

Joni Bäckström

Kivenmurskaamoiden valvomojärjestelmien päivittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

19.5.2018

Tekijä Otsikko	Joni Bäckström Kivenmurskaamoiden valvomojärjestelmien päivittäminen
Sivumäärä Aika	35 sivua 19.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	Kunnossapitopäällikkö, Antti Huhta Lehtori, Outi Rask
<p>Insinööriyön aiheena oli päivittää YIT Infran kivenmurskaamoiden valvomojärjestelmät. Laittepuolen päivitykseen kuului vaihtaa vanhat Beijerin operointipäätteet ja painikkeet, Mitsubishiin PLC ja Profibus-väylän muunto CAN-väylään ja lisäksi kehitettiin uusi käyttöliittymä. Päivityksen syynä oli nykyisen järjestelmän vanheneminen ja tilan puute mahdollisille laajennuksille.</p> <p>Projektin alkuvaiheissa tuli vierailta Voutilan, Kahamäen ja Sorilan murskaamoilla, tutustua nykyiseen valvomojärjestelmään ja kivenmurskaamon yleiseen toimintaan, sekä tiedustella käyttäjien kokemuksia nykyisestä järjestelmästä ja rajoitusten salliessa ottaa huomioon mahdolliset parannusehdotukset, joita voisi sisällyttää uuteen järjestelmään. Työssä tuli perehtyä myös standardeihin, joita tulee huomioida valvomojärjestelmää suunniteltaessa.</p> <p>Ohjelmoinnissa käytettiin CODESYS V3.5-, iX Developer- ja Galileo 10-ohjelmistoja. Uudeksi operointipäätteeksi oli testissä Eatonin XV303-15 ja Beijerin X2 Extreme HP-operointipäätteet ja niitä tuli vertailla, kumpi soveltuisi paremmin kivenmurskaamoiden vaativiin olosuhteisiin. Painikkeeksi valittiin Blink Marinen PKP-2600-SI ja vanhan Mitsubishiin MEL-SEC Q -sarjan tilalle valittiin Eatonin XC-303-C32-002 PLC. Tarkoituksena olisi myös, että tällä hetkellä olevien 6.5, 10.4 ja 15-tuumaisten operointipäätteiden tilalle otettaisiin suoraan kaksi 15-tuumaista operointipäätettä valvomoa kohti.</p> <p>Projekti on laaja ja tulee vielä jatkumaan. Projektin tämän hetkisenä lopputuloksena on toimiva suunnitelma ja testialusta. Käyttöliittymän uusi ulkonäkö on jo saanut pohjan, joka voi vielä hieman muuttua projektin edetessä. CAN-väylä on konfiguroitu ja testattu ja painikkeet ohjelmoitu toimiviksi.</p>	
Avainsanat	Kunnossapito, kivenmurskaus, valvomojärjestelmät, käyttöliittymä, ohjelmointi

Author Title	Joni Bäckström Rock crushing plants control system upgrading
Number of Pages Date	35 pages 19 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Antti Huhta, Maintenance Manager Outi Rask, Senior Lecturer
<p>The goal of this study was to update YIT Infra's rock crushing plants control systems. The hardware part of the upgrade was to change the old Beijer Electronics panels and key-pads, Mitsubishi PLC and change Profibus communication protocol to CAN communication protocol and in addition the old user interface would be revamped. The reason for the update was that the old control system was nearing the end of its life cycle and that there is no more room for expansion in the old control system.</p> <p>First part of the project was to visit Voutila, Kahamäki and Sorila rock crushing plants and get to know the current control system and the general operations of a rock crushing plant. It was also good to inquire user experiences of the current control system to see if there was any improvements to be made that were within the limits and profitability and implement them on the new control system. Newest standards had to be taken into account when planning a control system because safety and other requirements for control systems and safety devices is defined in them.</p> <p>CODESYS, iX Developer and Galileo 10 was used for programming and planning. Eaton's XV303-15 and Beijer's X2 Extreme HP panels still need to be tested to see which one would suit better in the rock crushing plants harsh environments. Blink Marine's PKP-2600-SI was decided to be the best option for the new system and the old Mitsubishi PLC was swapped with Eaton's XC-303-C32-002 PLC. To give more room for future expansion it was decided to directly install two 15" panels / control room, instead of a total of two panels with a 15" and 10.4" or 15" mixture, like it is on current system.</p> <p>The project is large and it will still continue to develop. The result was an initial plan for used equipment and methods and a test platform with the interface getting a new appearance and functions, CAN bus settings configured and tested and the keypad getting a program so it's ready for use.</p>	
Keywords	Maintenance, rock crushing, control systems, interface, programming

Sisällys

Lyhenteet ja määritelmät

1	Johdanto	1
2	YIT Infra Oy:n kiviainestoiminta	2
3	Taustatyö	2
3.1	Standardit	2
3.1.1	IEC 61131	2
3.1.2	IEC 61508	3
3.2	Kivenmurskauslaitokset	4
3.3	Murskaimet	5
3.3.1	Leukamurskain	6
3.3.2	Kartio- ja karamurskain	6
3.4	Murskausprosessi	7
3.5	Nykyinen valvomojärjestelmä	7
3.5.1	Operointipäätteet	8
3.5.2	PLC	11
3.5.3	Painikkeet	12
3.6	Ohjelmat	13
3.6.1	E-Designer	13
3.6.2	CODESYS V2.3	14
3.6.3	GX IEC Developer	14
3.6.4	GX Configurator-DP	15
3.7	Väylä	15
4	Uusi valvomojärjestelmä	16
4.1	Laitteet	17
4.1.1	Operointipäätteet	17
4.1.2	PLC	18
4.1.3	Painikkeet	19
4.2	Ohjelmat	20
4.2.1	iX Developer	20
4.2.2	CODESYS V3.5	21

4.2.3	Galileo 10	22
4.2.4	CANmoon	22
4.3	Väylä	22
4.3.1	CANopen	22
4.3.2	Modbus TCP / IP	24
5	Työnkulku	25
5.1	Käyttöliittymä	25
5.2	Testilaitteet ja ohjelmointi	27
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	35

Lyhenteet ja määritelmät

ATEX	Atmosphères Explosibles (Räjähdyksvaarallinen ilmaseos). Laitedirektiivi räjähdysvaarallisissa tiloissa käytetyille laitteille.
CAN	Controller Area Network. Automaatioväylä joka on alun perin suunniteltu ajoneuvoille, mutta käytetään nykyään myös muissa koneissa ja teollisuudessa.
CFC	Continuous Function Chart (sekvenssikaavio-ohjelmointi). Graafinen ohjelmointikieli, joka ei kuulu IEC 61131-3-standardiin.
CPU	Central Processing Unit (Proessori). Keskusyksikön osa joka suorittaa muistista tulevia käskyjä.
DP	Decentralized Peripherals. Profibus-väylän versio jolla ohjausjärjestelmä ja anturointi kommunikoivat keskenään.
DUT	Data Unit Type. Käyttäjän määrittelemiä datatyyppejä.
EMC	Electromagnetic compatibility. Sähkömagneettinen yhteensopivuus.
E/E/PE	Electrical/Electronic/Programmable Electronic (Sähköiset/Elektroniset/Ohjelmoitavat elektroniset järjestelmät).
FBD	Function Block diagram (toimilohkokaavio). Graafinen, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointikieli.
GSD	General Station Description. Profibus-väylässä käytettävä tiedostomuoto joka yhdistettyjen laitteiden ominaisuudet.
HMI	Human-machine Interface. Käyttöliittymä.
I/O	Input / Output (Tulo / Lähtö). Laitteiden välinen tiedonsiirto.
IL	Instruction List (käskylista). Tekstuaalinen, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointikieli.

IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
LD	Ladder Logic (tikapuukaavio). Graafinen, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointikieli.
MELSEC	Mitsubishi Electric Sequencer. Mitsubishin tuoteperhe ohjelmitaville logikoille.
NEMA	National Electrical Manufacturer Association. Amerikkalainen sähkövalmistajien järjestö.
PLC	Programmable Logic Controller. Ohjelmitava logiikka.
POU	Program Organisation Unit. Ohjelman rakenne.
Profibus	Process Field Bus. Kenttälaitteiden liittämiseen käytetty kenttäväylä.
SFC	Sequential Function Chart (vuokaavio-ohjelmointi). Graafinen, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointikieli.
ST	Structured Text (rakenteinen teksti). Tekstuaalinen, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointikieli.
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Kahden Internet-liikenteessä käytettävän tietoverkkoprotokollan yhdistelmä.

1 Johdanto

Työn tavoitteena oli päivittää YIT Infra Oy:n kivenmurskaamoiden valvomojärjestelmiä, joihin sisältyi laitteisto- ja käyttöliittymäpäivityksiä. Päivityksellä pyritään tuomaan valvomojärjestelmille tilaa uusille laajennuksille ja uusia laitteet ja niiden ohjaukset nykypäiväiseksi. Nykyisen valvomojärjestelmän lähestyessä elinkaarensa loppupäätä tämä päivitys tulee tarpeeseen. Projekti on vielä testaus-/valmisteluvaiheessa, joten päivityksiä ei vielä tämän työn aikana päässyt vanhojen tilalle asentamaan. Päivityksiä tullaan suorittamaan aikanaan askel kerrallaan kaikille murskauslaitoksille.

Työssä siirrettiin vanha käyttöliittymä uudelle alustalle ja päivitettiin sen ilme näyttämään nykypäiväiseltä. Lisäksi käyttöliittymään uusittiin tilatietojen indikaattorit helpommin luettavimmiksi ja huomiota herättävimiksi. Uutena toimintona käyttöliittymään tuli käyttäjätoimintojen seuranta.

Laitepäivityksinä tuli Blink Marinen PKP-2600-SI painikkeet, Beijer Electronicsin X2 Extreme HP 15- ja Eaton XV300-operointipäätteet sekä Eatonin XC-303 PLC. Profibus DP-väylä vaihdettiin CAN-väylään (paikalliseksi) ja Modbus TCP/IP kenttälaitteille.

Testauksessa painikkeet liitettiin EPEC 3500 CAN-adapteriin ja adapterista XC-303 PLC CAN-väylään. CAN-väylän toimintaa valvottiin Epecin CANmoon-nimisellä konfiguraatio- ja vianmääritystyökalulla. Painikkeiden uudelleen ohjelmoimisessa käytettiin CODESYS V3.5-ohjelmaa.

Operointipäätteen käyttöliittymää ja PLC:n ohjelmointia varten operointipäätte, PLC ja PC kytkettiin Ethernet-liitännällä reitittimelle. Käyttöliittymän tekemiseen käytettiin iX Developer (Beijer Electronics)- ja Galileo 10 (Eaton)-ohjelmistoja. Logiikan ohjelmoimisessa käytettiin CODESYS V3.5-ohjelmaa.

2 YIT Infra Oy:n kiviainestoiminta

Alun perin kiviainestoiminta kuului Lemminkäinen Infra Oy:n liiketoimintaan, mutta YIT:n ja Lemminkäisen 1.2.2018 tapahtuneen fuusioitumisen myötä kiviainestoiminta toimii nykyisin nimellä YIT Infra Oy.

YIT Infra Oy:n kiviainestoiminta on Suomessa kiviainestoinnin kärkipäätä. Kivenmurskauslaitoksia on sijoitettu ympäri Suomea ja kiviainesalueita löytyy 5:stä eri maasta n. 300. Murskauslaitoksia on Suomessa yhteensä noin 20, joista noin puolet on track-tyyppisiä murskauslaitoksia.

3 Taustatyö

3.1 Standardit

3.1.1 IEC 61131

IEC 61131 on yhdeksänosainen standardi ja siihen on kymmenes osa valmisteilla. Standardi kattaa kaiken tarpeellisen, mitä tulee ohjelmoitaviin logiikoihin ja niihin liitettäviin laitteisiin.

IEC 61131-1 on standardin ensimmäinen osa, joka pitää sisällään ohjausjärjestelmien toiminnallisia piirteitä

IEC 61131-2-standardin toisessa osassa määritellään logiikoille ja niihin liittyville oheislaitteille vaatimukset ja testaukset, mm.

