

Petteri Suhonen

**TCE500-VAAHDOTUSTANKIN AUTOMAATIOSENEERAUS**

## **TCE500-VAAHDOTUSTANKIN AUTOMAATIOSANEERAUS**

Petteri Suhonen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Petteri Suhonen

Opinnäytetyön nimi: TCe500-vaahdotustankin automaatiotekniikka

Työn ohjaajat: Juha Oikarinen (Boliden), Tero Hietanen (OAMK)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 71 + 34

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli siirtää TCe500 vaahdotustankin ohjaus tankin toimittajan järjestelmästä laitoksen omaan automaatiojärjestelmään. Tällä tapaa ohjattavuus ja sitä myötä vaahdotustankin tuotto paranisivat. Työn toimeksiantajana oli Boliden AB, joka on yksi Euroopan suurimpia metallialan yrityksiä. Työ tehtiin Bolidenin vastikään hankkimalle Kevitsan kaivokselle Sodankylään.

Vaahdotustankin toiminnan ymmärtämisen kannalta oli oleellista, että vaahdotus-prosessin toiminta olisi tiedossa. Tämä tieto saatiin oppikirjoista, yrityksen dokumentaatiosta ja kurssilta. Aikaisempaa kokemusta prosessin toiminnasta oli jo entuudestaan, mutta ei näin syvällisellä tasolla. Vaahdotusprosessin toimintaan perehdyttyä käytiin läpi lähdeaineistoa, joka saatiin laitetoimittajalta. Lähdeaineiston suppeuden takia suurin osa selvitystyöstä tehtiin lopulta kentällä ja toimeksiantajan henkilöstön kanssa.

Lähtöaineiston jälkeen alkoi suunnittelu, johon kuului tilanteen kartoitus, ajanhallinta, laitelistaus, I/O-listaus, dokumenttien päivitys ja toiminnankuvausten laatiminen, käyttöönottosuunnitelma ja ohjelman suunnittelu.

Suunnittelun jälkeen tehtiin valmistelut, jotta käyttöönottoon ei menisi liikaa aikaa. Käyttöönoton suunnittelussa kävi ilmi, että käyttöönotolliset toimenpiteet tuli suorittaa seisokin aikana tai tankin ollessa ohitettuna. Jälkimmäinen vaihtoehto ei ollut tuotannollisista syistä järkevää, joten työ suoritettiin sopivassa seisokissa.

Työn tuloksena vaahdotustankin ohjattavuus, vianmääritys ja toiminta paranivat.

---

Asiasanat: kaivokset, vaahdotus, Boliden, prosessiteollisuus, säiliöt

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Automation Engineering

---

Author: Petteri Suhonen

Title of thesis: TCe500 flotation tanks automation renovation

Supervisor: Juha Oikarinen (Boliden), Tero Hietanen (OAMK)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017      Number of pages: 71 + 34

---

The main subject for this thesis was to move TCe500 flotation tanks control system into factory's DCS. By doing this, controlling the tank improves a lot. This could also make tank more efficient. The mandator of this thesis was Boliden AB which is one of the biggest mining and smelting companies in Europe. This thesis was done in Sodankylä, Kevitsa which is a mine Boliden acquired in summer 2016.

To understand how flotation cells and tanks work it was important to study flotation process. This knowledge was gained from books, company documentation and a course that company held. After the process education it was time to get through the source material.

Planning was the next phase which included mapping the situation, making time consumption plans, device listing, I/O listing, updating documents, writing functional descriptions, making commissioning plans and programming.

During the planning, whole work was also prepared as it occurred that the work couldn't be done while the factory was running – it was to be done during a shutdown. Preparations were made to decrease the consumption of time which pre-commissioning work and commissioning itself took.

In result of renovation, tanks control, troubleshooting and operation were improved.

---

Keywords: mines, flotation, Boliden, process industry, cisterns

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	3
SISÄLLYS .....	5
SANASTO.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 TCE500-VAAHDOTUSTANKKI .....	11
2.1 Vaahdotuskenno, toiminta ja tekninen kuvaus .....	11
2.2 Alkuperäinen automaatiototeutus .....	19
2.3 Laitteet .....	22
2.3.1 Toimilaitteet.....	22
2.3.2 Venttiilit .....	24
2.3.3 Asennoittimet .....	24
2.3.4 Taajuusmuuttaja .....	27
2.4 Instrumentit.....	29
2.4.1 Pinnanmittaus .....	29
2.4.2 EIT-pinnanmittaus.....	32
2.4.3 Ilmamääränmittaus .....	32
2.4.4 Painemittaus .....	33
2.4.5 Lämpötilanmittaus.....	33
2.5 Tiedonsiirto.....	34
2.5.1 Profibus DP.....	34
2.5.2 Profibus PA.....	37
2.5.3 Valokuitu .....	38
2.5.4 Jännite- ja virtaviesti .....	40
3 ESISUUNNITTELU.....	41
3.1 I/O .....	42
3.2 Positiointi.....	42
4 PERUSSUUNNITTELU .....	44
4.1 Johdotuskaaviot .....	45
4.2 Piirikaaviot.....	45
4.3 Väyläkaaviot.....	46
4.4 Yhteyskaavio .....	46

4.5	Piirikohtaiset toiminnankuvaukset .....	47
4.5.1	Pinnansäätö (3310LIC812) .....	47
4.5.2	Ilmavirransäätö (3310FIC810) .....	48
4.5.3	Vaihdelaatikon öljyn lämpötilansäätö (3310TIC815) .....	49
4.5.4	Moottorinohjaus (3310FLM250) .....	51
4.5.5	Ohjeistus .....	52
5	TOTEUTUS .....	53
5.1	Kaapelointi .....	53
5.2	Kaapeliluettelo .....	53
5.3	Kyt Kentäkotelo .....	53
5.4	Asennoittimet .....	55
5.5	mA-lähettime t .....	56
5.6	Ohjelmointi .....	57
5.6.1	Laitteistomäärittäys .....	57
5.6.2	STEP 7 -ohjelmointi .....	58
5.6.3	WinCC käyttöliittymä .....	60
6	KÄYTTÖÖNOTTO .....	61
7	YHTEENVETO .....	66
	LÄHTEET .....	68
	LIITTEET .....	70

## SANASTO

ACT	Advanced Control Tools, Outotecin tuoteperhe säätötyökaluille.
Cellstation	Outotecin ohjausyksikkö vaahdotuskennoihin.
HART	Highway Addressable Remote Transducer, tiedonsiirto protokolla.
I/O	Tulo- ja lähtöliitännät.
LED	Light-Emitting Diode, hohtodiodi.
PDM	Process Device Manager, kentälaitteiden hallintaan käytettävä sovellus.
PID-säädin	Säätötekniikassa käytetty perussäädin.
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmitava logiikka.
PoE	Power over Ethernet, käyttöjännitteen syöttö sisällytettynä Ethernet-kaapeliin.
WinCC	Siemensin automaatiojärjestelmän valvomo-ohjelmisto.

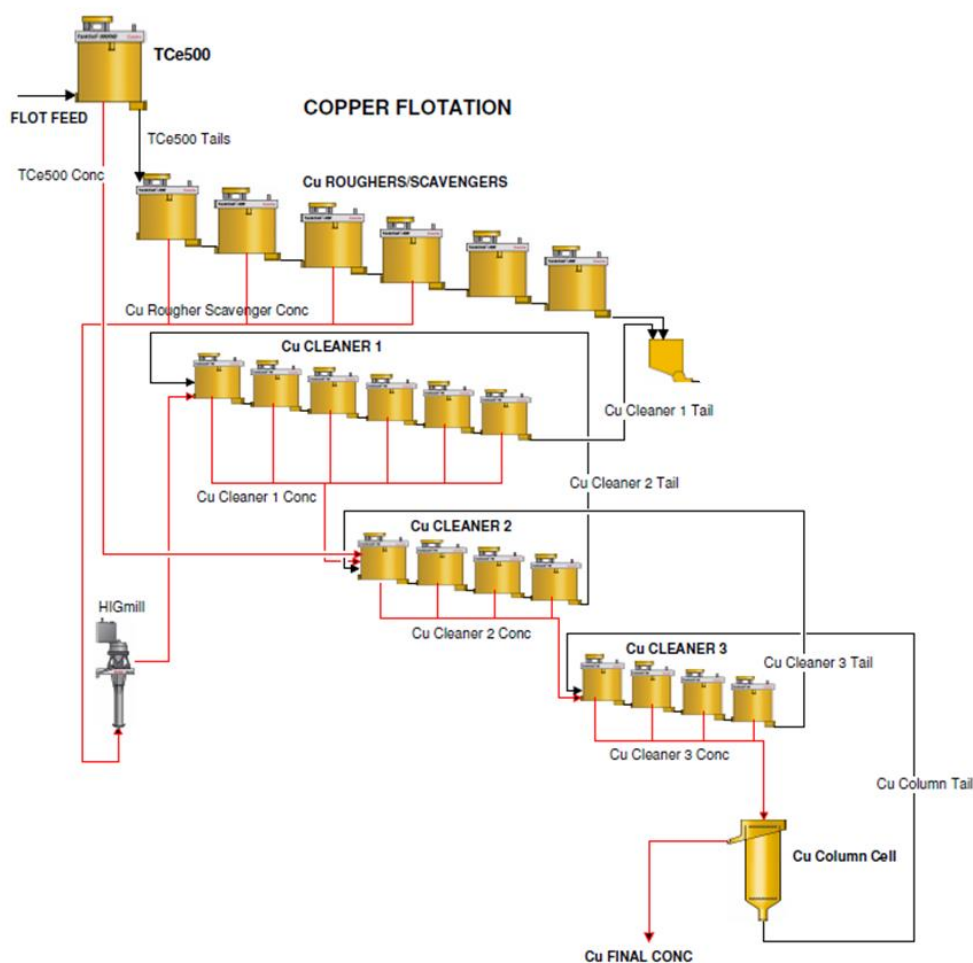
# 1 JOHDANTO

Tässä dokumentissa käsitellään opinnäytetyönä tehtyä suunnitelmaa ja toteutusta, joka kohdistuu kaivoksen rikastamossa sijaitsevaan vaahdotustankkiin. Dokumentin alussa käsitellään vaahdotustankin rakennetta, toimintaa, alkuperäistä automaatiototeutusta ja laitteistoa. Laitteistopuolella keskitytään erityisesti niihin laitteisiin, joihin tehtiin muutoksia automaatiototeutuksen yhteydessä. Vanhat laitteet tuodaan esille vertailun vuoksi. Laitteistoesittelyn jälkeen käydään läpi työn suorittamiseen liittyvä osuus. Työn suorittamisen osat alueita olivat esisuunnittelu, perussuunnittelu, toteutus ja käyttöönotto.

Rikastusmenetelmänä Kevitsassa käytetään vaahdotusta. Vaahdotus tapahtuu kolmessa vaiheessa siten, että ensin lietteestä erotetaan kuparimineraalit ja tämän jälkeen nikkelimineraalit. Lopuksi vaahdotetaan vielä magneettikiisu ja muut sulfidimineraalit, joiden tarkoituksena on pienentää rikastehiekan rikkipitoisuutta. Kupari- ja nikkelikasteet sakeutetaan ja kuivataan suodattamalla ennen kuljetusta muualla sijaitseville metallisulatoille. Magneettikiisurikaste sijoitetaan erilliseen rikastehiekka-altaaseen, joka on vuorattu veden suotautumisen estämiseksi. Malmi sisältää kuparin ja nikkelin lisäksi kultaa, platinaa ja palladiumia. Jalometallit otetaan talteen osana kupari- ja nikkelikasteita vaahdotusprosessissa. Kevitsan vaahdotustapaa kutsutaan selektiiviseksi. Selektiivisyydellä tarkoitetaan, että jokaiselle edellä mainitulle rikasteelle on oma vaahdotuspiiri. (4.)

TCe500 on ensimmäinen vaahdotuskenno kuparipiirissä (kuva 1). Kuvassa ei näy vaahdotuksen syöttösäiliötä, johon syklonien ylite johdetaan. Syöttösäiliöön lisätään kuparin vaahdotukseen vaadittavat kemikaalit ja liete pumpataan TCe500-vaahdotustankkiin.





