

Sami Tyybäkinoja

HARKKOVALIMON OHJAUSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN

SSAB:n Raahen terästehtaan masuuniosasto

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Tammikuu 2019**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | | |
|---|------------------------------|---|
| Centria-ammattikorkeakoulu | Aika Tammikuu 2019 | Tekijä/tekijät Sami Tyybäkinaja |
| Koulutusohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka | | |
| Työn nimi HARKKOVALIMON OHJAUSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN. SSAB:n Raahen terästehtaan masuuniosasto. | | |
| Työn ohjaaja Joni Jämsä | Sivumäärä 39 + 12 | |
| Työelämäohjaaja Jaakko Pottala | | |
| <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SSAB:n Raahen terästehtaan masuuniosaston sähkö- ja automaatiokunnossapito. Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella harkkovalimon ohjausjärjestelmän uusiminen.</p> <p>Harkkovalimo on oma erillinen prosessi, jonka avulla valetaan masuunilta tuleva raakarauta suoraan rautaharkoiksi, mikäli terässulatto ei pysty jostain syystä ottamaan raakarautaa vastaan. Harkkovalimon nykyinen ohjausjärjestelmä on Allen Bradleyn ohjelmoitava logiikka. Logiikka on vanhentunut, varaosien saanti ei ole enää taattu eikä kyseisen logiikka-tyyppin osajia ole Raahen tehtaalla monia. Näiden syiden takia logiikan uusiminen oli ajankohtaista.</p> <p>Tavoitteena oli suunnitella uutta ohjausjärjestelmää varten toimintakuvaukset, lukitusnäytöt ja prosessinäytöt vanhan logiikka-ohjelmiston pohjalta sekä pohtia mahdolliset kehityskohteet. Suunnittelussa käytettiin CADS-suunnitteluohjelmiston opiskelijaversiota ja Valmet DNA - prosessiautomaatiojärjestelmän suunnittelutyökaluja. Valmet DNA on masuunien muissa prosesseissa käytössä oleva ohjausjärjestelmä, joten sen työkalut olivat käytettävissä. Suunnittelun pohjana oli masuunien vastaavien prosessien toimintamallit.</p> <p>Kehityskohteiksi valikoituivat olemassa olevien hätäseispiirien saattaminen nykyisiä vaatimuksia vastaavalle tasolle sekä kenttäväylän käyttäminen moottori-ohjaimien ja taajuusmuuttajien ohjaukseen.</p> <p>Lopputuloksena syntyivät prosessilaitteille uudet piirikaaviot varustettuna älykkäillä moottori-ohjaimilla, turvareleillä ja kenttäväylällä. Lisäksi luotiin uudet toimintakuvaukset ja lukitusnäytöt prosessilaitteille sekä uudet operointinäytöt harkkovalimon prosessista.</p> | | |
| Asiasanat Allen Bradley, Harkkovalimo, Kenttäväylä, Logiikka, Moottori-ohjain, Ohjausjärjestelmä, Operointinäyttö, Prosessiautomaatio, Turvarele. | | |

ABSTRACT

| | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|
| Centria University of Applied Sciences | Date January 2019 | Author Sami Tyybäkinoja |
| Degree programme Electrical and automation engineering | | |
| Name of thesis RENEWAL OF THE PIG IRON CASTER CONTROL SYSTEM. Blast furnace department at SSAB Raahe steel factory. | | |
| Instructor Joni Jämsä | Pages 39 + 12 | |
| Supervisor Jaakko Pottala | | |
| <p>The thesis was commissioned by the electrical and automation maintenance department of the blast furnace department at SSAB Raahe steel factory. The subject of the thesis was to plan the renewal of the pig iron caster control system.</p> <p>Pig iron caster is a part of a blast furnace, which is used to cast iron from the blast furnace directly into iron blocks, if the steel foundry cannot for some reason accept iron. Pig iron caster's the current control system is Allen Bradley's programmable logic. The logic is outdated, and the availability of spare parts is no longer guaranteed, and there are not many experts in this type of logic. For these reasons, the logic renewal is timely.</p> <p>The aim was to reflect on possible development targets and to design operational descriptions and lock screens into the new control system, based on the old logic software, and to design new operating screens. CADS design software student version and Valmet DNA process automation system design tools were used in the design. Valmet DNA is the control system used in other processes in the blast furnace, so its tools were available. The basis for the design was the operating model of the corresponding processes of the blast furnace.</p> <p>The development targets included placing safety devices at the new standards and using a fieldbus to control motor controllers and inverters.</p> <p>As a result, new circuit diagrams were created for process devices equipped with intelligent motor controllers, safety relays and fieldbus. In addition, new functional descriptions and lock screens for process equipment were created, as well as new operational screens from the pig iron caster process.</p> | | |
| Key words Allen Bradley, Harkkovalimo, Fieldbus, Logic, Motor Controller, Control System, Operating Display, Process Automation, Safety Relay. | | |

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

| | |
|-------------------|---|
| 5 ½ TUUMAN LEVYKE | Magneettinen muistilevy, joka on kiinteässä suojakuoressa. Käytetty tietokoneiden tiedon tallennusvälineenä. 51/2 tuuman levykkeellä ”lerpulla” on taipuisa kotelo. |
| ALLEN BRADLEY | Yhdysvaltalainen elektroniikka-alan yritys 1903–1985 ja nykyisin Rockwell Automationin automaatiolaitteiden tuot nimi. |
| BLUEGRIFFON | HTML-editori |
| BRÄNDI | Tuote tai tuotemerkki, jolle on syntynyt laaja tunnettuus. |
| CADS | Kymdata Oy:n luoma suunnitteluohjelma. |
| DATA HIGHWAY | Allen Bradley järjestelmän lähiverkko, joka yhdistää ohjelmoitavat logiikat, tietokoneet ja muut laitteet, että ne voivat kommunikoida keskenään. |
| DCS | Distributed Control System eli hajautettu ohjausjärjestelmä. |
| DOS | Disk Operating System eli levynkäyttöjärjestelmä. IBM-yhteensopivien tietokoneiden käyttöjärjestelmäperhe. Yleisin Microsoftin toimittama MS-DOS. |
| DRW-TIEDOSTO | CADS-suunnitteluohjelmiston käyttämä tiedostomuoto. |
| DWG-TIEDOSTO | AutoCAD-suunnitteluohjelmiston käyttämä alkuperäinen tiedostomuoto. |
| DXF-TIEDOSTO | Autodeskin kehittämä CAD-tiedostomuoto, jota tukevat monet suunnitteluohjelmat. |

| | |
|----------------------|---|
| FIELD DEVICE MANAGER | Valmet DNA -automaatiojärjestelmän älykkäiden kenttälaitteiden hallintatyökalu. |
| FUUSIO | Yritysten sulautuminen yhdeksi yhtiöksi. |
| HARKKO | Metallista valettu suorakulmainen raakakappale. |
| HELP DESIGNER | Valmet DNA -lukitusnäyttöjen suunnittelutyökalu. |
| HIMATRIX | Saksalaisen HIMA-turvaratkaisuja tarjoavan yhtiön turvalogiikka. |
| HMI | Human Machine Interface eli käyttöliittymä, joka yhdistää henkilön koneeseen, laitteeseen tai järjestelmään. |
| HTML | HyperText Markup Language eli avoimesti standardoitu kuvauskieli, jolla voidaan kuvata hyperlinkkejä sisältävää tekstiä eli hypertekstiä. |
| INFO | Valmet DNA -historiankeruujärjestelmä. |
| INTOUCH | Yhdysvaltalaisen Wonderware-yhtiön luoma valvomo-ohjelmisto. |
| KARKAISU | Metallin lämpökäsittely, jolla vaikutetaan metallin kovuuteen, lujuuteen ja kulutuksen kestävyYTEEN. |
| KOMPOZER | HTML-editori. |
| KOKILLI | Rautaharkon valumuotti. |
| LINSPIRE INC | Yhdysvaltalainen yritys, joka kehittää ja markkinoi tietokonejärjestelmiä. |

| | |
|--------------------------|--|
| MICROSOFT. NET FRAMEWORK | Microsoftin kehittämä ohjelmistokomponenttikirjasto. |
| MIKSERI | Magnesiitilla vuorattu lieriö, joka toimii raakaraudan koostumuksen tasausastiana ja varastointitilana. |
| MOZILLA | Firefox-selainta kehittävä voittoa tavoittelematon järjestö. |
| NVU | HTML-editori. |
| OHJELMOITAVA LOGIIKKA | Programmable Logic Controller eli PLC on tietokone, jota käytetään tuotantoprosessien ohjauksessa. |
| OLIO | Ohjelmiston perusyksikkö. |
| OPTIM900QC | Ruukin ultraluja rakenneteräs. |
| OSAJÄRJESTELMÄ | Laajemman Valmet DNA -automaatiojärjestelmän prosessialuekohtainen alajärjestelmä. |
| PDF-TIEDOSTO | Portable Document Format eli Adoben 1990-luvulla kehittämä PostScript-kieleen pohjautuva ohjelmistoriippumaton, siirrettävä tiedostomuoto. |
| PELKISTYS | Kemiallinen reaktio, jossa hapetusluku pienenee. Pelkistyvä aine ottaa muodollisesti vastaan elektroneja hapettavalta aineelta. |
| PICTURE DESIGNER | Valmet DNA -automaatiojärjestelmän näyttötyökalu. |
| PLC5 | Allen Bradleyyn ohjelmitava logiikka. |
| POTENTIOMETRI | Säätövastus. |

| | |
|----------------------------|--|
| PROFIBUS DP | PROcess FIeld BUS Decentralised Peripherals Eli pro- sessikenttävyylä, hajautettu järjestelmä. |
| PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄ | Tietokonepohjainen järjestelmä, joka ohjaa tuotannollista pro- sessia. |
| PÖRSSIYHTIÖ | Yritys, jonka osakkeet ovat noteerattu pörssilistalla. |
| RAEX 400 | Ruukin kulutuksenkestävä teräs. |
| RAUTAPELLETTI | Rautamalmia, joka on sekoitettu veden ja sidosaineiden kans- sa, rullattu, kuivattu ja kuumennettu, jolloin se sintrautuu. Rautapelletit ovat noin 10–15 mm halkaisijaltaan olevia pyö- reitä kuulia. |
| RISKIKARTOITUS | Kattava analyysi riskeistä. Tehdään yleensä riskienarviointi- työkalua hyväksi käyttäen. |
| ROCKWELL AUTOMATION | Yhdysvaltalainen ohjelmistoalan yritys, joka osti Allen Bradleyn 1985. |
| RSLOGIX5 | Windows-pohjainen Allen Bradley PLC5-tuoteperheen ohjel- mointiohjelma. |
| RSLINX | Windows-pohjainen Allen Bradleyyn eri tuoteperheiden yhtei- nen tietoliikenneohjelma. |
| SAFE ETHERNET | Saksalaisen HIMA-turvaratkaisuja tarjoavan yhtiön kehittämä tiedonsiirtoprotokolla, joka täyttää SIL 3- ja SIL 4 -vaatimuk- set. |
| SCHNEIDER ELECTRIC | Ranskalainen sähkö- ja ohjausjärjestelmiin keskittyvä yritys. |

| | |
|---------------|--|
| SIL | Safety Integrity Level eli turvallisuuden eheystaso. Määritellään standardin EN 62061 mukaan. |
| SKOLLA | Jähmettynyttä rautaa, joka tukkii valuränniä. |
| SLOGAN | Jonkin ajatuksen lyhyeen ja iskevään muotoon kiteytetty lause. |
| SYKLI | Jakso, kiertoaika. |
| TAG | Tunniste. |
| TURVALOGIIKKA | Prosessia ohjaavasta automaatiosta riippumaton turvajärjestelmä, joka täyttää standardien EN61508 ja EN 62061 vaatimukset. |
| TURVAMATRIISI | Riskikartoituksen seurauksena tehty taulukko prosessialueen hätäpysäytyksien vaikutuksista prosessilaitteisiin. |
| TURVARELE | Turvalaite joka pysäyttää tai estää laitteen toiminnan huolto-, vaara- tai virhetilanteessa. |
| USE | Valmet DNA -käyttöliittymä. |
| VALMET DNA | Kotimainen automaatiojärjestelmä. |
| VMWARE | Yhdysvaltalainen virtualisointiohjelmistoja tarjoava yritys. |
| WINDOWS | Microsoftin kehittämä graafinen käyttöliittymä. |
| WONDERWARE | Alun perin yhdysvaltalainen valvomo-ohjelmistoja kehittänyt yritys (InTouch HMI). |

WYSIWYG

What You See Is What You Get eli mitä näet, sitä saat. Käytetään viittaamaan sellaisiin ohjelmistoihin, joissa sisältö näyttää muokattaessa hyvin samalta kuin lopputulos.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 SSAB RAAHEN TERÄSTEHDAS | 3 |
| 2.1 Historia..... | 3 |
| 2.2 Raahan tehtaan tuotantoprosessi..... | 3 |
| 2.3 Masuunin tuotantoprosessi | 5 |
| 2.4 Harkkovalimo | 6 |
| 3 HARKKOVALIMON PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄ..... | 10 |
| 3.1 Nykytilanne..... | 10 |
| 3.2 Allen Bradley | 10 |
| 3.3 PLC 5 -tuoteperhe | 11 |
| 3.4 Prosessinäyttö | 11 |
| 3.5 InTouch | 12 |
| 3.6 Uusi prosessinohjausjärjestelmä..... | 13 |
| 4 MASUUNIEN PROSESSINOHJAUS | 14 |
| 4.1 Nykytilanne..... | 14 |
| 4.2 Valmet DNA..... | 16 |
| 4.3 HIMatrix-turvajärjestelmä | 16 |
| 5 PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINNIN VAATIMUKSET | 18 |
| 5.1 Koneen ohjausjärjestelmä | 18 |
| 5.2 Koneiden modernisointi..... | 18 |
| 5.3 Turvallisuusvaatimukset | 18 |
| 5.4 Ohjausjärjestelmän modernisoinnin riskit..... | 20 |
| 6 HARKKOVALIMON PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTISUUNNITELMA | 22 |
| 6.1 Nykyisen prosessinohjausjärjestelmän laajuus | 22 |
| 6.2 Harkkovalimon prosessilaitteiden tunnuksien uusiminen | 23 |
| 6.3 Piiriluettelo..... | 23 |
| 6.4 Kehityskohteet | 24 |
| 6.4.1 Turvallisuus | 25 |
| 6.4.2 Kenttäväylä..... | 27 |
| 6.4.3 Älykäs moottorihjain | 29 |
| 6.4.4 Taajuusmuuttajat..... | 30 |
| 6.4.5 Absoluuttianturit..... | 31 |
| 6.5 Sähkösuunnittelu..... | 31 |
| 6.6 Toimintakuvaukset | 31 |
| 6.7 Lukitusnäytöt..... | 32 |
| 6.8 Prosessikaaviot | 33 |
| 7 SUUNNITTELU TYÖKALUT | 34 |
| 7.1 Valmet DNA Engineering Help Designer | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 7.2 Valmet DNA Picture Designer | 34 |
| 7.3 NVU HTML EDITORI..... | 35 |
| 7.4 CADS..... | 35 |
| 7.5 CADS Electric..... | 35 |
| 8 JOHTOPÄÄTÖKSET | 36 |
| LÄHTEET | 37 |
| LIITTEET..... | 40 |
| KUVIOT | |
| KUVIO 1. SSAB Raahen tehtaan tuotantoprosessi | 5 |
| KUVIO 2. SSAB Raahen tehtaan Masuunin tuotantoprosessi | 6 |
| KUVIO 3. Masuuni 1 järjestelmäkaavio..... | 15 |
| KUVIO 4. Koneiden turvallisuutta koskevat vaatimukset..... | 19 |
| KUVIO 5. Tekniikan vaikutus turvallisuusvaatimuksiin..... | 20 |
| KUVIO 6. Profibus-automaatioteknologian sovelluslähtöiset ominaisuudet | 28 |
| KUVIO 7. Simocode Pro V -moottoriohjaimen kuvaus | 30 |
| KUVIO 8. Kaatovintturin lukitusnäyttö Help Designer -työkalussa | 32 |
| KUVAT | |
| KUVA 1. Harkkovalimon kaatovintturi 1:n nostokoukku ja siirtovintturin siirtoketju..... | 7 |
| KUVA 2. Valukone 1:n valunauhat ja ylävesijäähdytysuuttimet | 8 |
| KUVA 3. Harkkovalimon Allen Bradley ohjelmoitavan logiikan kehikko..... | 10 |
| KUVA 4. InTouch harkkovalimon prosessinäyttö | 12 |
| KUVA 5. HIMatrix F60 -turvalogiikka | 17 |
| TAULUKOT | |
| TAULUKKO 1. Piiriluettelo välilehti 1 | 23 |
| TAULUKKO 2. Piiriluettelo välilehti 2 | 24 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli SSAB:n Raahan terästehtaan masuuniosastolla olevan harkkovalimon prosessinohjausjärjestelmän modernisointi. Työhön kuului uusien prosessilaitteiden toimintakuvauksien, lukitusnäyttöjen ja operointinäyttöjen suunnittelu sekä mahdollisten kehityskohteiden pohtiminen.

Harkkovalimon prosessinohjauksesta on vastannut Allen Bradley PLC 5/20 -ohjelmoitava logiikka ja logiikkaan on liitetty InTouch-valvomopäätte, jossa on harkkovalimon prosessinäytöt ja hälytysnäyttö. InTouch-valvomopäätte toimii vain informaation antajana käyttäjälle. Prosessin ohjaus tapahtuu ohjauspulpeteissa olevilla kytkimillä, potentiometreillä ja joustic-ohjaimella.

Allen Bradley PLC5 -tuoteperhe tuli markkinoille 1980-luvulla ja on vielä käytössä monissa tehtaissa. SSAB:n Raahan tehtaalta se on jo poistunut lähes kokonaan käytöstä ja myös ko. logiikan osaajat ovat jo lähes kokonaan eläköityneet. Harkkovalimon sähkö- ja automaatiolaitteiden uusiminen on ollut esillä jo muutaman vuoden, mutta ei ole edennyt toteutukseen saakka, joten ohjausjärjestelmän uusimisen suunnittelu oli hyvä opinnäytetyön kohde ja voi edistää ohjausjärjestelmän uusimisen toteutumista.

Suunnittelun pohjana oli masuunien muiden prosessinohjauksien toimintamallit. Kehityskohteiksi valikoituivat mm. turvalaitteiden saattaminen ajankohdan vaatimusten vaatimalle tasolle ja profibus DP -kenttäväylän käyttäminen moottorikeskusten ja taajuusmuuttajien ohjauksessa. Turvallisuuden osalta muutosta entiseen tuli turvapiirien komponenttien vaihtaminen uusiin. Masuuneilla käytettävästä profibus DP -kenttäväylästä on hyviä kokemuksia moottorikeskusten ja taajuusmuuttajien ohjauksessa, joten kenttäväylä tuli suunnitteluun myös harkkovalimon osalta. Perinteisen langoitettujen ohjauksen muuttuessa kenttäväylä ohjaukseksi täytyi prosessilaitteiden sähköpiirikaaviot piirtää uudelleen. Uudet sähköpiirikaaviot olivat myös pohjana toimintakuvausten ja lukitusnäyttöjen suunnittelussa vanhan logiikkaohjelmiston lisäksi.

Sähköpiirikaavioiden suunnittelutyökaluna oli CADS-suunnitteluohjelmiston opiskelijaversio, johon oli oppilaitoksen (Centria AMK) puolesta lisenssi. Lisenssi salli suunnitteluohjelmiston käyttämisen opinnäytetyössä. Malleina olivat SSAB:n omat kuvapohjat. Toimintakuvauksien dokumentointityökaluna toimi NVU HTML-editori, joka on vapaasti ladattavissa internetistä ja jolla on dokumentoitu myös masuunien Valmet DNA -toimintakuvaukset. Lukituskaaviot luontiin Valmet DNA -

prosessiautomaation HelpDesigner-työkalulla. Operointinäytöt piirrettiin Valmet DNA -
prosessiautomaatiojärjestelmän Picture Designer -työkalulla.

2 SSAB RAAHEN TERÄSTEHDAS

2.1 Historia

SSAB:n Raahen terästehdas kuuluu pohjoismaalaisen ja amerikkalaisen SSAB-konsernin SSAB Europe-divisioonaan. Raahen terästehdas perustettiin vuonna 1960 Rautaruukki nimellä parantamaan Pohjois-suomen työllisyyttä. Peruskiven muurasi presidentti Urho Kaleva Kekkonen (YLE 24.01.2014). Vuonna 2004 Rautaruukki otti käyttöön brändinimen Ruukki. Fuusio ruotsalais-amerikkalaisen teräskonsernin SSAB:n kanssa toteutui vuonna 2014 ja Raahen terästehdas muuttui osaksi SSAB-konsernia. (SSAB 2018a.)