- huolto-, säilytys- ja kuljetusvaatimukset
- toiminnalliset vaatimukset
- EMC (Electromagnetic compatibility)-vaatimukset (sähkömagneettinen yhteensopivuus)
- PLC:ien (Programmable Logic Controller) turvallisuusvaatimukset
- tiedot jotka valmistajan on pakollista toimittaa

- testausmenetelmät ja toimenpiteet, joita tulee käyttää varmistamaan PLC:ien standardinmukaisuus.

IEC 61131-3 on standardin kolmas osa joka julkaistiin helmikuussa 2013 ja on myös tämän kokonaisuuden pääfokuksena. Standardin on tarkoitus yhdenmukaistaa tapa, jolla suunnitellaan ja käytetään ohjausjärjestelmiä teollisuudessa. IEC 61131-3 määrittelee ohjelmointikielien ja yleiset elementit (datatyypit, muuttujat)

IEC 61131-4 on tarkoitettu PLC:n loppukäyttäjälle ja on tarkoitettu auttamaan käyttäjää valitsemaan ja määrittelemään IEC 61131-standardin mukaiset laitteistovaatimukset.

IEC 61131-5, eli standardin viides osa, on yhdessä standardin kolmannen osan kanssa luonnollinen yhdistelmä sovellusten ohjelmointiin. Siinä käsitellään tapoja PLC:ien väliin kommunikointiin.

IEC 61131-6-standardi määrittelee PLC:ien ja niiden oheislaitteiden toiminnallisia turvallisuusvaatimuksia. PLC:t ja niiden oheislaitteet jotka mukailevat tätä standardia, ovat souvia käytettäväksi E/E/PE-järjestelmissä.

61131-7-standardi käsittelee sumea säädön ohjelmointikieliä.

61131-8-standardi sisältää ohjeistuksia ohjelmointikielien soveltamiseen ohjelmoitavissa ohjausjärjestelmissä.

Standardin yhdeksäs ja vielä viimeinen osa, 61131-9, määrittelee IO-Linkin pienille antureilla ja toimilaitteille. [8.]

3.1.2 IEC 61508

IEC 61508-standardi käsittelee E/E/PE-järjestelmien toiminnallista turvallisuutta ja koostuu seuraavista osista:

- Osa 0: Toiminnallinen turvallisuus ja IEC 61508
- Osa 1: Yleiset vaatimukset

- Vaatimukset ohjausjärjestelmän vuorovaikutuksesta turvallisuuteen liittyvät prosessin kanssa
- Osa 2: Vaatimukset sähköisille/elektronisille/ohjelmoitaville elektronisille turvallisuuden liittyville järjestelmille
- Osa 3: Ohjelmistovaatimukset
- Osa 4: Määritelmät ja lyhenteet
- Osa 5: Esimerkkejä menetelmistä turvallisuuden eheystasojen määrittämiseen
- Osa 6: Ohjeita IEC 61508-2:n ja IEC 61508-3:n soveltamiseen
- Osa 7: Yleiskatsaus menetelmistä ja työkaluista [9.]

3.2 Kivenmurskauslaitokset

Ennen kuin todellista päivitysprojektia pystyttiin aloittamaan, oli tärkeää tutustua kivenmurskaamoiden perustoimintaan, käytäntöihin, ohjaukseen, laitteisiin ja hieman perehtyä, miten asiat murskaamoilla toimivat.

Kivenmurskaamot jotka olivat seurannassa, sijaitsevat Voutilassa (Vantaa), Kahamäellä (Lempäälä) ja Sorilassa (Tampere) ja työmaatutustuminen kesti yhteensä noin 1,5 viikkoa.

Kivenmurskaamot olivat toiminnaltaan suurimmalta osin hyvin samanlaisia. Suurin ero oli Voutilan murskaamolla, jossa käytetty kivi sisälsi niin suuret määrät metallia, että jouduttiin käyttämään magneettia (kuva 1.) sen pois keräämiseen, ja toisena erona lopputuote kerättiin kasan sijasta siloihin.



Kuva 1. Voutilan murskaamo.

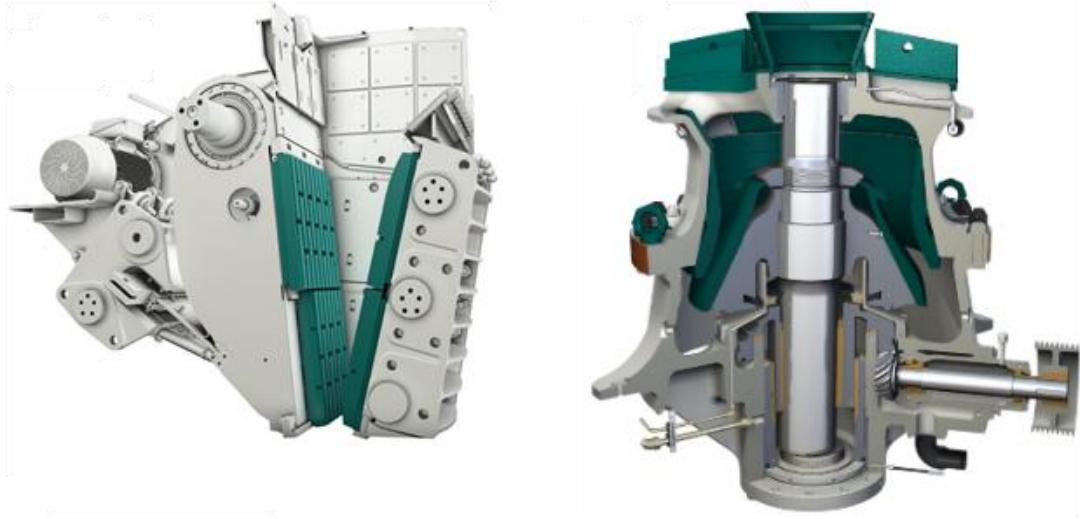
Murskaamoilla selkeni paremmin, millaisia eri murskaintyyppejä YIT:n murskaamoilla yleisimmin käytetään ja yleensäkin, millaisia eri kivenmurskaimia on olemassa ja mihin tarkoitukseen tietyntyyppinen kivenmurskain soveltuu parhaiten.

Tällä hetkellä käytössä olevan valvomojärjestelmän näkeminen todellisuudessa tuli myös avuksi kun lähdettiin suunnittelemaan uutta käyttöliittymää.

3.3 Murskaimet

Murskaintyyppiä valittaessa on otettava huomioon, tuleeko murskain esimurskaukseen, välimurskaukseen vai hienomurskaukseen. Ensimmäisessä vaiheessa, eli esimurskauksessa on yleensä käytössä leukamurskain, toisessa vaiheessa tapahtuu välimurskaus ja viimeiseksi tulee hienomurskaus, joissa kummassakin käytetään kartio- tai karamurskaimia.

Yleisimmin käytettävät murskaimet YIT:n murskaamoilla olivat leuka-, kartio- ja karamurskain ja lisäksi harvinaisemmin käytetty keskipakomurskain. Näiden lisäksi löytyy vielä isku-, valssi- ja erikoismurskaimia, mutta niitä ei tässä työssä mainita niiden käyttämättömyyden takia.



Kuva 2. Nordberg C-sarjan leukamurskain ja Nordberg GP-sarjan karamurskain [2, 4.]

3.3.1 Leukamurskain

Leukamurskaimia on yleisesti käytetty esimurskaimina, koska ne soveltuvat erittäin hyvin Suomen kovalle kivelle. Väli- ja hienomurskauksessa niitä harvoin käytetään niiden matalan kapasiteetin takia.

Leukamurskaimen murskauksen toiminta perustuu yhden kiinteän ja yhden liikkuvan leuan väliseen puristusvoimaan. Liikkuva leuka on asennettu epäkeskoakseliin kiinnitettyyn heiluriin, jonka liike puristaa kiven kiinteää leukaa vasten.

3.3.2 Kartio- ja karamurskain

Kartio- ja karamurskaimet ovat ulkonäöltään ja toiminnaltaan hyvin samanlaiset, ja soveltuvat parhaiten väli- ja hienomurskaukseen. Yhtenä erona niissä on se, että kartiomurskaimen kara-akselista on tuettu vain alaosa, kun taas karamurskaimen kara-akselista on tuettu ala- sekä yläosa.

Kartio- ja karamurskainten toiminta perustuu iskuun ja puristukseen murskaimen sisällä olevien kartiopintojen välissä. Murskaimessa olevaa epäkeskoakselia pyörittää hammaspyörä, joka aiheuttaa oskilloivan liikkeen. Oskilloiva liike mukautuu murskaimen asetusten mukaan (avoimen ja suljetun puolen asetus).

3.4 Murskausprosessi

Murskaamisen tarkoituksena on saada käytettävästä louheesta tuote, joka rakeisuutensa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta soveltuu haluttuun tarkoitukseen. Kiviaineksen murskauksessa pienennetään suuresta ja epätasaisen kokoisesta lähtömateriaalista määrätyn seulan läpäisevää tuotetta, jonka maksimiraekoko ja raejakautuma ovat ennalta määrättyt. [7, s.6.]

Murskauksen päämääränä on hajottaa louhittu, purkutyömaalta tai muualta saatu kiviaines kooltaan ja määrältään määrätyn mukaiseksi ja yhdellä murskauslaitoksella voidaan ja yleensä tuotetaan montaa eri lajiketta.

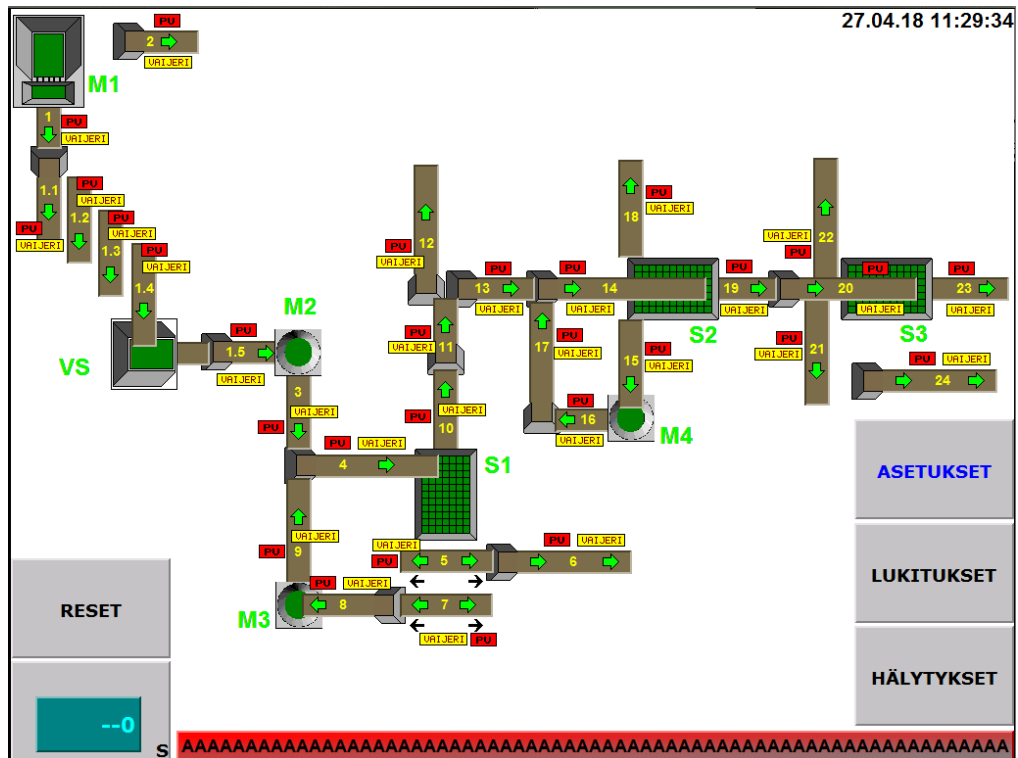
Murskauksen alkupäässä kaivinkone, pyöräkuormaaja tai dumpperi tuo louhitun kiven syöttimeen, jonka syötinnopeutta voidaan ohjata joko manuaalisesti valvomosta tai automaattisesti mittauksella. Syöttimestä kivi kulkeutuu esimurskaimen, jossa leukamurskain murskaa kiven puristamalla sen leukojen väliin. Esimurskaimesta kivi yleensä siirretään kuljettimella välimurskaan (normaalisti kartio- tai karamurskain), mutta tarpeen mukaan se voi siirtyä myös seulalle. Prosessin toisessa ja kolmannessa vaiheessa jatkuu siirtymät murskauksen ja seulonnan välillä halutun lopputuotteen mukaan.