KUVA 1. Kuparin vaahdotuspiiri

Automaatiosaneerauksen myötä vaahdotustankki pyrittiin ohjauksellisesti yhdenmukaistamaan muihin vaahdotuskennoihin nähden. Tankki on toiminnaltaan identtinen muihin kennoihin verrattuna. Sen fyysinen koko ja vaihdelaatikon öljyn lämpötilan säätelyjärjestelmä ovat erottavat tekijät.

Tavoite oli saada instrumentit ja ohjauslaitteet johdotettua omaan järjestelmään, minkä jälkeen luoda ohjelma niiden monitoroinneille ja ohjauksille. Johdotuksien yhteydessä tehtiin kattava dokumentaatio tankin sähköistyksestä ja nimettäisiin Cellstationin-kaapelit uudestaan. Tavoitteena oli myös luopua kokonaan Cellstation-ohjausyksiköstä, joka olisi tarpeeton, kun ohjaukset siirrettäisiin omaan järjestelmään.

Automaatiosaneerauksella vaahdotustankki olisi ohjelmallisesti täysin säädettävissä haluttuun tapaan. Samalla valvomo-operaattorien ohjaustoimenpiteet helpottuisivat, kun laitteiden

säädettävyys ja monitorointi paranisi. Käyttöliittymän kuvaan myös tehtäisiin muutokset, joiden myötä säätimien ja venttiilien otsakkeet saataisiin muihin kennoihin nähden yhdenmukaisiksi. Pää tavoitteena olisi kuitenkin parantaa prosessin ohjattavuutta. TCe500-vaahdotustankki on tärkeä osa vaahdotusprosessia, koska vaahdotuksen syöte kulkee sen kautta. Oikeanlaisella ohjauksella myös muu vaahdotus saadaan toimimaan paremmin.

## **2 TCE500-VAAHDOTUSTANKKI**

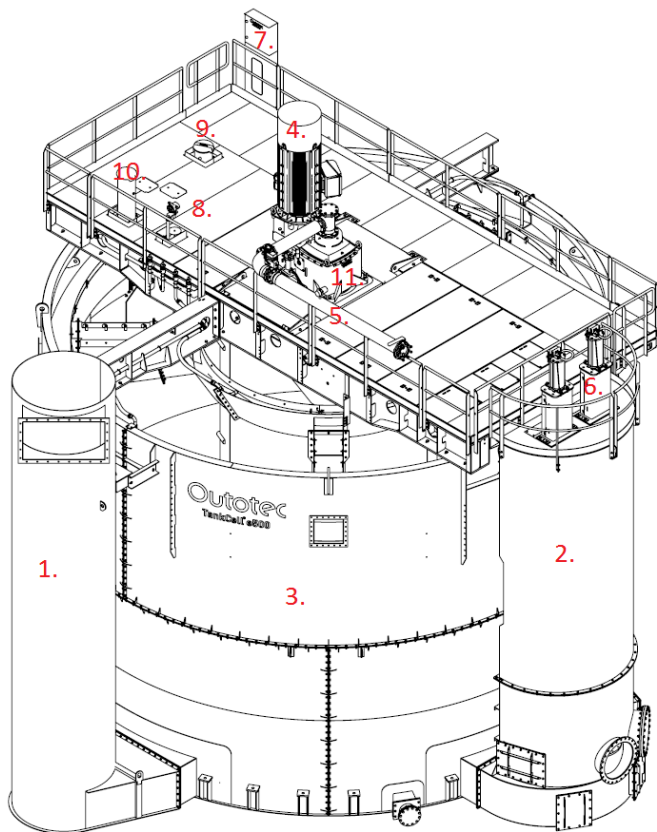
TCE500 on Outotecin lanseeraama 500 m<sup>3</sup>:n vaahdotustankki, joka on ollut Kevitsan kaivoksella testikäytössä vuodesta 2013 asti. Hyvien tulosten myötä Kevitsan kaivos hankki vaahdotustankin omistukseensa.

Tankin tarkoituksena on erottaa kupari pois vesilietteestä. Tämä tapahtuu luvussa 1 kuvatulla menetelmällä. Ylitteenä saatu kuparirikaste pumpataan kuparin kertausvaahdotukseen, kun taas pohjalla oleva liete kuparin esivaahdotukseen. Kokonsa takia, tankista saadun kuparirikasteen määrä on huomattavasti suurempi verrattuna muihin kennoihin.

### **2.1 Vaahdotuskenno, toiminta ja tekninen kuvaus**

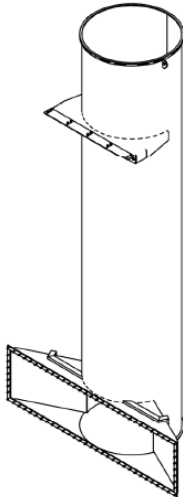
TCE500 koostuu syöttölaatikosta, säiliöstä, perälaatikosta, säiliön päällä olevasta sillasta ja vaahdotuslaitteistosta (2).

Kuvassa 2 on numeroituna vaahdotustankin osat, jotka muodostavat kokonaisuuden. Osa kuvassa numeroiduista laitteisto on poistettu käytöstä saneerauksen yhteydessä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi vaahdotustankin osat kuvassa numeroidussa järjestyksessä.



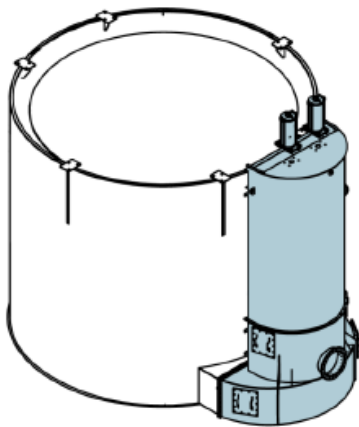
KUVA 2. TCCe500-vaahdotustankki (5.)

Syöttölaatikon (kuva 3) kautta lietettä syötetään vaahdotustankkiin. Syöttölaatikkoon pumpataan lietettä vaahdotuksen syöttösäiliöstä. Syöttölaatikon ja sekoitussäiliön välillä on näytteenotin, jonka näytteet pumpataan vaahdotamon analysaattorille. Tällä tavalla lietteen kuparipitoisuus saadaan selville. Syöttölaatikossa ei ole laitteita, joilla voisi kontrolloida syötettä, vaan se toimii painovoimalla. Syötettä kontrolloidaan ainoastaan syöttöpumpuilla. (5.)



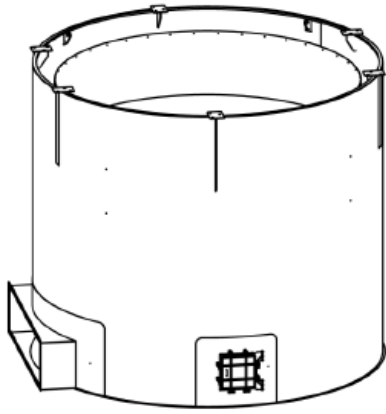
KUVA 3. Syöttölaatikko (5.)

Perälaatikon (kuva 4) kautta liete poistuu vaahdotustankista. Perälaatikosta liete valuu jätehopperiin, josta se pumpataan kuparin esivaahdotukseen. Perälaatikkoon on myös kiinnitetty kaksi kappaletta DART-venttiilejä, joilla kontrolloidaan perälaatikosta poistuvan lietteen määrää (5).

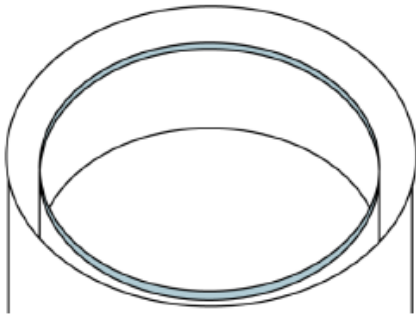


KUVA 4. Perälaatikko (5.)

Säiliö (kuva 5) on teräksestä valmistettu ja siihen on valmiiksi määritelty kohdat, joihin syöttö-, ja perälaatikot kiinnitetään. Säiliössä on sisäiset vaahdonkeräysrännit, jotka mahdollistavat rikastevaahdon keräämisen. Ränneissä on vielä säädettävät vahtoreunat (kuva 6), joilla pystytään maksimoimaan kerättävän vaahdon määrä. (5.)



*KUVA 5. Säiliö (5.)*

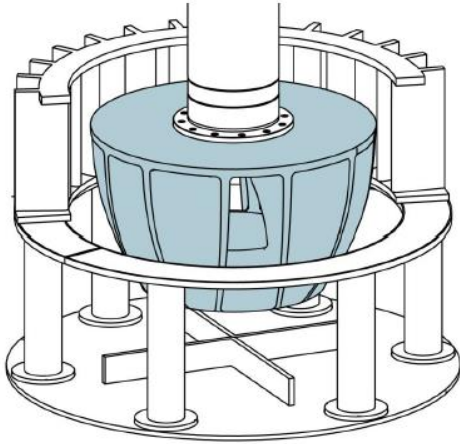


*KUVA 6. Säiliön sisällä olevat vaahtoreunat (5.)*

Vaahdotuskennon sillan päällä on Siemensin 480 kW:n kolmivaihemoottori, joka on yhdistetty vaihdelaatikkoon. Moottorilla pyöritetään tankin pohjassa olevaa roottoria.

Kuvassa 7 on kennon pohjassa olevan roottorin lisäksi lavallinen staattori. Vaahdotusilma puhalletaan roottorin ontton akselin läpi pohjalle, josta se jakautuu staattorin lapojen kautta ympäri tankkia. Nämä osat yhdessä muodostavat vaahdotusmekanismin. (5.)

Vaihdelaatikossa on myös mekaaninen öljynkierto, joka lähtee käyntiin moottorin pyöriessä. Öljyn lämpötilan säätelyyn käytetään jäähdytyspuhallinta ja kahta lämpövastusta.



*KUVA 7. Roottori ja staattori (5.)*

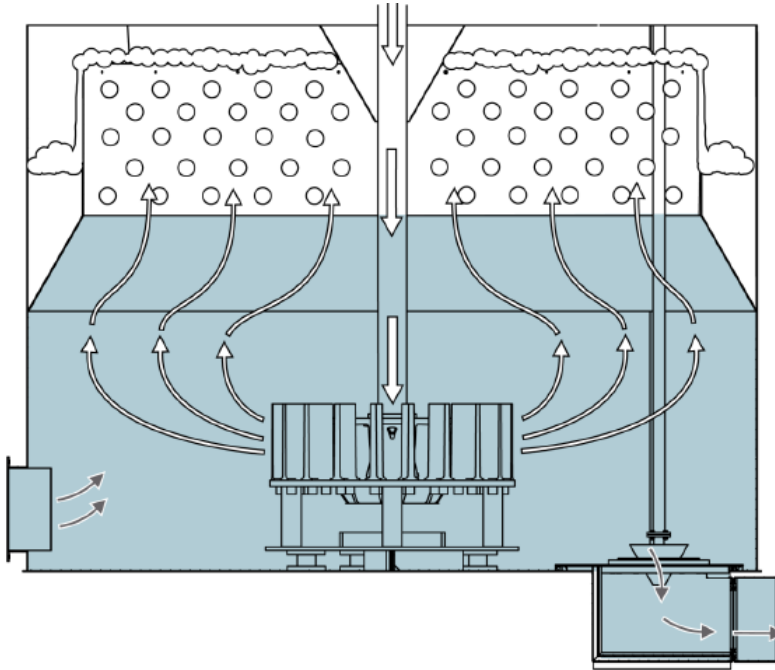
Kuvan 8 etualalla näkyy vaihdelaatikon jäähdytyspuhallin. Lämpövastukset ovat toisella puolella vaahdotuskonetta.

Vaahdotusilma tuodaan DN150-putkea pitkin vaahdotuskoneen liitântään kiinni. Vaahdotusilman paine vaihtelee 0,6:sta 0,7 bariin. Vaahdotusilmaa säädetään perhosventtiilillä, johon on kiinnitetty pneumaattinen toimilaite ja sähköpneumaattinen asennoitin. Linjassa on myös ilmamassan mittausanturi, jonka perusteella venttiiliä säädetään.