Alkuaikoina Rautaruukki oli kokonaan valtion omistama yhtiö, mutta myöhemmin valtioneuvosto teki päätöksen yhtiön osittaisesta yksityistämisestä, kuitenkin valtion pitäessä enemmistön osakkeista ja näin ollen päätäntävällän. Vuonna 1989 Rautaruukista tuli pörssi-yhtiö ja 1997 valtio luopui enemmistöosakkuudestaan (Wikipedia 2018). Tämän jälkeen teräsyhtiö on elänyt täysin markkinatalouden pelisäännöillä ja joutunut kehittymään, jotta pärjäisi kilpailussa maailmalla. Raahen terästehdas onkin yksi maailman energia- ja hiilidioksiditehokkaimmista terästehtaista ja on kehittänyt omia laadukkaita tuotteita mm. erikoislujut teräkset.

Koska Raahen terästehdas on kokoluokaltaan pieni verrattuna maailmalla oleviin teräs-jätteihin, ei se ole voinut kilpailla määrällä, joten on täytynyt kehittää jotain erikoista ja pysyä siinä kehityksen kärjessä. Vuonna 2002 Raahen tehtaalla alettiin valmistamaan suorasammutusmenetelmällä karkaistuja erikoisteräksiä (Optim900QC ja Raex 400), joilla pystyttiin rakentamaan kevyempiä ja lujempia terästuotteita ja näin hyödyttämään asiakkaita (Levander 2012, 6-11). Tämä sama kehitys on jatkunut myös SSAB teräsyhtiössä ja SSAB:n tämän päivän slogan onkin ”Vahvempi, kevyempi ja kestävämpi maailma” (SSAB 2018b).

2.2 Raahen tehtaan tuotantoprosessi

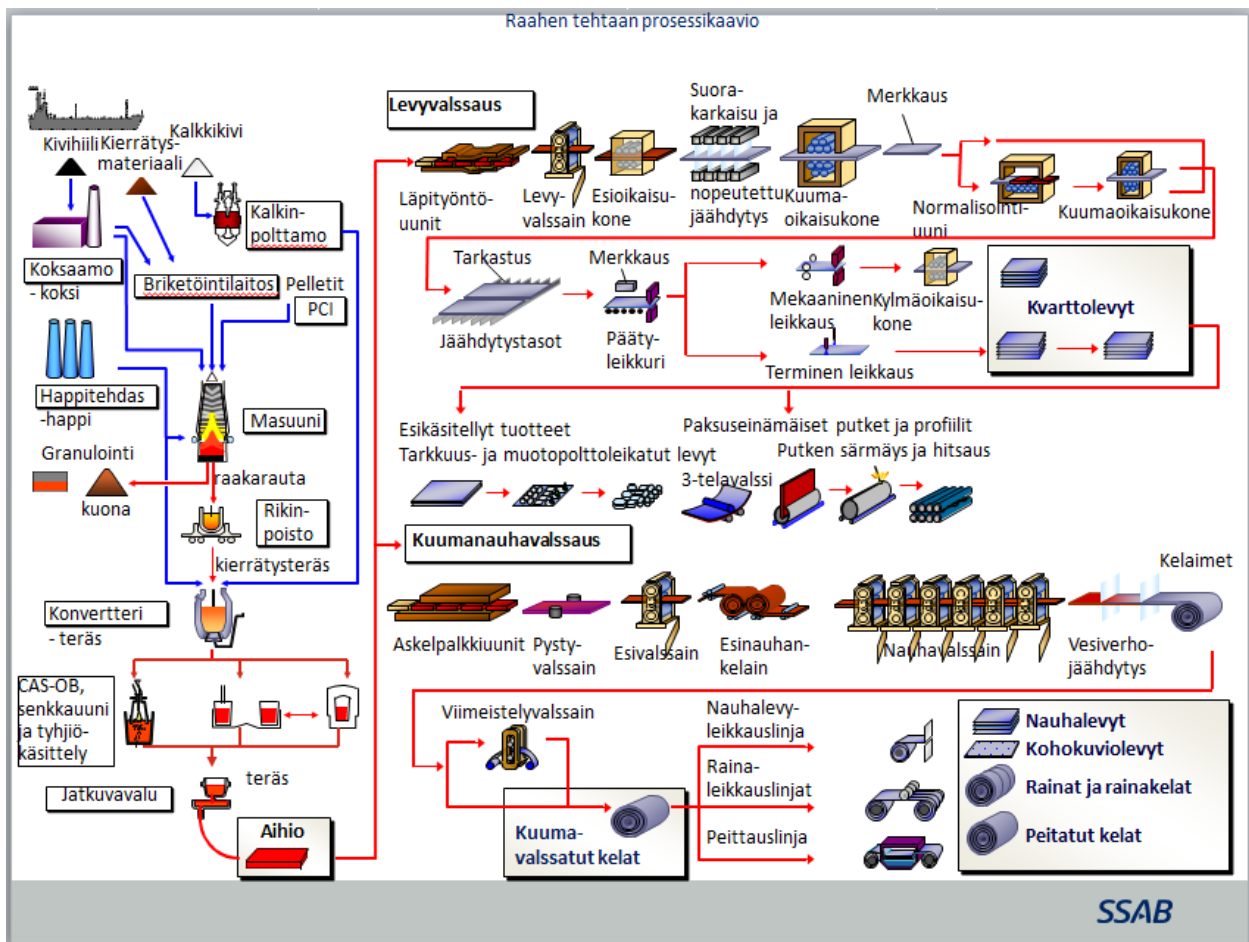
Raahen terästehdas jalostaa Ruotsista ja Venäjältä tuotavista rautapelleteistä laadukkaita terästuotteita. Ruotsin pelletit tuodaan laivalla SSAB:n Raahen tehtaan omaan satamaan ja varastoidaan satamassa olevaan kolmeen 45 000 tonnin vetoiseen pellettisiiloon eli yhteen siiloon mahtuu noin kolme laivalas-

tia pellettiä. Venäläinen pelletti tuodaan junalla Kostamuksesta ja puretaan Raahen tehtaalla junanvaununkaatolaitteella, jossa junanvaunu irrotetaan vaunuletkasta kaatolaitteen sisään ja kaatolaite pyöräyttää vaunun ympäri, jolloin pelletti purkautuu vaunusta alla oleviin suppiloihin. Venäläinen pelletti varastoidaan koksien varastokentällä olevaan noin 18 000 tonnin vetoiseen pellettisiiloon. Lisäksi maailmalta tuodaan paljon erilaisia hiiliä sekä lisä-aineita, kuten kalkkikiveä, joita käytetään terästehtaan prosesseissa. Kuljetinjärjestelmä, joka sisältää noin 20 km kuljetinhihnoja ja yli 30 eri kuljetinta, huolehtii pääosin raaka-aineiden ja lisä-aineiden siirrosta tehtaan sisällä. (SSAB 2018b.)

Masuunissa rautapelletit pelkistetään koksilla, joka on tuotettu omalla koksamolla, ja hiilipölyllä noin 1500 °C lämpötilassa. Masuunissa kiinteästä raaka-aineesta muodostuu sulaa raakarautaa, joka laskeaan rautareian kautta tulenkestäviin senkkoihin. Masuunilta raakarauta kuljetetaan kiskoja pitkin rikkinpoistolaitoksen kautta terässulatolle. Rikkinpoistossa raakaraudan rikkipitoisuus täsmätään kalkki-reagenssin avulla terässulaton tarpeisiin sopivaksi. (SSAB 2018b.)

Terässulatto ottaa raakaraudan vastaan miksereihin, jotka toimivat raakaraudan koostumuksen tasaustaitoina ja varastosäiliöinä. Terässulaton tehtävänä on valmistaa raakaraudasta sopivan laatuista terästä. Terässulatolla on erinäisiä prosesseja, joilla vaikutetaan teräksen laatuun mm. vakuumilaitos. Terässulatolla on kolme konvertertia, joissa raudasta poistetaan hiiltä puhaltamalla sulaan rautaan happea, jolloin rauta muuttuu lujaksi teräkseksi. Lopuksi terässulatolla sula teräs valetaan aihioiksi jatkuvavalkoneilla. Jatkuvavalkoneen loppupäässä, jossa teräs on jo jähmettynyt, teräs polttoleikataan sopivan mittaisiksi aihioiksi. (SSAB 2018b.)

Raahen terästehtaalla on myös oma valssaamo, jossa sulatolta saapuvista aihioista tehdään nauha- ja levytuotteita. Valssaamolla aihion matka alkaa läpityöntöuunin kautta, jossa aihio lämmitetään valssausta varten sopivaan lämpötilaan. Valssaamolla on omat valssauslinjat nauha- ja levytuotteille. Valssaamolla on lisäksi monia prosesseja, joilla vaikutetaan terästuotteiden laatuun mm. karkaisu, jolla vaikutetaan teräksen kovuuteen ja kulutuksen kestävyys. Valssaamolla on lisäksi leikkauslinjoja, joilla tehdään erilaisia tuotteita asiakkaiden tarpeisiin. Valssaamolta teräksen matka jatkuu maailmalle joko autokuljetuksena, junalla tai omasta satamasta laivakuljetuksena. (SSAB 2018b.)



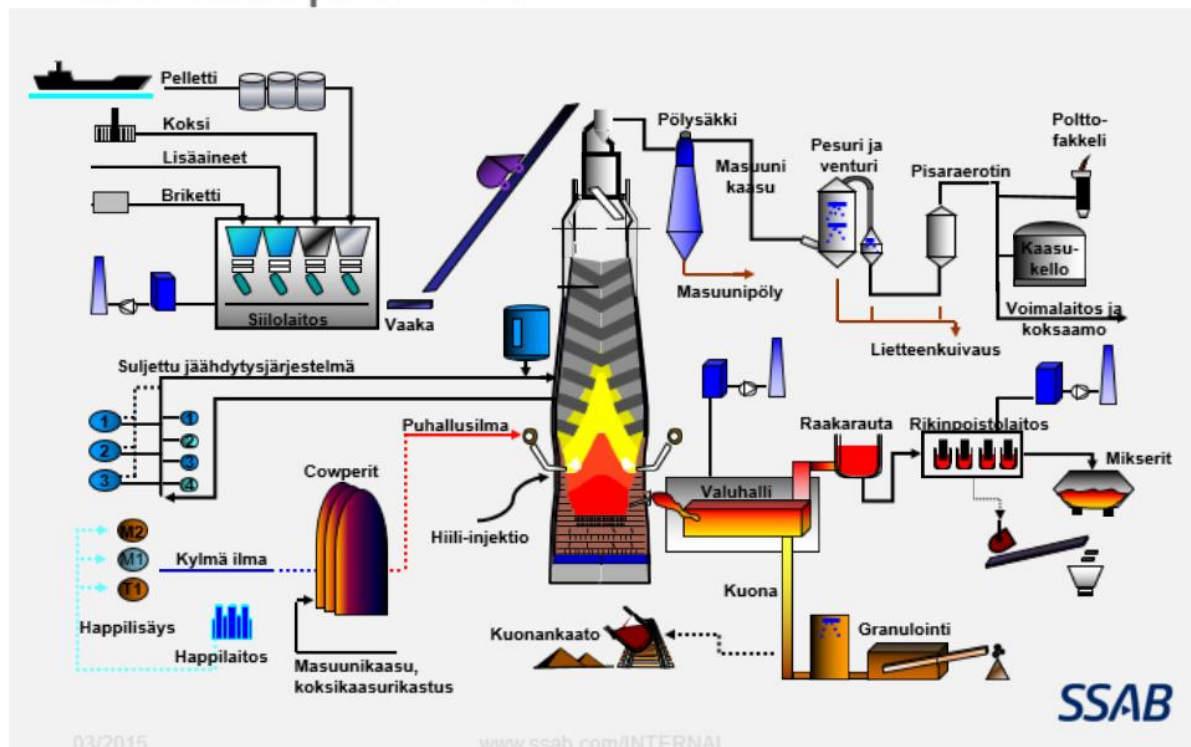
KUVIO 1. SSAB Raahen tehtaan tuotantoprosessi (SSAB 2018c)

2.3 Masuunin tuotantoprosessi

Masuuni on noin 36 metriä korkea pystykuilu-uuni, jossa rautaoksidista irrotetaan happimolekyylillä korkeassa lämpötilassa. Kuumimmassa osassa masuunia lämpötila on jopa noin 2300 °C. Masuunin alaosassa olevista hormeista puhalletaan kuumaa, yli tuhatasteista hapella rikastettua ilmaa. Lisäksi masuunin polttoaineeksi puhalletaan hormeissa olevista hiililansseista hiilipölyä. Hiilipöly valmistetaan omalla hiilenjauhatuslaitoksella. Masuuni panostetaan yläkautta ja se on koko ajan täynnä raaka-ainetta. Rauta on aluksi kiinteässä muodossa rautapelletteinä. Valuessaan alaspäin kuilu-uunissa se alkaa reagoida hiilen kanssa. Kun lämpötila nousee noin 1450 °C:een, rauta sulaa ja valuu masuunin pesään. Sula rauta lasketaan pesästä rautareiän kautta ulos. Rautareikä avataan poraamalla. Sula rauta virtaa tulenkestävällä materiaalilla vuorattuun rautaränniin, jota pitkin se lasketaan tulenkestäviin rautasenkkoihin. Sulan raudan tavoitelämpötila on noin 1400–1500 °C. Raudan lasku kestää noin 90 mi-

nuuttia. Kun masuunin pesä on tyhjentynyt, reikä suljetaan tulenkestävällä massalla, joka ruiskutetaan rautareikään sulkutykillä. (SSAB 2018d.)

Masuuniprosessi



KUVIO 2. SSAB Raahen tehtaan Masuunin tuotantoprosessi (SSAB 2018d)

2.4 Harkkovalimo

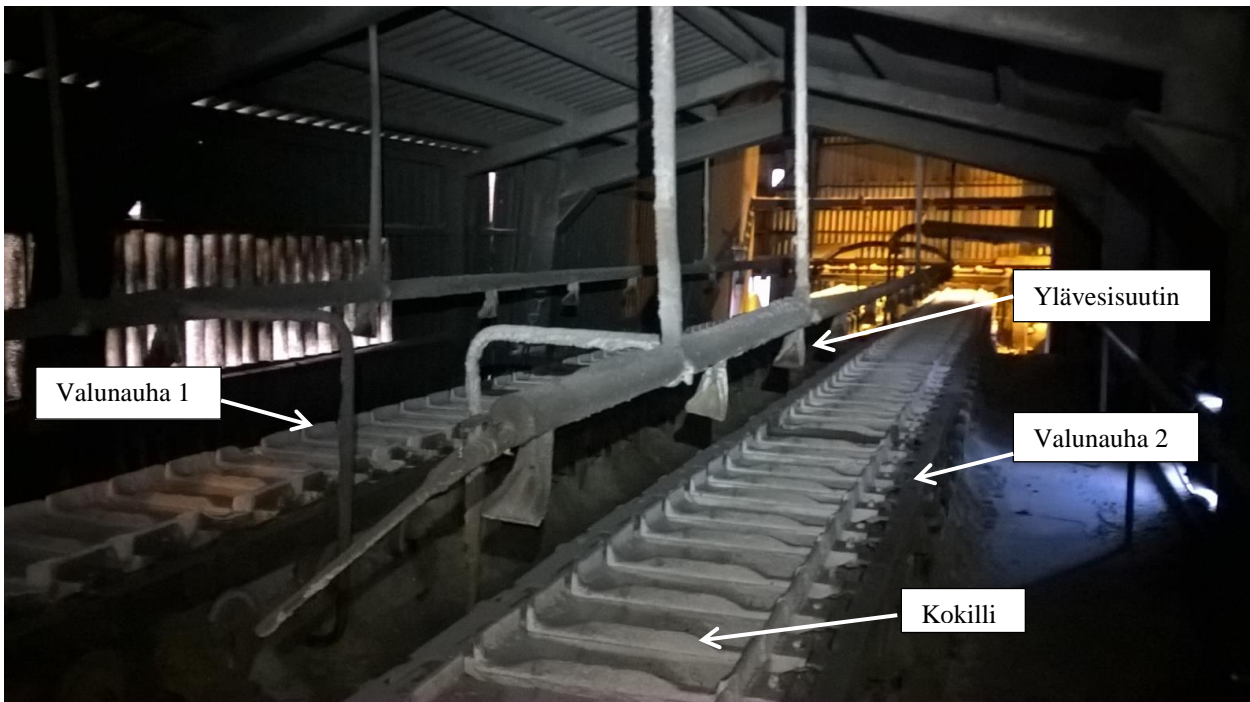
Harkkovalimo on oma satunnaisesti käyvä prosessi. Harkkovalimolla valetaan sula raakarauta rautaharkoiksi valukoneella. Harkon valua tarvitaan vain poikkeustilanteissa, esimerkiksi jos terässulatto ei pysty ottamaan rautaa vastaan. Sula raakarauta toimitetaan harkkovalimolle tulenkestävissä senkoissa kiskoja pitkin. Veturi jättää senkan tai senkat harkkovalimon halliin. Harkkovalimolla on kaksi mahdollista kaatokohtaa senkoille, valukone 1 ja hätäkaatopaikka. Valukone 1:llä suoritetaan harkoksi valut ja hätäkaatopaikalla kaadetaan senkat, joiden rautaa ei voi valaa tai valukone 1 ei ole toiminnassa. Kiskoissa on kolot kaatovintturien kohdalla, jotta vaunu ei karkaa, kun aloitetaan kaato. Jos tulee useampi senkka kaatoon, kiinnitetään rautasenkat siirtovintturiin, jolla senkkoja voidaan siirtää, kun vaih-

detaan uusi senkka kaatoon. Kuvassa 1 senkat ovat tuotuna Harkkovalimon halliin ja senkka nro 13 valukone 1:n kohdalla.



KUVA 1. Harkkovalimon kaatovintturi 1:n nostokoukku ja siirtovintturin siirtoketju.

Sulan raakaraudan valaminen harkoiksi aloitetaan kiinnittämällä kaatovintturi 1:n nostokoukku senkan nostokorvakkoon. Seuraavaksi käynnistetään valukoneen nauhat ja aloitetaan kaato kaatovintturilla 1. Senkasta sula raakarauta valuu tulenkestävällä massalla vuorattuja rännejä pitkin valunauhoissa oleviin kokilleihin eli valumuotteihin. Valukoneessa on kaksi rinnakkaista valunauhaa, jotka ovat erillisiä laitteita ja kummallakin on omat taajuusmuuttajakäytöt.



KUVA 2. Valukone 1:n valunauhat ja ylävesijäähdytyssuuttimet.

Hätäkaatopaikan kaato aloitetaan kiinnittämällä kaatovintturin 2 koukku senkkaan. Operaattori valitsee valvomosta ohjaukseen kaatovintturin 2 ja aloittaa kaadon hätäkaatopaikan hiekkamonttuun.

Kokillit täytyy ruiskuttaa kalkkimaidolla, jotta rauta ei tartu kiinni kokilliin. Kalkkimaidon ruiskutus käynnistyy automaattisesti, kun valunauha on liikkunut 70 m siitä hetkestä, kun on annettu ohjausjärjestelmään valvomossa olevalla kytkimellä signaali ”sula rauta kokilleihin”. Ruiskutus pysähtyy automaattisesti, kun valunauha on liikkunut 70 m siitä hetkestä, kun on valvomosta annettu kytkimellä signaali ”kokillit tyhjät”. Kalkkimaito valmistetaan kalkkijauheesta ja vedestä sopivaksi seokseksi. Kalkkimaitoa on valmiina yläkalkkisäiliössä, josta se ruiskutetaan kokilleihin ruiskutuslaitteistolla. Kalkkimaitoa käydään tarvittaessa valmistamassa lisää valun aikana. Kalkkimaidon valmistus aloitetaan käynnistämällä kalkkisiilon alla oleva lautassyöttäjä ja avataan vesihana. Seuraavaksi käynnistetään kalkinsammutusrumpu. Käyttäjä valvoo vesi-kalkkisuhdetta ja sammuttaa laitteet, kun yläkalkkisäiliö täyttyy.

Kokilleja jäähdytetään vedellä, jotta sula raakarauta jähmettyy, ennen kuin valunauha pudottaa valmiit harkot laariin. Ylävesiventtiili avataan automaattisesti, kun valunauha on liikkunut 32,5 m siitä hetkestä, kun on annettu valvomossa olevalla kytkimellä signaali ”sula rauta kokilleihin”. Ylävesiventtiili suljetaan automaattisesti, kun valunauha on liikkunut 5 m siitä hetkestä, kun on valvomosta annettu kytkimellä signaali ”kokillit tyhjät”.