Kuljettimien suuntaa ohjataan 2:lla sen päissä olevilla sähkömoottoreilla, joita puolestaan ohjaa Mitsubishin FR-F700 / F800-taajuusmuuttaja.

Seulojen verkkojen koon mukaan määritellään, minkä kokoista lajiketta tuotetaan, ja murska, joka ei läpäise seulaa, kulkee seuraavaan murskausvaiheeseen tai takaisin kiertoon uudelleen murskattavaksi. Halutun kokoinen murska menee kuljettimille, jotka kuljettavat lopputuotteen joko siloihin tai kasaan odottamaan kuljetusta.

3.5 Nykyinen valvomojärjestelmä

Kuvassa 3. on Vittakankaan tämänhetkisen käyttöliittymän ulkoasu. Kaikkien murskaamoiden käyttöliittymien ulkoasut voivat erota hyvin paljon toisistaan, eikä niille ole kehitetty ns. staattista rakennetta, jotta kaikkien murskaamoiden käyttöliittymät olisivat yhteisempiä.

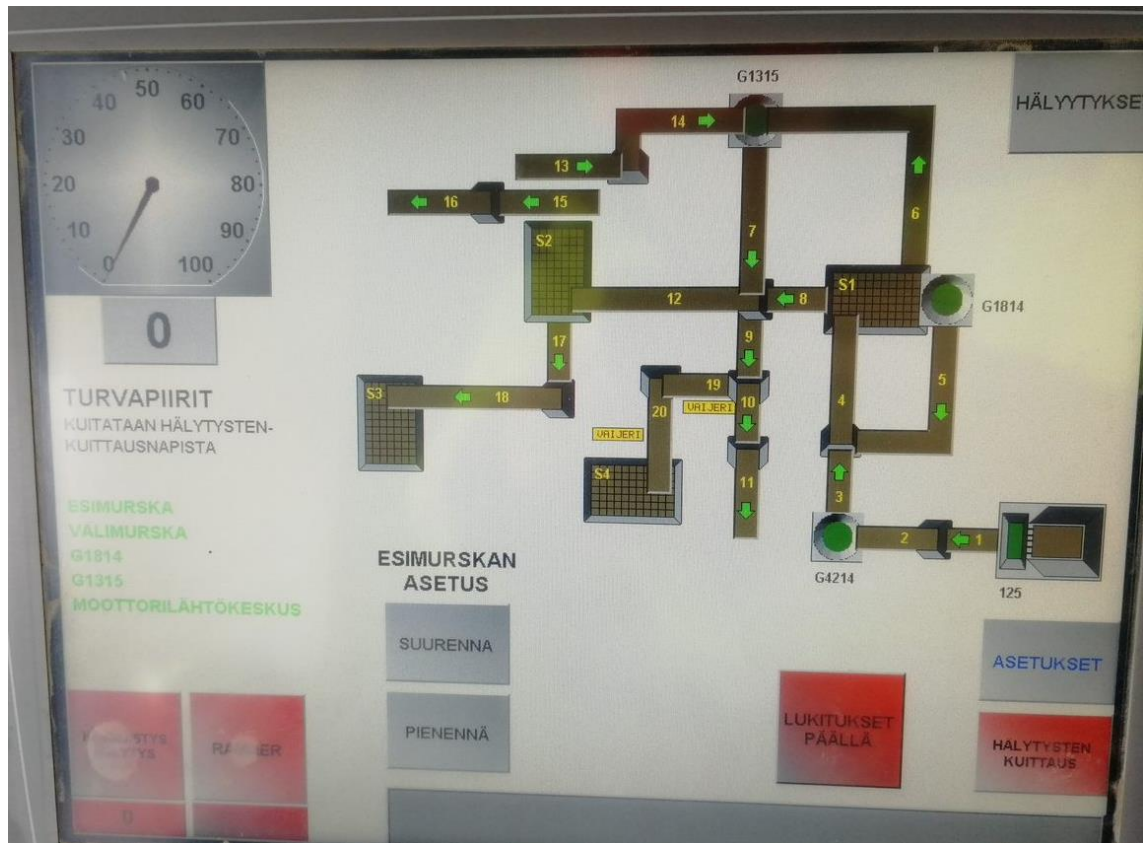


Kuva 3. Nykyisen käyttöliittymän päänäyttö (murskaamo Vittakankaalla).

3.5.1 Operointipäätteet

Nykyisen valvomojärjestelmän operointipäätteinä käytetään Beijer Electronicsin E1000-sarjan paneeleita, joiden EOL (End of Life) tuli voimaan alkuvuonna 2018 ja LTB (Last Time Buy) astuu voimaan loppuvuonna 2018. EOL:llä tarkoitetaan valmistajan aikomusta lopettaa laitteen valmistus ja siihen saatavilla oleva tarjonta ja LTB:llä tarkoitetaan viimeistä mahdollista ostopäivää. Sen lisäksi että kyseisten operointipäätteiden valmistus lopetetaan, on niiden tekniikka myös niin vanhentunutta, että ne eivät tukisi sitä, mitä uudelta järjestelmältä halutaan.

Valvomossa oli käytössä E1000-sarjan operointipäätteistä E1101-, E1151- (kuva 4.) ja E1071-malliset operointipäätteet.



Kuva 4. Voutilan kivenmurskaamon päänäyttö E1151-operointipäätteellä.

E1000-sarjan operointipäätteet ovat teknisiltä tiedoiltaan (kuva 5.) samanlaisia, eroina niissä on vain näytön koko.

E1151-operointipäätteen tekniset tiedot

General description		Display	
Part number	603221124	Size diagonal	15.0 inch
Part status	Active	Resolution	1024 x 768 pixels
Warranty	1 year	Backlight	CCFL with dimming
Mechanical		Backlight life time	50,000 hrs
Mechanical size	398 x 304 x 66 mm	Backlight brightness	350 cd/m2
Number of touches	1 million finger touch operations	Display type	TFT CCFL
Touch type	Resistive type	Communication serial	
Cut-out size	356 x 279 mm	Number of serial ports	1 Port 9pin DSUB/1 Port 25 pin DSUB
Weight	3.7 kg	Serial port 1	RS 232 (RTS/CTS)
Housing material	Powder-coated aluminium, grey	Serial port 2	RS422 (RTS)/RS485
Power		Ethernet communication	
Input voltage	20 - 30 V DC	Number of ethernet ports	1
Power consumption (max)	28.2 W	Ethernet port 1	1x10/100 Base-T (shielded RJ45)
Input fuse	Internal DC fuse, 3.15 AT		

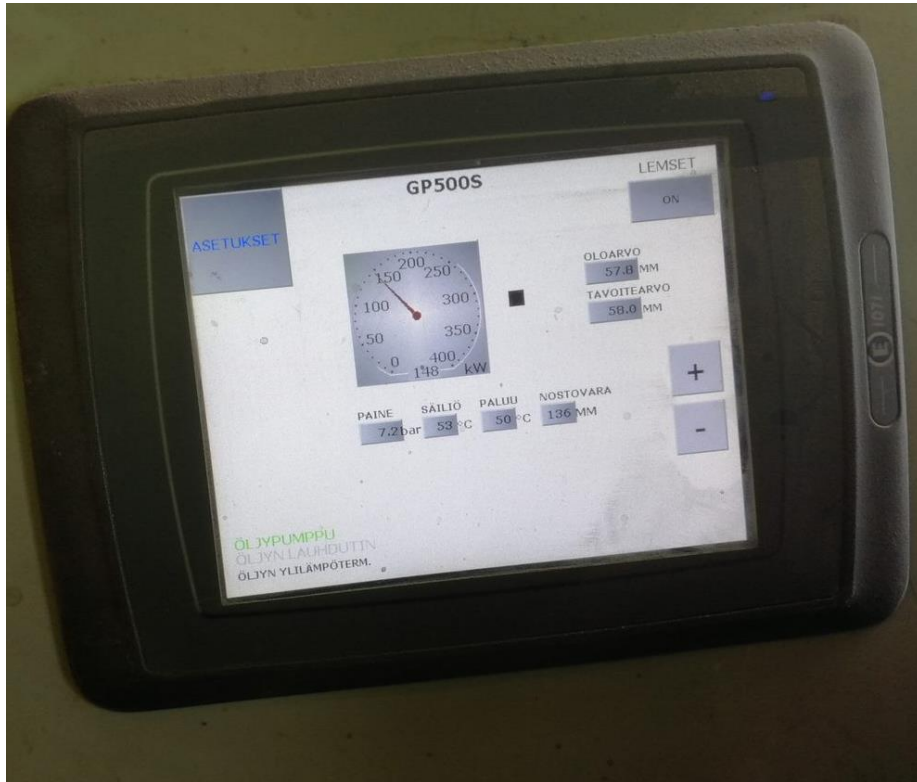
E1101-operointipäätteen tekniset tiedot

General description		Display	
Part number	603221123	Size diagonal	10.4 inch
Part status	Active	Resolution	800 x 600 pixels
Warranty	1 year	Backlight	CCFL with dimming
Mechanical		Backlight life time	50,000 hrs
Mechanical size	302 x 228 x 64 mm	Backlight brightness	350 cd/m2
Number of touches	1 million finger touch operations	Display type	TFT CCFL
Touch type	Resistive type	Communication serial	
Cut-out size	265 x 206 mm	Number of serial ports	1 Port 9pin DSUB/1 Port 25 pin DSUB
Weight	2.1 kg	Serial port 1	RS 232 (RTS/CTS)
Housing material	Powder-coated aluminium, grey	Serial port 2	RS422 (RTS)/RS485
Power		Ethernet communication	
Input voltage	20 - 30 V DC	Number of ethernet ports	1
Power consumption (max)	12 W	Ethernet port 1	1x10/100 Base-T (shielded RJ45)
Input fuse	Internal DC fuse, 3.15 AT		

E1071-operointipäätteen tekniset tiedot

General description		Display	
Part number	603221116	Size diagonal	6.5 inch
Part status	Active	Resolution	640 x 480 pixels
Warranty	1 year	Backlight	CCFL with dimming
Mechanical		Backlight life time	50,000 hrs
Mechanical size	219 x 154 x 61 mm	Backlight brightness	350 cd/m2
Number of touches	1 million finger touch operations	Display type	TFT CCFL
Touch type	Resistive type	Communication serial	
Cut-out size	189 x 138 mm	Number of serial ports	1 Port 9pin DSUB/1 Port 25 pin DSUB
Weight	1.2 kg	Serial port 1	RS 232 (RTS/CTS)
Housing material	Powder-coated aluminium, grey	Serial port 2	RS422 (RTS)/RS485
Power		Ethernet communication	
Input voltage	20 - 30 V DC	Number of ethernet ports	1
Power consumption (max)	9,6 W	Ethernet port 1	1x10/100 Base-T (shielded RJ45)
Input fuse	Internal DC fuse, 3.15 AT		

Kuva 5. E1151-, E1101- ja E1071-operointipäätteiden tekniset tiedot [1.]