*KUVA 8. Vaihdelaatikon jäähdytyspuhallin*

Vaahdotusilmalla pyritään optimoimaan prosessin dispersiotasoa. Optimaalisella vaahdotusilman määrällä vaahdonnopeus saadaan oikeaksi, mistä seurauksena rikastetta saadaan enemmän talteen ja muu jäteaines jää säiliöön. Dispersiotasolla tarkoitetaan kriittistä pistettä, minkä jälkeen vahto muuttu epävakaaaksi ja pyörteileväksi. (5.) Kuvassa 9 näkyy vaahdotuskoneen toiminta.



KUVA 9. Vaahdotuksen toiminta (5.)

Kuvassa 10 on ilmvirransäätöventtiili ja mittalaite. Mittalaitesta on lisätietoa kappaleessa 2.4.3.





*KUVA 10. Ilmavirranmittauksen ja venttiilin sijoituspaikat*

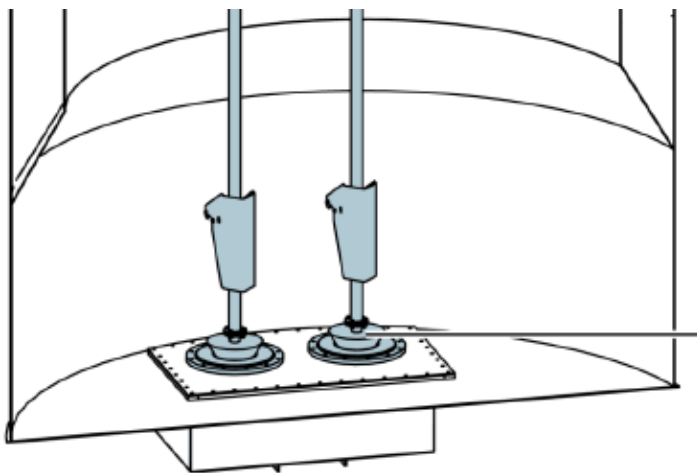
DART-venttiileillä yhdessä pinnanmittauksen kanssa ohjataan vaahdotustankin pintaa. Venttiilien toimilaitteina ovat paineilmasylinterit, joihin on kiinnitetty sähköpneumaattiset asennoittimet. Sylinterien iskunpituuden hetkellistä määrää seuraa potentiometri, joka on kytketty asennoittimeen. (5.)

Kuvassa 11 ovat DART-venttiilien toimilaitteet. Oikeanpuoleinen, tuotekehitysvaiheessa oleva toimilaitte on otettu pois käytöstä ja sen tilalle on vaihdettu identtinen Feston paineilmasylinteri.



*KUVA 11. DART-venttiilien toimilaitteet perälaatikon päällä*

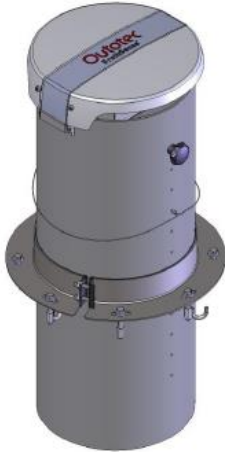
DART-venttiilit (kuva 12) toimivat tulppina, jotka estävät lietteen pääsyn pois kennosta. Paineilmasyylinterit nostavat tai laskevat vartta, jonka päässä kartiot ovat. DART-venttiilejä asennettaessa ja ohjattaessa on erityisesti otettava huomioon sylinterin iskunpituus. Sylinterien kierretankoihin kiinnitettävät venttiilit on mitoitettava asennusvaiheessa, jotta ne liikkuvat molempiin suuntiin riittävän määrän. DART-venttiilien aukeamisessa on myös huomioita, että venttili on täysin auki, kun kartio on purkuaukon yläpuolella. Asennoittimen ohjausnopeudella tai sylinterin ja venttiilin vääränlaisella mitoituksella voidaan aiheuttaa vahinkoa sekä venttiileille kuin myös itse säiliölle. (5.)



KUVA 12. DART-venttiilit (5.)

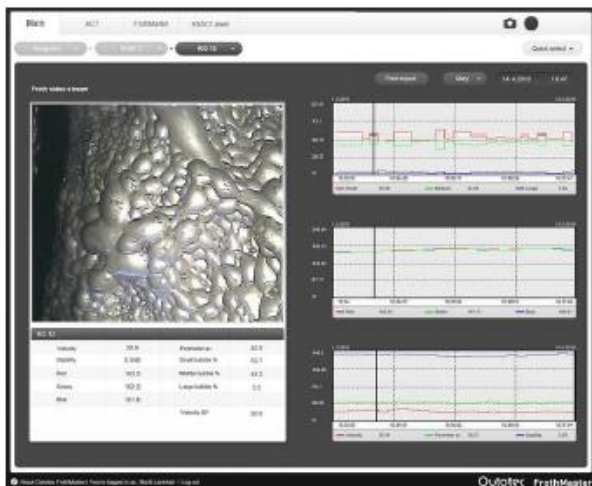
Vaahtokamera (kuva 13) on osa toimittajan ACT-järjestelmää, jolla pyritään parantamaan säätimien toimintaa. Vaahtokameran kuvan mukaan toimittajan ohjelma laskee vaahdonnopeuteen ja koostumukseen perustuen asetusarvot tankin säätimille.

Suojarakenteen sisällä on Ethernet-liitännällä varustettu Axis-kamera, jonka koteloon on liitetty kaksi lampua. Virransyötön kamera saa PoE-tekniikalla (5).



KUVA 13. Vahtokamera (5.)

Froth Sense on yksi ACT:n osa, johon kaikki laitoksen kamerat on liitetty. Kuvassa 14 näkyy yhden kameran ottamaa kuvaa vaahdon muodosta.



KUVA 14. Froth Sensen käyttöliittymä (5.)

## 2.2 Alkuperäinen automaatiototeutus

Toimittajan tuotekokonaisuuteen kuuluu tankin paikallinen ohjausyksikkö (kuva 15). Cellstation sisältää Siemensin ET200S-logiikan, I/O-moduulit, Ethernet-kytkimen, Profisafe-moduulin ja etäohjauksen mahdollistavan langattoman lähettimen. Cellstationissa on myös Siemensin 15 tuuman kosketuspaneeli, jolla voidaan ohjata tankin laitteita. (6.)



KUVA 15. Cellstation

Cellstationissa on myös valotorni, jonka valoille on erikseen määritellyt toiminnot. Näitä toimintoja on esimerkiksi vihreä valo, kun vaahdotustankki on toiminnassa. Ohjausyksikön alapuolella on paineilmatukki, josta instrumentti-ilma jaetaan pneumaattisille asennoittimille. Tukkiin on myös kiinnitetty Feston paineilmakytin, jonka digitaalinäytöltä voi tarkastella linjassa olevan paineen suuruutta. Cellstationin komponentit ovat yhteydessä toisiinsa Profinetillä.

Ennen automaatiotransferenssia TCe500 ohjattiin Cellstationilla ja osittain valvomosta. Valvomo-ohjaus oli toteutettu ohjelmassa yhdellä send-receive-lohkolla, joka mahdollisti ainoastaan venttiilien ohjauksen. Saman lohkon kautta saatiin tieto pinnanmittausarvosta, vaihdelaatikon öljyn lämpötilasta ja paineesta.

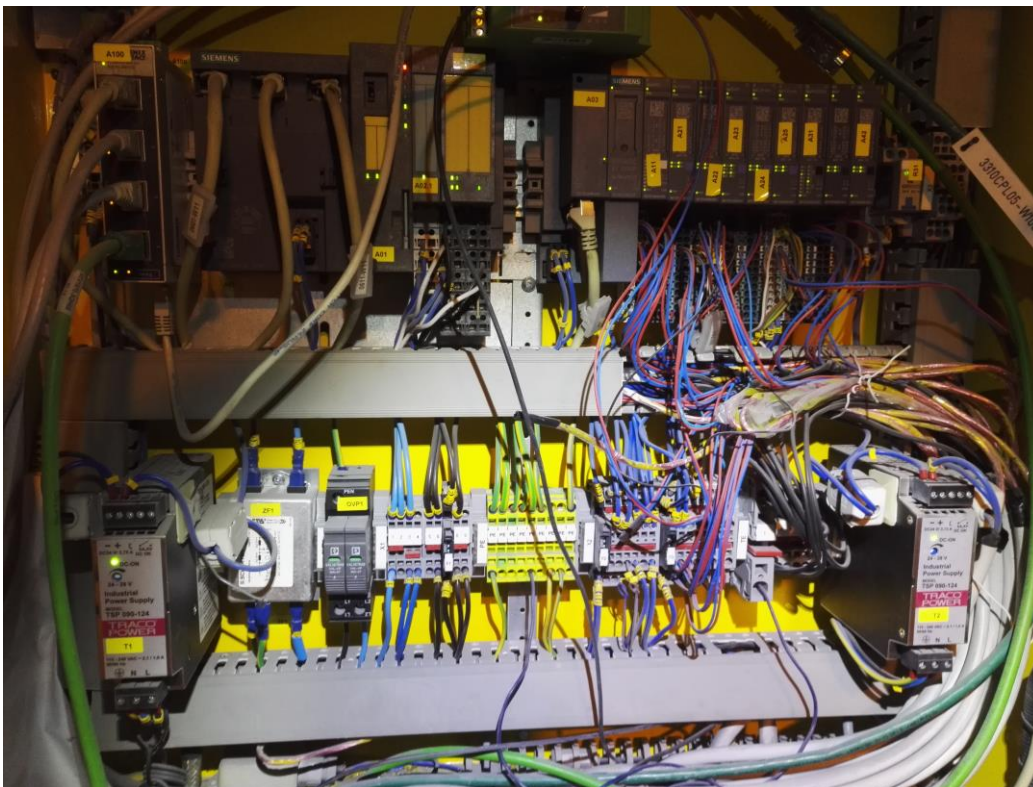
Venttiilien asennoittimilla ei ollut takaisinkytkentää, joten venttiilien tilatietoja ei saatu järjestelmään. Venttiilien vikatila pystyttiin toteamaan ainoastaan kentällä tai tankin pinnan perusteella. Ohjelmallisesti Cellstationin sisäiseen logiikkaan ei päästy kiinni, koska sitä ei ollut liitetty projektin laitteistoon. Tästä johtuen ohjelmia ei päästy helposti muokkaamaan. Ainoa tapa muuttaa säätimien arvoja oli Cellstationin paneelilta. Tämä kuitenkin vaati sitä, että paneelilta piti asettaa paikallishojaus päälle, joka aiheutti sen, että valvomosta tapahtuva etäohjaus ei ollut enää mahdollista.

Sähköinen toimilaite toi myös omat haasteensa, kun servomootorin ohjausta varten kytketty Ethernet-kaapelia ei voitu irrottaa Profinet-verkosta. Kaapelin irrotuksesta johtuva yhteysongelma aiheutti vikatilaa, jossa tankin päämoottoria ei voitu enää käynnistää.

Tankin vaahdotuskoneen moottori saatiin käynnistettyä ja sammutettua valvomosta, mutta nopeuden säädön pystyi tekemään ainoastaan paneelilta. Taajuusmuuttajalle johdotetussa turvapiirissä oli puutteita, jotka työssä korjattiin.

TCe500-dokumentaatio oli myös osittain vanhentunutta. Osa kuvista löytyivistä laitteista oli poistettu käytöstä, eikä muutoksista ollut tehty uusia kuvia. Vianmääritystilanteessa oli haastavaa löytää oikeita sähködokumenteja, eikä yleinen tietous tankin ohjauksista ollut kenenkään tiedossa. Cellstationin kaapeleiden positiointi oli myös tehty käyttäen juoksevan numeron nimeämiskäytäntöä, joten ilman dokumentteja kaapeleiden käyttökohteiden päättely oli hankalaa.

Kaikki TCe500:n kenttälaitteet oli kytketty Siemensin ET200SP-I/O-yksikköön, joka näkyy kuvassa 16. I/O-yksikkö sisälsi yhden DI-kortin, neljä AI-korttia, yhden AIT-kortin, yhden DO-kortin ja kaksi AO-korttia. (5.)



