecture. Haettu 14.3.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/automation/control-systems/dna/architecture/>

Valmet. (2018). DNA System Configurator. Haettu 17.3.2025. Yrityksen sisäinen materiaali

Valmet. (n.d.-d). Engineering and maintenance tools. Haettu 24.2.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/automation/control-systems/dna/configuration/>

Valmet. (2022). Function Block CAD Manual. Yrityksen sisäinen materiaali

Valmet. (n.d.-e). Liiketoimintalinjat. Haettu 24.2.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/yritys/liiketoimintalinjat/>

Valmet. (n.d.-f) Valmet DNA. Haettu 26.3.2025 osoitteesta <https://www.valmet.com/automation/control-systems/dna/>

Valmet. (n.d.-g) Valmet yrityksenä. Haettu 26.3.2025 osoitteesta
<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/>

LIITTEET

LIITE 1



HiQuad to HiQuad X update projects

Instructions for safeEDR communication, Direct UDP integration (HIMA HH-Protocol) to Direct UDP integration (HIMA safeEDR), HW changes, Physical wiring changes, System FAT setup



Liite 1. Työohjeen otsikkolehti

LIITE 2

INTERNAL

SafeEDR I/O cards

Same variables are found on both cards. Existing LIS loops are left untouched and new loops with SafeEDR I/O:s are added to support SafeEthernet communication to HiQuad X. Old LIS addresses are displayed differently than new safeEDR I/O but they refer to the same address
a 0002 = DNA_r0002.

Old LIS I/O

| | | |
|-------------|--------------------------|-------|
| LIS REAL | -> | ana |
| K12_TLJ | -> | DP07 |
| Name | Li:K12-FI09T.I | |
| EXE & ORDER | 1 | : 111 |
| LIS ADDR. | a | 0002 |
| Measurement | :m | |
| FAULT name | Pr:K12_TLJ_RF:elem(0002) | |
| MITTAUS | | |

New SafeEDR I/O

| | | |
|------------------|----------------|------|
| HIMA REAL | -> | ana |
| K12_TLJ | -> | DP07 |
| Name | Li:K12-FI09T.I | |
| HIMA name | hm:DNA_r0002 | |
| HIMA name status | hm:DNA_rf0002 | |
| Measurement | :m | |
| EXE=1 | ORDER=111 | |
| MITTAUS | | |



Fault name on old LIS I/O refers to DNA_rf0002 variable

10 9 May 2025

© Valmet | Author / Title



Liite 2. LIS I/O ja SafeEDR I/O korttien eroavaisuudet esiteltynä.

LIITE 3

INTERNAL

Templates for creating SafeEDR link

DNA templates used for creating HiQuad X SafeEDR communication link loops.

| Identifier | Name | Category |
|----------------|--------------|------------------------|
| SafeEDR_b | HiQuadX l | |
| SafeEDR_b_all | HiQuadX l | |
| SafeEDR_b_db | HiQuadX l | |
| SafeEDR_r | HiQuadX l | |
| SafeEDR_r_all | HiQuadX l | |
| SafeEDR_r_db | HiQuadX l | |
| SafeEDR_rf | HiQuadX l | |
| SafeEDR_rf_all | HiQuadX l | |
| SafeEDR_rf_db | HiQuadX l | |
| SafeEDR_w_b | HiQuadX l | |
| SafeEDR_w_b_db | HiQuadX l | |
| 1CVA03_b_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b0401 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1101 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1201 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1501 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1701 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_b1801 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_r0101 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf_all | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_rf0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_w_b_db | HiQuadX link | Function Block Diagram |
| 1CVA03_w_b0001 | HiQuadX link | Function Block Diagram |

11 9 May 2025

© Valmet | Aho / HiQuad X update projects



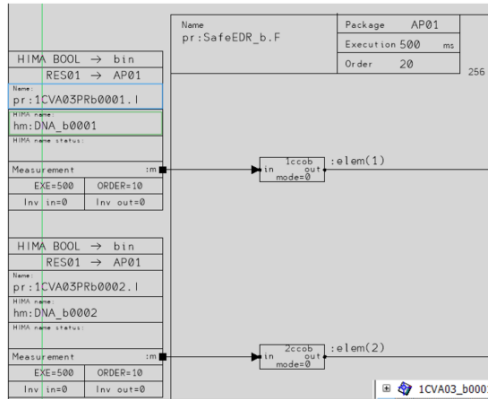
Liite 3. safeEDR templatet ja niillä luodut safeEDR kommunikaatiopiirit

LIITE 4

INTERNAL

Template instructions

SafeEDR_b, SafeEDR_r, SafeEDR_rf template instruction



- Templates used for reading HIMA -> DNA communication signals in groups of 100 variables.
- Every register starts with number 1 example 0001, 0101, 0201, 1001, 1101...
- Example if starting register is DNA_b0001, final variable will be DNA_b0100 etc.
- Project name highlighted in blue, DNA variable name and register number highlighted in green are defined in design members or excel.
- Only the register start number is defined in DM, the rest will be automatically generated.

12 9 May 2025 © Valmet | Ahe / HIQuad X update projects



Liite 4. SafeEDR templatien esittely

LIITE 5

INTERNAL

Template Excel design parameters

Tips and notes for SafeEDR_b_all, SafeEDR_r_all, SafeEDR_rf_all templates

Example of how different registers are submitted to design parameters in excel

| | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AO | AP | AQ |
|------------------|-------------|-----------|-----------|------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | S(NAMEA0_2) | S(FDESCR) | S(DUMMY2) | S(NAMETAG) | S(REG1) | S(OIND1) | S(REG2) | S(OIND2) | S(REG3) | S(OIND3) | S(REG4) | S(OIND4) |
| κ DNA_b_all loop | -- | 1CVA04_b | 0001 | 1 | 0101 | 101 | 1001 | 1001 | | | | |

pr: 1CVA04_b0101 F bins
256 bin array

0101

header

20 cout

in out

1 end cout

0.1 end fault

0.101 outled

0.100 outcount

freq: 0

mod: 100

reverse: 0

SafeEDR_b_all, SafeEDR_r_all, SafeEDR_rf_all

Result in FBCAD

21 9 May 2025 © Valmet | Author / Title

Valmet

Liite 5. Templatella piirien generointi Excelissä havainnollistettuna












LIITE 6

Diagnostic loops

INTERNAL

Diagnostic loops and displays are added to the project

Diagnostics for systems and safeEDR connection

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
| + |  AP01_EDR_FREEZE | SafeEDR FREEZE TIME |
| + |  AP01_EDR_STATUS | REDUNDANT PCS |
| + |  AP01_M_DIAG | HIMA interface |
| + |  AP01_PARAMS | LIS VIAN MASKAUS VIIVE AP01:lle |
| + |  AP01_R_DIAG | HIMA interface |
| + |  RES_01:RACK1 | HIQUADX I/O |
| + |  RES_01:system | HIQUADX CPU |
| + |  RES_01_CODE | HIMA CRC CODE |
| + |  RES_01-AP01_M_STATUS | AP01_M EDR STATUS |
| + |  RES_01-AP01_R_STATUS | AP01_R EDR STATUS |
| + |  RES_01switch | Switch-over control RES_01 HIMA link |

24 9 May 2025 © Valmet | Author / Title



Liite 6. HIMA diagnostiikkapiirien esittely