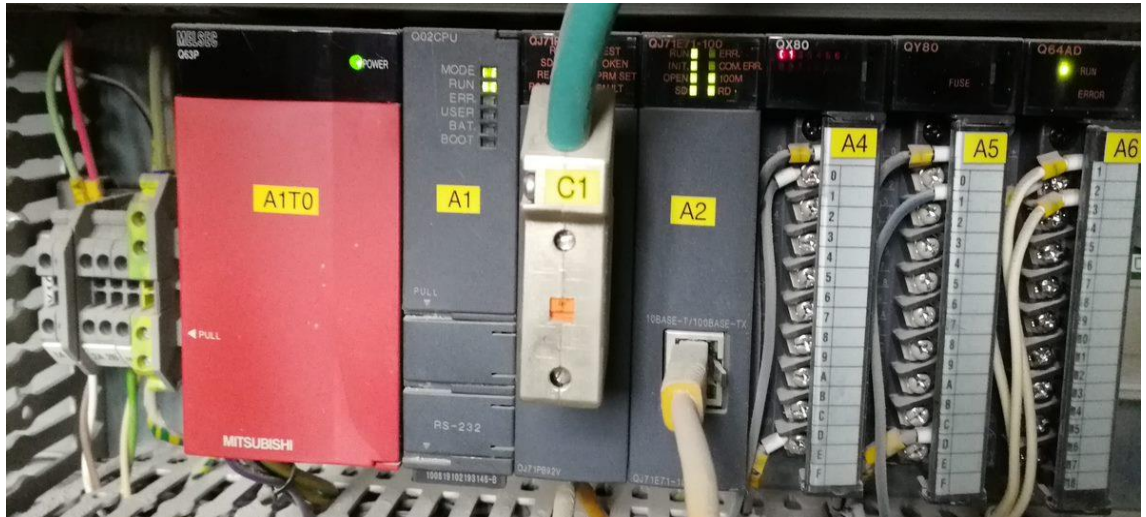


Kuva 6. Nordberg GP500S-karamurskaimen käyttöliittymä E1071-opeointipäätteellä.

3.5.2 PLC

Tällä hetkellä käytössä on modulaarinen Mitsubishin MELSEC Q -sarjan kokoonpano (kuva 7.), joka koostuu seuraavista moduuleista:

- Q63P – Virtalähde
 - 24VDC input, 5 VDC / 6 A output
- Q02CPU – CPU
 - 28k ohjelmamuisti, 79 ns sykli aika / looginen käsky
- QJ71PB92V – väylämoduuli (Profibus DP)
 - Rajapintamoduuli, V1 protokolla
- QJ71E71-100 – verkkomoduuili (Ethernet)
 - Rajapintamoduuli, 100Mbit/s, 100BASETX/10BASE-T
- Q64AD – A/D-muunninmoduuli
 - 4-kanavainen, 0–16000 / -10 - +10 V, 0–12000 / 0–20 mA
- QX80 – Digitaalinen input-moduuli
 - 16-kanavainen
- QY80 – Digitaalinen output-moduuli
 - 16-kanavainen (transistori), 12–24 VDC, 0,5 A / kanava, 4 A / ryhmä



Kuva 7. Voutilan murskaamon Mitsubishi MELSEC Q -sarjan kokoonpano.

3.5.3 Painikkeet

Tällä hetkellä valvomoissa käytetään Beijer Electronicsin E-key 16 (kuva 8.) ja X-key 16 painikkeita ohjaukseen. Kummassakin on 16 LED-merkkivalollista painiketta ja liikennöinti toimii RS232C-, RS422- ja RS485-sarjaportteilla. Maksimissaan neljä X- tai E-key-painiketta voi olla liitettynä samanaikaisesti yhteen operointipäätteeseen ja niistä vain ensimmäisen voi yhdistää joko RS232C-, RS422- tai RS485-sarjaporttiin ja loput liikennöi vain RS485-portin avulla.



Kuva 8. Voutilan murskaamon valvomon Beijer Electronicsin E-key 16 painikkeet.

3.6 Ohjelmat

Nykyisen valvomojärjestelmän ohjelmoimisessa ja ylläpitämisessä käytetään E-Designer-, GX IEC Developer- ja CODESYS V2.3 -ohjelmistoja.

3.6.1 E-Designer

E-Designer on Beijer Electronicsin kehittämä ohjelmisto Mitsubishi Electricin E1000-sarjan operointipäätteille. E-Designer:sta löytyy kaikki tarvittava helppokäyttöisten ja loogisten HMI (Human-machine Interface) applikaatioiden luomiseen. Sillä ei ole mahdollista tehdä vaativimpia toimintoja, kuten omia ohjelmakoodeja (scriptejä). E-Designer:iin on mahdollista tuoda omia objekteja / symboleita, jos ennalta määrätyt objektit ei tunnu riittävän. Kyseistä ohjelmaa ei käytetty uuden käyttöliittymän tekemiseen, joten siihen ei perehdytty sen syvemmin.

3.6.2 CODESYS V2.3

CODESYS V2.3 on kansainvälisen standardin IEC 61131-3 mukainen ohjelmistoympäristö joka on tarkoitettu ohjauslaitteiden (PLC) ohjelmoimiselle. CODESYS V2.3:ssa on käytössä viisi IEC 61131-3 standardin mukaista ohjelmointikieltä joista kaksi on graafisia (IL ja ST) ja kolme tekstuaalisia (LD, FBD ja SFC) ja näiden lisäksi sisältää vielä CFC-ohjelmointikielen joka ei sisälly standardiin. CODESYS-ohjelmistossa on mahdollisuus käyttöliittymän luomiseen joka on mahdollista julkaista web-versiona (WebVisu) jolloin käyttöliittymällä ei ole PLC:ia käytössä ja ohjaus toimii selaimella ja tietenkin löytyy myös perinteinen HMI mahdollisuus (TargetVisu). PLC tuki CODESYS-ohjelmistossa on hyvin laaja eri valmistajille.

CODESYS V2.3-ohjelmistoa ylläpidetään 2019 loppuun asti ohjelmavirheiden korjaamisella, ja tämän jälkeen sen kehittäminen lopetetaan ja keskittyminen siirtyy täysin uusimpaan, V3:een.

3.6.3 GX IEC Developer

GX IEC Developer on Mitsubishi Electricin valmistama, IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelmointiympäristö jota käytettiin Mitsubishiin MELSEC Q -sarjan logiikoiden ohjelmoimiseen. Koska GX IEC Developer on myös IEC 61131-3-standardin mukainen ohjelma, niin on se sisällöltään hyvin samankaltainen CODESYS-ohjelmistoympäristön kanssa.

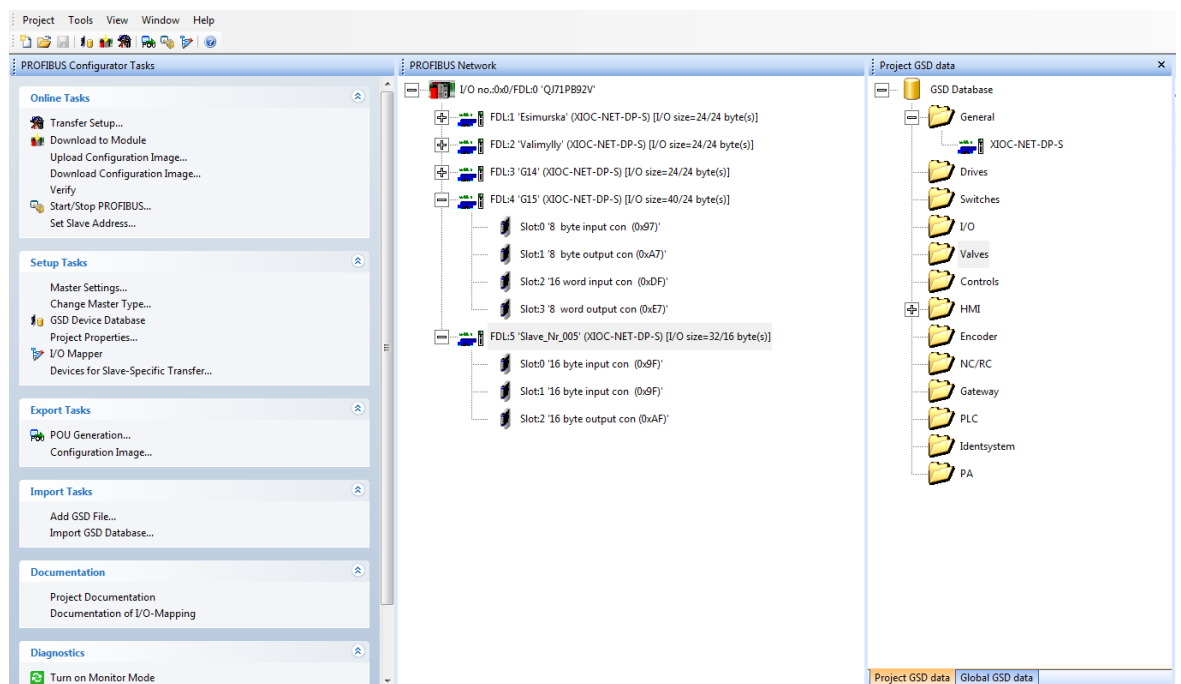
Jokainen GX IEC Developer projekti sisältää seuraavat elementit:

- kirjastot (libraries)
- PLC:n parametrit
- strukturoidut datatyypit (DUT, Data Unit Type)
- globaalit muuttujat (variables)
- rakenneyksikkö (POU, Program Organisation Unit).

Eli ohjelmarakenne ei eroa juurikaan muista IEC 61131-3-standardin mukaisista ohjelmointiympäristöistä.

3.6.4 GX Configurator-DP

GX Configurator-DP (kuva 9.) on Profibus-väylän konfigurointityökalu Mitsubishiin logiikoille. Sen avulla saadaan määriteltyä Profibus-väylä, validoitua asetukset ja ladattua se halutulle PLC-moduulille. GX Configurator-DP ottaa tiedot Profibus DP slaveista laitteiden GSD (General Station Description)-tiedostoista ja samalla generoi ohjelmakoodia käytettäväksi GX IEC Developerissa.



Kuva 9. GX Configurator-DP näkymä.

3.7 Väylä

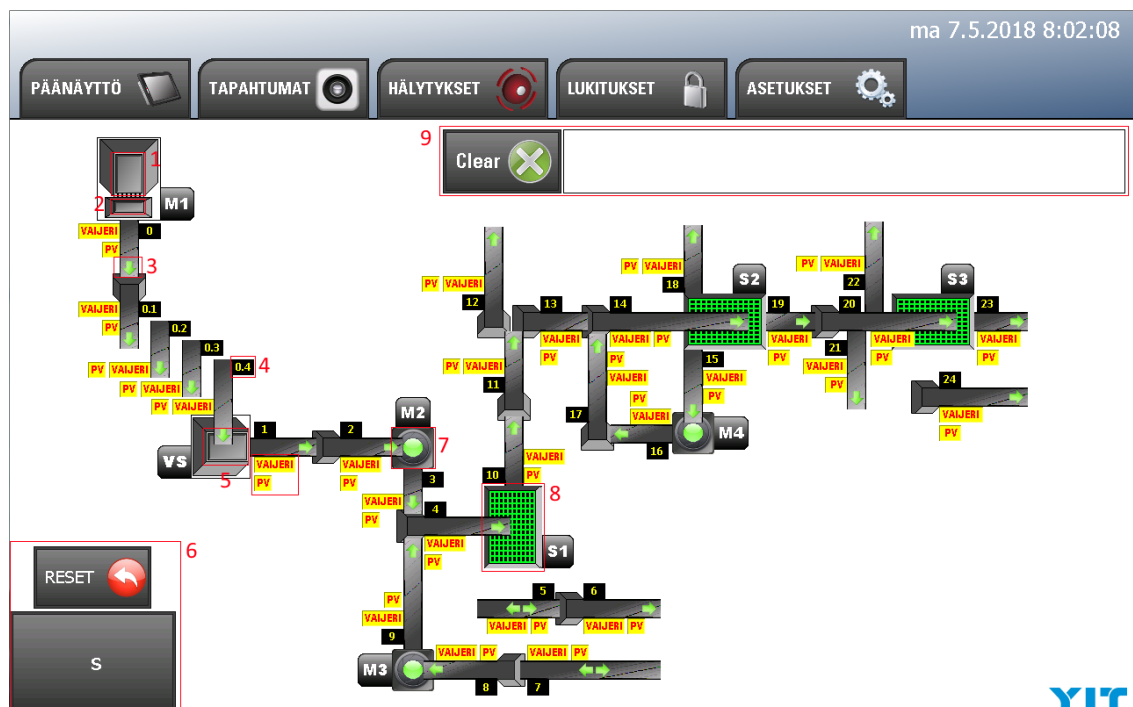
Nykyisessä järjestelmässä kenttäväylänä on käytössä Profibus DP joka on taajuusmuuttajien ja logiikan välillä. Operointipäätteen ja logiikan välillä käytettiin Ethernet-verkkoa.