KUVA 16. Cellstation sisältö

## 2.3 Laitteet

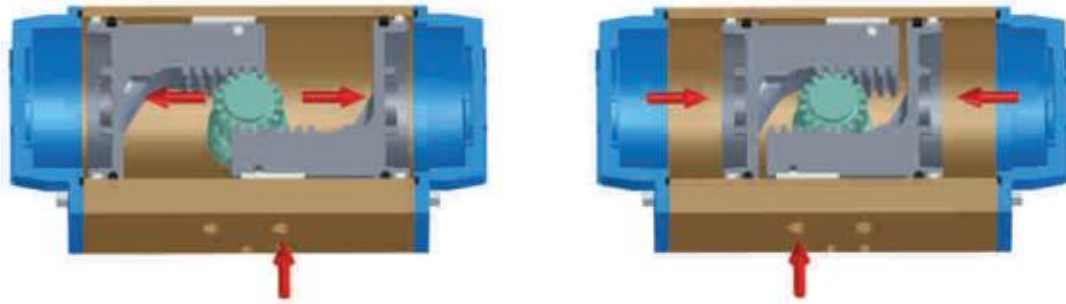
Seuraavat laitteet sisältyvät TCe500:n alkuperäiseen kokonaisuuteen. Osa esitellyistä laitteista on muutoksen yhteydessä poistettu käytöstä tai vaihdettu soveltuvampiin. Oikeanlaisten laitteiden valinta ja parametointi on tärkeä osa toimivaa kokonaisuutta.

### 2.3.1 Toimilaitteet

Toimilaite on koneen tai laiteyhdistemän toimielin. Toimilaite saa aikaan mekaanista liikettä, kun siihen yhdistetään sähköinen, hydraulinen tai pneumaattinen voima (2). Työssä käytettäviä toimilaitteita olivat sähkömoottori ja pneumaattiset sylinterit. Sähkömoottori pyörittää vaahdotuskoneen roottoria ja pneumaattisilla toimilaitteilla saadaan venttiilit liikkumaan.

TCe500 sisältää kolme pneumaattista toimilaitetta, jotka yhdessä sähköpneumaattisten asennoittimien kanssa saavat venttiilit liikkumaan haluttuun tapaan. Pinnansäätöön käytettäviin DART-venttiileihin on kiinnitetty Feston pneumaattiset sylinterit. Sylinterit ovat tyypiltään DFPI-250-465-ND2P. Sylinterien valinnassa on huomioita iskunpituus, nimellispaine, männän suuruus ja asennontarkkailu. Männän suuruus, ts. sylinterin koko vaikuttaa suoranaisesti voimaan, jonka sylinteri pystyy tietyllä nimellispaineella tuottamaan. TCe500:ssa olevien DART-venttiilien liikuttamiseen käytetään 250 mm:n halkaisijalla ja 6 barin nimellispaineella spesifioituja sylinterejä. Sylinterin iskunpituus vaihtelee myös sylinterin koon mukaan. TCe500:ssa käytetään 465 mm:n iskunpituudella varustettuja sylinterejä. Pienemmällä iskunpituudella varustetut, liitettyinä DART-venttiileihin aiheuttaisi liikeradassa muutoksen, joka vaikuttaa virtausdynamiikkaan. Sylintereihin on myös rakennettu sisäinen asennontunnistus. Asentotunnistimena toimii 0—10 k $\Omega$ :n potentiometri, jonka resistanssi muuttuu männän liikkeen mukaan. Tällä tapaa asennoittimet saavat tilatiedon siitä, missä asennossa venttiili on.

Ilmansäätöventtiilin toimilaitteena on Feston kaksitoiminen pneumaattinen toimilaite, joka toimii samalla periaatteella kuin paineilmasylinteri, mutta sen sisään on rakennettu hammasratasto, joka pyörittää toimilaitteen pohjassa olevaa akselia männän liikkeen mukaan. Venttiilissä ei ole erillistä asennontunnistinta, kuten sylinterissä, vaan asennoitin kiinnitetään venttiilin päällä olevaan vipuun, joka pyörii akselin kanssa samanaikaisesti. Kuvassa 17 on pneumaattisen sylinterin toimintaperiaate.



KUVA 17. Pneumaattisen toimilaitteen toimintaperiaate

TCe500:n vaahdotuskoneen toimielimenä on taajuusmuuttajakäyttöinen kolmivaihesähkömoottori, jonka voimansiirto on yhdistetty vaihdelaatikkoon. Moottori pyörittää tankin pohjassa olevaa roottoria, joka saa aikaan lietteen liikkeen ja kuplat. Moottori on Siemensin valmistama.

Kuvassa 18 näkyy moottorin tyypikilpi, joka kertoo moottorin nimellisjännitteen, -virran ja tehon. Kilvestä saadaan myös tietää moottorin hyötysuhde ja pyörimisnopeus. Nämä tiedot ovat välttämättömiä taajuusmuuttajan parametroinnissa. (12.)



KUVA 18. Moottorin tyypikilpi

### 2.3.2 Venttiilit

Venttiili on toimilaitteen jatke, joka on kontaktissa säännösteltävään suureeseen. Toimilaitteen tuottama liike-energia siirtyy venttiiliin, joka aukeaa ja sulkeutuu. Venttiin liike mahdollistaa aineen virtauksen säätelyn. Venttiilit luokitellaan sulkuelimen rakenteen ja sulkeutumistekniikan mukaan. Eri venttiilityyppejä käytetään käyttökohteesta riippuen. (2.)

TCe500 sisältää kaksi kappaletta DART-venttiileja, jotka esiteltiin aikaisemmin. DART-venttiilien lisäksi vahdotusilmaa säädetään kuvan 19 tapaisella perhosventtiilillä (kuva 19).



KUVA 19. Perhosventtiili

### 2.3.3 Asennoittimet

Asennoittimella tarkoitetaan toimilaitetta ohjaavaa laitetta. Asennoittimen avulla toimielin eli toimilaite saadaan oikeaan asentoon. Työssä käytettiin sähköpneumaattisia asennoittimia, joiden toiminta perustuu sähköisen ohjaussignaalin muuttamisesta pneumaattiseksi voimaksi, joka saa toimilaitteen ja samalla venttiin liikkumaan.

Ennen muutosta TCe500:n DART-venttiilien asennoittimina käytettiin Metson ND9106HNR-asennoittimia. Näissä analogisignaalilla ohjattavissa asennoittimissa ei ollut



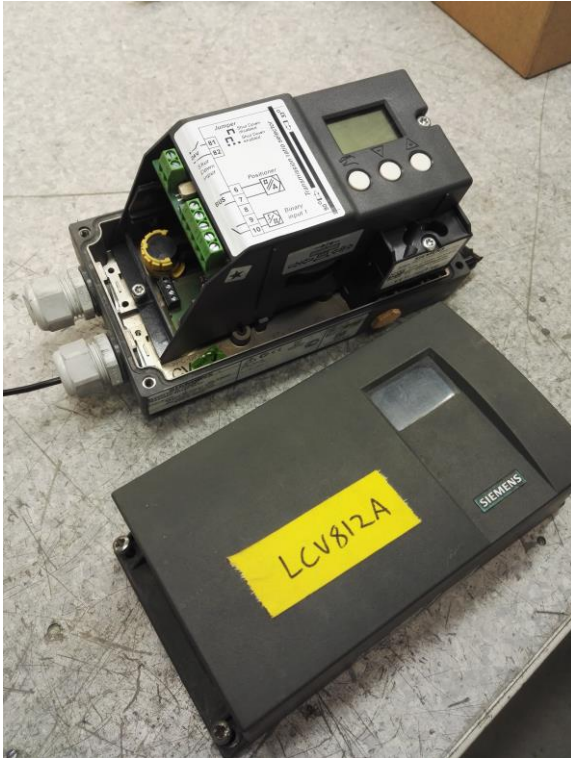
takaisinkytkentämoduulia, joten venttiilien asentotietoja ei saatu valvomoon. Venttiin oikean asennon pystyi toteamaan ainoastaan kentältä.

Kuvan 20 asennoittimet korvattiin Siemensin Sipart PS2-mallisilla asennoittimilla. Uudet asennoittimet käyttävät Profibus PA-tiedonsiirtoteknologiaa. Tällä tavalla venttiilien ohjaukset ja tilatieto saatiin siirrettyä järjestelmään väyläteknologialla. Kyseistä muutosta varten TCe500-tankin päälle piti kaapeloida PA-väylä, joka liitettiin väylähaaroittimeen, josta väylä jaettiin kaikille tankin asennoittimille.



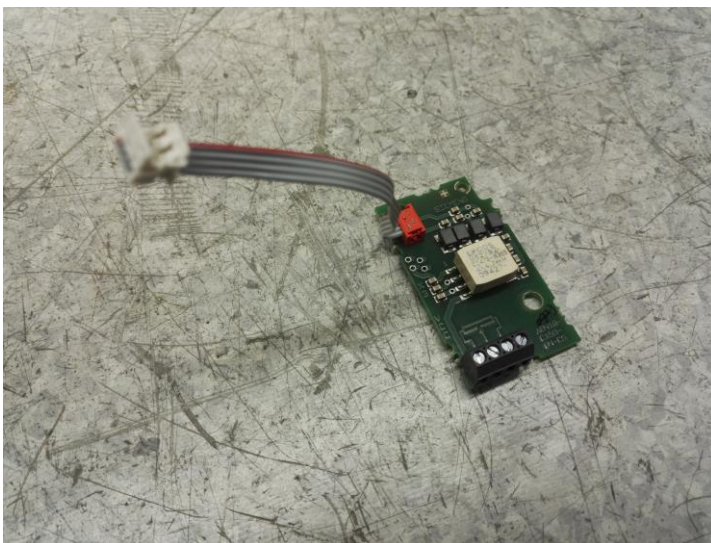
*KUVA 20. Metso ND9106HNR-asennoitin*

Kuvan 21 mallisten asennoittimien toimintatapa on hyvin samanlainen Metson vastaavan kanssa. Asennoittimessa on kolme ilmatietä. Yhdestä syötetään instrumentti-ilmaa vedenerottimen läpi, mistä asennoittimen sisäinen venttiilipakka jakaa ilman kahdelle paineilma-ulostulolle. Nämä ulostulot on liitetty toimilaitteeseen. Asennoittimessa on myös yksi äänenvaimentimella varustettu ulostulo, josta toimilaitteen paineettoman puolen ilma pääsee purkautumaan. Asennoitin voidaan kiinnittää joko suoraan toimilaitteeseen tai erilleen lähistölle. Toimilaitteeseen kiinnitettynä asennoittimen pohjassa oleva akseli, joka on kiinnitettynä asennoittimen sisäiseen potentiometriin, antaa asennoittimelle tiedon toimilaitteen tilasta. (14.)



KUVA 21. Siemens Sipart PS2

Erilleen asennettuna asennoitin vaatii lisäkortin (kuva 22), joka suodattaa sähkömagneettiset häiriöt pois toimilaitteeseen liitetyn potentiometrin signaalista. Kortti kiinnitetään ruuvilla asennoittimen sisään sille varatulle paikalle. Asennoittimen oman potentiometrin johto irroitetaan liittimestä ja lisämoduuli liitetään sen tilalle. (14.)



KUVA 22. Sähkömagneettisen häiriön suodatusmoduuli

Siemensin Sipart PS2 on monipuolisesti parametroitavissa. Parametrointi tapahtuu kannen alla olevan näytön ja painikkeiden avulla. Kokonainen parametrilista työssä käytettävän malliselle Sipartille löytyy valmistajan nettisivuilta. Tätä listaa käytettiin apuna työn valmistelussa, kun asennoittimia parametroitiin. (14.)

#### **2.3.4 Taajuusmuuttaja**

Taajuusmuuttaja on sähkölaite, joka kytketään sähkönsyötön ja kohdelaitteen välille. Yleensä kohdelaitteena on kolmivaiheinen vaihtosähkömoottori, jonka pyörimisnopeutta, vääntömomenttia tai energiatehokkuutta halutaan säätää. Pyörimisnopeuden ja vääntömomentin säätö tapahtuu taajuutta ja jännitettä muuttamalla. Taajuuden kasvaessa roottorin kierrosaika pienenee.