Harkonvalussa käytettävä henkilöstö on 1 kaataja, 1 kylmämpään henkilö ja 2 rännihenkilöä. Valun alussa on hallissa oleskelu kielletty roiskumisvaaran takia. Kun sula rauta valutetaan kylmiin kokilleihin, saattaa se paukkua ja roiskia. Kun valunauha on kulkenut kierroksen ja kokillit ovat lämmenneet, menevät käyttöhenkilöt tarkkailemaan valun sujumista. Rännihenkilöt mm. poistavat skollia valurännistä ”uittamalla” ne kokilliin. Kylmämpään henkilö mm. tekee lisää kalkkimaitoa tarvittaessa.

(Nousiainen 2018a, 1–3; 2018b, 1–5.)

3 HARKKOVALIMON PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄ

3.1 Nykytilanne

Harkkovalimon prosessia ohjaa PLC5/20-prosessoriin varustettu Allen Bradleyn ohjelmoitava logiikka. Harkkovalimon prosessissa on verrattain vähän I/O-tuloja ja I/O-lähtöjä, joten prosessoriin ei ole liitetty väylän kautta etä I/O-kehikoita, vaan kaikki I/O-tulot ja I/O-lähdöt ovat kytketty paikalliskehikköön. Kuvassa 3 näkyy Harkkovalimon logiikan kokoonpano. Koko järjestelmä mahtuu yhteen kehikköön. Vasemmassa laidassa on kehikköteholähde, sitten prosessori PLC5/20, analogia input-kortti, analogia output-kortti, 9 kpl 32-kanavaisia 24VDC digital input-kortteja ja 4 kpl 32-kanavaisia 24VDC digital output-kortteja.



KUVA 3. Harkkovalimon Allen Bradley ohjelmoitavan logiikan kehikko.

3.2 Allen Bradley

Allen Bradley on yhdysvaltalainen vuonna 1903 perustettu elektroniikkakomponentteja, elektroniikkalaitteita ja ohjelmoitavia logiikoita kehittänyt yritys. Allen Bradley on kehittänyt erilaisia elektroniikkakomponentteja ja elektroniikkalaitteita mm. avaruusteknologian käyttöön. Muun muassa NASA on käyttänyt Allen Bradleyn komponentteja American Space Shuttle -laivastossaan eli avaruussukkulois-

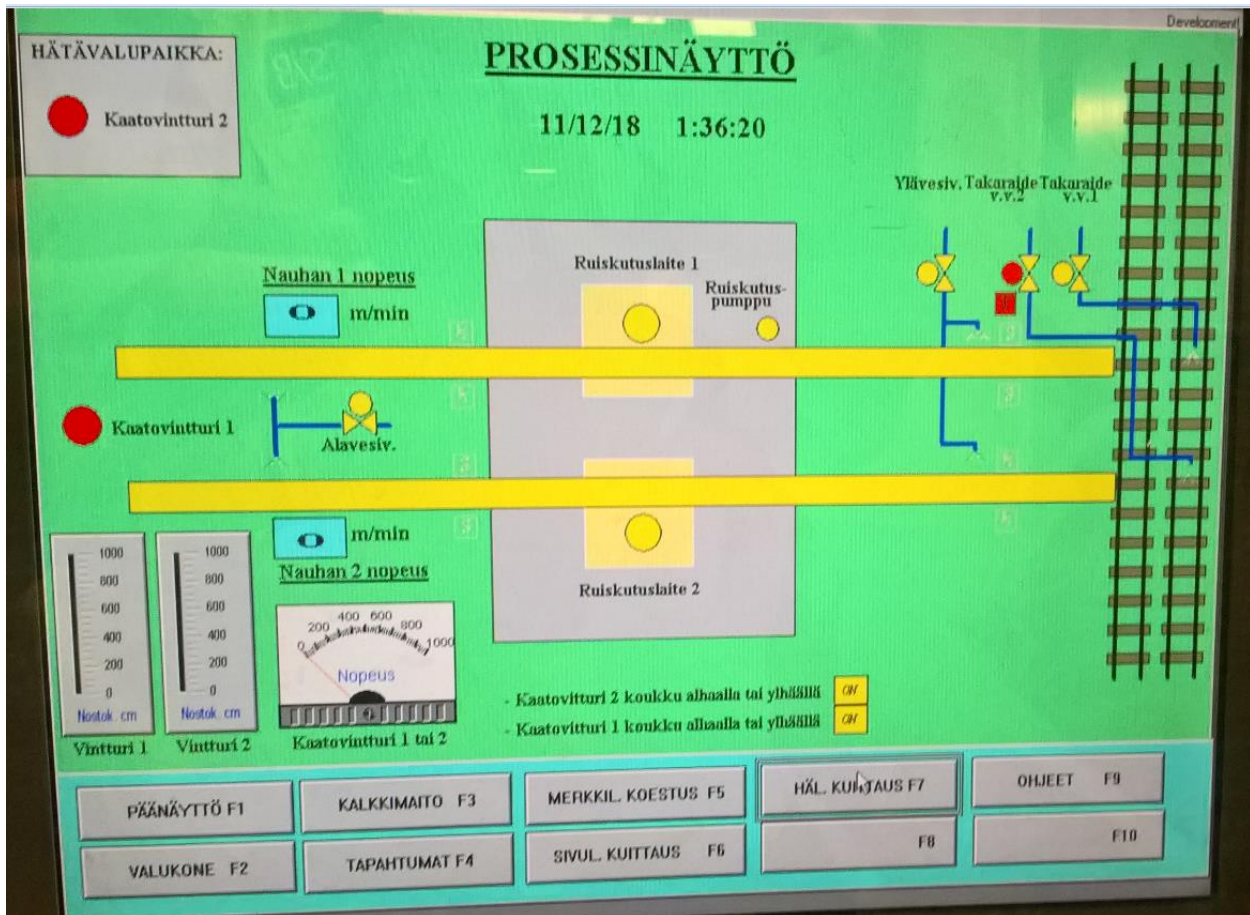
sa. Allen Bradley on myös toiminut ohjelmoitavan logiikkaohjaimen edelläkävijänä. Vuonna 1979 Allen Bradley esitteli Data Highwayn, joka oli ensimmäinen väyläteknologia, jolla voitiin luoda laitteiden välinen verkko. Data Highwayn avulla voitiin korvata kilometrien kaapeloinnit. Yhdysvaltalainen Rockwell International osti Allen Bradleyyn vuonna 1985 ja Allen Bradleystä tuli Rockwellin tuotemerkki. Myöhemmin Rockwell yhdistyi yhdysvaltalaisen ohjelmistoyrityksen, ICOMin kanssa ja syntyi Rockwell Software. Vuonna 2001 yhtiö nimettiin uudelleen Rockwell Automationiksi, jonka tuotemerkki Allen Bradley nykyään on. (Rockwell Automation 2019, Our History.)

3.3 PLC 5 -tuoteperhe

Allen Bradley PLC 5 -tuoteperhe tuotiin markkinoille 1980-luvulla ja se seurasi PLC 2 -tuoteperhettä. PLC-alustojen varhainen ohjelmisto oli Dos-pohjainen. Ennen Windowsin tuloa ohjelmia tehtiin kahdella eri ohjelmalla, Allen Bradleyyn omalla APS-ohjelmistolla ja ICOMin AL-ohjelmistolla. Kun Rockwell hankki Allen Bradleyyn, perustettiin jaosto, Rockwell Software Logix eli RSLogix. Rockwell julkaisi Windows-pohjaisen ohjelmointiohjelmiston ja viimeisin ohjelmistoversio PLC 5 -alustalle on RSLogix5. Ohjelmointiohjelmiston ja monien muiden Allen Bradley tuotteiden tietoliikenne-asetuksia käsitellään erillisellä RXLinx ohjelmistopakettilla. (Lamb 2014, Allen-Bradley PLCs.)

3.4 Prosessinäyttö

Harkkovalimon valvomossa on yksi InTouch -valvomopäätte, jossa on muutama prosessinäyttö ja hälytysnäyttö. Prosessinäytöissä on tietoa prosessista mm. valunauhojen nopeudet ja kaatovintturin asento.



KUVA 4. InTouch harkkovalimon prosessinäyttö.

3.5 InTouch

InTouch HMI on yhdysvaltalainen, Wonderware-ohjelmistoyrityksen Windows-pohjainen käyttöliittymäohjelma, joka voidaan liittää eri teollisuusautomaatioihin. Vuonna 1987 Phil Huber ja Dennis Morin perustivat Wonderware-ohjelmistoyrityksen. Heidän perusajatuksenaan oli, että operaattorit voisivat seurata toimintaa tehokkaammin, jos heidän työkalunsa olisivat hauskoja ja helppokäyttöisiä videopelien käyttöliittymiä. Vuonna 1987 otettiin käyttöön ensimmäinen InTouch HMI. Se oli ensimmäinen Windows-pohjainen käyttöliittymä ja se toimitettiin kahdella 5 ½ tuuman levykkeellä.

(Wonderware 2018.)

3.6 Uusi prosessinohjausjärjestelmä

Päätöstä harkkovalimon prosessinohjausjärjestelmän modernisoinnin toteutuksesta ei ole vielä tehty, joten uutta ohjausjärjestelmääkään ei ole valittu. Periaatteessa harkkovalimon prosessinohjaus voidaan toteuttaa kaikilla markkinoilla olevilla ohjelmoitavilla logiikoilla tai automaatiojärjestelmillä. Käytännössä vaihtoehdot kuitenkin rajoittuvat jo ennestään Raahen tehtaalla oleviin järjestelmiin, koska jokin muu valinta aiheuttaisi ylimääräisiä kustannuksia. Täytyisi hankkia paljon ulkopuolista asiantuntemusta, uusia varaosia, kouluttaa omaa henkilökuntaa eikä luotettavuudesta olisi kokemuksia.

Masuunien prosessinohjausjärjestelmä Valmet DNA on yksi vaihtoehto uudeksi harkkovalimon prosessinohjausjärjestelmäksi. Tällöin voitaisiin hyödyntää jo olemassa olevia Valmet DNA - ominaisuuksia mm. INFO-historiakeruujärjestelmää ja Valmet DNA:n älykkäiden kentälaitteiden hallintatyökalua, Field Device Manageria. Masuunien Valmet DNA:n automaatioväylä on jo nykyisellään senkkakorjaamolla, joka sijaitsee harkkovalimon vieressä. Tämä antaisi mahdollisuuden liittyä masuuni 1:n osajärjestelmään. Alueen sähkö- ja automaatiokunnossapidon vahva Valmet DNA -osaaminen on myös merkittävä tekijä valittaessa uutta prosessinohjausjärjestelmää.

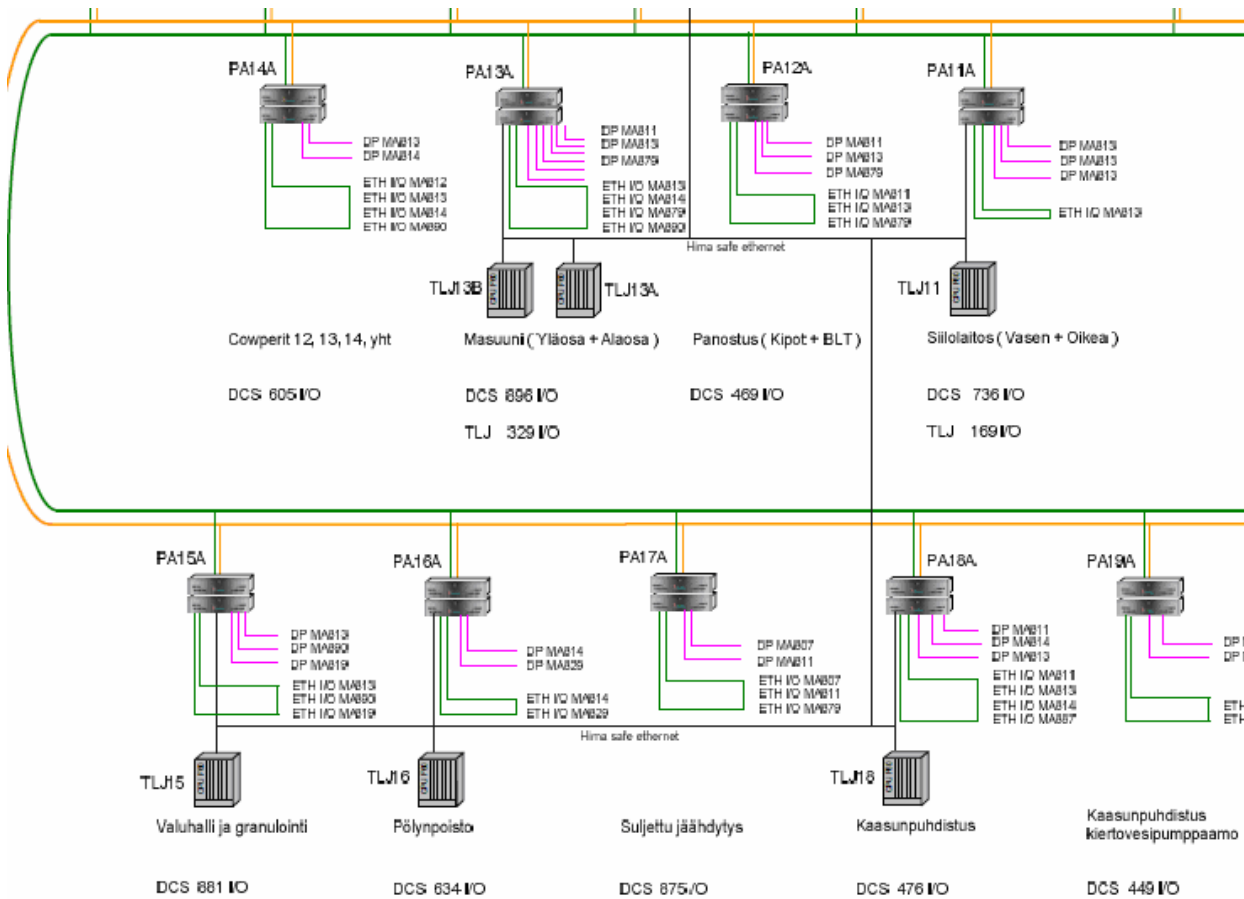
4 MASUUNIEN PROSESSINOHJAUS

Masuunien prosessinohjausjärjestelmät ovat uusittu vuosina 2010 ja 2011 tehdyissä peruskorjauksissa Metso DNA -automaatiojärjestelmiksi. Kuljetinjärjestelmän prosessinohjausjärjestelmä modernisoitiin näiden peruskorjauksien yhteydessä myös Metso DNA:ksi. Peruskorjausten jälkeen oli vuorossa rikkinpoiston prosessinohjausjärjestelmän uusiminen ja sinne valittiin myös Metso DNA. Masuunien hiiliinjektioon siirtymisen myötä vuonna 2015 rakennettuun PCI-laitokseen (Pulverized Coal Injection) hankittiin myös Metso DNA. Nykyisin Metso DNA on Valmet DNA. Näillä prosessienohjausjärjestelmien modernisoinneilla on päästy masuunialueella varsin yhtenäiseen laitekantaan ja tämä on tuonut hyötyjä niin kunnossapidolle kuin käyttäjillekin.

4.1 Nykytilanne

Harkkovalimo on täysin erillään nykyisistä masuunien ohjausjärjestelmistä. Molempien masuunien sekä kolmen muun masuunien osaprosessin prosessinohjaus on toteutettu Valmet DNA -automaatiojärjestelmällä. Masuunien Valmet DNA -automaatiojärjestelmä on jaettu prosessikohtaisesti viiteen osajärjestelmään: Masuuni 1 (M), Masuuni 2 (N), Kuljetinjärjestelmä (L), Rikkinpoisto (K) ja PCI-laitos (G). Jokainen näistä prosesseista on Valmet DNA -osajärjestelmä ja suluissa oleva kirjain on osajärjestelmän tunnus. Osajärjestelmä on oma itsenäinen Valmet DNA -järjestelmä ja on automaatioväylällä yhteydessä toisiin osajärjestelmiin. Osajärjestelmän sisällä prosessin ohjaus on jaoteltu vielä eri prosessinosien mukaan jaettuihin prosessiasemiin. Prosessiasemat ja niiden väliset väylät ovat kahdennettuja, mikä parantaa prosessinohjauksen luotettavuutta.

Masuunin Valmet DNA -prosessinohjausjärjestelmän rinnalla toimii HIMatrix-turvajärjestelmä. Se on saksalaisen HIMA-turvaratkaisuja tuottavan yhtiön valmistama turvalogiikka. Himatrix on liitetty Safety-Ethernet väylällä Valmet DNA -järjestelmään. Kuviossa 3 on esitetty Masuuni 1:n eli M-osajärjestelmän järjestelmäkaavio.



KUVIO 3. Masuuni 1 järjestelmäkaavio (Rautaruukki Oyj 2010, Masuunin automaatiojärjestelmä [Ahokas 2013]).

Nykyiset masuunien prosessinohjausjärjestelmät ovat vielä Metso DNA -nimellä varustettuja. Vanhemmat ovat versiota Metso DNA Collection 2008 ja uusin PCI-laitoksen järjestelmä, Metso DNA Collection 2011.

Masuunien Valmet DNA -järjestelmään on hankittu myös laaja INFO-historiankeruujärjestelmä, joka on yhteinen kaikille osajärjestelmille. INFO-järjestelmässä on tänä päivänä yli 90 000 tagia keruussa, vähintään 1 sekunnin syklillä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi kaikkien osajärjestelmien operointinäytöjen ajamisen historia moodissa noin 2 vuotta taaksepäin, sekunnin syklillä.

Vuonna 2017 Valmet Automation virtualisoi K-, L-, M- ja N-osajärjestelmien suunnittelupalvelimet (EAS) VMwaren-virtualisointiohjelmistolla. Tällöin erilliset suunnittelupalvelinkoneet poistuivat ja tilalle tuli yksi fyysinen palvelin, jossa on virtuaalisesti nämä samat suunnittelupalvelimet. Tämä helpottaa mm. päivityksien ja muutoksien tekemistä palvelemille. Muutos mahdollistaa myös näiden osajärjestelmien suunnittelupalvelimien etäkäytön Remote Desktop Connection -yhteydellä.

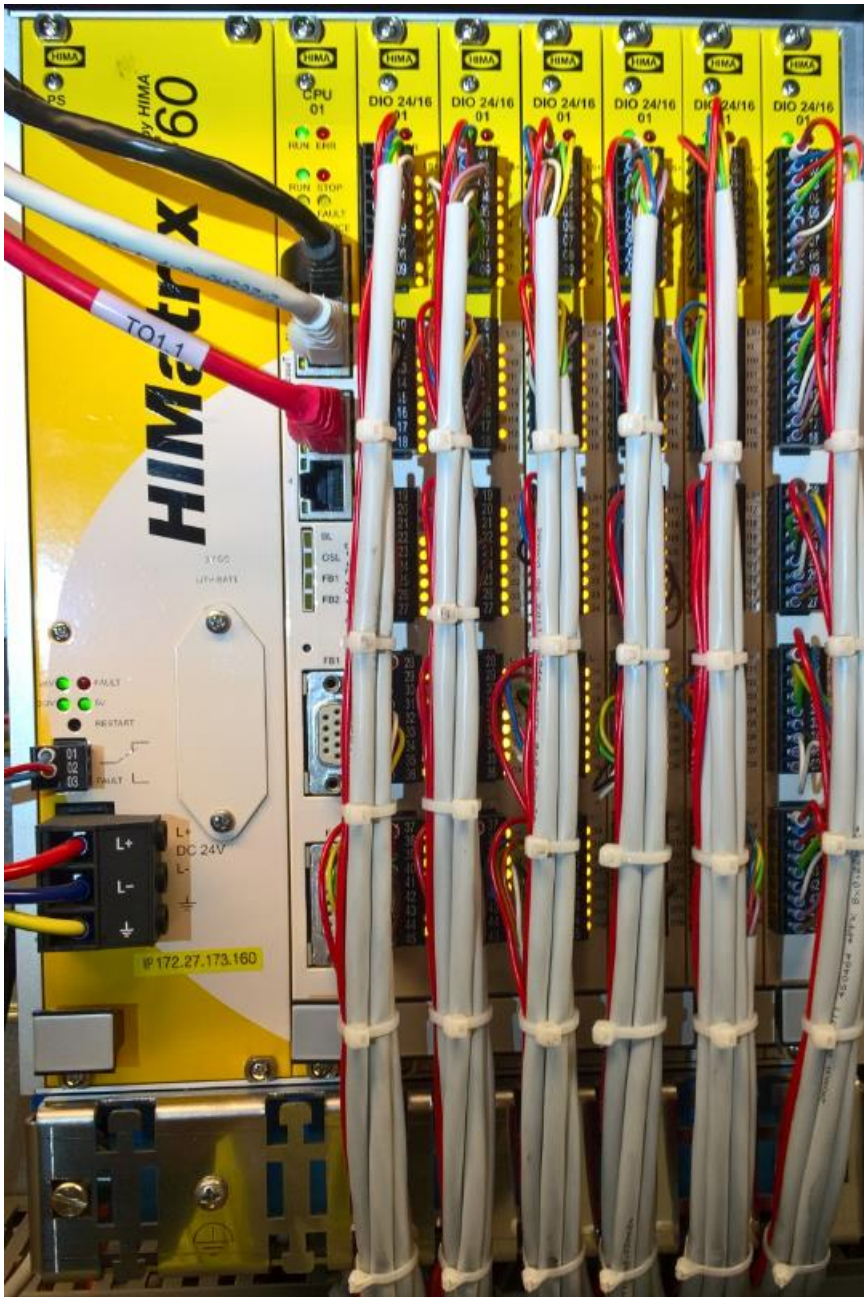
Masuunien välikorjauksien aikana (Masuuni 1 vuonna 2019 ja Masuuni 2 vuonna 2020), tullaan virtualisoimaan masuunien ja kuljetinjärjestelmän valvomoiden operointipalvelimet (USE) samalla tekniikalla. Siinä projektissa tehdään vastaavanlainen virtualisointi kuin suunnittelupalvelimien kanssa, mutta laajemmassa mittakaavassa.