Profibusin on kehittänyt Saksan hallitus vuonna 1989 yhteistyössä useiden automaatiolaitteiden valmistajien kanssa ja se rakentunut RS485:n ja Euroopan EN50170-standardin mukaan. Se on hyvin yleisesti käytetty kenttäväylä teollisuuden automaatioissa ja luultavasti vielä tällä hetkellä nopein käytössä oleva kenttäväylätyyppi. ”DP” tulee sa-

noista ”Decentralized Peripherals”, jolla tarkoitetaan hajautettuja I/O-laitteita (kuten anturit ja toimilaitteet). Normaalisti PLC:n I/O-kanavat on keskitetty, mutta lisäämällä kenttäväylä ohjauksen (master) ja sen I/O-kanavien (slave) välille I/O:sta tulee hajautettu.

4 Uusi valvomojärjestelmä

Käyttöliittymässä (Kuva 10.) syötin (1) ja esimurskain (2) on kuvattu tunnuksella M1, välisyötin (5) tunnuksella VS, väli- ja jälkimurskat (7) tunnuksilla M2, M3 ja M4 ja seulat (8) tunnuksilla S1, S2, S3. Kuljetinten (3) toimintaa indikoi nuolisymboli ja jokainen kuljetin on numeroitu (4). Vasemmassa alareunassa on käynnistyshälytys/käynnistyslupapainike joka käynnistää ajastimen ja lisäksi ajastimen reset-painike (6). Kuvassa numerolla (9) näytetään sen hetkiset hälytykset ja ”Clear”-painikkeella tyhjenetään kenttä, mutta ne jäävät muistiin ”Hälytykset”-näytön taakse.



Kuva 10. Kehittelyssä oleva käyttöliittymä, tehty iX Developerilla (muutoksia voi tulla).

4.1 Laitteet

4.1.1 Operointipäätteet

Operointipäätteiksi valinnassa ensimmäisenä oli Beijer Electronicsin X2 Extreme HP 15” -malli, joka on valmistettu erittäin vaativiin olosuhteisiin, unohtamatta tehokasta suorituskykyä 1 Ghz:n Quad ARM Cortex-A9-prosessorilla. Extreme-mallit ovat täysin tiiviitä paketteja, IP66, NEMA 4X/12 ja UL tyyppi 4x/12 luokitukset takaavat toimivuuden kivenmurskauslaitosten olosuhteissa, sekä mukailevat ATEX-tilaluokkien 2 ja 22 sertifikaatteja, vaikka ne eivät näihin olosuhteisiin ole tarpeellisia. Iskunkestävyys 40 G, ½ sini, 11 ms, joka on IEC 60068-2-27-standardin mukainen ja värinäkkestävyys 4 G, joka on IEC 60068-2-6-standardin mukainen. Näytössä on 1000 cd/m²:n taustavalaistus, joka on hyvin tarpeellinen, koska näytöt sijaitsevat paikassa, mihin voi paistaa aurinko, ja tämä takaa hyvän luettavuuden auringonpaisteellakin. Lisäksi taustavalaistus on säädettävissä pienimmillään 0,5 cd/m² asti. Tässä mallissa on myös integroitu CAN (Controller Area Network)-väylä ja CODESYS- toiminnollisuus. Käyttöliittymän luonti tapahtuu iX Developer -ohjelmalla.

Toinen operointipäätte on Eatonin XV303-15, joka on kapasitiivinen monikosketusnäyttö, mikä mahdollistaa mm. ulontamisen ja lähentämisen, kuten vaikka älypuhelimissa. Suorituskyky on hieman Beijerin näyttöä heikompi, 800Mhz ARM Cortex-A9-prosessorilla, mutta silti riittävä. Suojausluokaltaan IP65, NEMA 4X/12 ja CE, cUL ja ATEX tilaluokka 22 hyväksynyt. Isku ja värinäkestävyydestä ei ole mitään mainintaa, joka olisi hyvä tietää, koska kivenmurskaamoilla sitä voi esiintyä jonkin verran. XV303-15-operointipäätteeseen saa valinnaisena mukaan SmartWire-DT:n, joka on Eatonin kehittämä kommunikointijärjestelmä kytkinlaitteille. SmartWire-DT yksinkertaistaa kaapeloinnin ja säästää aikaa testauksessa ja käyttöönotossa. Sen integrointi automaatioon tapahtuu minkä tahansa PLC:n gatewayn kautta. Käyttöliittymä XV303-15-operointipäätteelle tehdään Galileo 10-ohjelmalla.

4.1.2 PLC

Uuteen järjestelmään tulee käyttöön Eatonin XC-303-C32-002 PLC (kuva 11.) joka on erittäin pienikokoinen mutta tehokas ohjausjärjestelmä. I/O:tia pystyy laajentamaan maksimissaan 32x XN300 I/O-lisämoduulilla. Jos käytössä on monta PLC:ia, niin loput on helppo ohjelmoida tuomalla ohjelma USB-muistitikulla tai micro SD muistikortilla ja loogikka kopioi tarvittavat tiedot automaattisesti.



Operating System	Linux / NXP / 960MHz
Memory (internal)	512 MB RAM / 128MB FLASH / 128kB NV-RAM
Memory (external)	Micro SD (max. 32GB)
Ethernet / IP	1 x 10/100/1000 MBit/s
	2 x 10/100 MBit/s
Interface	1 x CANopen (M/S) (iso)
	1 x CANopen (M/S)
	1 x RS 485 (iso)
USB 2.0	1 x USB 2.0 Host (A)
Digital In-/Output	4 x 24VDC / 24VDC, 0.5A
Real-time clock (RTC)	CAP (buffered)
Backplane	32 modules

Kuva 11. Eaton XC-303-C32-002 PLC ja sen tekniset tiedot [3.]

CAN-väylän käyttämiseksi XC-303-C32-002:ssa on integroidut päätevastukset jotka toimivat dippikytkimillä.

Jotta ohjelma saadaan ladattua XC-303-C32-002 PLC:lle, täytyy käyttää Eatonin ”targetteja”, jotka tuovat ohjelmalle oikeat laitetiedot. Lisäksi täytyy ladata vielä XC303 PLC:lle tarkoitettu paketti, jotta ohjelma sisältää kaikki tarvittavat kirjastot ja tiedostot kommunikointiin Eatonin PLC:n kanssa. Paketin ja targetit saa ladattua Eatonin kotisivuilta www.eaton.eu.

1. Select the category!

Software

Libraries

Wizard

Driver

OS Updates

Device Description Files

Archive

Located updates or full versions for download

Name	Size	Date	Preview	txt	pdf
XSOFT-CODESYS V3.5.11	1182511 KB	12/22/2017			
XC303 Package V3.5.11	20560 KB	02/16/2017			

2. Select the software!

easySoft

easySoft-Safety

easyOPC-Server

EASY209-SE Konfig

Galileo

LabelEditor

XSOFT-CODESYS

3. Select the product version

3.5.11 - Bugfix1

3.5.11

3.5.10 - Bugfix1

3.5.8 - Bugfix 2

3.5.7 - Bugfix 1

3.5.6 - Bugfix 1

3.5.5

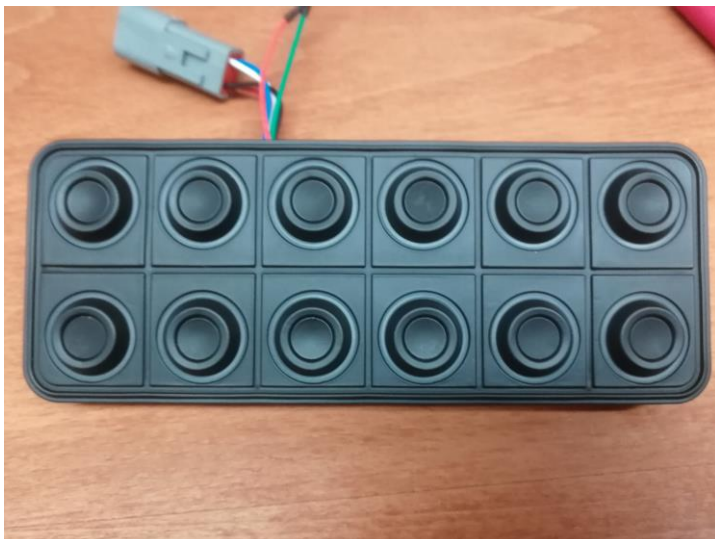
3.5.4 - Bugfix 1

3.5.3 - Bugfix 1

Kuva 12. CODESYS V3.5 ja siihen tarvittavan XC303 paketin sijainti.

4.1.3 Painikkeet

Painike valintana oli Blink Marinen CAN- ja RS485-väylällä toimiva PKP-2600-SI. Painikkeet ovat erittäin robustin tuntuisia ja rakenne painikkeissa on täysin umpinainen. Suojausluokka painikkeilla on IP67 / IP69K NEMA6, joten soveltuu erittäin hyvin kivenmurskauslaitoksille. Painikkeiden ympärillä on moniväriset LED-valot, pääväreinä punainen, vihreä ja sininen, mutta LEDit on mahdollista ohjelmoida päällekkäisiksi, joka antaa enemmän värimahdollisuuksia. CAN- ja RS485-väylät ovat toisistaan riippumattomia, eli kummassakin väylässä voidaan käyttää samaa osoitetta samanaikaisesti.



Kuva 13. Blink Marinen PKP-2600-SI-painikkeet.

4.2 Ohjelmat

4.2.1 iX Developer

iX Developer on Beijer Electronicsin kehittämä ohjelma käyttöliittymien luomiseen iX-operointipäätteille. iX Developer tukee laajan määrän eri automaatiovalmistajien ohjaimia ja automaatiolaitteita.

iX HMI antaa ainutlaatuiset työkalut automaation kanssa kommunikointiin. Se yhdistää huippuluokan vektorigrafiikkaa ja älykkäitä toimintoja, jotka tarjoavat intuitiivisen toiminnan paikallisesti tai etäkäytettynä. Lähes rajattomat yhteydet automaation laitteisiin mahdollistaa kattava yhteensopivien kommunikointiajuriin kirjasto. [5.]

iX HMI ohjelmistoista löytyy kaikki olennaiset ominaisuudet ja toiminnot, joita käyttöliittymään tarvitaan, kuten tietojen tallennus, reseptit, hälytysten käsittely ja tiedonkeruu. Siitä löytyy myös valmiiksi sisäänrakennettuja sivupohjia, vektoripohjaisia symboleita ja kuvagrafiikkaa joita voidaan helposti asemoida ja ottaa käyttöliittymään nopeasti ja helposti, mikä tehostaa työskentelyä ja säästää suunnittelun kustannuksia. Sisäänrakennettuja objekteja on mahdollista muokata tai tuoda täysin itsetehtyjä objekteja. [5.]

iX HMI ohjelmistoilla on tuki .NET-tekniikalle, joka tarjoaa vaihtoehtoja kehittyneille kehittäjille suunnitella erikoistunutta toiminnallisuutta. C#-komentosarjat tai .NET-komponentit ovat käytettävissä toiminnallisuuden laajennuksiin. Tiedonvaihtoon on saatavilla SQL. FTP. OPC UA ja web-yhteydet. [5.]