Pyörimisnopeuden säädöllä saadaan parannettua prosessin toimintaa, kun esimerkiksi pumppausmääriä voidaan kontrolloida. Pumppujen energiatehokkuus myös kasvaa, kun pumpattavan tavarahan vähentyessä pumppua ei tarvitse sammuttaa, vaan laskemalla pyörimisnopeutta pumpattavan tavarahan määrän suhteen saadaan aikaan jatkuva käyttö. Muita taajuusmuuttajakäytön etuja ovat pehmeäkäynnistys, korkea automaatioaste ja säädettävät kiihdytys- ja hidastusajat. (8.)

Työssä vaahdotuskoneen moottori on taajuusmuuttajakäyttöinen. Taajuusmuuttajalla ohjataan vaahdotuskoneen roottorin pyörimisnopeutta. Tärkein rooli taajuusmuuttajalla on kuitenkin toimia pehmokäynnistimenä, jolla saadaan käynnistys rampitettua. Rampituksella ehkäistään vauriot sekä moottorissa, että kennon pohjassa olevassa roottorissa. Taajuusmuuttaja kuuluu Vaconin NXC-tuotesarjaan, joka on suunniteltu suuritehoisille käytöille. Taajuusmuuttajan ja moottorin väliin on lisätty vielä  $dU/dt$ -suodin, jonka tarkoituksena on vähentää vaihe- ja verkkojännitevaihteluja, yhteismuotoisia virtoja ja laakerivirtoja.

Automaationäkökulmasta on tärkeää, että taajuusmuuttajaa voidaan ohjata ja valvoa monipuolisesti. Tämä mahdollistettiin sillä, että taajuusmuuttaja liitettiin Profibus DP-väylään, joka on yhdistetty laitoksen automaatiojärjestelmään. Väyläteknologiaa hyväksikäyttäen moottori voidaan käynnistää, sammuttaa ja säätää sen pyörimisnopeutta valvomosta käsin. Taajuusmuuttajan ohjausosa koostuu ohjauskortista ja siihen kiinnitettävistä lisäkorteista. Lisäkortit on jaoteltu perus- ja laajennuskortteihin. Korttityypeille on määritelty tietyt paikat A:sta E:hen.

Karkealla jaolla alkupään korttipaikat ovat peruskortteja varten, välissä on laajennuskortit ja lopussa kommunikointikortit. Korttien yksityiskohtaiset toiminnot ja tarkat paikat löytyvät Vaconin manuaalista.

Ennen muutosta työssä käytettävässä taajuusmuuttajassa oli kolme lisäkorttia. OPT-A1 on peruskortti, jossa on kaksi analogituloa, kuusi digitaalituloa, yksi digitaalilähtö ja analogilähtö. Tuloilla saadaan tietoa mittauksista tai koskettimien asennoista. Lähdeillä voidaan ohjata haluttuja laitteita. Yhteen digitaalituloista oli kytketty kentällä sijaitseva turvakytkin. Turvakytkimen apukoskettimen aukeaminen oli parametroinnilla linkitetty ulkoiseen vikaan. Tämä vika katkaisee syötön taajuusmuuttajalta moottorille.

OPT-AF on laajennuskortti, joka luokitellaan myös turvakortiksi. Kortissa on kaksi digitaalituloa, termistoritulo ja kolme relelähtöä. Kahta digitaalituloa käytetään yleensä hätäseis-piirissä. Termistorituloon on kytketty moottorin käämien lämpötila-anturi. Ennen muutosta AF-kortille tuleva hätäseis-piiri oli ohitettu kytkentäjohtimella. Automaatiosaneerauksen jälkeen piiri otettiin käyttöön kytkemällä vanha kaapeli oikeisiin liittimiin ja parametroimalla sen taajuusmuuttajalle.

Ennen muutosta taajuusmuuttaja oli yhteydessä Cellstationin ohjausyksikköön Profinet-tiedonsiirtoteknologialla. Tästä johtuen taajuusmuuttajassa oli lisäkortti OPT-CP. Muutoksessa taajuusmuuttajan korttipaikasta E poistettiin OPT-CP-kortti ja sen tilalle lisättiin OPT-C5. C5-kortilla taajuusmuuttaja voitiin lisätä DP-väylään Profibus-kaapelilla ja DSUB-liittimellä. Kortin vaihto edellytti taajuusmuuttajan sähköttä käyttämistä. Kortin parametroinnissa tuli ottaa huomioon väyläosoite, väylän tiedonsiirtonopeus ja PPO-tyyppi. Väyläosoitteeksi parametroitiin automaatiojärjestelmän laitteistomäärittämiseen ennaltaan annettu osoite, tiedonsiirtonopeudeksi 1,5 Mbaud ja PPO-tyypiksi PPO5. PPO-tyypillä (kuva 23) tarkoitetaan kommunikointiohjelmien mallia, jolla järjestelmä keskustelelee taajuusmuuttajan kanssa. PPO-tyypit eroavat toisistaan tavujen määrän ja sisällön suhteen. PPO5-tyyppi on kaikkein laajin kommunikointimalli, jolla on kaikki 28 tavua käytössä. Kahdeksan tavua parametrikentässä ja 20 prosessidatakentässä.

Parametrikenttä			Prosessidat Kenttä									
ID	IND	VALUE	CW	REF	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8
			SW	ACT	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8
PPO 1												
PPO 2												
PPO 3												
PPO 4												
PPO 5												

KUVA 23. PPO-tyypit

Vaconin sovellukset on jaoteltu seitsemään osaan, joita ovat perussovellus, vakiosovellus, paikalliskauko-ohjaus, vakionopeussovellus, PID-säätösovellus, erikoiskäyttösovellus ja pumpun ja puhaltimen automatiikkasovellus. Työssä käytettävässä taajuusmuuttajassa on erikoiskäyttösovellus. Erikoiskäyttösovellus eroaa muista sovelluksista erityisesti parametroidin ja slave-master-seurannan osalla. Erikoiskäyttösovelluksessa on myös mahdollista yhdistää kenttäväylätieto mihin tahansa parametriin ja joihinkin valvonta-arvoihin.

TCe500:n vaahdotuskoneen taajuusmuuttajan moottorin, digitaalitulon kolme ja AF-kortin parametrit muutettiin käyttöön soveltuviksi (7).

## 2.4 Instrumentit

Instrumenteilla tarkoitetaan kentällä sijaitsevia mittalaitteita, jotka yleensä koostuvat anturi- ja lähetinosasta. Lähetin toimii muuntimena, joka skaalaa ja muuntaa anturilta saadun analogiamittausarvon haluttuun muotoon. Lähettimen ja järjestelmän pään parametroidin yhdenmukaisuus on tärkeää. Muussa tapauksessa mittaustulos vääristyy. (2.)

### 2.4.1 Pinnanmittaus

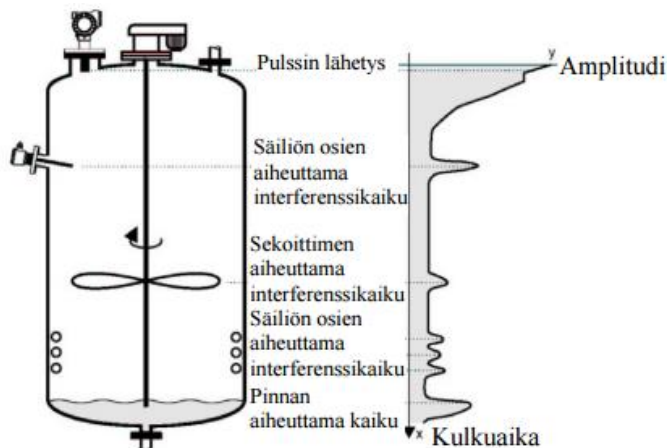
TCe500:n pinnanmittausanturina on Endress & Hauserin valmistama Prosonic M FMU40-ARB2A2. Anturi käyttää mittauksessa ultraääniteknologiaa. Ultraääniteknologia perustuu anturin lähettämän ultraäänisignaalin kaiun vasteaikaan ja amplitudiin. Vasteaika antaa etäisyyden mitattavasta kohteesta ja amplitudi kertoo kaiun vahvuuden. Ultraäänisignaalin käytössä on otettava huomioon interferenssikaiut, eli häiriökaiut, jotka voivat johtua mitattavan säiliön eri mekaanisista osista ja heijastuksista. Näitä interferenssikaikuja voidaan analysoida verhoikäyrän avulla.

Kuvassa 24 näkyvät interferenssikaiut voidaan suodattaa pois kartoittamalla säiliö. Osa lähettimen valmiiksi räätälöidyistä sovelluksista pitää sisällään jo osittaisen suodatuksen, mutta tyhjän säiliön kartoitus on varmin tapa saada kaikki häiriöt suodatettua. Työssä käytettävän anturin signaalinsuodatus ei ole niin tärkeää johtuen kelluke-lautasyhdistelmästä, jota käytetään apuna säiliön pintaa mitattaessa.

Ultraääniantureissa on myös otettava huomioon signaali-keilan laajuus. Verrattuna mikroaaltoteknologiaa käyttäviin tutkiin ultraäänianturin signaali-keila on laajempi. Tästä johtuen anturi on häiriöherkempi mittaushetken lähistöllä oleville interferenssikaiuille.

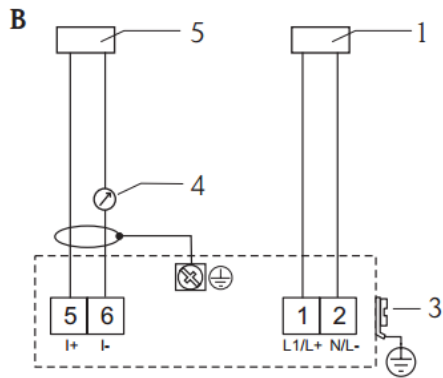
Jokaiselle lähettimelle on myös erikseen määriteltävä kuollut alue. Tämä alue kertoo minimi mittausetäisyyden. Mitattavan aineen noustessa liian lähelle mittapäätä anturi menee vikatilaan. Kriittisissä kohteissa lähettimen vikatila voidaan ohjelmoida näyttämään haluttua arvoa. Tällä tavoin voidaan estää esimerkiksi pumppujen sammuminen anturin likaantuessa.

Työssä käytettävä lähetin on analoginen nelijohdin-instrumentti, eli se tarvitsee erillisen jännitteensyötön signaalijohtimien lisäksi (2).



KUVA 24. Verhokäyrä (19.)

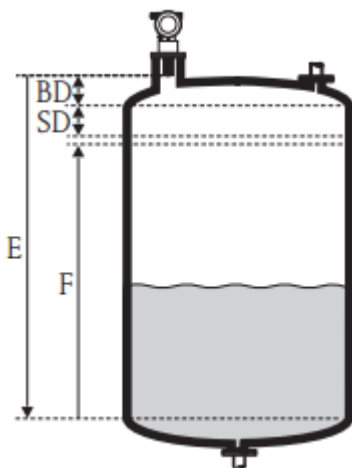
Kuvan 25 mukaisesti liittimiin 1 ja 2 kytetään jännitteensyöttö. Liittimiin 5 ja 6 signaalijohtimet. Kaikki johtimet on kytketty toisesta päästä Siemensin I/O-kortille. Kortille kytkettäessä tulee ottaa huomioon analogiakortin tyyppi.



KUVA 25. FMU40-lähettimen kytkentä (19.)

Pintalähettimen parametointi tehtiin lähettimeen liitettävällä näyttölaitteella. Parametointi piti sisällään säiliön muotoon, mitattavan aineen ominaisuuksiin ja säiliön pinnan alueeseen liittyviä valintoja. Endress & Hauserin pinnanmittauslähettimiä parametroidessa tulee ottaa huomioon tyhjän ja täyden säiliön mittaustavat. Toisin kuin monissa muissa pintalähettimissä täyden säiliön etäisyys lasketaan alhaalta ylöspäin.