4.2 Valmet DNA

Ensimmäinen Valmetin hajautettu prosessinohjausjärjestelmä (DCS) Damatic syntyi 1980-luvulla. Sitä seurasi toisen sukupolven DCS-järjestelmä Damatic XD samalla vuosikymmenellä. Vuonna 1999 Valmet Oyj ja Rauma Oyj sulautettiin yhdeksi yhtiöksi ja syntyi Metso Oyj. Yksi uuden yhtiön liiketoiminta-alueista oli automaatio- ja säätöteknologia. Samana vuonna tuli markkinoille uusi prosessinohjausjärjestelmä metsoDNA (Dynamic Network of Applications). Kuten nimi viittaa, se perustui vahvasti verkkoteknologiaan. Seuraava versio metsoDNA CR tuli 2000-luvulla ja 2010-luvulla tuli uusi Metso DNA. Vuonna 2015 yritysjärjestelyjen myötä Metso Automation vaihtui Valmet Automationiksi ja prosessinohjausjärjestelmästä tuli Valmet DNA. (Valmet 2019.)

4.3 HIMatrix-turvajärjestelmä

Himatrix on turvalogiikkajärjestelmä, jonka I/O-tuloihin on kytketty alueen turvalaitteet, hätäseis-painikkeet, hätävaijerikykimet, turvaportit jne. Jokaisella prosessialueella on oma turvalogiikkajärjestelmä. Himatrix-turvalogiikan I/O-lähdöt ohjaavat turvareleitä, joiden koskettimet on kytketty prosessilaitteiden ohjausvirtapiireihin. Himatrixin turvalogiikka-ohjelma on tehty turvamatriisin mukaiseksi. Kaikille prosessilaitteille on tehty turvatarkastelu, jonka seurauksena syntyi taulukko (turvamatriisi) laiteita lukitsevista turvalaitteista. Lisäksi turvatarkastelu määrittelee turvapiirien komponenttien turvallisuuden. Safety-Ethernet-turvaväylää pitkin Himatrix liikennöi Valmet DNA - automaatiojärjestelmän kanssa (mm. turvalaitteiden tilatietojen siirto Himatrix -> Valmet DNA, turvapiirien kuittaus Valmet DNA -> Himatrix jne).



KUVA 3. HIMatrix F60 turvalogiikka.

5 PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINNIN VAATIMUKSET

Prosessinohjausjärjestelmää ja sen modernisointia ohjaa standardit, jotka pohjautuvat EU direktiiveihin. Tuotantoprosessia käsitellään direktiiveissä ja standardeissa koneina. Jäljempänä tuotantoprosessista puhutaan koneena.

5.1 Koneen ohjausjärjestelmä

Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas 184 § sanoo koneen ohjausjärjestelmästä seuraavaa:

Koneen ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka reagoi koneen osien, käyttäjien, ulkoisten ohjauslaitteiden tai näiden yhdistelmien lähettämiin tulosignaaleihin ja luo niitä vastaavat lähtösignaalit koneen toimilaitteille, jolloin ne saavat koneen toimimaan tarkoitetulla tavalla. Ohjausjärjestelmissä voidaan käyttää monenlaista teknologiaa ja myös eri teknologioiden yhdistelmiä, kuten mekaanista teknologiaa, hydraulikkaa, pneumatiikkaa, sähkötekniikkaa tai elektroniikkaa. Elektroniset ohjausjärjestelmät voivat olla ohjelmoitavia järjestelmiä.

(Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas 2, §184)

5.2 Koneiden modernisointi

Koneiden modernisointi tarkoittaa käytetyn tai käytössä olevan koneen uusimista varustamalla se uusilla ominaisuuksilla, esimerkiksi muuttamalla koneen rakennetta, varustamalla se uusilla lisälaitteilla tai uusimalla sähköistystä ja automaatiota (Sundquist 2010, 2).

5.3 Turvallisuusvaatimukset

EU:n konedirektiivi 2006/42/EY ja sen mukainen valtioneuvoston asetus 400/2008 koneiden turvallisuudesta koskee koneen valmistajan velvollisuuksia ja sen soveltamisalaan kuuluvat vain uudet koneet eli koneet, joita ei ole vielä otettu käyttöön ensimmäistä kertaa Euroopan Talousalueella. Käytössä olevat koneet ja niiden modernisointi eivät kuulu konedirektiivin, vaan työturvallisuuslain soveltamisalaan, ja tämä koskee myös koneen muutostöitä ja modernisointia. Työturvallisuuslain 738/2002 mukaan työpaikan työnantaja on vastuussa työpaikan koneiden turvallisuudesta eli se koskee käytettyjä ja käytössä olevia koneita. Työturvallisuuslain perusteella annetussa valtioneuvoston asetuksessa

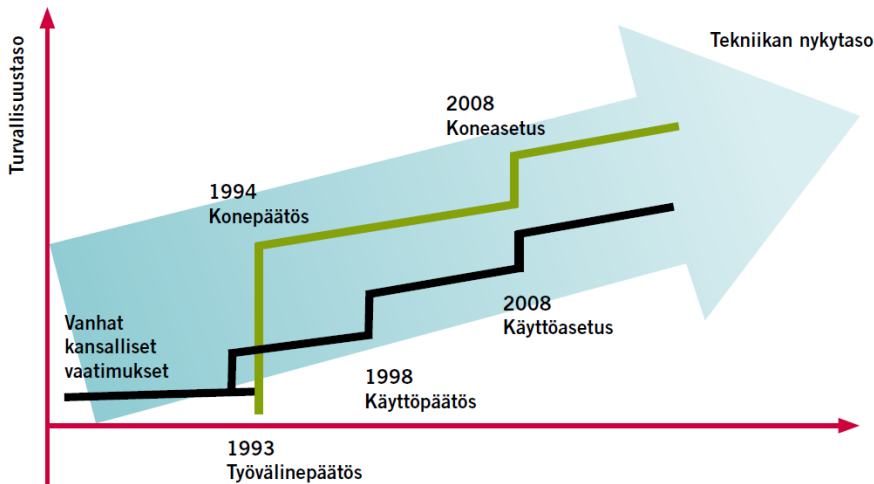
403/2008 5 §:ssä todetaan, että: ”Työväline on pidettävä säännöllisellä huollolla ja kunnossapidolla turvallisena sen käytön ajan”. Koneen turvallisuuden on pysyttävä riittävänä huolimatta mahdollisista muutoksista tai modernisoinnista. (Sundquist 2010, 2-3.)

Koneiden turvallisuutta koskevat vaatimukset kansallisessa lainsäädännössä

| Koneen elinkaaren vaiheet | |
|--|--|
| Koneen suunnittelu, valmistus ja markkinoille saattaminen | Valinta ja osto, käyttöönotto, käyttö, tarkastaminen, kunnossapito, muutostyöt, käytöstä poisto |
| Valmistajan velvollisuudet | Työnantajan velvollisuudet |
| <p>Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004)</p> <p>VNa koneiden turvallisuudesta (400/2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Saattaa kansallisesti voimaan EU:n konedirektiivin 2006/42/EY ▪ Tuli voimaan 29.12.2009 ▪ Koskee uusia koneita (myös omaan käyttöön valmistettuja) ▪ Velvoittaa koneen valmistajaa ▪ Sisältää mm. valmistajan velvollisuudet, koneiden vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt sekä koneiden olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset | <p>Työturvallisuuslaki (738/2002)</p> <p>VNa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pohjautuu direktiiviin 2009/104/EY ▪ Velvoittaa työnantajaa ▪ Koskee käytössä olevia koneita, muita työssä käytettäviä välineitä, teknisiä laitteita ja niiden yhdistelmiä ▪ Sisältää mm. työnantajan velvollisuudet, yleiset työvälineiden turvallista käyttöä koskevat säännökset sekä rakenteellista turvallisuutta ja tarkastamista koskevat säännökset <p>+ Erityiset työ- tai alakohtaiset säädökset</p> |
| Yhdenmukaistetut standardit | |

KUVIO 4. Koneiden turvallisuutta koskevat vaatimukset (Laaksonen 2017, 3)

Työturvallisuuslain 738/2002 8 § (Työntekijän yleinen huolehtimisvelvoite) 4 kohdassa todetaan, että: ”Tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otettava huomioon”. Eli tekniikan kehittyessä myös vaatimustaso nousee ja se on otettava huomioon modernisointeja tehtäessä. Yhdenmukaistetut standardit heijastavat tätä kehitystä. Standardit ovatkin hyvä referenssi arvioitaessa käytössä olevien koneiden turvallisuustasoa modernisoinnin yhteydessä. (Laaksonen 2017, 7–8.)



KUVIO 5. Tekniikan vaikutus turvallisuusvaatimuksiin (Työsuojeluoppaita ja ohjeita 47 2013, 32)

5.4 Ohjausjärjestelmän modernisoinnin riskit

Ohjausjärjestelmän modernisoinnin vaikutusta turvallisuuteen pitäisi arvioida riskiarvioinnilla. Riskiarvioinnissa tyypillisesti havaittavia vaikutuksia ovat; muuttuuko koneen käyttötarkoitus, muuttuuko koneen toiminta tai käyttötapa, muuttuvatko koneen raja-arvot, syntykö uusia vaaroja, muuttuuko käyttäjän altistuminen olemassa oleville vaaroille, muuttuuko vaarallisen tapahtuman todennäköisyys ja muuttuvatko vaarojen vältettävyydet. (Heikola 2018, 15.)

Oleelliset kysymykset ja arvio vaikuttavuudesta harkkovalimon osalta:

- Muuttuuko koneen käyttötarkoitus?
 - o Ei muutu, käyttötarkoitus pysyy samana.
- Muuttuuko koneen toiminta tai käyttötapa?
 - o Ei muutu. Tämä varmistetaan uuden ohjausjärjestelmän ohjelman FAT-testauksella.
- Muuttuvatko koneen raja-arvot?
 - o Eivät muutu. Varmistetaan uuden ohjausjärjestelmän käyttöönotossa.
- Syntykö uusia vaaroja?
 - o Ei synny. Koneen rakenne ja toimilaitteet eivät muutu. Ohjausjärjestelmän osalta valitaan laadukkailla komponenteilla toteutettu järjestelmä. Ohjausjärjestelmän ohjelma tehdään noudattamalla hyvää suunnittelutapaa ja käytetään mahdollisia valmiita ohjelmapaketteja sekä testataan ohjelma huolellisesti FAT-testissä.
- Muuttuuko käyttäjän altistuminen olemassa oleville vaaroille?

- Ei muutu. Ohjausjärjestelmän modernisointi ei vaikuta olemassa oleviin vaaroihin.
- Muuttuuko vaarallisen tapahtuman todennäköisyys?
 - Ei muutu. Ohjausjärjestelmän modernisoinnilla ei vaikutusta todennäköisyyteen.
- Muuttuvatko vaarojen vältettävyydet?
 - Eivät muutu. Prosessin toiminta pysyy ennallaan.

6 HARKKOVALIMON PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTISUUNNITELMA

Opinnäytetyön tuloksena syntyneen harkkovalimon ohjausjärjestelmän modernisointisuunnitelman tarkoituksena oli luoda hyvä pohja, josta on helppo jatkaa yksityiskohtaisemman modernisointisuunnitelman tekoa. Suunnitelmassa on mietitty ja suunniteltu kaikki perusratkaisut valmiiksi ohjausjärjestelmän uusimista varten.

6.1 Nykyisen prosessinohjausjärjestelmän laajuus

Nykyisen prosessinohjausjärjestelmän laajuus ja toiminta selvitettiin seuraavasti:

- Harkkovalimon prosessilaitteisiin tutustuttiin paikan päällä
- Seurattiin harkkojen valamista
- Haastateltiin käyttäjiä
- Tutustuttiin nykyiseen logiikka-ohjelmaan
- Käytiin läpi sähköpiirikaaviot.

Näillä toimenpiteillä saatiin käsitys nykyisen ohjausjärjestelmän ja prosessin laajuudesta sekä toiminnasta. Prosessilaitteita oli 30 kpl, joista 6 laitetta oli poistunut jo käytöstä. Laitteista 4 oli taajuusmuuttajaohjattuja ja loput suoraikäyttöjä. Häätäpysäytyspainikkeita oli 5 kpl, joilla jokaisella oli oma toistorele. Toistoreleen kosketin oli useiden prosessilaitteiden ohjausvirtapiirissä lukitsemassa. Logiikan ohjelmaan oli rakennettu vain muutamia automaattitoimintoja. Suurin osa prosessilaitteiden ohjauksista tapahtui käsin valvomon ohjauspulpetin tai paikallisohjauskotelon kytkimillä.

Pääosin sähkölaitteet on modernisoitu vuonna 1995 ja silloin on otettu käyttöön mm. taajuusmuuttaja ohjaukset kippovintturille ja valunauhoille sekä ohjelmoitava logiikka prosessinohjaukseen. Vuonna 2002 oli valukone 2 purettu ja tilalle oli rakennettu hätävalupaikka ja samalla oli modernisoitu kaatovintturi 2:n sähkölaitteet. Nyt kaatovinttureilla 1 ja 2 on yhteiset sähkönsyöttölaitteet eli suorasähkölähtö ja taajuusmuuttaja. Kaatovinttureiden taajuusmuuttaja uusittiin vuonna 2018.

6.2 Harkkovalimon prosessilaitteiden tunnuksien uusiminen

Harkkovalimon prosessilaitteiden tunnukset olivat vanhan suunnittelutavan mukaisia eli aluetunnuksen ja laitetunnuksen välissä oli välilyönti ja prosessilaitteen toimintaa kuvaava kirjain oli lopussa (HV00 008P – Kevytöljypumppu). Uusiin suunnitelmiin tunnus muutettiin nykyisen suunnittelutavan mukaiseksi (HV00P008 – Kevytöljypumppu). Tunnuksmuutoksen johdosta täytyy kaikki tunnuskilvet uusia, jos modernisointi toteutuu. Osittain ne olivat muutenkin jo huonossa kunnossa, joten niiden uusiminen tässä yhteydessä on aiheellista.

6.3 Piiriluettelo

Suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa tehtiin vanhojen sähköpiirikaavioiden pohjalta Excel-piiriluettelo, jonka ensimmäiselle välilehdelle taulukoitiin nykyisten laitteiden tunnukset, nimet, tyypit ja laitteiden I/O-kanavat. Toiselle välilehdelle taulukoitiin vastaavat tiedot uusien suunnitelmien pohjalta. Vanhassa järjestelmässä oli käytössä 385 kpl I/O-kanavia. Uuteen suunnitelmaan tuli 188 kpl I/O-kanavia ja 26 kpl Profibus slave-osoitteita. Lisäksi rasvanvoitelulaite, joka on vanha venäläinen laite, vaatii uusimisen, joten sen tiedot puuttuvat uusista suunnitelmista.

TAULUKKO 1. Piiriluettelo välilehti 1

| | | VANHAT | | | | | | | |
|------------|---|---------------|-----|-----|----|----|---------|-----|--|
| POSITIO | LAITE | TYYPPI | DI | DO | AI | AO | ABS.Ant | DI | |
| HV00 001H | Rautasenkka siirtovintturi | Moottori | 6 | 4 | | | | | |
| HV00 002H | Harkkovaunujen siirtolaite | Moottori | 9 | 4 | | | | | |
| HV00 003P | Jäähdytysvesipumppu 1 | Moottori | 3 | 2 | | | | | |
| HV00 004P | Jäähdytysvesipumppu 2 | Moottori | 3 | 2 | | | | | |
| HV00 008P | Kevytöljypumppu | Moottori | 5 | 3 | | | | | |
| HV00 009P | Voitelulaite 1 täyttöpumppu | Moottori | 4 | 1 | | | | | |
| HV00 010P | Voitelulaite 1 | Moottori | 8 | 3 | | | | | |
| HV00 011H | Kaatovintturi 1 | Tamu/Moottori | 21 | 15 | 2 | 2 | 17 | | |
| HV00 012H | Valukone 1, Nauha nro 1 | Tamu/Moottori | 18 | 16 | 2 | 1 | | | |
| HV00 013H | Valukone 1, Nauha nro 2 | Tamu/Moottori | 18 | 5 | 1 | 1 | | | |
| HV00 014V | Alavesiventtiili 1 | Moottori | 11 | 4 | | | | | |
| HV00 015V | Ylävesiventtiili 1 | Moottori | 14 | 5 | | | | | |
| HV00 016V | Takaraiteen vesiventtiili 1 | Moottori | 14 | 4 | | | | | |
| HV00 017P | Kalkkimaidon ruiskutuslaitteet, nauha 1 | Moottori | 10 | 3 | | | | | |
| HV00 018P | Kalkkimaidon ruiskutuslaitteet, nauha 2 | Moottori | 9 | 3 | | | | | |
| HV00 019P | Ruiskutuspumppu 1 | Moottori | 9 | 3 | | | | | |
| HV00 021H | Kaatovintturi 2 | Tamu/Moottori | | | | | 17 | | |
| HV00 026V | Takaraiteen vesiventtiili 2 | Moottori | 14 | 4 | | | | | |
| HV00 030H | Kalkkisiilon täyttö ja suodattimen täytytys | Moottori | 10 | 4 | | | | | |
| HV00 031H | Kalkkisiilo 1 lautassyöttäjä | Moottori | | | | | | | |
| HV00 033H | Kalkkinsammutusrumpu 1 | Moottori | | | | | | | |
| HV 00 035H | Kalkkisiilo 2 lautassyöttäjä | Moottori | 5 | 1 | | | | | |
| HV00 036H | Kalkkisiilon täry | Moottori | 4 | 1 | | | | | |
| HV00 037H | Kalkkinsammutusrumpu 2 | Moottori | 5 | 1 | | | | | |
| HV00 038S | Hiekkanerottaja | Moottori | 5 | 3 | | | | | |
| HV00 039M | Kalkkimaidon sekoittaja | Moottori | 5 | 2 | | | | | |
| HV00 041P | Kalkkimaitopumppu 1 | Moottori | 11 | 4 | | | | | |
| HV00 042P | Kalkkimaitopumppu 2 | Moottori | 6 | 2 | | | | | |
| HV00 043P | Kalkkinvalmistuksen pohjavesipumppu | Moottori | 8 | 2 | | | | | |
| HV00 044P | Kalkkinvalmistuksen pölynpoistoimuri | Moottori | 5 | 1 | | | | | |
| | | Yhteensä | 240 | 102 | 5 | 4 | 34 | 385 | |

TAULUKKO 2. Piiriluettelo välilehti 2

| UUEDET | | | | | | | | |
|--------------|--|---------------|-----|----|-----|----|----------|----|
| POSITIO | LAITE | TYYPPI | DI | DO | AI | AO | Profibus | |
| HV00H001 | Rautasenkka siirtovintturi | Moottori | 4 | 3 | | | | 1 |
| HV00H002 | Harkkovaunujen siirtolaite | Moottori | | | | | | |
| HV00P003 | Jäähdytysvesipumppu 1 | Moottori | 3 | 2 | | | | 1 |
| HV00P004 | Jäähdytysvesipumppu 2 | Moottori | 3 | 2 | | | | 1 |
| HV00P008 | Kevytöljypumppu | Moottori | | | | | | |
| HV00P009 | Voitelulaite 1 täyttöpumppu UUSITTAVA | Moottori | | | | | | |
| HV00P010 | Voitelulaite 1 UUSITTAVA | Moottori | | | | | | |
| HV00H011/21 | Kaatovintturi 1/2 | Tamu/Moottori | 14 | 12 | 1 | | | 4 |
| HV00H012 | Valukone 1, Nauha nro 1 | Tamu/Moottori | 12 | 5 | 1 | | | 2 |
| HV00H013 | Valukone 1, Nauha nro 2 | Tamu/Moottori | 12 | 2 | 1 | | | 2 |
| HV00V014 | Alavesiventtiili 1 | Moottori | 10 | 2 | | | | 1 |
| HV00V015 | Ylävesiventtiili 1 | Moottori | 10 | 3 | | | | 1 |
| HV00V016 | Takaraitteen vesiventtiili 1 | Moottori | 13 | 2 | | | | 1 |
| HV00P017 | Kalkkimaidon ruiskutuslaitteet, nauha 1 | Moottori | 8 | 3 | | | | 1 |
| HV00P018 | Kalkkimaidon ruiskutuslaitteet, nauha 2 | Moottori | 7 | 2 | | | | 1 |
| HV00P019 | Ruiskutuspumppu 1 | Moottori | 7 | 2 | | | | 1 |
| HV00V026 | Takaraitteen vesiventtiili 2 | Moottori | | | | | | |
| HV00H030 | Kalkkisiilon täyttö ja suodattimen tärytys | Moottori | 8 | 4 | | | | 1 |
| HV00-031H | Kalkkisiilo 1 lautassyöttäjä | Moottori | | | | | | |
| HV00-033H | Kalkkinsammutusrumpu 1 | Moottori | | | | | | |
| HV 00 035H | Kalkkisiilo 2 lautassyöttäjä | Moottori | | | | | | 1 |
| HV00H036 | Kalkkisiilon 2 täry | Moottori | 2 | | | | | 1 |
| HV00H037 | Kalkkinsammutusrumpu 2 | Moottori | | | | | | 1 |
| HV00S038 | Hiekanerottaja | Moottori | 3 | 1 | | | | 1 |
| HV00M039 | Kalkkimaidon sekoittaja | Moottori | 3 | | | | | 1 |
| HV00P041 | Kalkkimaitopumppu 1 | Moottori | 10 | | | | | 1 |
| HV00P042 | Kalkkimaitopumppu 2 | Moottori | | | | | | |
| HV00P043 | Kalkinvalmistuksen pohjavesipumppu | Moottori | 6 | | | | | 1 |
| HV00P044 | Kalkinvalmistuksen polynpoistomuri | Moottori | 3 | | | | | 1 |
| Hätäseipiiri | | | 1 | 1 | | | | |
| | | Yhteensä | 139 | 46 | 3 | | | 26 |
| | | | | | 188 | | | |

Taulukossa 2 olevat yliviivatut laitteet ovat poistuneet käytöstä.