4.2.2 CODESYS V3.5

CODESYS V3.5 on CODESYS-ohjelmointiympäristön tuorein versio. Asiat mitä mainittiin luvussa 3.6.2, ovat luonnollisesti läsnä vielä versiossa 3.5, mutta uudempana ja laajempaan. Näiden lisäksi CODESYS V3.5 on saanut mm. seuraavanlaisia uudistuksia:

- Olio-ohjelmointi on kehittynyt eteenpäin.
- Useita PLC-ohjelmia saa samaan projektiin.
- Siirtyminen LD-, FBD- ja IL-näkymien välillä on laajentunut.
- Tiedostojenhallinta on suoraan projektissa.
- Käyttöliittymän, valikkojen ja pikanäppäinten kustomointi on mahdollistettu.
- Tiedonvaihto on mahdollista PLCopen XML-formaatissa.
- UNION datatyypin on lisätty.
- Unicode-merkistöstandardille on lisätty tuki.
- Automaattinen sovellustestaus on mahdollistettu (CODESYS Store: CODESYS Test Manager)
- Lisätty automaattinen ohjainsovellusten tekeminen ennalta määrätyillä moduuleilla (CODESYS Store: CODESYS Application Composer).
- I/O-rajapintaa on laajennettu.
- Tapahtumien kirjaus on lisätty.
- Turvallisuustoimintoja on paranneltu ja päivitetty vastaamaan nykypäivää.
- Webvisu mahdollisuus on lisätty (HTML5-pohjainen käyttöliittymä).

Näiden lisäksi on tullut paljon muita uudistuksia uudessa versiossa, mm. kenttäväyliin ja visualisointiin.

CODESYS-ohjelmistolla on mahdollisuus luoda myös käyttöliittymiä jos jostain syystä operointipäätteen valmistajalla ei ole omaa tarjota, on riittämätön tai muuten vain tuntee CODESYSin visualisoinnin olevan parempi vaihtoehto.

4.2.3 Galileo 10

Galileo 10 ohjelmalla luodaan käyttöliittymä Eaton XV300-operointipäätteelle, mutta itse operointipääte ei ole vielä saapunut toimittajalta, joten sitä ei ole vielä päässyt kokeilemaan.

Galileo on intuitiivinen, helppokäyttöinen, mutta silti tehokas projektisuunnitteluympäristö, joka täyttää melkein kaikki koneen toiminnan vaatimukset. Eatonin kehittämä visualisointiohjelmisto tarjoaa saumattoman projektinsuunnittelun XV / XP-operointipäätteille ja kaikille PC-ajonaikaisille ratkaisuille. Galileo WEB on olennainen osa Galileo-ohjelmistoa, ja antaa mahdollisuuden luoda HTML5-pohjaisia web-käyttöliittymiä yhdellä napin painalluksella, jopa käyttäjille joilla ei ole aikaisempaa ohjelmointikokemusta. Tämä takaa nopean ja helpon XV300-käyttöliittymän etäkäytön mistä tahansa etälaitteesta, kuten tietokone, tabletti tai kannettava tietokone.

4.2.4 CANmoon

CANmoon on CANopen-protokollaan perustuva konfiguraatio- ja vianmääritystyökalu. Konfiguroinnin ja vianmäärityksen lisäksi sitä voidaan käyttää sovelluksien lataukseen Epec-ohjausyksikköihin, sekä niiden firmware-päivitykseen. CANmoon-ohjelmalla voidaan myös tallentaa CAN-väylältä tulevaa liikennettä tiedostoksi. CANmoonia on myös mahdollista kustomoida haluamallaan tavalla Pythonilla-ohjelmointikielellä tehdyillä skripteillä.

4.3 Väylä

CANopen-väylää tullaan käyttämään valvomossa paikallisväylänä ja siitä eteenpäin tulee käytössä olemaan Modbus TCP/IP.

4.3.1 CANopen

CANopen on CAN-pohjainen viestintäjärjestelmä. Se sisältää korkeamman kerroksen protokollia ja profiilitietoja. CANopen on kehitetty standardoiduksi sulautetuksi verkoksi,

jolla on erittäin joustavat konfigurointivalmiudet. Se on suunniteltu alun perin liikeohjautuvien koneiden ohjausjärjestelmille, mutta nykyään se on käytössä useilla sovellusalueilla, kuten lääketieteelliset laitteet, maastoajoneuvot, merenkulun elektroniikka, rautatiesovellukset tai rakennusautomaatio. [6.]

CANopen purkaa kehittäjän tarvetta käsitellä CAN-laitteistotietoja, kuten bittien ajastusta ja hyväksynnän suodatusta. Se tarjoaa standardoituja viestintäobjekteja (COB) aikakriittisiin prosesseihin, konfiguraatioihin sekä verkonhallintatietoihin. [6.]

CANopen tarjoaa useita viestintäobjekteja joiden avulla laitevalmistajat voivat toteuttaa halutun verkkokäyttämisen laitteeseen. Näillä viestintäobjekteilla laitevalmistajat voivat tarjota laitteita, jotka voivat kommunikoida prosessitietoja, ilmaista laitteen sisäisiä virhetiloja tai vaikuttaa ja hallita verkkokäyttämistä. Laitteiden suunnittelijat voivat tuotteissaan tukea myös CANopen-toimintoja, jotka mahdollistavat laitteiden osallistumisen verkon pisteiden väliseen viestintään yhdenmukaisuuteen. Koska CANopen määrittelee sisäisen laitteen rakenteen, järjestelmän suunnittelija tietää tarkalleen miten CANopen-laitteeseen pääsee ja miten laitteen käyttämistä voidaan säätää. [6.]

CANopen perustuu ISO 11898-1 mukaiseen tiedonsiirtokerrokseen. CANopen-bittijaksot on määritelty CiA 301:ssä ja sallivat datanopeuksien säätämisen 10 kbit/s – 1 Mbit/s. Vaikka kaikki määritetyt CAN-ID-osoitemallit perustuvat 11-bittiseen CAN-ID:hen, CANopen tukee myös 29-bittistä CAN-ID:tä. CANopen omaksuu ISO 11898-2 mukaisen fyysikaalisen kerroksen, mutta ei kuitenkaan sulje pois muita fyysisiä kerrosvaihtoehtoja. [6.]

CANopen-laite koostuu kolmesta loogisesta osasta. CANopen-protokollapino käsittelee tiedonsiirtoa CAN-verkon kautta. Sovellusohjelmisto tarjoaa sisäisen valvonnan toiminnot sekä rajapinnan prosessilaitteiden rajapintoihin. CANopen-objekti sanakirja liittää protokollan sekä sovellusohjelmiston. Se sisältää viitteitä (indeksejä) kaikille käytetyille datatyypeille ja tallentaa kaikki viestintä- ja sovellusparametrit. [6.]

CANopen-objekti sanakirja on tärkein CANopen-laitteen konfiguroinnille ja diagnostiikalle. Laitteen sisäisenä viittauksena käytetään 16-bittistä indeksia, joka annetaan 4-numeroisena heksalukuna. Indeksialue 1000h – 1FFFh antaa viittaukset kaikkiin paramet-

reihin, jotka määrittävät CANopen-laitteen CANopen-viestintäkäyttäytymisen. Indeksialue 2000h – 9FFFh antaa viittaukset kaikkiin sovellukseen liittyviin parametreihin. CANopen erottaa valmistajakohtaiset parametrit (indeksialue 2000h – 5FFFh) ja standardoidut parametrit (indeksialue 6000h – 9FFFh). [6.]

CANopen-protokollapino toteuttaa useita CANopen-COB:eja (kommunikointiobjekteja), jotka ovat yhteydessä yhteen CANopen-bittinopeuksista. CANopen-viestintäobjektit antaa järjestelmän suunnittelijoille mahdollisuuden siirtämään ohjaustietoja, reagoimaan tiettyihin virhetiloihin tai vaikuttamaan verkon toimintaan ja hallitsemaan sitä. CANopen-laitteiden kykyä voidaan arvioida tarkistamalla siihen liittyvien CANopen-objektien sanakirjojen merkinnät, jotka kuvaavat viestintäkäyttäytymistä. [6.]

4.3.2 Modbus TCP / IP

Modbus on täysin avoin ja laajasti teollisuudessa käytetty verkkoliikenne protokolla. Sitä käytetään master/slave-sovelluksissa laitteiden ohjelmointiin ja valvontaan, sekä hajautettujen I/O:ien hallintaan.

Modbus TCP/IP standardisoitiin vuonna 1999. TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on internetin yleinen liikenneprotokolla, tai tarkemmin sanottuna joukko kerroksittaisia protokollia, joka tarjoaa luotettavan tiedonsiirtotavan koneiden välillä. TCP/IP:n käyttö mahdollistaa todellisen integraation yrityksen intranetin ja MES-järjestelmien kanssa.

Modbus TCP/IP:ssä yhdistyy monipuolinen, skaalattavissa oleva ja kaikkialla toimiva fyysinen verkko (Ethernet), yleinen verkko standardi (TCP/IP) ja puolueeton tiedon esitysmuoto ja se on helppo toteuttaa mille tahansa TCP/IP-liitäntää tukevalle laitteelle.

Modbus TCP/IP:n laaja käytettävyys johtuu sen avoimuudesta, yksinkertaisuudesta, edullisuudesta ja alhaisesta laitteistovaatimuksista.

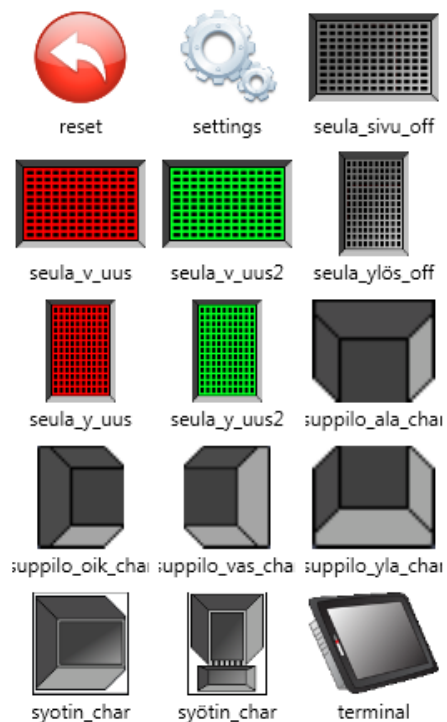
5 Työnkulku

5.1 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä Beijer Electronics X2 Extreme HP 15-operointipäätteelle luotiin iX Developer-ohjelmalla. Ohjelman perustoiminnot on hyvin helppoja ymmärtää jopa ensikertalaisella.

Alkuun luodaan uusi projekti, valitaan käytetty operointipäätte jolle käyttöliittymä luodaan ja valitaan ohjain jolla kommunikoidaan laitteen kanssa ja jolle myöhemmin tuodaan käytettävät muuttujat CODESYS-ohjelmasta ja lopuksi annetaan projektille nimi ja tallennussijainti.

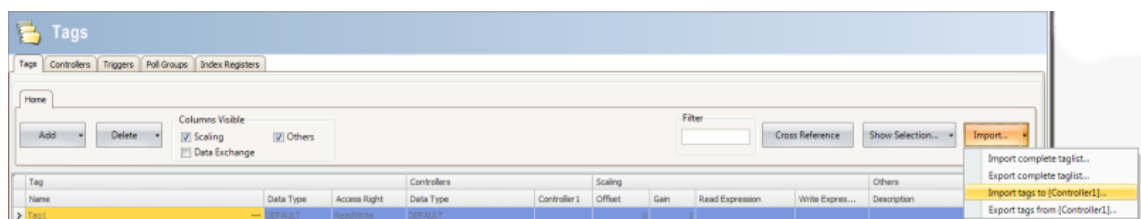
Kuvassa 14. on esitelty muutamia esimerkkejä iX Developeriin tuoduista objekteista.