Kuvassa 26 F tarkoittaa täyden säiliön etäisyyttä ja E taas tyhjän. Mitta-alue on skaalattu 4–20 mA alueelle. Pinnan ja virran suhde on lineaarinen. Työn lähettimelle ei määritetty pinnan hälytys- tai varoitusrajoja. Hälytykset ja varoitukset tehtiin ohjelmaan. Pinnanmittaus kuuluu DART-venttiilien kanssa samaan LIC812-säätöpiiriin.



KUVA 26. FMU40-lähettimen kalibrointi (19.)

## 2.4.2 EIT-pinnanmittaus

EIT-pinnanmittaus (kuva 27) on osa toimittajan ACT-järjestelmää. EIT-pinnanmittauksen tarkoitus on mitata tankin pinnan päällä olevan vaahdon paksuutta. Pinnanmittaus hyödyntää sähköistä impedanssitomografiatekniikka, joka tarkoittaa mittausanturin ympärillä olevan aineen johtavuuden mittaamista eri kohdilta anturin runkoa. (5.)



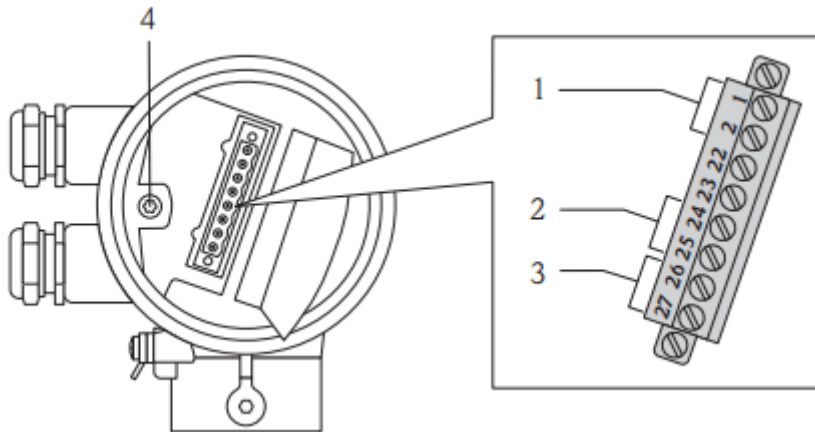
KUVA 27. EIT-pinnanmittaus (5.)

## 2.4.3 Ilmamääränmittaus

Työssä ilmamäärän mittaukseen käytettiin Endress & Hauserin Proline T-mass B150-mittalaitetta. T-mass on analoginen nelijohdininstrumentti, jonka toiminta perustuu kahteen lämmitettyyn PT-100-lämpötila-anturiin. Ilman virratessa PT-100-anturien läpi ne jäähtyvät. Anturien lämmitin pyrkii pitämään anturien lämpötilan kokoajan samana. Suuremmalla ilmamäärällä lämmitystä tarvitaan enemmän, mikä näkyy lämmittimen virrankulutuksessa. Virrankulutuksesta voidaan laskea anturien läpäisevän ilman määrän.

Kuvan 28 liittimille 1 kytetään jännitteensyöttö ja liittimille 3 analogiasignaali. Työssä käytettävä mittalaite oli parametroitu linjan paineilmaan sopivaksi. Asteikko on rajattu 0—60 Nm<sup>3</sup>/min arvoille. Anturista lähtevä analogisignaali on 4—20 mA on ilmamäärän suhteen lineaarinen. Mittalaite kuuluu ilmavirtausta säätävän perhosventtiilin kanssa samaan FIC810-säätöpiiriin. (15.)





KUVA 28. T-mass B150:n kytkentä (15.)

#### 2.4.4 Painemittaus

Öljyn painemittauksessa käytettiin Hydacin valmistamaa paineanturia (kuva 29). Anturin malli on HDA4316-A-0016-000-F1. Mittalaitte ei tarvitse erillistä jännitteensyöttöä, joten se käyttää kaksijohdinkytettä. Mittalaitte sisältää lähettimen, joka on kytketty etä-I/O:n analogiakortille. Paineanturin toiminta perustuu sisäisiin venymäliuskoihin, joiden resistanssia mitataan. Paineen kasvaessa liuskat rutistuvat kasaan ja resistanssi muuttuu. Resistanssin muutoksesta voidaan laskea paine. Työssä käytettävän paineanturin mittausalue on 0—16 baria. (16.)



KUVA 29. Hydac-paineanturi (16.)

#### 2.4.5 Lämpötilanmittaus

Työssä käytettiin kolmea PT-100-tyyppistä anturia. PT-100:n toiminta perustuu lineaariseen resistanssin muutokseen suhteessa sen ulkoiseen lämpötilaan.

Työssä käytettävä vaihdelaatikon öljyn lämpötila-anturi oli varustettu kappaleessa 3.4.5 esitellyllä mA-lähettimellä. Tämän ansiosta se voitiin kytkeä suoraan etä-I/O:n analogiakortille. Kahdessa moottorin laakerinlämpöä mittaavassa anturissa näitä lähettämiä ei ollut, joten välikoteloon lisättiin kaksikanavainen mA-lähetin. Lähetin kytkettiin etä-I/O:n analogiakortille.

Lähettimet tukevat HART-protokollaa, joten niiden parametointi suoritettiin Beamex (MC6) prosessikalibraattorilla. Anturien mittausalueeksi määritettiin 0—200 °C.

## **2.5 Tiedonsiirto**

Tiedonsiirrolla tarkoitetaan kahden laitteen välistä kommunikointia ja siihen liittyvää teknologiaa. Työssä laitteiden ja järjestelmän väliseen tiedonsiirtoon käytettiin viittä eri tiedonsiirtotapaa. DP-väylä ja valokuitu yhdistävät etä-I/O-kaapin laitoksen logiikkaan. PA-väylää ja analogista tiedonsiirtoa käytetään etä-I/O:n ja kenttälaitteiden välillä.

### **2.5.1 Profibus DP**

Profibus-protokolla on avoin digitaalinen kenttäväylästandardi, jota käytetään yleisesti teollisuus-, prosessi- ja rakennusautomaatiossa. Profibus-protokolla käyttää OSI-mallia.

Kuvan 30 mukaisesti Profibus DP käyttää mallin ensimmäistä, toista ja seitsemättä kerrosta. OSI-mallin ensimmäinen kerros ottaa kantaa fyysiseen tiedonsiirtoteknologiaan, jota Profibus DP käyttää. Vaihtoehtoja ovat RS485, MBP, valokuitu tai langaton tiedonsiirto. Toinen kerros kattaa Profibus DP:n tiedonsiirtomuodot. Protokollalla on käytössä kolme eri tiedonsiirtomuotoa: master-master, master-slave ja slave-slave. Nämä tiedonsiirtomuodot käyttävät myös nimiä DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. Mastereilla tarkoitetaan isäntälaitteita, jotka määrittävät väylällä kulkevan tietoliikenteen. Masterit voivat lähettää viestejä ilman ulkoista pyyntöä. Seitsemäs kerros määrittelee käytettävän tiedonsiirtoprotokollan ohjelman ja väylän välillä. (3.)

User program		Application profiles	
7	Application Layer	PROFIBUS DP Protocol (DP-V0, DP-V1, DP-V2)	
6	Presentation Layer.	Not used	
5	Session Layer		
4	Transport Layer		
3	Network Layer		
2	Data link Layer	Fieldbus Data Link (FDL): Master Slave principle Token principle	
1	Physical Layer	Transmission technology	
OSI Layer Model		OSI implementation at PROFIBUS	

KUVA 30. Profibus OSI-malli (3.)

Profibus DP:n tiedonsiirto perustuu sanomakehykseen. Taulukon 1 sanomakehyksen alussa on alkuerotin, jonka avulla väylässä kulkevat viestit voidaan erottaa toisistaan.

TAULUKKO 1 Profibus DP sanomakehys (17.)

Lyhenne	SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU	FCS	ED
Pituus (tavua)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1-244	1	1

Sanomakehyksen sisäistäminen on tärkeää väyläliikenteen analysoinnin kannalta. Väyläliikenteen analysointiin käytetään yleensä Profitrace-työkalua. Profitracella voidaan suodattaa väylässä kulkevia viestejä halutuilla ehdoilla. Viestien tunnistamiseksi täytyy tietää sanomakehyksen osat, jotka on listattu taulukkoon 2.

Laitoksella käytettävä Profibus DP-väylä on rakennettu käyttäen väylämallin topologiaa. Muita vaihtoehtoja ovat rengas ja tähti. Väylä- ja tähtimallin rakenteissa on otettava huomioon pääte- ja etuvastusten käyttö. Päätevastusten tarkoituksena on estää erilaiset virheet ja heijastukset väylässä. Liiteen 35 yhteyskaaviosta näkyy DP-väylän rakenne, jossa on myös kaappi, jonka etä-I/O:lle TCe500:n ohjaukset kytketään.

Työssä vaahdotuskoneen taajuusmuuttaja yhdistetään myös DP-väylään. Väylään yhdistämisessä tulee ottaa huomioon laitteen osoite. DP-väylän osoitevaraus on rajattu 1—125 välille. 126 on vapaasti käytössä oleva osoite, jota väylä ei noteeraa. Osoite on yleensä laitteilla oletuksena. (3.)

TAULUKKO 2 Sanomakehyksen lyhenteen (17.)

SD	<b>S</b> tart <b>D</b> elimiter, alkuerotin
LE	<b>L</b> ength, datan pituus
LEr	<b>L</b> ength repetition, siirrettävän datan pituus toistettuna
DA	<b>D</b> estination <b>A</b> ddress, kohteen osoite
SA	<b>S</b> ource <b>A</b> ddress, lähettäjän osoite
FC	<b>F</b> unction <b>C</b> ode, toimintakoodi
DSAP	<b>D</b> estination <b>S</b> ervice <b>A</b> ccess <b>P</b> oint, kohteen portti
SSAP	<b>S</b> ource <b>S</b> ervice <b>A</b> ccess <b>P</b> oint, lähettäjän portti
DU	<b>D</b> ata <b>U</b> nit, datakenttä
FCS	<b>F</b> rame <b>C</b> hecking <b>S</b> equence, kehyksen tarkistussekvenssi
ED	<b>E</b> nd <b>D</b> elimitier, lopetuserotin

Taajuusmuuttajan liittäminen DP-väylään edellyttää väylän katkaisemista liitoskohtaa edeltävältä laitteelta. Väylän katkaisu tapahtuu kytkemällä päätevastus päälle kyseiselle laitteelle. Tämä tapahtuu väyläliittimessä olevalla dip-kytkimellä. Dip-kytkin voidaan nähdä kuvassa 31 liittimen oranssina osana. Kun liitoskohdan laite on irrotettu väylästä, voidaan liitin purkaa ja kytkeä haluttu väyläkaapeli toisen tilalle. Väyläkaapelin kuoriminen täytyy tehdä oikeaoppisesti. Helpoin tapa on käyttää tehtävään tarkoitettua kuorintatyökalua, jonka avulla kaapelista saa aina sopivan mittaisen tarvittavalla maadoituksella. Suurinosa väylävioista johtuu vääränlaisista maadoituksista, kytkennöistä tai päätevastuksen käytöstä.

Työssä taajuusmuuttaja lisättiin väylän loppuun, joten väylän viimeistä edeltävälle laitteelle kytkettiin päätevastus päälle. Tämän jälkeen kaapeliluettelon mukaisesti kaapeloidut DP-väylät olivat valmiita kuorittaviksi ja kytkettäviksi. Taajuusmuuttajan edeltävän laitteen liitin purettiin ja liittimestä lähtevä johto irrotettiin. Tilalle kytkettiin taajuusmuuttajalle menevä väyläkaapeli. Taajuusmuuttajalle tarvittiin kokonaan uusi liitin. Tähän liittimeen kytkettiin edeltävältä laitteelta tuleva DP-kaapeli ja taajuusmuuttajalta aktiiviselle päätevastukselle lähtevä. DP-kaapeli kuorittiin ja kytkettiin päätevastukselle myös. Kytkentä- ja osoitetarkistuksen jälkeen alussa laitettu päätevastus voitiin ottaa pois päältä. Ennen väylämuutosta ja varsinkin sen jälkeen olisi hyvä mitata laitteiden jännitetasot ja tarkistaa signaali muodot Profitrace-työkalulla. Tarkistus edellyttää selkäläittimiä laitteilla. Repeaterin päästä mitattaessa laitekohtaiset jännitetasot eivät pidä paikkaansa.