6.4 Kehityskohteet

Harkkovalimon prosessiin ei ollut kehitystarpeita, joten opinnäytetyössä olevat kehityskohteet ovat prosessinohjauslaitteisiin liittyviä. Turvallisuuden liittyvien laitteiden kehityskohde oli hätäpysäytyspiirin komponenttien saattaminen ajankohdan vaatimuksia vastaaviksi. Moottori-ohjauksiin liittyvä kehityskohde oli suunnitella harkkovalimolle profibus DP -kenttäväylän käyttäminen moottorikeskuksen ohjaukseen ja tämän myötä älykkäiden moottorilähtöjen suunnittelu nykyisiin moottorikeskuksiin. Kenttäväylään suunniteltiin liitettäväksi myös taajuusmuuttajat ja asema-anturit. Näillä muutoksilla pyrittiin yhtenäistämään masuunialueen laitekantaa ja prosessinohjausta. Siitä on hyötyä sekä kunnossapidolle että prosessia ohjaaville henkilöille.

6.4.1 Turvallisuus

Luvun 5.3 *Turvallisuusvaatimukset* mukaan koneen modernisoinnin yhteydessä on suositeltavaa saattaa turvallisuus ajankohdan vaatimalle tasolle. Tämän tason määrittelemiseksi olisi pitänyt harkkovalimon prosessista tehdä riskiarvio, jonka seurauksena olisi tullut ehkä tarpeita uudistaa, lisätä tai muuttaa turvalaitteita. Tämän opinnäytetyön yhteydessä riskiarviota ei tehty, koska opinnäytetyö olisi laajentunut alkuperäisen rajauksen ulkopuolelle. Tällainen riskiarvio on suositeltavaa tehdä, jos harkkovalimon prosessinohjausjärjestelmän modernisointi päätetään toteuttaa.

Jo olemassa olevia, turvallisuuteen vaikuttavia laitteita arvioitiin suhteessa ajankohdan vaatimuksiin. Harkkovalimolla oli hätäpysäytystoiminto jokaiselle vaaraa aiheuttavalle prosessilaitteelle. Nämä hätäpysäytyspiirit oli suunniteltu vuonna 1995, ja ne vastasivat toiminnaltaan, mutta eivät komponenteiltaan, konedirektiivin 2006/42/EY kohdan 1.2.4.3 hätäpysäytyksen keskeisiä vaatimuksia, jotka ovat tällä hetkellä voimassa olevia määräyksiä. Näihin keskeisiin vaatimuksiin päästään noudattamalla hätäpysäytyslaitteita koskevaa standardia SFS-EN ISO 13850 ja sähköisen/elektronisen hätäpysäytystoiminnon toteuttamista koskevaa standardia IEC 60204-1.

Standardin SFS-EN ISO 13850 kohta 4.1.5.1 sanoo seuraavaa:

Hätäpysäytystoiminnon suorittavien turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmän tai alajärjestelmän osien on oltava standardien ISO 13849-1 ja/tai IEC 62061 olennaisten vaatimusten mukaisia. Vaadittavan suoritustason (PL) tai turvallisuuden eheyden tason (SIL) määrittämisessä olisi otettava huomioon hätäpysäytystoiminnon tarkoitus, mutta vähimmäisvaatimus on PLr c tai SIL 1. HUOM. Hätäpysäytystoiminto voi käyttää samoja turvallisuuteen liittyviä osia muiden turvatoimintojen kanssa, kun otetaan huomioon standardien ISO 13849-1 ja/tai IEC 62061 vaatimukset.
(Standardi SFS-EN ISO 13850, 4.1.5.1)

Harkkovalimon hätäpysäytyspiirien komponentit ovat jo yli 20 vuotta vanhoja ja hätäpysäytyksen suorittavana komponenttina oli normaali pistokekantarele, joten sillä ei ollut PL- tai SIL-luokituksia. Hätäseispiirien komponenttien saattaminen ajankohdan vaatimusten tasolle oli yksi kehityskohde. Uudet hätäseispiirit suunniteltiin käyttämällä nykyaikaisia hätäseispiirien komponentteja ja piirit suunniteltiin kaksipiirisinä. Vanhojen hätäseispainikkeiden tilalle suunniteltiin uudet kaksikoskettimiset painikkeet, joiden signaali ohjaa kaksipiirisiä turvareleitä. Turvareleiden turvakoskettimet katkaisevat energian syöttölaitteilta.

Turvareleitä käytetään varmistamaan koneiden, prosessien ja järjestelmien turvallinen käyttö kaikissa mahdollisissa olosuhteissa. Esimerkiksi Hätä-seis-rele on hyvä esimerkki turvatoiminnasta, joka toteutetaan yksinkertaisella komponentilla. Ratkaisu koostuu hätäseispainikkeesta, turvareleestä ja kontaktorista (Siemens 2019).

Opinnäytetyön yhteydessä ei tehty riskiarvioita hätäpysäytysten toiminnasta. Riskiarviosta olisi saatu hätäseispiirien komponenteille turvaluokitukset, mutta tähän suunnitelmaan hätäseispiirien komponentit valittiin vain esimerkinomaisiksi ratkaisuiksi. Masuunialueella on ollut käytössä mm. Siemens SIRIUS 3SK1 -turvareleitä ja ne tulivat sillä perusteella valituksi harkkovalimon hätäpysäytyspiirien hätäpysäytyksen toteuttaviksi komponenteiksi. Siemens SIRIUS 3SK1 -turvareleellä voidaan toteuttaa sovellukset seuraavien kategorioiden mukaisesti:

- SILCL 3 (IEC 62061)
- SIL 3 (IEC 61508)
- PL e:n kat 4 (ISO 13849-1).

Suunnitelmaan valittu malli, SIRIUS 3SK1111-xAW20 on 110...240 V AC / DC -jännitealueelle.

Laitteen ominaisuudet:

- 2 anturituloa (kanavat 1 ja 2)
- 1 tulo takaisinkytkentäpiirille ja START-painikkeelle
- 3 turvaulostuloa (NO-yhteys)
- 1 puolijohdesignaaliipiiri (ei-turvallisuuteen liittyvä, NC-yhteys)
- 2 lediä toimitilojen näyttämiseen
- Liukukytkin toimintojen asettamiseen
- Yhden- tai kahden kanavan toiminta
- Ristiin kytkennän tunnistus kanavien 1 ja 2 välillä
- Kotelon leveys 22,5 mm
- Irrotettavat liittimet.

(Siemens 2019.)

Liitteessä 1 esitellään SIRIUS 3SK111 -turvarele.

6.4.2 Kenttäväylä

Yhdeksi kehityskohteeksi valikoitui profibus DP -kenttäväylän käyttäminen harkkovalimon moottoriohjauksissa. Teollisuuden kenttätasolla käytetään erilaisia ja eri tarkoituksiin soveltuvia lattiataason tiedonsiirtoväyliä. Ne voidaan jaotella kolmeen eri kategoriaan: anturiväylät (sensor bus), laiteväylät (device bus) ja yleisväylät (fieldbus). Jako näiden välillä ei ole täysin selkeä. Anturiväylät ovat lähinnä binääristä tiedonsiirtoa varten, mutta myös analogista signaalia voidaan niiden kautta siirtää. Laitteväylät ovat vaativimpien kenttälaitteiden tiedonsiirtoväyliä, joissa siirretään mittausta, ohjausta ja diagnostiikkatietoja. Ylimmän kenttäväylätason (fieldbus) väylät siirtävät em. tietojen lisäksi konfigurointitietoja ja tiedostoja. Tämän tason kenttäväylät tarjoavat standarditoimilohkoja laitteiden ohjaukseen ja tiedonsiirtoon. (Aalto University 2014.)

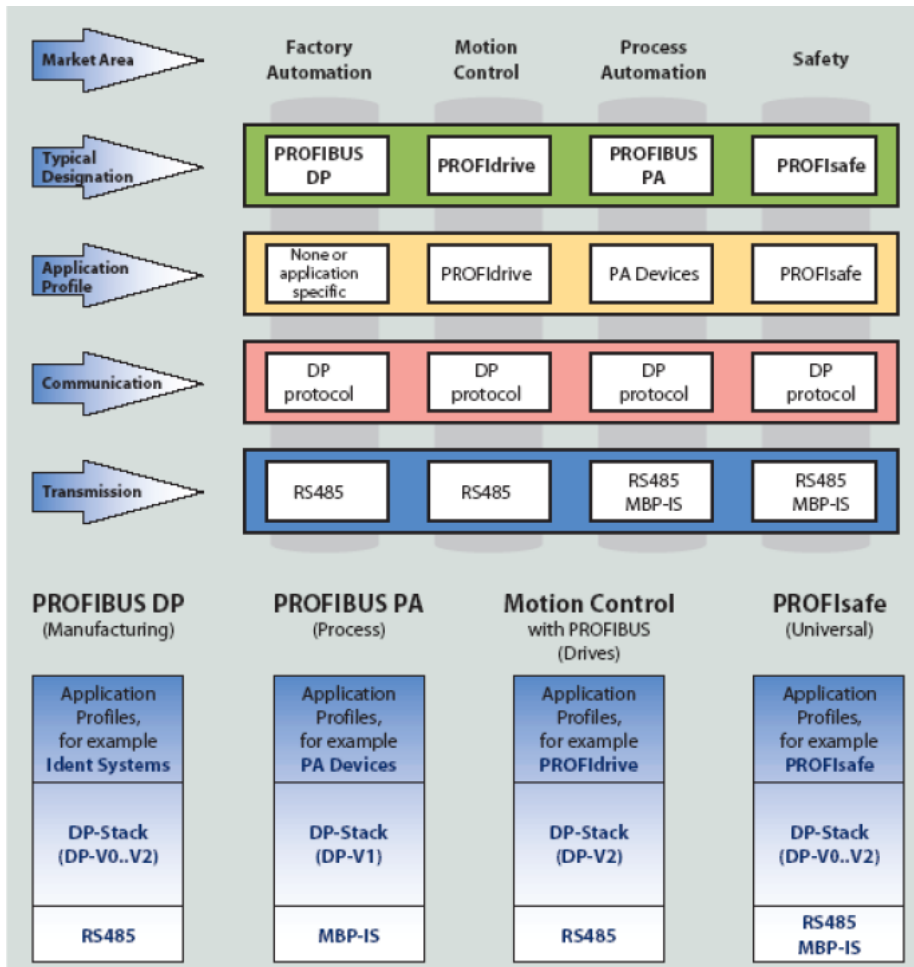
Alla lueteltu muutamia kenttäväyläratkaisuja.

- AS-I (Actuator Sensor Interface for Controllers)
- Profibus DP (PROcess FIeld BUS) (Decentralized Periphery)
- DeviceNet
- ControlNet
- LON-väylä (Local Operating Network)
- Modbus.

(Aalto University 2014.)

6.4.2.1 Profibus DP

Profibus DP -kenttäväylä on RS-485 -sarjaliikenteellä tai valokuidulla toteutettu vaativimpien kenttälaitteiden nopea tiedonsiirtoväylä, mm. analyysointilaitteiden ja taajuusmuuttajien tiedonsiirrossa käytetty. Profibus DP -väylässä ei ole erillistä sovellustason protokollaa, vaan DP-protokolla toimii suoraan kenttäväylänä. Väylänopeus voi olla maksimissaan 12 Mbit/s, mutta jos väylän pituutta kasvatetaan, myös väylänopeus hidastuu. Pitkillä siirtomatkoilla käytetään valokuitua ja lyhyillä siirtomatkoilla violetin väristä profibus DP (RS485) -väyläkaapelia. (Aalto University 2014.)



KUVIO 6. Profibus-automaatioteknologian sovelluslähtöiset ominaisuudet (Aalto University 2014.)

6.4.2.2 Profibus DP masuunialueella

Profibus DP -kenttävylyä on käytössä masuunien moottorikeskuksien, taajuusmuuttajien ja älykkäiden kentälaitteiden tiedon siirrossa. Sen hyödyt ovat olleet kiistattomat vähentyneen kaapelointitarpeen sekä lisääntyneen informaation ja diagnostiikan vuoksi. Tämä seikka puolsi harkkovalimon yhdeksi kehityskohteeksi perinteisten moottorihjauksien muuttamista älykkäisiin moottori-ohjaimiin, jotka liitetään profibus DP -väylällä automaatioon. Lisäksi nykyiset taajuusmuuttajat vaihdetaan malleihin, jotka voidaan liittää profibus DP -väylällä automaatioon. Harkkovalimolla on kaksi asemamittausanturia, jotka tässä suunnitelmassa vaihdetaan profibus DP -liitäntäisiin malleihin.

6.4.3 Älykäs moottoriohjain

Profibus DP -kenttäväylän myötä moottorinohjaukset vaihtuivat perinteisistä moottorikäyttöistä älykäisiin moottoriohjaimiin. Älykäs moottoriohjain on laite, joka yleensä sijoitetaan moottorikeskuksen sähkölähtöön ohjaamaan moottorikontaktoria tai – kontakteita (2-suuntainen). Siinä on virranmittausyksikkö, joka mittaa moottorille menevän virran joka vaiheelta erikseen. Se voi liittyä erilaisiin kenttäväyliin. Siinä voi olla input-kanavia, joiden avulla saadaan vietyä binääri-tietoa automaatioon ja output-kanavia, joiden avulla voidaan ohjata kontakteita tai muita laitteita.

Älykkään moottoriohjaimen avulla säästetään kaapeloinneissa, koska erillisiä I/O-kaapelointeja moottorikeskuksen ja automaation välillä ei tarvita. Diagnostiikka- ja ohjaustiedot siirtyvät suoraan väylää pitkin automaation ja moottorikeskuksen välillä, joten prosessin hallittavuus paranee. Yleensä moottoriohjaimen päästään väylän kautta käsiksi suoraan prosessinohjausjärjestelmästä. Lisäksi moottoriohjaimessa on suojaustoimintoja, jotka huolehtivat sähkömoottorin suojauksesta.

Alla lueteltu suojaustoimintoja, joita yleensä löytyy laadukkaista moottoriohjaimista:

- Ylikuormitussuojaus
- Moottoritermistorisuojaus (PTC)
- Vaihevikavalvonta
- Epäsymmetrinen kuorma
- Jumisuoja
- Vikavirtavalvonta
- Virtaraja-arvon valvonta
- Käyttötuntivalvonta
- Pysähdysajan valvonta
- Käynnistyskerralaskuri.

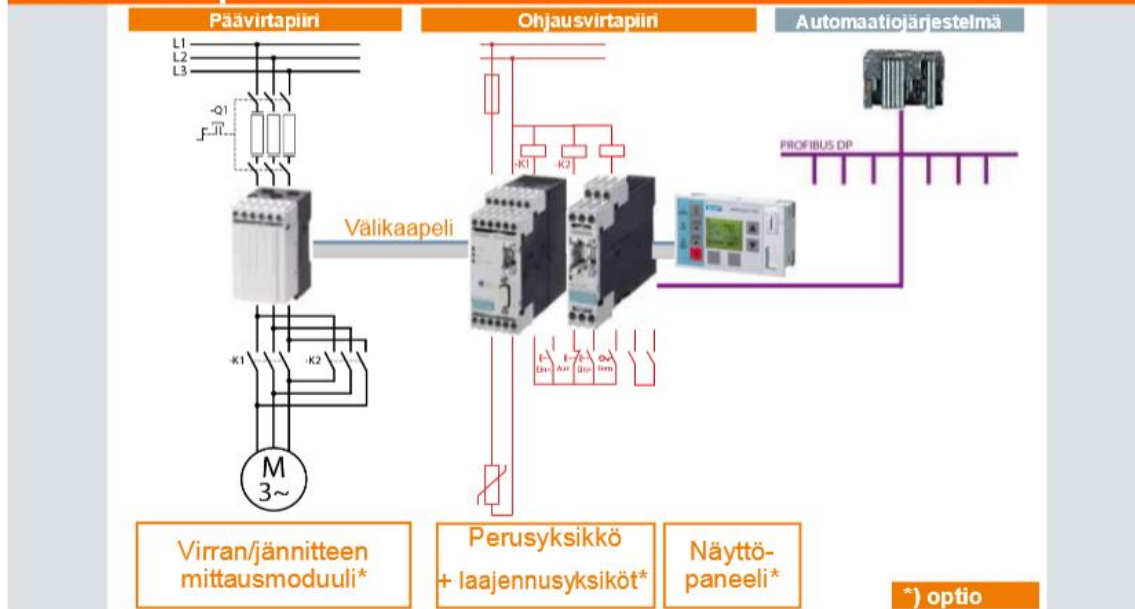
Lisäksi moottoriohjaimiin saa lisämoduuleita, joilla saadaan lisää ominaisuuksia käyttöön mm. analogiatietoja siirrettyä moottoriohjaimen kautta automaatioon.

Simocode Pro on Siemens konsernin valmistama älykäs moottoriohjain ja käytössä mm. masuunien moottorikäytöissä, joten se valikoitui sillä perusteella myös harkkovalimon suunnitelmiin. Simocode Pro on profibus DP -kenttäväylään liitettävä moottoriohjain. Älykäs moottoriohjain on todettu käytössä toimintavarmaksi ja sillä on saavutettu hyötyjä, niin asennusteknisissä ratkaisuisissa kuin prosessin ohjauksessakin mm. lyhempiä seisokkiaikoja, hyvän diagnostiikan ansiosta.

SIEMENS

SIMOCODE pro moottorikäynnistin

SIMOCODE pro V – Variable



KUVIO 7. Simocode Pro V -moottoriohjaimen kuvaus (Siemens 2011, 5).

6.4.4 Taajuusmuuttajat

Edellä mainittujen kehityskohteiden lisäksi kaatovintturien taajuusmuuttaja ja valukoneen nauhojen taajuusmuuttajat kytketään profibus DP -kenttäväylään. Kaatovintturien taajuusmuuttaja on uusittu vuonna 2018 ja on mallia ABB ACS880, joten se voidaan päivittää profibus DP -kenttäväylän liitännäkortilla (FPBA-01). Valukoneen nauhojen taajuusmuuttajat ovat mallia Strömberg Sami GS, joten niitä ei voida päivittää profibus DP -kenttäväylä liitännäisiksi. Ne täytyy uusia.