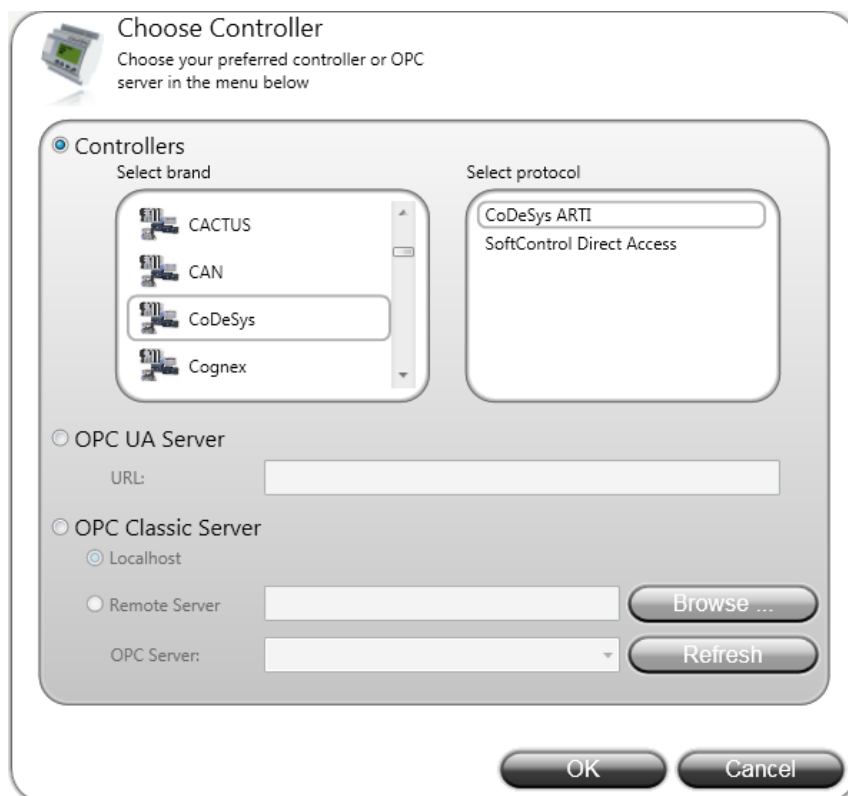
Kuva 14. iX Developeriin tuotuja objekteja.

Kustomoidut objektit sai tuotua ohjelmalle vaivattomasti. Käyttöliittymän tilaindikoinnit li-
sättiin objektien näkyvyyteen (visibility). Valikosta tehtiin staattinen, jotta kaikkien
murskaamoiden käyttöliittymät pysyisivät mahdollisimman yhtenäisen näköisinä.

Muuttujat (tagit) tuotiin CODESYS-ohjelmistossa tehtävästä XML-tiedostosta. Tiedoston
tuominen iX Developeriin on tarpeellinen, jotta käyttöliittymän ja logiikan muuttujat ovat
sidoksissa toisiinsa. Muuttujat voi lisätä myös manuaalisesti, mutta ei suotavaa jos muut-
tujia on paljon. Tuodut muuttujat kohdistetaan haluttuihin objektien toimintoihin käyttöliit-
tymässä.



Kuva 15. Tagien tuominen iX Developeriin.

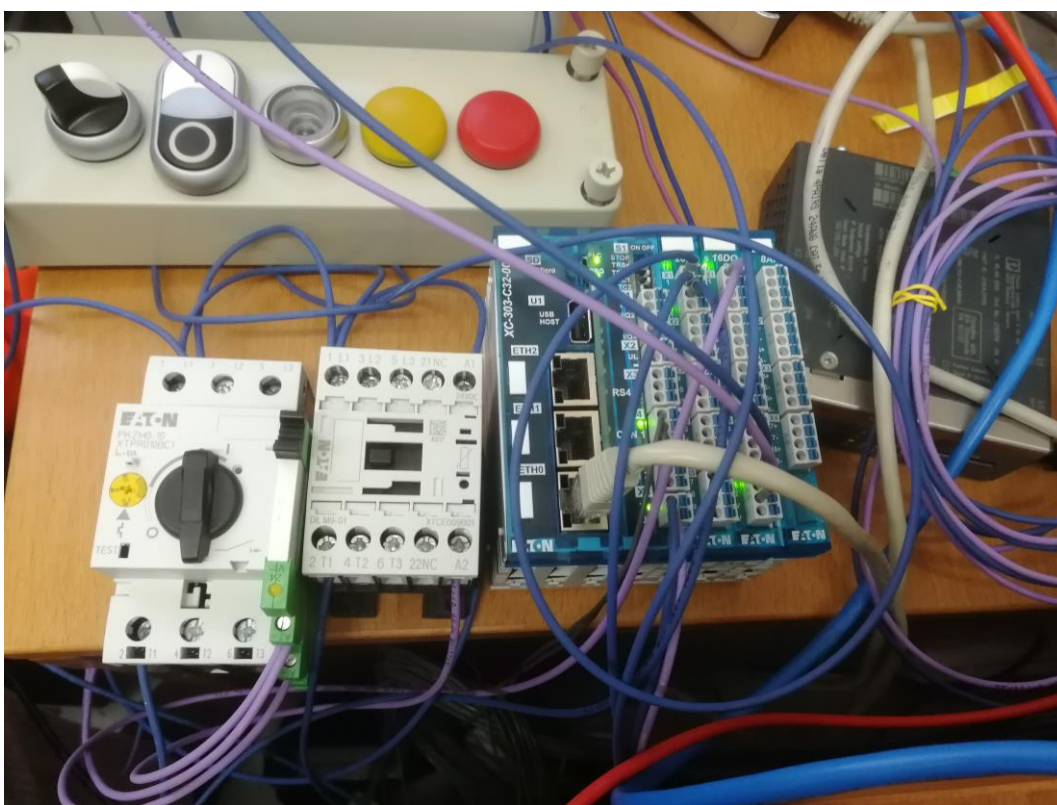


Kuva 16. Ohjaimen valinta iX Developerissa.

5.2 Testilaitteet ja ohjelmointi

Testauksessa Eatonin XC-303 PLC kommunikoi CAN-väylässä painikkeiden kanssa ja lisäksi CAN-väylä oli yhdistetty tietokoneeseen Kvaser Leaf Light V2 (kuva 16) adapterilla, CAN-väylän konfigurointiin ja toimivuuden tarkistamiseen. Tietokoneelta, PLC:lta ja operointipäätteeltä tuotiin ethernet-kaapeli reitittimelle, jotta ohjelman lataus PLC:lle ja käyttöliittymän lataus operointipäätteelle onnistuisi vaivattomasti.

Jotta laitteiden testaus olisi ollut mahdollisimman todellisuutta kuvastava, otettiin käyttöön Eatonin CTXE009 kontaktori, Eatonin PKZM0-10 moottorinsuojakatkaisija ja Phoenix Contactin PLC-BSC-24/DC/21 rele (kuva 15). Kontaktori ja moottorinsuojakatkaisija kytkettiin logiikan tuloon ja rele logiikan lähtöön. Rele ohjasi kontaktorin kela, eli kun lähtö, johon rele on kytketty, saa käskyn, niin rele vetää, jolloin sen koskettimet sulkeutuvat, mikä puolestaan ohjaa kontaktorin koskettimet kiinni.



Kuva 17. Testilaitteet.



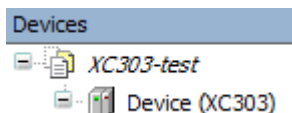
Kuva 18. Kvaser Leaf Light V2.

PKP-2600-SI painikkeiden CAN-liittimelle täytyi tehdä jatkokaapeli jotta se saatiin liitettyä CAN-adapteriin. PKP-2600-SI painikkeissa on Deutsch DT04-4P (uros) liitin joten sille täytyi tehdä (naaras) vastakappale ja siihen liittimet +, -, CAN Low ja CAN High. Toinen pää tuotiin Epec 3500 CAN-adapterille (Kuva 18). Lisäksi CAN-väylän päihin täytyi laittaa päätevastukset.



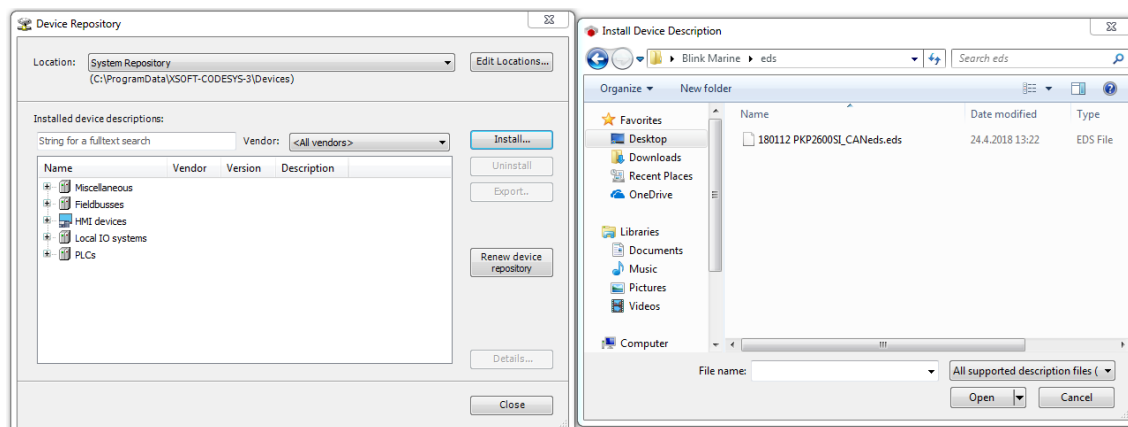
Kuva 19. Laitetestauksessa käytetty Epec 3500 CAN-adapteri.

Kun kaikki oli kytketty kiinni, avattiin CODESYS, luotiin uusi projekti ja valittiin käytettäväksi PLC:ksi XC-303 (Kuva 20.).



Kuva 20. Käytettävä PLC.

Ensimmäisenä täytyi tuoda laitevalmistajalta saatu EDS (Electronic Data Sheet)-tiedosto ohjelmaan josta CODESYS saa laitteen tiedot suoraan. Tiedoston saa tuotua valikosta Tools → Device Repository → Install (Kuva 21.).



Kuva 21. EDS-tiedoston tuonti ohjelmaan.

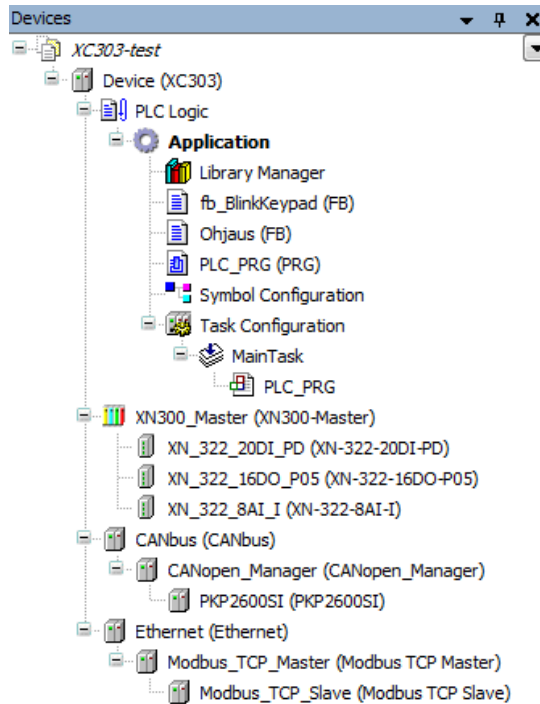
Jotta painikkeet saatiin lisättyä CODESYSiin, täytyi siihen asentaa CANbus-väylä ja CANopen_Manager. CANbus asennettiin valitsemalla laitelistalta Device (XC303) → Add Device ja uudesta ikkunasta Fieldbusses → CANbus. CANopen_Manager lisättiin valitsemalla juuri lisätty CANbus → Add Device ja uudesta ikkunasta Fieldbusses → CANopen → CANopen_Manager. Sitten valittiin CANopen_Managerin alta ”Add Device” ja ilmestyvältä listalta CANopen → Remote Device → PKP2600SI, joka ilmestyi listalle EDS-tiedoston tuomisen jälkeen.

PLC:n I/O-moduulit tuotiin valitsemalla laitelistalta Device (XC303) → Add Device ja uudesta ikkunasta Miscellaneous → XN300 Master. XN300 Masterin alle valittiin moduulit valitsemalla XN300 Master ja joko automaattisesti ”Scan For Device” tai manuaalisesti ”Add Devices”.

Modbus TCP/IP:n tueksi jouduttii tuomaan Ethernet laitelistalle valitsemalla Device (XC303) → Add Device ja uudesta ikkunasta Ethernet Adapter → Ethernet. Ethernetin

alle lisättiin Modbus_TCP_Master ja sen alle lisättiin niin monta slavea kun on slave-laitteita käytössä, joka oli tässä tapauksessa 1. Eli XC-303 (Master) ja XC-CPU201 (Slave).