KUVA 31. Siemens Profibus DP kuorintatyökalu ja D-liitin

## 2.5.2 Profibus PA

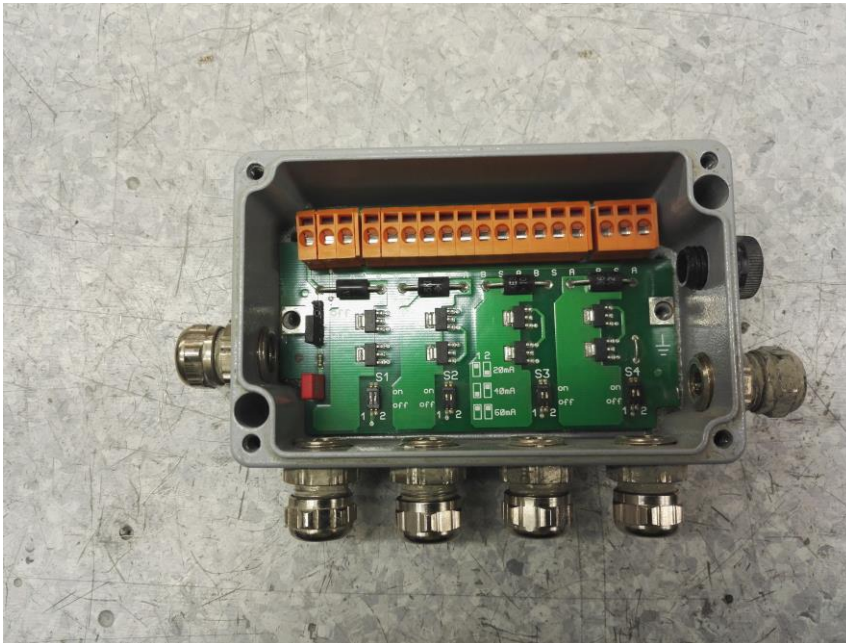
Profibus PA (Prosessiautomaatio) on suunniteltu erityisesti prosessiautomaation tarpeisiin ja se on kehitetty vuonna 1996. Väylä on yleensä kytketty Profibus DP -kenttäväylän alle. Kytkentä tehdään muuntimella joko DP/PA-couplerilla tai DP/PA-linkillä. Profibus PA:n avulla voi yhteen yhteiseen väylään liittää antureita ja toimilaitteita sekä luonnostaan vaarattomia laitteita räjähdysvaarallisille alueille. Väylä yhdistää toimilaitteiden ja prosessin ohjauslaitteiden toiminnot, esimerkiksi paineen, lämpötilan, virtauksen ja tason mittaukset. Profibus PA siirtää tietoa ja syöttövirran (max 60 mA) väylää pitkin käyttämällä kansainvälisen IEC1158-2-standardin mukaista kaksilankatekniikkaa. Profibus PA-tiedonsiirto tapahtuu synkronisella Manchester-koodauksella (MBP), jonka nopeus on kiinteä 31,25 kbit/s. Profibus PA:n käytettävissä olevat topologiat ovat puu, rengas tai tähti. Väylän yhden segmentin pituus voi olla maksimissaan 1 900 m. Yhdessä väylässä voi teoriassa olla 126 laitetta maksimissaan ja yhdessä segmentissä 32 laitetta, mukaan luettuna kaikki väyläasemat. Laitemäärään vaikuttavat teho ja kaapelin pituus. (17.)

Laitoksen järjestelmässä käytetään DP/PA-muunninta, joka on Siemensin moduulilevyn kautta yhteydessä DP-linkkiin. Tällä tavoin coupleri ei tarvitse omaa osoitetta, vaan käyttää samaa

osoitetta linkin kanssa. Laitoksen PA-väylän jakaminen tapahtuu väylähaaroittimilla. Tämän jakotyylin myötä laitoksen PA-väylät käyttävät väylätopologiaa.

Kuvassa 32 on nelipiippuinen väylähaaroitin. Haaroitin sisältää päätevastuskytkimen ja neljä paria dip-kytkimiä, joilla määritellään virransyöttö laitteille. Osa PA-laitteista tarvitsee suuremman virransyötön ja se toteutetaan dypeillä. PA-väylä tarvitsee myös etu- ja päätevastuksen.

Työssä käytettiin kuvan 32 mallista väylähaaroitinta, johon kytkettiin kaikkien venttiilien asennoittimet. Kaikkien kytkettävien laitteiden virransyöttö oli rajoitettu 20 mA:in. Kaapeloinnissa tuli ottaa huomioon väyläsegmentin maksimipituus 1900 m (17).



KUVA 32. PA-väylän haaroitin

### 2.5.3 Valokuitu

Valokuitu on ohut, lasista tai muovista vedetty kuitu, joka johtaa valoa. Valon taajuus on satoja terahertsejä ja tietoliikenteessä moduloidulla LED- tai laservalolla voidaan lähettää tietoa suurella nopeudella.

Kuituja on kahdenlaisia, yksimuotoisia (Singlemode) ja monimuotoisia (Multimode). Yksimuotoinen kuitu on huomattavasti monimuotokuitua ohuempi (5—10  $\mu\text{m}$  vs 50—70  $\mu\text{m}$ ). Myös valossa ja

samalla tiedonsiirtotekniikassa on eroja. Yksimuotoisessa kuidussa valo heijastuu lähes suoraan päästä päähän, kun taas monimuotoisessa valo matkaa heijastumalla ja taittumalla lasikuoresta. Tästä johtuen yksimuotoisella kuidulla tiedonsiirtomatkat ja nopeudet ovat huomattavasti pitempiä.

Laitoksessa valokuitua käytetään Profibus DP-kaapelin sijasta pitkillä matkoilla. Laitoksessa käytetään molempien mallisia kuituja. Kuitumuuntajina käytetään Siemensin OLM-tyyppisiä laitteita. OLM (kuva 33) muuntaa valokuidun RS485-tiedonsiirtoteknologiaan soveltuvaan muotoon. Valokuidun etuja verrattuna DP-kaapelointiin ovat häiriönsietokyky, tiedonsiirtonopeus ja pitkien välimatkojen mahdollistaminen.

OLMin valinnassa ja konfiguroinnissa tulee myös ottaa huomioon valokuidun tyyppi. OLMin konfigurointi tapahtuu dip-kytkimillä. OLM ei vaadi erillistä osoitetta väylässä, mutta OLMin ollessa väylän ensimmäinen laite tulee muistaa etuvastus laittaa päälle.

3310CPL02-kaapin sisällä oleva Siemensin DP-linkki on yhteydessä logiikkaan OLMien ja valokuidun kautta.



KUVA 33. Siemens OLM-G1400

#### 2.5.4 Jännite- ja virtaviesti

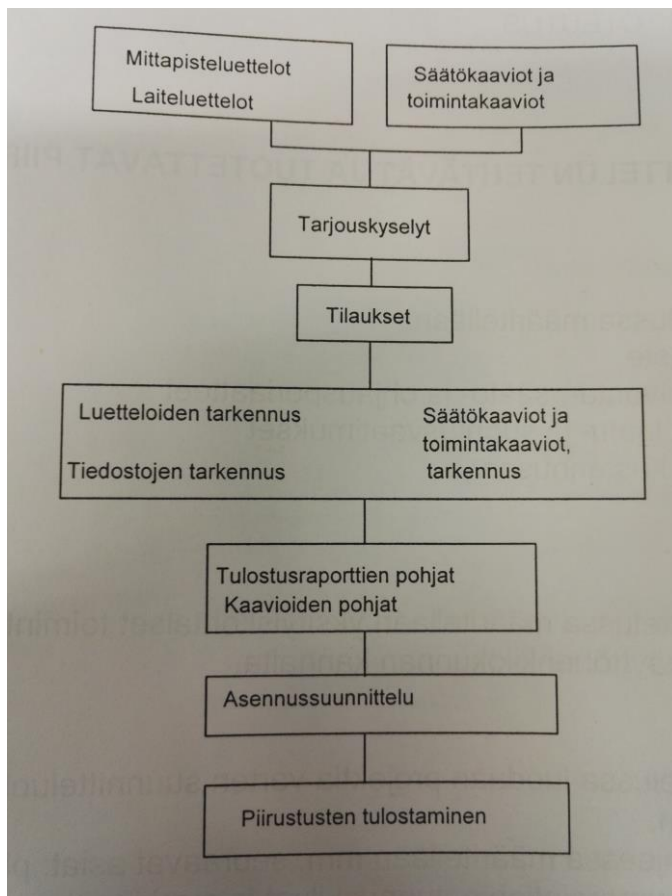
Jännite- ja virtaviestit ovat yleisin ja vanhin tiedonsiirtomuoto automaatioissa. Kumpikin viestiluokka jakautuu tuleviin ja lähteviin signaaleihin. Työn tapauksessa jännite- ja virtaviestejä ohjataan Siemensin S7-400 I/O-korttien ja logiikan avulla. Virta- ja jänniteviestien osalta kortit on jaettu kahteen kategoriaan tulojen ja lähtöjen mukaan. DI-kortti (Digital Input) on digitaalitulokortti, joka seuraa kanavan jännitetasoa. Kanavalle syötettävän jännitteen tulee olla 24 V. DO-kortti (Digital Output) on digitaalilähtökortti, jonka kanavan jännitteensyöttö voidaan kytkeä päälle logiikan välityksellä. Kanava syöttää yleensä 24 V jännitettä. AI-kortti (Analog Input) on analogiatulokortti, joka ottaa vastaan mitta-alueelle rajattua jännitettä tai virtaa. Tämä mitta-alue on yleensä 4—20 mA tai 0—10 V. AO-kortti (Analog Output) on analogialähtökortti, joka syöttää laitteelle yleisimmin 4—20 mA tai 0—10 V ohjaussignaalia. Signaalia käytetään yleensä laitteiden ohjaukseen. AI-kortit jakautuvat passiivisiin ja aktiivisiin. Passiivista korttia käytetään aktiivisille laitteille, jotka tarvitsevat signaalikytkennän lisäksi erillisen jännitteensyötön. Aktiiviseksi konfiguroidulla kortilla taas käyttöjännite ja signaali kulkevat samoja johtimia pitkin. Konfigurointi tapahtuu kortissa olevalla kytkimellä ja järjestelmän laitteistomäärittämisessä tehtävällä moduulin konfiguroinnilla.

Työssä käytettiin molempia, aktiivista ja passiivista AI-korttia. AI-korteille signaali tuotiin 4—20 mA muodossa. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan venttiilien asennoittimet oli tarkoitus jättää analogiaohjatuiksi, joten etä-I/O:lle johdotettiin ja lisättiin yksi AO-kortti. Korttia ei kuitenkaan tarvittu, koska asennoittimet päätettiin liittää PA-väylään. Vaihdelaatikon öljynlämmittimet ja jäädytint vaativat digitaalikortteja. Laitteiden ohjaukset toteutettiin sähkötilan I/O-kaapissa olevalla DO-kortilla. Tilatiedot johdotettiin DI-kortille. (2.)



### 3 ESISUUNNITTELU

Esisuunnittelu oli työn tärkein ja aikaa vievin osuus. Siihen sisältyi projektiin tutustuminen, lähtötietojen kerääminen, lähtötietojen todentaminen kentällä, muutoksen toteutustavan suunnittelu, I/O- ja laitelistauksien tekeminen. Esisuunnitteluvaiheessa myös käytiin läpi projektin aikataulua ja vaiheita. Kuvassa 34 on esimerkki projektin suunnittelumallista.



KUVA 34. Toteutussuunnittelun eteneminen (2, s. 229.)