6.4.5 Absoluuttianturit

Nykyisin kaatovinttureilla 1 ja 2 on asentomittauksessa GRAY-koodi absoluutti-anturit. Ne uusitaan profibus DP -absoluuttiantureiksi. TR-ELECTRONIC CEV115M-10031 -tyyppinen absoluuttianturi on osoittautunut masuunialueella toimintavarmaksi asentomittauksissa ja käy erinomaisesti tähänkin kohteeseen.

6.5 Sähkösuunnittelu

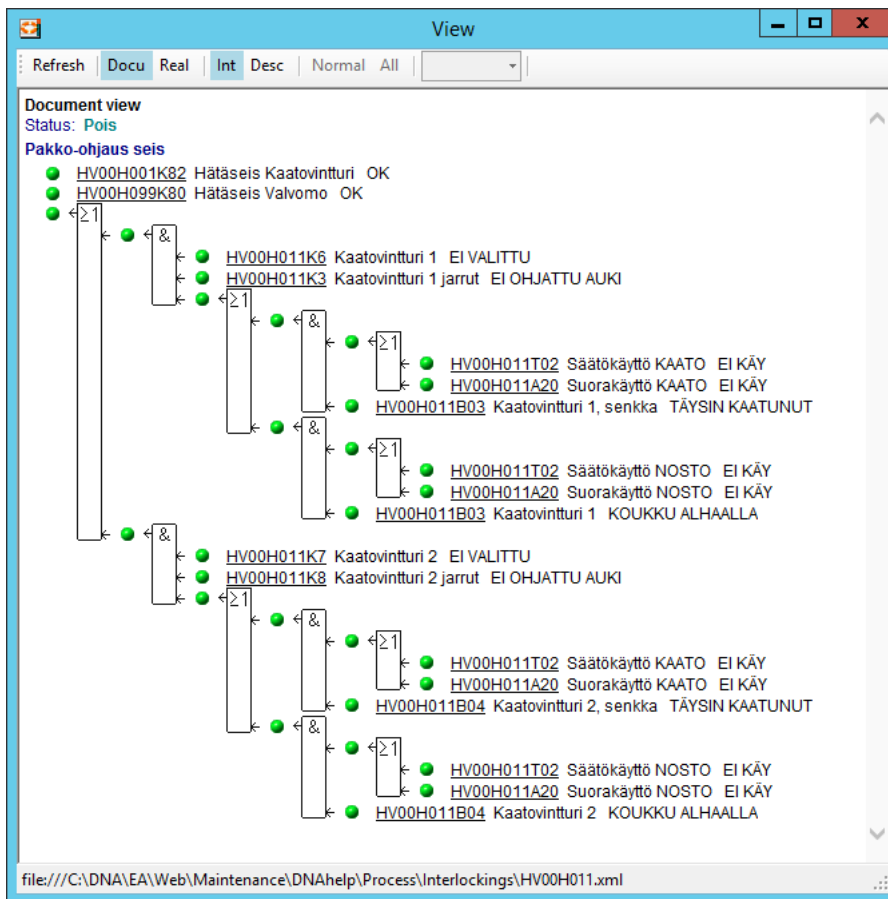
Uusien sähköpiirikaavioiden piirtäminen tuli tarpeelliseksi, koska moottorihjaukset muuttuivat kokonaan perinteisistä I/O-ohjatuista väyläohjatuiksi ja lisäksi suunnitelmaan tuli mukaan uudet turvareleet. Uusien piirikaavioiden piirto tapahtui CADS Electric -suunnitteluohjelmiston opiskelijaversiolla, jonka lisenssi salli sen käyttämisen opinnäytetyön tekemiseen. Sähköpiirikaaviot on piirretty periaatteellisella tasolla, vaikkakin pohjina on käytetty SSAB:n mallipohjia. Sähköpiirikaavioita voidaan käyttää malleina, jos prosessinohjausjärjestelmän uusiminen toteutuu siinä laajuudessa, kuin tässä opinnäytetyössä on suunniteltu. Sähkösuunnittelun tuloksena syntyi kansio, jossa ovat jokaisen prosessilaitteen vanhat ja uudet piirikaaviot omassa laitekohtaisessa kansiovälissä sekä hätäseispiirille oma kansioväli. Liitteessä 2 esitellään valukoneen nauha 1:n sähköpiirikaavio.

6.6 Toimintakuvaus

Toimintakuvaus on HTML-pohjainen kuvaus laitteen toiminnasta, sen ohjauksista, lukituksista ja hälytyksistä. Siinä on kerrottu myös prosessiasema, sähkölähtö, hälytysalue jne. Sen tarkoitus on antaa operaattorille ja kunnossapidolle hyvä kuvaus laitteesta, jonka avulla voidaan ko. prosessilaitetta operoida sekä kunnossapito pääsee helpommin käsiksi esimerkiksi sähkönsyöttöön tai laitteen I/O-kortteihin. Harkkovalimon toimintakuvauksien malleina oli PCI-laitoksen vastaavia toimintakuvauksia. Toimintakuvauksien teossa apuna olivat uudet sähköpiirikaaviot ja vanha logiikka-ohjelma. Toimintakuvaukset tehtiin NVU HTML-editorilla. Valmet DNA -järjestelmässä valmis toimintakuvaus voidaan avata operointinäytöstä ko. prosessilaitteen päältä avautuvasta valinta-ikkunasta. Toimintakuvaukset ovat myös pohjana prosessinohjausjärjestelmän ohjelmaa suunniteltaessa, joten niiden oikeellisuuden ja kattavuuden on oltava hyvällä tasolla. Liitteessä 3 esitellään valukone 1:n toimintakuvaus.

6.7 Lukitusnäytöt

Lukitusnäyttö on prosessilaitekohtainen näyttö, jossa näkyvät laitteen kaikki prosessilukitukset, sekä turvalukitukset. Harkkovalimon prosessilaitteiden lukitusnäytöt luotiin Valmet DNA Engineering Help Designer -prosessi- ja konelukitusikkuna työkalulla. Lukitusnäyttöjen suunnittelun pohjana oli vanha logiikkaohjelma. Valmet DNA -järjestelmässä lukitusnäytöt tallennetaan xml-tiedostoina. Lukitusnäytöt tehtiin manuaalisesti, koska ei ollut valmiita Valmet DNA -lukitustoimilohkoja harkkovalimon prosessilaitteille, joista lukitusnäytöt olisi voinut generoida. Jos lukitustoimilohkot olisivat olleet olemassa ja tehty Valmet DNA -mallipiiristä, olisi Help Designer generoinut tiedot lukitustoimintolohkosta automaattisesti.



KUVIO 8. Kaatovintturin lukituskaavio.

6.8 Prosessikaaviot

Prosessikaaviota piirrettiin kaksi: HARKKO1, jossa näkyy valuprosessi ja HARKKO2, jossa näkyy kalkkimaidonvalmistamon prosessi. Malleina olivat entiset InTouch-operointinäytöt. Prosessikaaviot ovat tallennettuna LIEAS-suunnittelupalvelimen DNAExplorer-suunnitteluympäristön makasiinin Sami-työpöydälle. Liitteessä 4 esitellään molemmat prosessikaaviot.

7 SUUNNITTELUYÖKALUT

7.1 Valmet DNA Engineering Help Designer

Help Designer on Valmet DNA lukitusnäyttöjen aputyökalu. Se tarvitsee toimiakseen Microsoft .NET Framework 3.5:n, joka on Microsoftin kehittämä ohjelmistokomponenttikirjasto, jota Microsoft Visual Studio-ympäristössä kehitetyt ohjelmistot käyttävät. Help Designerin oletuskansio sovellussuunnittelupalvelimella (EAS) on \\dna\ea\web\Maintenance\DNAHelp. Masuunilla käytössä olevan uusimman Help Designerin versio on 17.1.3. Se on julkaistu kesäkuussa 2015. Versio 17 ja 16 ovat yhteensopivia toistensa toimintaympäristöissä, mutta ei enää version 15 kanssa. Help Designer tarvitsee kaksi lisenssiä toimiakseen, oma lisenssi konelukituksille ja oma lisenssi prosessilukituksille.

(Valmet DNA Engineering Help Designer 2015, HelpDNA.)

7.2 Valmet DNA Picture Designer

Picture Designer on Valmet DNA Operate-kuvien WYSIWYG-kuvasuunnittelutyökalu. Picture Designer -editori voidaan käynnistää suunnitteluympäristön (Engineering Environment) DNA Explorer -työkalusta. Useita editori-ikkunoita voi olla auki samanaikaisesti ja niitä voi skaalata samalla tavalla kuin pääikkunaa. Grafiikkaa ja lohkoja voidaan luoda, poistaa ja muokata editori-ikkunassa. Olioita voidaan kopioida tai raahata ikkunasta toiseen. Ikkunassa olevia arvoja ei päivitetä, vaan arvot näytetään dynaamisesti kiinteänä tekstinä tai symbolina. Kuvat tallennetaan suunnitteluympäristön makasiiniin, josta ne siirretään ajoympäristöön download-komennolla. Kuvat on myös mahdollista tallettaa kiintolevylle. Kuvat tallennetaan XML-muodossa. Editori on yhteensopiva vanhempien sovelluksien kanssa. Vanhat kuvat voidaan tuoda Picture Designeriin muokattavaksi ja tallentaa ne DNA Operate -käyttöliittymään. (Valmet DNA 2015.)

7.3 NVU HTML EDITORI

NVU on Linspiren kehittämä avoimen lähdekoodin HTML-editori, jossa on käytetty Mozillan tekniikkaa. Ohjelmalla voidaan luoda verkkosivuja suoraan editoriin kirjoittamalla HTML-koodia tai tekstin käsittelyohjelmien tavoin WYSIWYG-periaatteella. Ohjelma on saatavissa suomenkielisellä kielipaketilla. NVU:n viimeisin versio 1.0 julkaistiin kesäkuussa 2005. NVU:n kehitys on jatkunut myöhemmin epävirallisesti KompoZer-nimen alla. Nimen muutos johtuu siitä, että Linspire, joka alun perin kehitti NVU:n, omistaa oikeudet NVU-nimen ja logon käyttöön. NVU:n kehitystä ei voitu virallisesti jatkaa sen jälkeen, kun Linspire lopetti projektin. KompoZeriin on olemassa suomenkielinen kielipaketti. Sitten NVU:n pohjalta on julkaistu uudempi BlueGriffon HTML-editori. (Wikipedia 2014.)

7.4 CADS

CADS on suomalainen taloteknisen, arkkitehti- ja rakennesuunnittelun CAD-ohjelma. CADS on vuonna 1979 perustetun Kymdata Oy:n kehittämä suunnittelu-ohjelma, jota on kehitetty yli 30 vuotta. Cads on IFC-yhteensopiva. IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen ja jatkuvasti kehitettävä rakennusalan standardi oliopohjaiseen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen. Ohjelma sisältää eri laitevalmistajien tuotekirjastoja, joita voi käyttää suunnittelun apuna järjestelmien mitoituksessa ja 3D-mallinnuksessa. (CADS 2019.)

7.5 CADS Electric

CADS Electric -suunnitteluohjelman opiskelija versio oli käytössä harkkovalimon uusien sähköpiirikaavioiden suunnittelussa. CADS Electric on yksi CADS-työkaluista, joka on kehitetty sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin. Sitä voidaan käyttää rakennussähköistyksen (BIM), teollisuus- ja automaatio sekä keskuslayoutien suunnitteluun, kuten myös jakeluverkkojen suunnitteluun. CADS Electric lukee ja tuottaa DRW-, DWG-, DXF- ja PDF-tiedostoja sekä IFC-tietomalleja. (CADS 2019.)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

SSAB:n teräskonsernissa on turvallisuus ykkösasia ja sen täytyy näkyä myös suunnittelutyössä. Opinnäytetyössä tuotiin esille, että jo ohjausjärjestelmän modernisointia suunniteltaessa täytyy huomioida ajankohdan vaatimukset turvallisuudelle ja noudattaa suunnittelussa alan standardeja ja niitä ohjaavia direktiivejä. Tämä asettaa suunnittelijoille vaatimuksia tuntea sähkö- ja automaatio suunnittelua ohjaavia standardeja.

Opinnäytetyössä pyrittiin suunnittelutyön huolelliseen toteuttamiseen, joka luo pohjan mahdollisen modernisointiprojektin onnistuneelle läpiviemiselle ja tulevaisuudessa mahdollistaa prosessin turvallisen käytön sekä häiriöttömän tuotannon. Suunnitelman tekijän kunnossapitotausta vaikutti myös kunnossapidon huomioimiseen suunnittelussa. Modernisointisuunnitelmassa prosessinohjaus pyrittiin toteuttamaan alueen kunnossapidolle tutuilla ratkaisuilla suunnitteleamalla uudet hätäseispiirit, käyttämällä kenttäväylää moottoriohjauksissa ja muuttamalla perinteiset moottoriohjat älykkäiksi moottoriohjaimiksi. Näiden muutoksien toteuttamisella päästään samalle tasolle masuunien muiden prosessinohjauksien kanssa.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi alustava suunnitelma, jonka pohjalta voidaan tehdä yksityiskohdaisempi suunnitelma harkkovalimon ohjausjärjestelmän modernisoinnista, mikäli modernisointi päätetään toteuttaa. Alustavan suunnitelman sähköpiirikaaviot eivät ole sellaisenaan käyttökelpoisia, vaan toimivat suuntaa antavina, koska niistä puuttuu esim. koteloiden ja keskusten riviliitintunnukset sekä automaatiojärjestelmän prosessiasema-, kortti- ja kanavatunnukset. Sähköpiirikaavioissa käytetyt hätäseispiirien komponentit on valittu vain esimerkinomaisesti ja eivät ole sinällään velvoittavia.

Jos uudeksi prosessinohjausjärjestelmäksi valitaan Valmet DNA, niin toimintakuvaukset, lukituskaaviot ja prosessinäytöt ovat suoraan hyödynnettävissä. Jos ohjausjärjestelmäksi valitaan jokin muu prosessinohjausjärjestelmä, siinä tapauksessa opinnäytetyössä tehtyjä suunnitelmia voi käyttää apuna uuden järjestelmän suunnittelussa.

LÄHTEET

- Aalto University 2014. Automaation kenttäväylät. Saatavissa: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod_resource/content/1/ELEC-C1210_4.1_automaation_kenttavaylat.pdf. Viitattu 30.3.2019.
- CADS 2019. Tehostaa suunnitteluasi. Saatavissa: <http://www.cads.fi/etusivu>. Viitattu 30.3.2019.
- Heikola, A. 2018. Ohjausjärjestelmien modernisointi. Saatavissa: http://www.metsta.fi/ajankohtaista/tapahtumat/2018/TT-seminaari_2018/08Ohjausjrjestelmienmodernisointi.pdf. Viitattu 30.3.2019.
- Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas 2. Saatavissa: http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_temasivut/linkit.php. Viitattu 30.3.2019.
- Laaksonen, J. 2017. Koneen jatkoaika. Saatavissa: <https://www.inspecta.fi/globalassets/finland/events/tietopaiva-roadshow/koneen-jatkoaika---jukka-laaksonen-turku.pdf>. Viitattu 30.3.2019.
- Lamb, F. 2014. Allen Bradley PLCs. Saatavissa: <http://automationprimer.com/2014/03/09/allen-bradley-plcs/>. Viitattu 30.3.2019.
- Levander, K. 2012. Suomalainen insinööri-palkinto teräsmiehille. Tekniikan akateemisten jäsenlehti TEK 4/2012, 6–11.
- Nousiainen, H. 2018a. Työnopastusjäsentely. SSAB Raahe eWorx/sisäinen tuotannon ohjeisto.
- Nousiainen, H. 2018b. Työohje. Saatavissa: SSAB Raahe eWorx/sisäinen tuotannon ohjeisto.
- Rautaruukki Oyj 2010. Masuunin automaatiojärjestelmä. Ahokas, K. 2013. Opinnäytetyö. Prosessiautomaatiojärjestelmän aiheettomien hälytysten selvitystyö masuunien ohjauksessa. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/65062>. Viitattu 30.3.2019.

Rockwell Automation 2019, Our History. Saatavissa:

https://www.rockwellautomation.com/en_NA/about-us/overview.page?pagetitle=Our-History&docid=a162d41cd4310beab22a277ea3d4e2ac. Viitattu 30.3.2019.

Siemens 2011. SIMOCODE pro. Saatavissa:

<http://www.siemens.fi/pool/cc/events/turvatekniikka2012/simocode.pdf>. Viitattu 30.3.2019.

Siemens 2019. Turvareleet ja hätäpysäytys. Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/kone_ja_prosessiturvallisuus_seka_atex/koneturvallisuus/turvareleet_ja_hatapysaytys.htm. Viitattu 30.3.2019.

SSAB 2018a. SSAB Tehdasoppaiden materiaali. SSAB Raahe eWorx/sisäinen esittelymateriaali.

SSAB 2018b. Raahan tehtaan esittelyaineisto 2018. SSAB Raahe eWorx/sisäinen esittelymateriaali.

SSAB 2018c. SSAB Raahan prosessikaaviot. SSAB Raahe eWorx/sisäinen esittelymateriaali.

SSAB 2018d. Masuuni - yleisesittely. SSAB Raahe eWorx/sisäinen esittelymateriaali.

Standardi SFS-EN ISO 13850. Saatavissa: SSAB eWorx/Standardit.

Sundquist, M. 2010. Turvallisuusvastuut koneiden modernisoinnissa – eurooppalaiset turvallisuusvaatimukset. Saatavissa:

http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_temasivut/artikkelit/2010_nro_008.pdf. Viitattu 30.3.2019.

Valmet 2019. Valmet – a frontrunner in Industrial Internet. Saatavissa: <https://www.valmet.com/about-us/industrial-internet/frontrunner-in-industrial-internet/>. Viitattu 30.3.2019.

Valmet DNA 2015. Valmet DNA Manuals Collection 2015 Fi, Picture Designer.

Valmet DNA Engineering Help Designer 2015, HelpDNA. Valmet DNA HelpDNA.

Wikipedia 2014. NVU. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Nvu>. Viitattu 30.3.2019.

Wikipedia 2018. Rautaruukki. Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Rautaruukki_\(yritys\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Rautaruukki_(yritys)) . Viitattu 30.3.2019.

Wonderware 2018. History. Saatavissa: <https://www.wonderware.com/es-es/about-us/wonderware/history/>. Viitattu 30.3.2019.

YLE 24.01.2014. ELÄVÄ ARKISTO. Rautaruukki pantiin pelastamaan autoituvaa Raahen seutua. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/01/24/rautaruukki-pantiin-pelastamaan-autoituvaa-raahen-seutua>. Viitattu 30.3.2019.