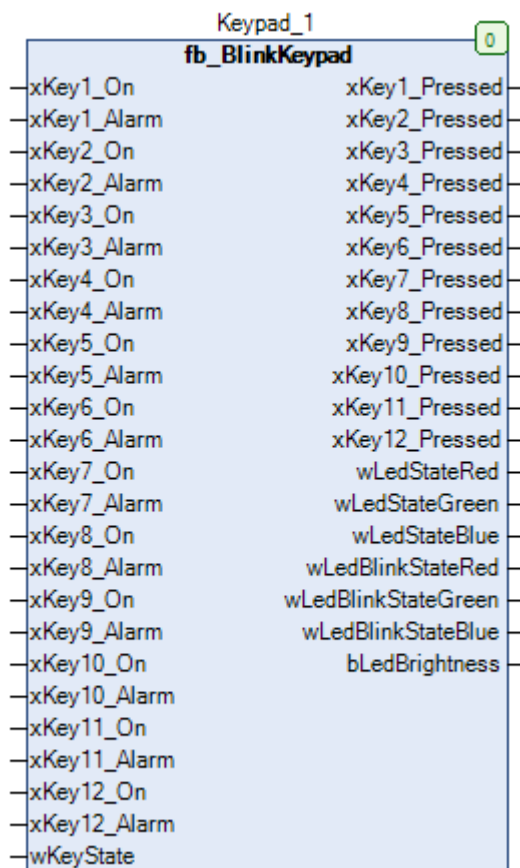
Kuvassa 22. esitetään kaikki ohjelmaan liitetyt laitteet.



Kuva 22. Lopullinen laitelista.

PKP-2600-SI painikkeille tuli tehdä funktioblokki, jossa on määritelty painikkeiden tilat ja niitä indikoivat värit. Myös painikkeiden LEDien kirkkauden säätö on määritetty funktioblokkiin, joka on liitetty käyttöliittymään. Painikkeille määriteltiin kolme eri väritilaa ja ne olivat valkoinen (pois päältä), vihreä (päällä) ja punainen (vikatila). Välkkyvät (blink) tilat jätettiin vielä tyhjiksi, mutta on tässä jo mahdollistettu niiden helppo käyttöönotto tulevaisuudessa.

Kuvassa 23. on painikkeille luotu funktioblokki, jossa on määritelty kaikki painikkeilla olevat tilat.



Kuva 23. painikkeiden tilatiedot funktioblokilla.

Painikkeiden värit olivat hieman sekavat EDS-tiedostossa, joten piti selvittää miten valmistaja oli ne määrittänyt. Värit menivät seuraavasti:

- wLedStateRed.0–11 = Punainen väri painikkeille 1–12
- wLedStateRed.12–15 ja wLedStateGreen.0–7 = Vihreä väri painikkeille 1–12
- wLedStateGreen.8–15 ja wLedStateBlue.0–3 = Sininen väri painikkeille 1–12.

Painikkeelle saatiin valkoinen väri kytkemällä kaikki kolme väriä samanaikaisesti päälle. Kuvassa 24. näkyy esimerkkiohjelma painikkeelle 1 määritetyistä väreistä. Ohjelma tehtiin ST-ohjelmointikielellä.

```
// Painikkeiden tilojen väriasetus //

wLedStateRed.12 := NOT xKey1_Alarm;
wLedStateGreen.8 := NOT xKey1_On AND NOT xKey1_Alarm;
wLedStateRed.0 := xKey1_Alarm OR NOT xKey1_On;
```

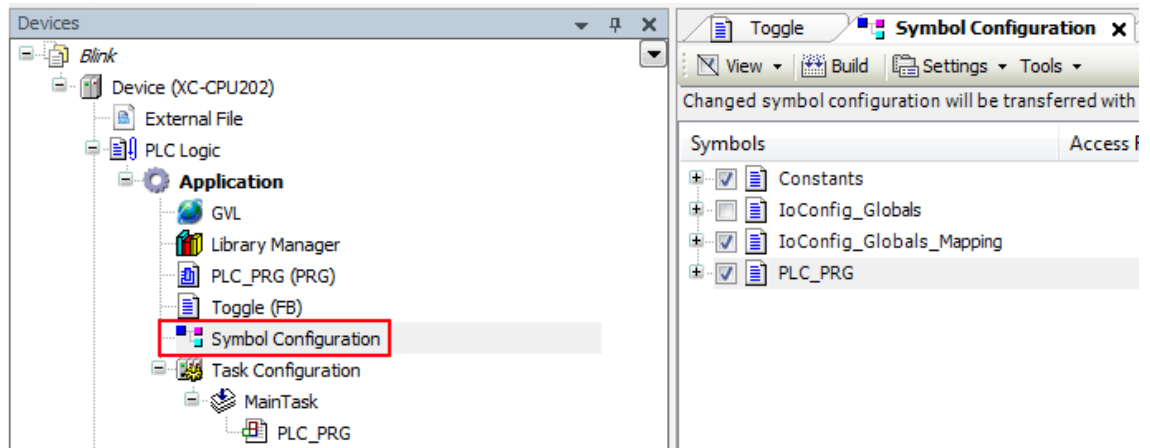
Kuva 24. Painikkeelle 1 määritetty värit.

Kuvassa 25. on kartoitettu painikkeet CANopen I/O Mappingiin.

wKeyState		Key State	%IW6	UINT	0
xKey1_Pressed		Bit0	%IX6.0	BOOL	FALSE
xKey2_Pressed		Bit1	%IX6.1	BOOL	FALSE
xKey3_Pressed		Bit2	%IX6.2	BOOL	FALSE
xKey4_Pressed		Bit3	%IX6.3	BOOL	FALSE
xKey5_Pressed		Bit4	%IX6.4	BOOL	FALSE
xKey6_Pressed		Bit5	%IX6.5	BOOL	FALSE
xKey7_Pressed		Bit6	%IX6.6	BOOL	FALSE
xKey8_Pressed		Bit7	%IX6.7	BOOL	FALSE
xKey9_Pressed		Bit8	%IX7.0	BOOL	FALSE
xKey10_Pressed		Bit9	%IX7.1	BOOL	FALSE
xKey11_Pressed		Bit10	%IX7.2	BOOL	FALSE
xKey12_Pressed		Bit11	%IX7.3	BOOL	FALSE
		Bit12	%IX7.4	BOOL	FALSE
		Bit13	%IX7.5	BOOL	FALSE
		Bit14	%IX7.6	BOOL	FALSE
		Bit15	%IX7.7	BOOL	FALSE

Kuva 25. Painikkeiden tilojen kartoitus CAN-väylässä.

Jotta CODESYS-ohjelmassa käytetyt muuttujat pystyi viemään iX Developeriin, täytyi lisätä "Symbol Configuration" CODESYS:iin valitsemalla Application → Add Object → Symbol Configuration. Symbol Configuration ikkunasta painetaan "Build" ja valitaan halutut parametrit jotka vievät iX Developeriin. Ylävalikosta valitaan Build → Generate code jolla CODESYS luo XML-tiedoston projektikansioon, joka vievät iX Developeriin. Kuvassa 26. on esimerkki Symbol Configuration ikkunasta.



Kuva 26. Symbol Configurationista valittavat muuttujat.

Kuvassa 27. on testiohjaukselle tehty hyvin yksinkertainen ohjelma jossa StartStop-painikkeella ohjattiin kontaktorin ja releen toimintaa. Moottorisuojakytkin toimi suojalaitteena, vaikka tässä tilanteessa sellaisten vikojen tapahtuminen oli mahdotonta.

```

FUNCTION_BLOCK Ohjaus
VAR_INPUT
    StartStop: BOOL;
    Kontaktori: BOOL;
    Moottorisuoja: BOOL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    Apurele: BOOL;
END_VAR
VAR
    K2: BOOL;
    K3: BOOL;
END_VAR

Apurele := (K2 OR Apurele) AND Moottorisuoja AND NOT K3;

K2 := StartStop AND (NOT Apurele OR K2) AND NOT K3;

K3 := StartStop AND (Apurele OR K3) AND NOT K2;

```

Kuva 27. Testiohjaus.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön aihe oli erittäin monipuolinen, mielenkiintoinen ja sen verran laaja että se tulee tästä vielä jatkumaan. Työssä sai soveltaa jo ennalta opittua ja se opetti myös hyvin paljon uutta ja tulee varmasti opettamaan vielä jatkossakin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada päivitettyä kivenmurskaamoiden ohjausjärjestelmä nykypäiväiseksi. Työssä luotiin uusi käyttöliittymä, yhteydet laitteiden välille (CANopen ja Modbus TCP/IP) ja testialusta järjestelmän simulointiin. Käyttöliittymän tekemisessä käytettiin vanhaa käyttöliittymää pohjana ja se jouduttiin tekemään kahdella eri ohjelmalla (iX Developer ja Galileo 10), koska käytössä on kahden eri valmistajan operointipäätteet. Uuteen käyttöliittymään muutettiin hieman värimaailmaa, jotta se näyttäisi nykyaikaisemmalta. Vanhoja tilatietojen indikoiteja muutettiin helpommin luettavammaksi ja etenkin vikatilojen indikoinnit huomiota herättävämmiksi. Uutena toimintona käyttöliittymään tuli käyttäjän toimintojen seuranta (audit trail). Ohjelmoinnissa käytettiin CODESYS-versioita 2.3.9 ja 3.5.11 ja vanhempaa versiota jouduttiin käyttämään, koska Eatonin XC201 PLC ei tue uutta CODESYS-versiota. Tulevaisuudessa voi olla, että käyttöön otetaan hieman laajempi tiedonkeruujärjestelmä, mutta siitä ei ole vielä tarkkaa tietoa.

Mielestäni projektille asetetut tavoitteet saavutettiin kiitettävästi mutta projekti kokonaisuudessaan on vielä kesken. Eatonin XV300-operointipäätettä ja SmartWire-DT-tekniologiaa ei vielä päässyt kokeilemaan eikä käyttöönotosta ole vielä tarkka aikataulua. Ajatuksena oli, että ensimmäisenä X2 Extreme HP 15-operointipäätte otettaisiin käyttöön Vittakankaalla ja Eatonin XV300-operointipäätte tulisi käyttöön Kahamäelle.

Lähteet

- 1 Beijer Electronicsin E1000-sarjan paneelit. Verkkoaineisto. Beijer Electronics. https://www05.beijerelectronics.com/en/Products/Operator___panels/Previous___models/E1000. Luettu 20.3.2018
- 2 Metson C-sarjan leukamurskaimet. Verkkoaineisto. Metso. <https://www.metso.com/fi/tuotteet/leukamurskaimet/nordberg-c--sarjan-leukamurskaimet/>. Luettu 25.3.2018
- 3 Eatonin XC300-sarjan logiikoiden tekniset tiedot. Verkkoaineisto. Eaton EU. <http://www.eaton.eu/Europe/Electrical/ProductsServices/AutomationControl/AutomationControlVisualization/PLC/ModularsteuerungXC300/index.htm#tabs-2>. Luettu 27.3.2018
- 4 Metson GP-sarjan karamurskaimet. Verkkoaineisto. Metso. <https://www.metso.com/fi/tuotteet/karamurskaimet/nordberg-gp-sarjan-karamurskaimet/>. Luettu 29.3.2018.
- 5 Beijer Electronicsin kosketusnäyttö esittely. Verkkoaineisto. UTU Automation. <https://www.utu.eu/automaatio/kayttoliittymat/beijer-electronics-hmi/ohjelmistot>. Luettu 4.5.2018
- 6 Tietoa CANopen:sta. Verkkoaineisto. CAN in Automation. <https://www.can-cia.org/en/canopen/>. Luettu 8.5.
- 7 Louhitun kiven käyttökohteet ja murskaus. Verkkodokumentti. Posiva. http://www.posiva.fi/files/2483/POSIVA-98-40_Tyoraportti_web.pdf. Luettu 10.3.2018
- 8 Tietoa IEC 61131-standardista. Verkkoaineisto. PLCopen. http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/. Luettu 22.3.2018.
- 9 Tietoa IEC 61508-standardista. Verkkodokumentti. SESKO. https://www.sesko.fi/files/95/osio_3.pdf. Luettu 22.3.2018