LIITTEET

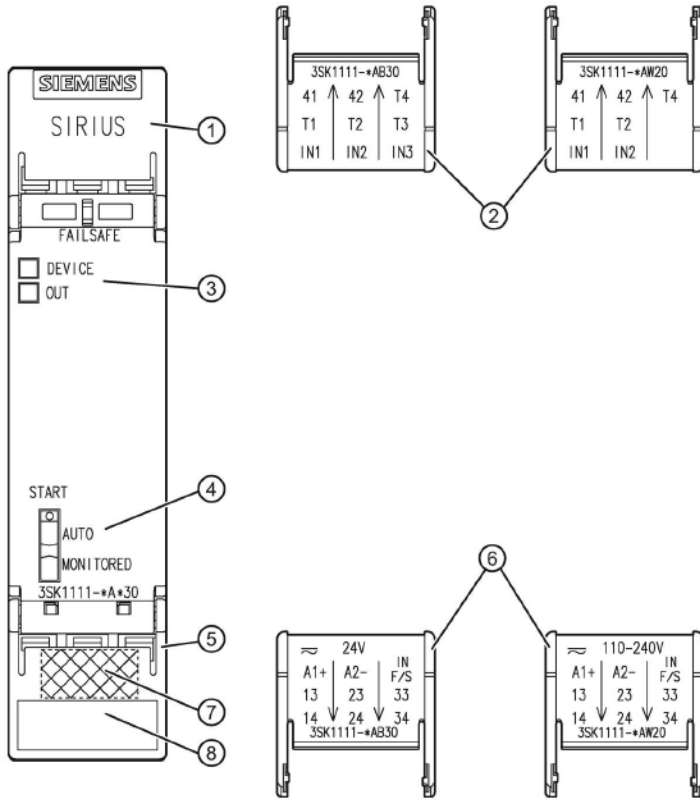
LIITE 1. Turvarele Siemens SIRIUS 3SK1

LIITE 2. Valukone 1 nauha 1:n sähköpiirikaaviot

LIITE 3. Valukone 1 nauha 2:n toimintakuvaus

LIITE 4. Prosessikaavionäytöt

Design



- ① Top cover flap
- ② Top cover flap; internal inscription
- ③ Display LEDs
- ④ Slide switch
- ⑤ Bottom cover flap
- ⑥ Bottom cover flap; internal inscription
- ⑦ DataMatrix code
- ⑧ Device identification label

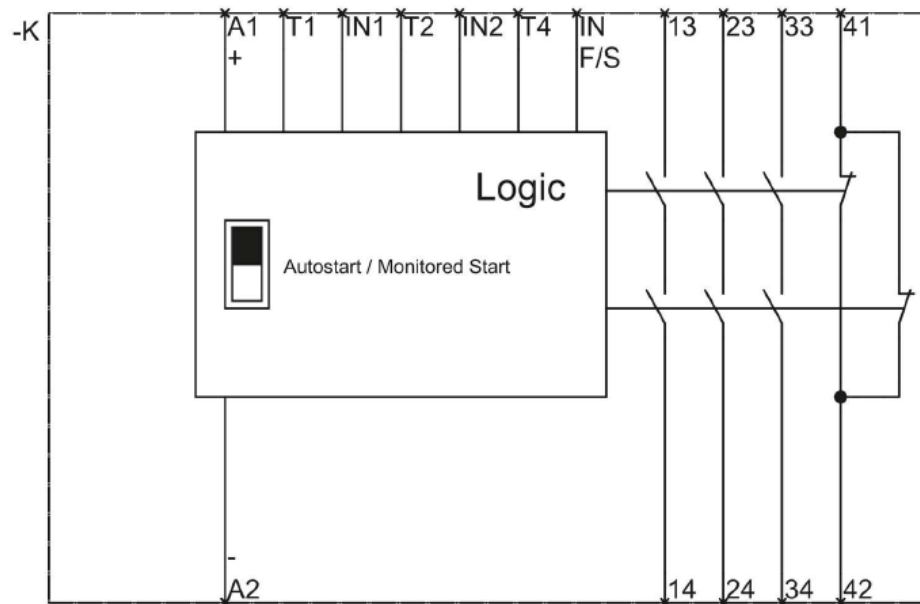
SIRIUS 3SK1 Turvareleen etupaneeli.

Terminal assignment

| Terminal | Explanation |
|-------------------------------|--|
| A1 | L+ |
| A2 | N- |
| IN1 | Sensor channel 1 |
| IN2 | Sensor channel 2 |
| IN3 | Non-floating sensor evaluation ¹⁾ |
| INF/S | Feedback circuit/START button |
| T1 | Test output 1 (for IN1) |
| T2 | Test output 2 (for IN2) |
| T3 | Test output 3 (for IN3) ¹⁾ |
| T4 | Test output 4 (for INF/S) |
| 13 - 14 23 - 24 33 - 34 | Safety-related outputs (NO contact, relay contact) |
| 41 - 42 | Relay signaling circuits (NC contacts) |
| Floating: | Sensors T1/IN1 and T2/IN2 Jumper T3/IN3 |
| Non-floating | Sensors IN1 and IN3 ¹⁾ Jumper T2/IN2 |

¹⁾ For 24 V AC/DC variant only

SIRIUS 3SK1 Turvareleen liittimet.

Basic unit 3SK1111-.AW20 Standard relay instantaneous (110 - 240 V)


SIRIUS 3SK1 Turvareleen kytentä.

Käyttötilan esitys:

Kaksi lediä ja liukukytin osoittavat laitteen toimintatila ja toiminnan.

LED displays

| LED | | Operation | | | |
|--------|-------|----------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|
| DEVICE | OUT | Line supply | Sensor | START button | Safety-related output |
| Green | Green | ON | Not pressed | Pressed | Closed |
| Green | OFF | | Pressed | --- | Open |
| Green | OFF | | Not pressed | --- | Open |
| | | Error | | | |
| OFF | OFF | Cross-circuit or no power supply | | | Open |

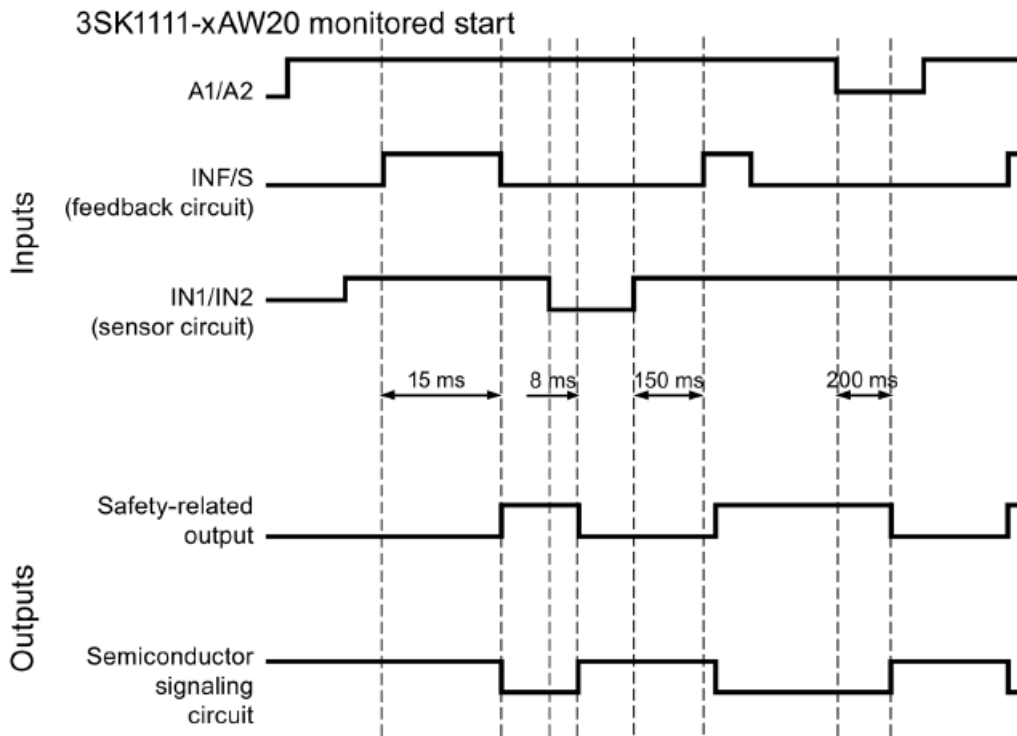
SIRIUS 3SK1 Turvareleen ledien merkitys.

Setting the functions

| | | |
|--|-----------|-----------------|
| Slide switch | | |
| Start | AUTO | Autostart |
| <input type="checkbox"/> AUTO <input checked="" type="checkbox"/> MONITORED | MONITORED | Monitored start |

In the delivery state, the slide switch is at the bottom (monitored start).

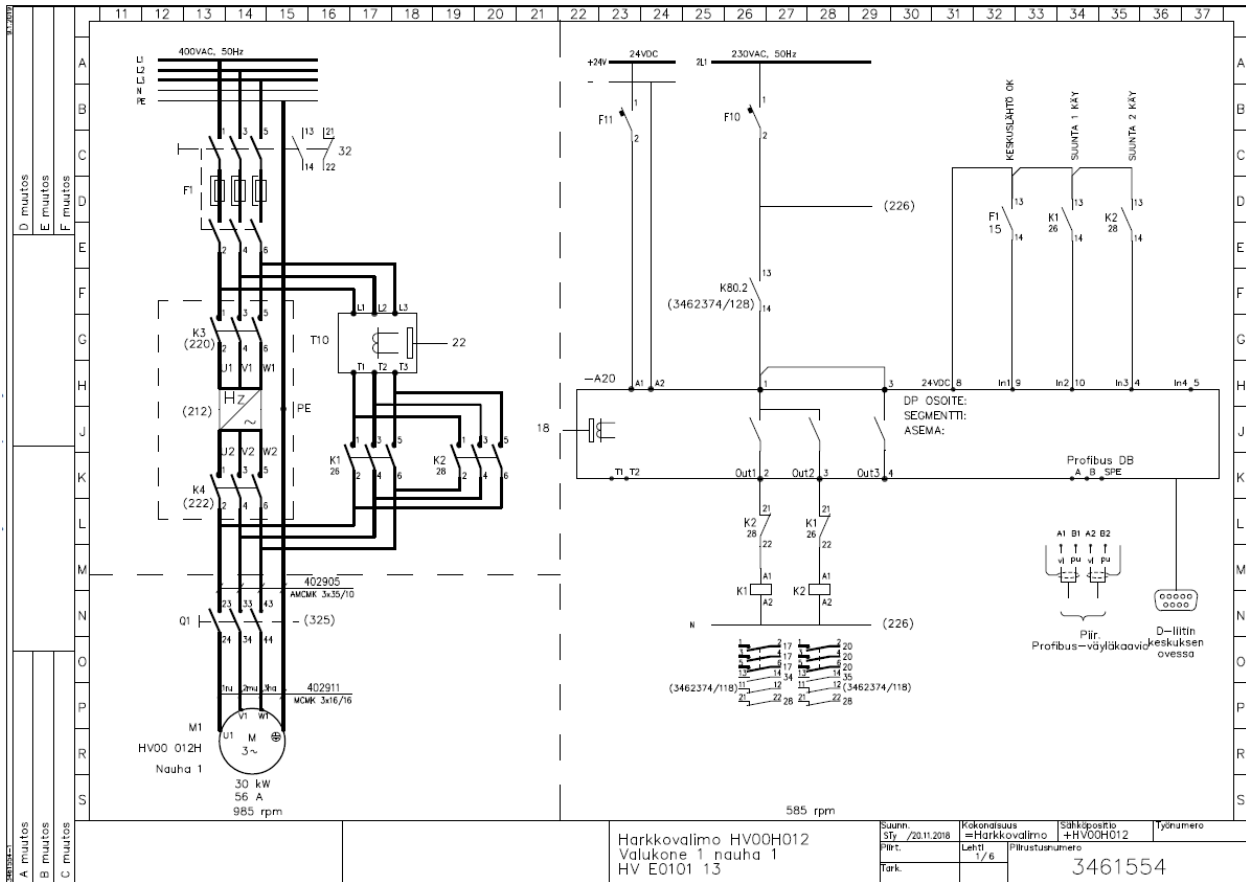
SIRIUS 3SK1 Turvareleen liukukytkimen toiminta.



SIRIUS 3SK1 Turvareleen toimintadiagrammi.

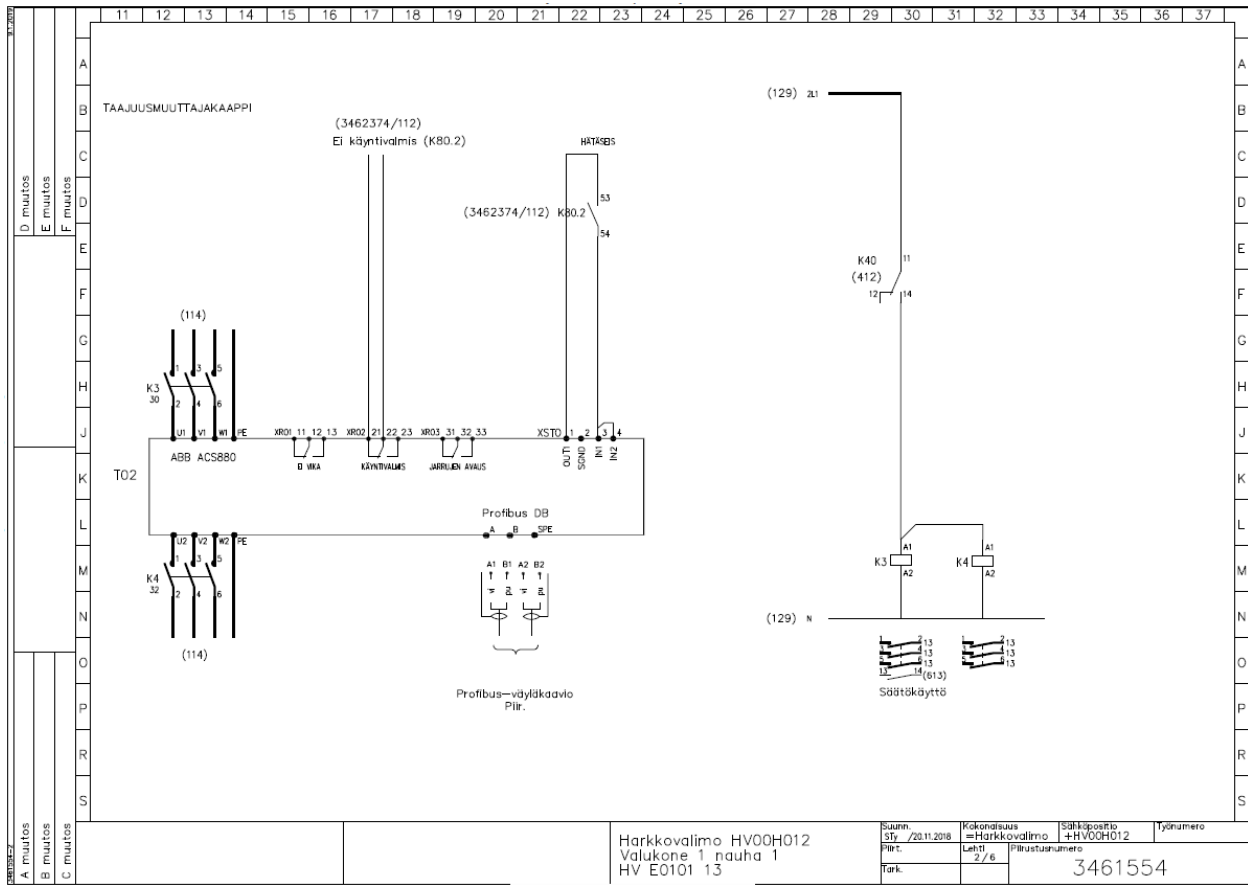
(Siemens 2019, 3SK1 Turvareleiden manuaali 2013, 25MB (EN))

LIITE 2/1



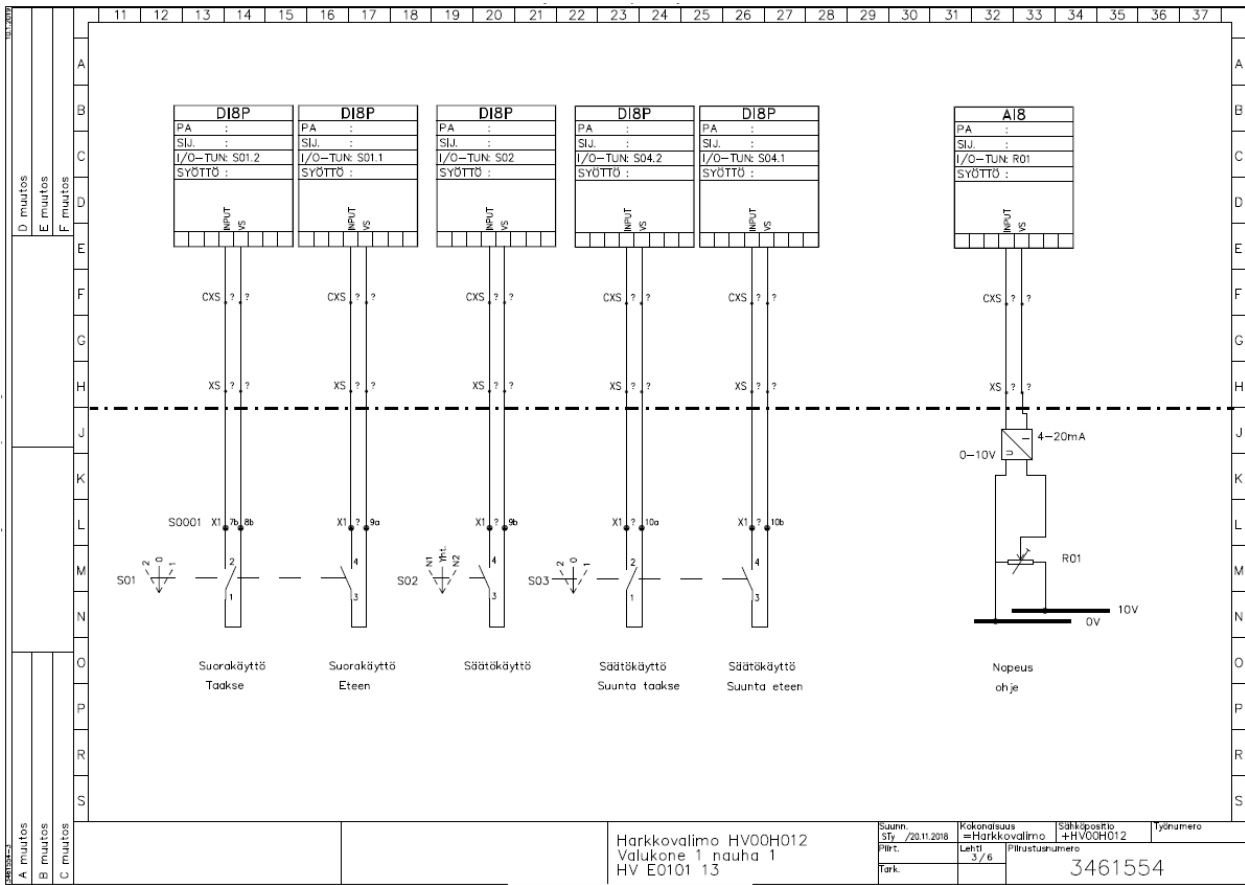
Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 1/6.

LIITE 2/2



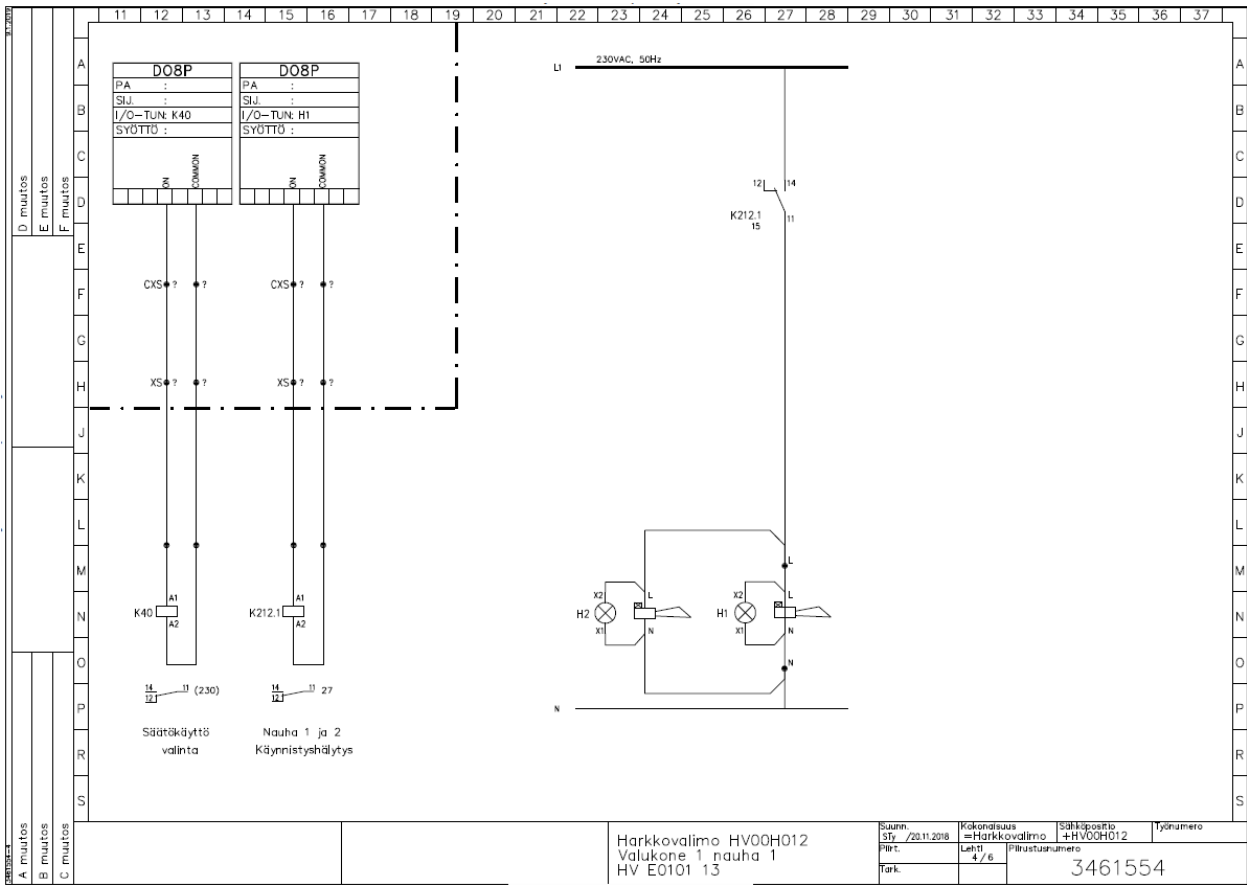
Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 2/6.

LIITE 2/3



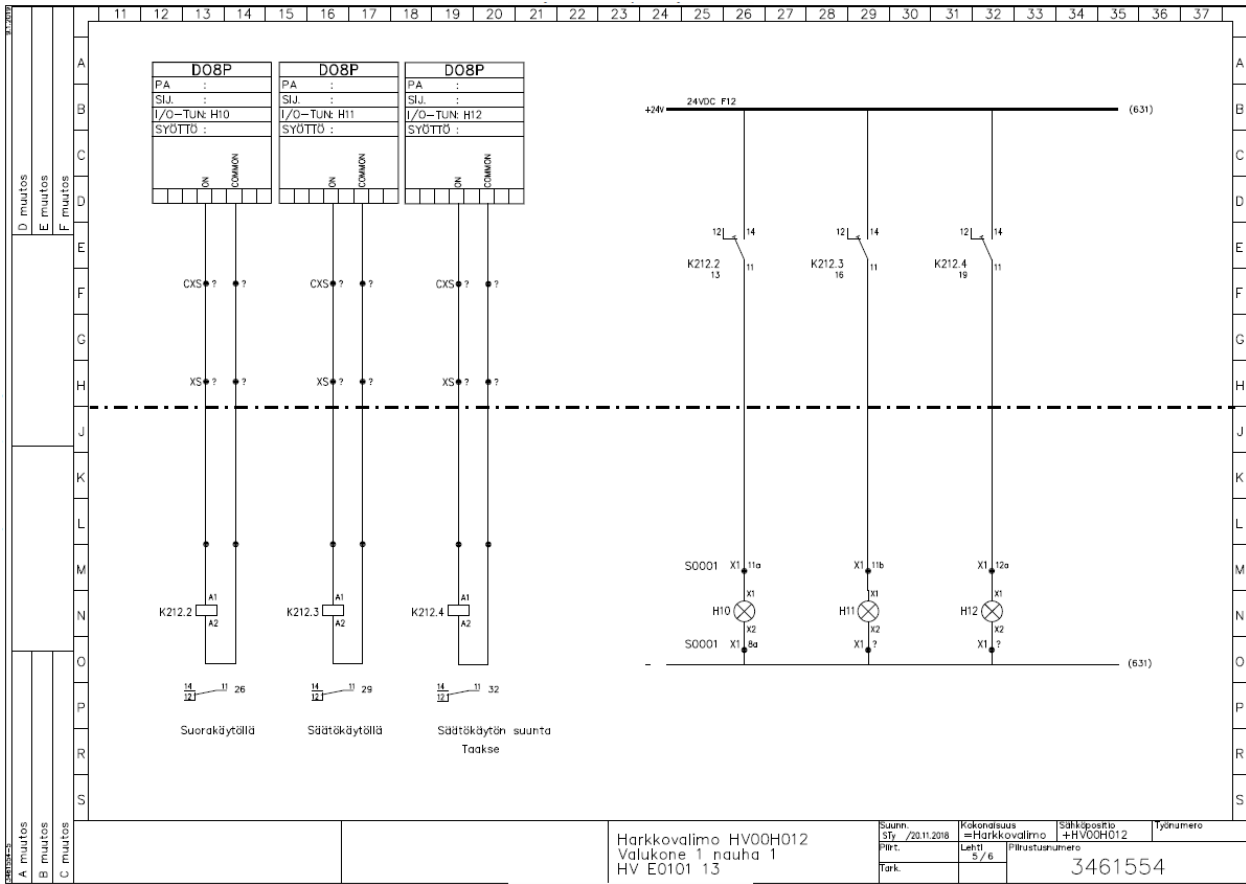
Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 3/6.

LIITE 2/4



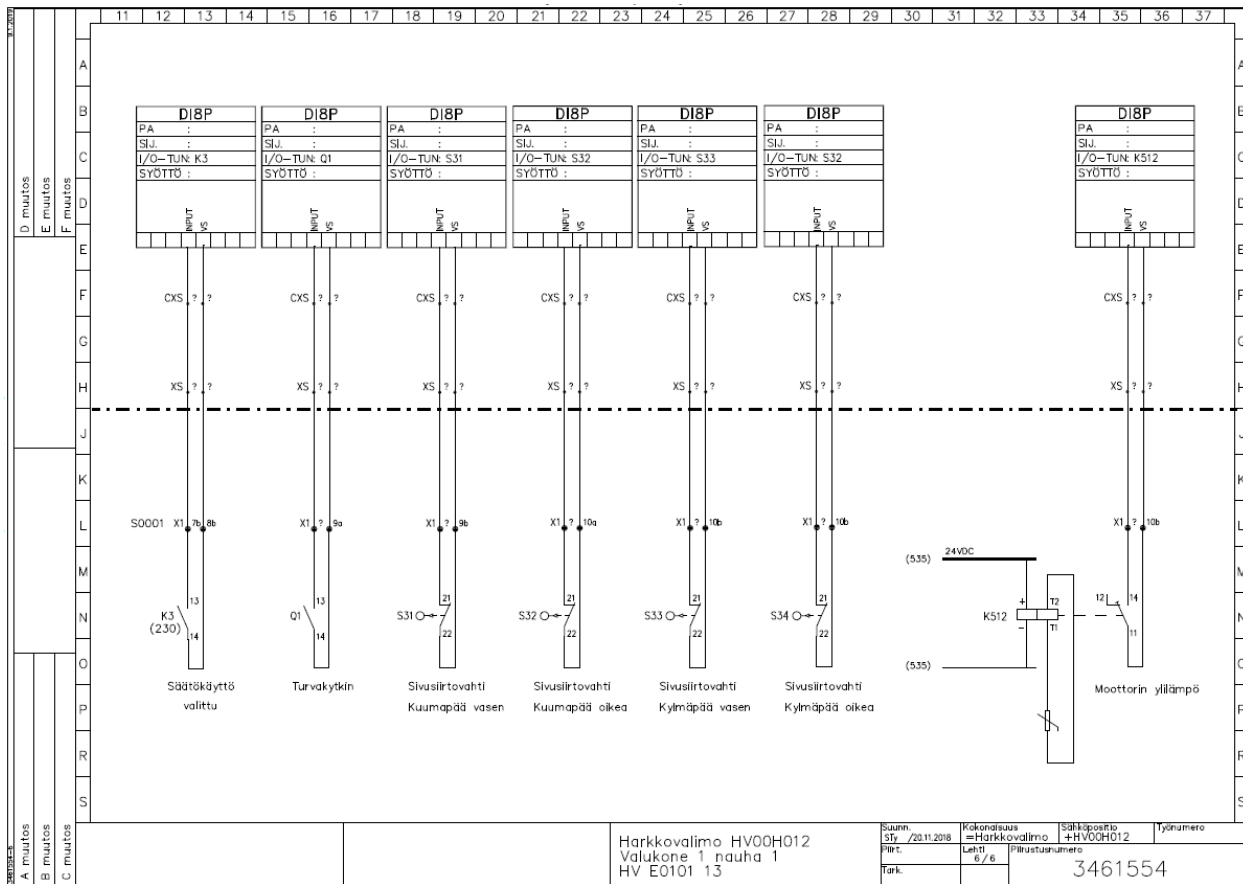
Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 4/6.

LIITE 2/5



Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 5/6.

LIITE 2/6



Valukone 1 nauha 1 piirikaavio lehti 6/6.

LIITE 3/1

HV00H013**Valukone 1 nauha 2**

Moottori

Käyttö:

Valukoneessa 1 on kaksi rinnakkaista valunauhaa, nauha 1 ja nauha 2, joilla kummallakin on omat vetokoneistot. Valunauhoja voidaan ajaa suoralla käytöllä tai taajuusmuuttaja käytöllä (nopeusohjeella). Suorakäytöllä molempia nauhoja ajetaan erikseen ja jos molemmat ovat säätökäytöllä ne toimivat rinnan.

Säätökäyttö valitaan valvomon ohjauspulpetista S0001 kytkimellä HV00H012 S02.

Kytkin on yhteinen molemmille nauhoille. Sillä voidaan valita säätökäytölle joko nauha 1, nauha 2 tai molemmat.

Säätökäytön suunta valitaan valvomon ohjauspulpetista S0001 kytkimellä HV00H012 S03. Se valitsee molempien säätökäytön suunnan. Nopeutta säädetään potentiometrillä HV00H012 R01. Sillä säätyy molempien nopeus.

Suorakäyttöä ohjataan molemmille nauhoilla erikseen.

Nauha 2 suorakäytön ohjaus tapahtuu valvomon ohjauspulpetista S0001 kytkimellä HV00H013 S01.

Toiminta:

Järjestelmään tulevat tiedot:

- HV00H013-Q1 - Turvakytkin kiinni, Turvakytkin
- HV00H013-S01.1 -Suorakäyttö Eteen, Ohjauskytkin
- HV00H013-S01.2 - Suorakäyttö Taakse, Ohjauskytkin
- HV00H012-S02 -Säätökäyttö, Valintakytkin (Yhteinen)
- HV00H012-S03.1 - Säätökäyttö Eteen, Ohjauskytkin (Yhteinen)
- HV00H012-S03.2 - Säätökäyttö Taakse, Ohjauskytkin (Yhteinen)
- HV00H012-R01 - Nopeus, Potentiometri (Yhteinen)
- HV00H013-K3 - Säätökäyttö valittu, Kontaktorin kosketin
- HV00H013-S31 - Sivusiirto kuumapää vasen, Sivusiirtovahti
- HV00H013-S32 - Sivusiirto kuumapää oikea, Sivusiirtovahti
- HV00H013-S33 - Sivusiirto kylmää vasen, Sivusiirtovahti
- HV00H013-S34 - Sivusiirto kylmää oikea, Sivusiirtovahti
- HV00H013-K512 - Moottorin yllilämpö, Suojarele

Järjestelmän lähdöt:

- HV00H013-K40 - Säätökäyttö, Kontaktori-ohjaus
- HV00H013-H10 - Suorakäyttö käyntivalmis, Merkkilamppu
- HV00H012-H11 - Säätökäyttö käyntivalmis, Merkkilamppu (Yhteinen)
- HV00H012-H12 - Säätökäyttö taakse, Merkkilamppu (Yhteinen)
- HV00H012-H1 - Käynnistyshälytys nauha 1 ja 2, Merkkilamppu/Äänihälytin (Yhteinen)

Väylätulot ja ohjaukset:

- HV00H013-A20 - Moottorihjaus, Moottorihjain
- HV00H013-T02 - Moottorinohjaus, Taajuusmuuttaja

Valvomo suorakäyttö:

- Suorakäytöllä turvalaitteet ovat käytössä ja niillä voi pysäyttää laitteen.
- Säätökäytön valintakytkin HV00H012 S02 asentoon -N1-.
- Suorakäytön ohjaus tapahtuu kytkimellä HV00H013 S01:
 - Eteen, asento 1
 - Taakse, asento 2
 - Seis, asento 0

Valvomo säätökäyttö:

- Säätökäytöllä turvalaitteet ovat käytössä ja niillä voi pysäyttää laitteen.
- Säätökäytön valintakytkin HV00H012 S02 asentoon -N2- tai -Yht.-.
- Säätökäytön ohjaus tapahtuu kytkimellä HV00H012 S03:
 - Eteen, asento 1
 - Taakse, asento 2
 - Seis, asento 0
 - Nopeutta säädetään potentiometrillä HV00H012 R01

LIITE 3/2

Merkkilamppujen ohjaus:

- Suorakäyttö käyntivalmis, HV00H013 -H10:
 - Merkkilamppujen koestus **TAI**
 - HV00H013K3 - Säätökäyttö EI valittu
 - HV00H013 Q1 - Turvakytkin kiinni, Turvakytkin OK
 - HV00H013-S31 - Sivusiirto kuumapää vasen, Sivusiirtovahti OK
 - HV00H013-S32 - Sivusiirto kuumapää oikea, Sivusiirtovahti OK
 - HV00H013-S33 - Sivusiirto kylmäpää vasen, Sivusiirtovahti OK
 - HV00H013-S34 - Sivusiirto kylmäpää oikea, Sivusiirtovahti OK

Käytössä olevat moodit: L

Valvonta-aika: 5 s / 5 s

Käynnistyshälytys: 15 s

Jälkikäyntiaika: - s

Mallipiiri: ?

Tulevat lukitukset:

Laite on lukittu seis, kun jokin turvalukituksista ei ole kunnossa. Lauennut turvarele kuitataan operointinäytöstä "PÄÄNÄYTTÖ", Turvareleiden kuittaus.

- HV S0001 S11 - Hätäseis Valvomo (Turvarele K80.2)

Laite voi käydä , kun:

- HV00H013 Q1 - Turvakytkin kiinni, Turvakytkin OK
- HV00H013 S31 - Sivusiirto kuumapää vasen, Sivusiirtovahti OK
- HV00H013 S32 - Sivusiirto kuumapää oikea, Sivusiirtovahti OK
- HV00H013 S33 - Sivusiirto kylmäpää vasen, Sivusiirtovahti OK
- HV00H013 S34 - Sivusiirto kylmäpää oikea, Sivusiirtovahti OK
 - HV00H013 K3 - Säätökäyttö valittu Moottori-ohjain EI VIKAA Moottori-ohjain EI VIKAA Moottori-ohjain EI VIKAA
 - HV00H013 T02 - Säätökäyttö OK, Taajuusmuuttaja EI VIKAA

TAI

- HV00H013 K3 - Säätökäyttö EI valittu
- HV00H013 A20 - Suorakäyttö OK, Moottori-ohjain EI VIKAA

Lähtevät lukitukset:

Laite sähköisesti OK/Käyntitieto:

- -

Hälytykset:

Hälytysalueet: -

Muut tiedot:

Moottorikeskustunnus: +HV E0101 16

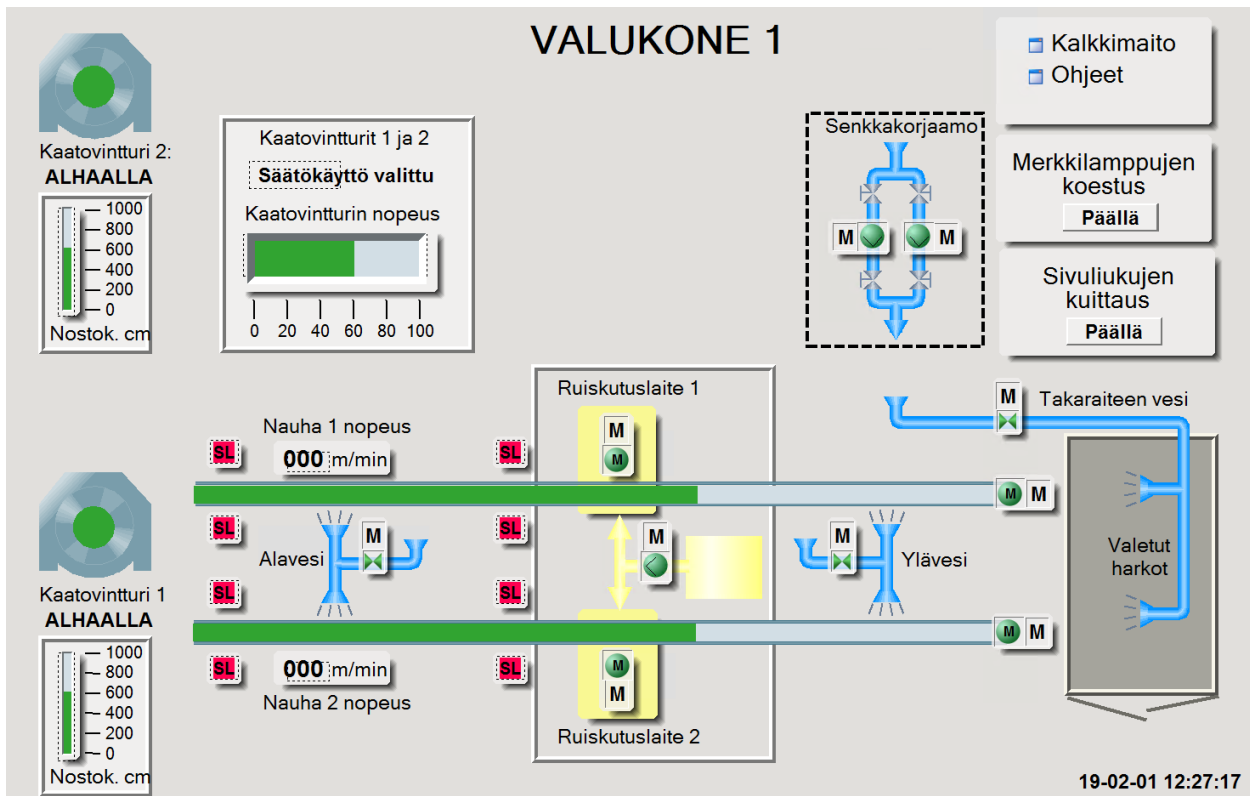
Prosessiasema: -

Kytkenät muihin järjestelmiin:

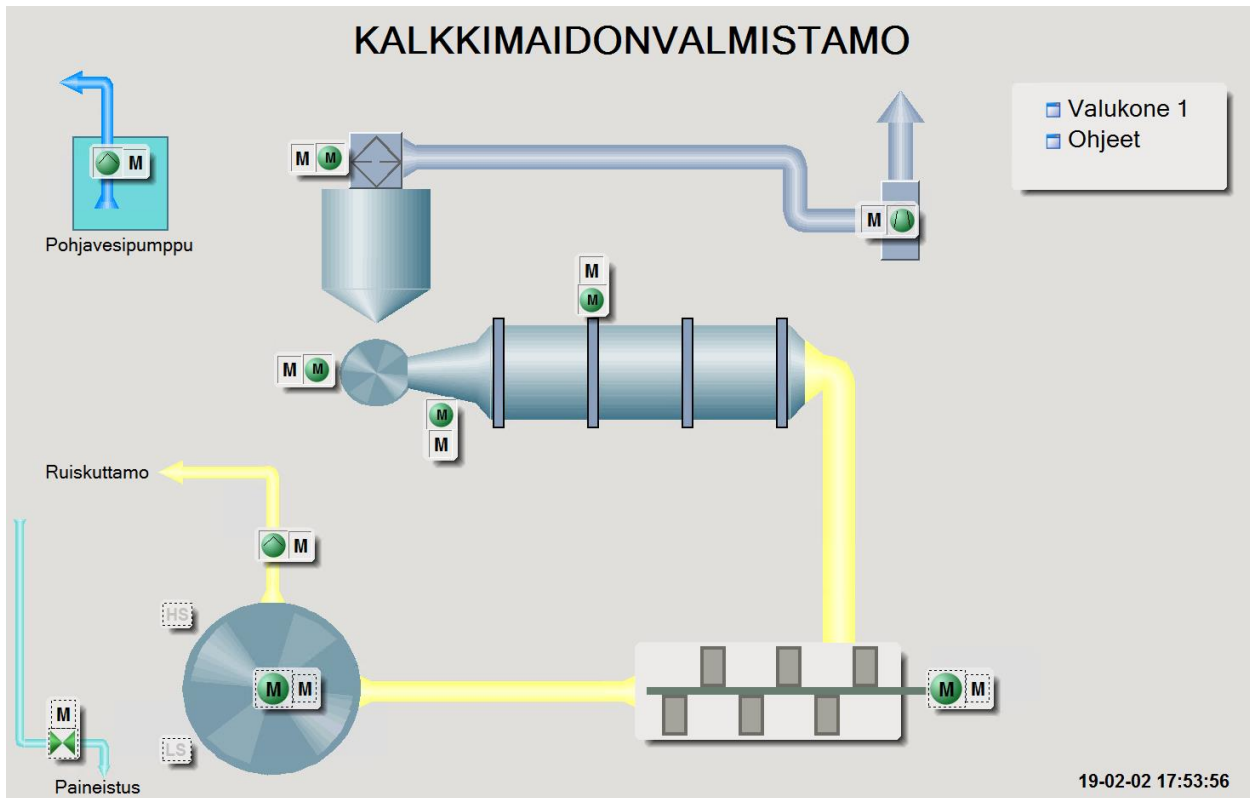
Päiväys: 6.1.2019 / STy

Revisio: 0

LIITE 4/1



HARKKO1, kaatovinttureiden ja valukone 1:n prosessinäyttö.



HARKKO2, kalkkimaidonvalmistamon prosessinäyttö.