Työ aloitettiin lähtötietojen läpi käymisellä. Lähtötietoihin kuuluivat dokumentit järjestelmän sähköistyksestä ja laitetoimittajan oma kuvaus laitteen toiminnasta. Lähtötietojen pohjalta tehtiin kenttäkierros, jonka tarkoituksena oli tarkastaa dokumenttien paikkansapitävyys. Kenttäkierroksella yksi huomattava asia oli sähkönjakelun ja kohteen välinen etäisyys. Kaapelien pituudet olivat yli 300 m:iä. Muuta kentällä huomioitavaa oli, että osa laitetoimittajan listaamista laitteista ei ollut enää käytössä ja mittausten osalta johdotuksissa oli eroja dokumentteihin nähden.

Kenttäkierroksen pohjalta alettiin suunnittelemaan projektin toteutustapaa. Ensimmäisenä oli huomioitava, että muutoksia piti tehdä kahdessa sijainnissa, kentällä ja sähkötilassa. Sähkötilassa tehtäviin muutoksiin kuului tuulettimen ja lämmittimien ohjauksien johdotus sähkötilassa sijaitsevaan I/O-kaappiin ja taajuusmuuttajan kytkeminen väylään. Kentällä vaihtoehtoina oli joko lisätä ja johdottaa I/O-kaappi tankin päälle tai lisätä kytkentäkotelo johon vedettäisiin runkokaapeli alakerran I/O-kaapilta. Työn suunnittelua alettiin toteuttamaan jälkimmäisellä vaihtoehdolla.

### **3.1 I/O**

I/O-lyhenne tulee englannin kielisistä sanoista input ja output, joilla tarkoitetaan tuloja ja lähtöjä. Tulot ovat järjestelmään tuotavia tietoja ja lähtöjä taas käytetään laitteiden ohjaamiseen. I/O-korteille kytketyt tulot ja lähdöt ovat jännite- ja virtaviestejä tässä työssä.

Työn alussa oli tärkeää saada tietoon tankin ohjaukseen ja tarkkailuun liittyvät I/O:t. I/O-määrittelyyn kuului selvittää laitteen tyyppi, kytkentä, vapaa kanava ja sen järjestelmän pään osoite. Vapaat kanavat käytiin alustavasti kentällä tarkistamassa. Kenttäkierroksen jälkeen varmistettiin järjestelmästä, ettei kyseisille kanaville ole varauksia. Laitteiden positiot, tyypit, sijainnit, kytkentäkortit, kytkentäkanavat, kanavien osoitteet ja lisätiedot laitteista taulukoihiin Excelliin. Tätä taulukkoa käytettiin apuna ohjelmoinnissa yhdessä PI-kaavion ja toiminnankuvausten kanssa. I/O-lista löytyy liitteestä 2.

### **3.2 Positointi**

Positoinnin avulla pyritään yksilöimään laitoksen laitteistoa. Yksilöimisellä tarkoitetaan laitteiden ja johtojen nimeämistä yksilöllisellä, mutta mahdollisimman informatiivisella tavalla. Laitteen positiot tulisi määrittellä jo I/O-listauksen yhteydessä, jota käytetään myös PI-kaavioiden suunnitteluun. Positoinnissa käytettiin standardoituja kirjainyhdistelmiä yhdistettynä alueen numeroon ja laitteen yksilölliseen numeroon.

Esimerkki laitoksessa käytettävästä positioinnista: 3110LIT001. 3110 kertoo alueen. LIT kertoo, että laite on pinnanmittausanturi lähettimellä. 001 on laitteen yksilöllinen numero. Yksilöllinen numero takaa sen, että alueelle voidaan sijoittaa useita samanlaisia laitteita, mutta ne voidaan erotella toisistaan. Kaapeloinnissa käytetään samaa positiointitapaa, mutta tunnuksen loppuun

lisätään –WXXX ilmaisemaan kaapelinumeroa. Tämä mahdollistaa sen, että saman laitteen kaikki kaapelit voidaan yksilöidä. Laitoksessa kaapeleiden numeroinnille on asetettu tiettyjä standardeja. –W01—100 on varattu jännitteensyöttöä varten ja –W101—200 I/O-kaapelointiin. Tällä tapaa kaapelin numerokin kertoo jo sen tyypin.

Työssä Cellstationin kaapeloinnin siirron yhteydessä muutettiin kaapelien positiot laitoksen positiointityyliä vastaavaksi. Kaapelipositiot päivitettiin kaikkiin kuviin. Muutoksella saatiin yksinkertaistettua kaapelien käyttötarkoituksen tai kohteen selvitystä sekä parannettua vianmääritystä ja järjestelmällisyyttä. Posiointin muutokset käyvät ilmi piiri- ja johdotuskaavioista.

## 4 PERUSSUUNNITTELU

Esisuunnittelun tietojen pohjalta siirryttiin perussuunnitteluvaiheeseen, johon sisältyi kaapeliluettelointi, toiminnankuvausten laatiminen ohjelmointia varten, käyttöönoton alustava suunnittelu, kytkentöjen ohjeistuksen suunnittelu, kuvien päivitys ja muu dokumentointi.

Dokumentoinnin muutokset ja uusien kuvien piirto oli yksi ajallisesti suurimmista töistä. Sähköistykseen liittyviin kuviin oli valmiit dwg-pohjat, joihin muutokset oli helppo toteuttaa. Muutoksien teko vaati piirikaavioiden sisäistämistä. Osaan johdotuskaavioista oli valmiit pohjat, mutta uuden kytkentäkotelon kuvien piirto tehtiin kokonaan alusta. Taajuusmuuttaja lisättiin samaan väylään, jossa oli jo ennestään vaahdotuksen syötteeseen liittyviä laitteita. Muutokset päivitettiin väyläkaavioon. Moottoripiirikaavio, johon sisältyi myös taajuusmuuttajakytkennät, tuli muutoksia kommunikaatiokorttiin hätäseis- ja käyttöpainikkeiden johdotuksiin.

Suunnitteluvaiheen edetessä päätimme työn toimeksiantajan kanssa vaihtaa kentällä olevat analogia-asennoittimet PA-tiedonsiirtoa tukeviksi. Tällä tapaa tankin asennoittimet olivat yhdenmukaiset muihin kennoihin nähden. Metson asennoittimet päätettiin korvata Siemensin Siparteilla, joita käytetään laitoksen muidenkin DART-venttiilien ohjaukseen. PA-muutoksen takia tankin päälle piti myös kaapeloida PA-väylä. Kaikkia kaapelointeja varten tehtiin kaapeliluettelo, joka löytyy liitteestä 1.

Käyttöönottoa varten laadittiin suunnitelma, joka sisälsi käyttöönotossa testattavat laitteet ja ohjelmat. Käyttöönotossa oli mukana myös laitetoimittajan edustaja. Tankin käyttöasteen vuoksi ainoa mahdollisuus työn suoritukseen oli seisokissa. Tästä johtuen kaikki kytkennät ja testaukset tuli suorittaa määräajan puitteissa. Seisokkia varten suunniteltiin valmistelut, joiden avulla ajankulutusta saatiin pienennettyä. Seisokkia varten laadittiin myös ohjeistus kytkennöistä. Ohjeistuksen tarkoituksena oli selkeyttää urakoitsijoiden työtä. Seisokkiaamuna pidettiin myös lyhyt ohjeistuspalaveri.

Suunnittelussa käytettiin apuna CADS-ohjelmistoa, joka mahdollisti dokumenttien luonnin ja päivityksen.

Työn yhtenä olennaisena osana oli vaahdotustankin dokumentoinnin päivitys. Dokumentoinnin päivityksellä taataan työkalut tulevaisuuden muutoksille ja vianmääritykselle. Dokumentoinnin ajantasaisuuden avulla jokainen sähkötöitä tekevä pystyy työskentelemään tehokkaammin, kun kaapelit löytyvät dokumenteista. Työturvallisuus-näkökulmastakin on tärkeää, että kaapelit voidaan tunnistaa kuvien perusteella. Tällä tapaa tiedetään mitä kaapeleita menee minnekin ja niiden sisältämät jännitteet.

Sähkökuvat antavat myös paremman kuvan kokonaisuudesta verrattuna kentällä tehtävään selvitystyöhön, joka on yleensä aikaa vievää ja haastavaa.

#### **4.1 Johdotuskaaviot**

Johdotuskaavio on yksinkertaistettu piirrosmalli piirikaaviosta. Johdotuskaavio kertoo lukijalle kaapelin lähtöpään, kohteen, mahdollisen kytkentärasian välillä, kytkettyjen johtimien liitinnumerot, kaapelin position, kaapelin tyyppin ja mallin.

Kaivoksen dokumenttitietokannassa jokaisesta etä-I/O:n kortista on tehty erillinen johdotuskaavio. Näitä dokumentteja käytettiin hyväksi I/O-määrityksen yhteydessä. Työn edetessä kyseisiin dokumentteihin tehtiin lisäykset Cellstationista siirrettäville laitteille. Liitteissä 17 ja 18 on etä-I/O:n analogiakorttien johdotuskaaviot. Liitteiden korteille lisättiin kaikki työn mittalaitteet. Johdotuskaaviosta voidaan myös nähdä tankin päällä sijaitseva välilotelo, jolle runkokaapeli kyseisiltä korteilta lähtee. 3310MBE01 kotelolle tehtiin kokonaan uudet johdotuskaaviot, jotka ovat liitteissä 30, 31, 32 ja 33.

#### **4.2 Piirikaaviot**

Piirikaavio on virtapiirin graafinen esitysmuoto. Jokaisesta sähkölaitteesta on yleensä olemassa piirikaavio. Piirikaavio käyttää standardoituja ja yksinkertaistettuja piirrosmerkkejä kuvaamaan eri sähkökomponentteja. Piirikaavio pitää sisällään johdotuskaavion tiedot, mutta se myös ottaa kantaa komponenttien ja johtojen fyysiseen sijaintiin. Tällä tapaa johdon seuraaminen muuttuu huomattavasti tarkemmaksi. Piirikaaviot on yleensä järjestelty sähkön virtauksen mukaan vasemmalta oikealle tai ylhäältä alaspäin. Piirikaavioissa on yleensä eroteltu päävirta- ja ohjausvirtapiirit. Päävirtapiiri kertoo komponentit ja johdot, joita kautta virta kulkee laitteelle.

Ohjausvirtapiiri taas kertoo virrankulun ohjaukseen käytettävien komponenttien läpi. Näillä komponenteilla ohjataan päävirtapiirin komponentteja.

TCe500 vaihdelaatikon öljyn jäähdyttimestä, lämmittimistä ja tankin vaahdotuskoneen moottorista oli olemassa valmiit piirikaaviot, joita muokattiin päivityksen yhteydessä. Lämmittimien piirikaaviot ovat liitteissä 27—29. Piirikaavioon muutettiin ohjauskaapelin kytkentä, positio ja I/O-kanavien tiedot. Myös kaapelin lähtöpään sijainnin aluerajaus tehtiin uudestaan. Samat toiminnot tehtiin myös öljyn jäähdyttimen piirikaavioille, joka on liitteessä 21. Öljyn jäähdyttimen alkuperäisestä piirikaaviosta löytyi myös muutama virheellinen liitintieto, jotka korjattiin päivitettyyn versioon. Vaahdotuskoneen moottorin piirikaavioon lisättiin taajuusmuuttajalle OPT-C5 -kortti ja poistettiin vanha OPT-CP -kortti. Hätä-seis-piirin kytkentöjä muutettiin vastaamaan. Paikallinen ohjauspainike lisättiin myös valmiiksi piirikaavioihin, mutta se on piilotettu tulostettavissa versioissa johtuen, että sitä ei olla otettu käyttöön vielä. Kaikkiin piirikaavioihin tehtiin revisiomerkinnot, joista nähdään tehdyt muutokset. (2.)

### **4.3 Väyläkaaviot**

Väyläkaavio on dokumentti, joka antaa kokonaiskuvan väylästä tai sen yhdestä segmentistä. Jokaiselle väylälle ja väylän segmentille tehdään yleensä oma kaavio. Kaaviosta voidaan nähdä liitettyjen laitteiden lisäksi laitteille määritetyt osoitteet, kaapeloinnin tiedot, sähkökeskusten kennotiedot, laitteiden lukumäärän ja liitintiedot.

Työssä käytettiin valmista väyläkaavio-pohjaa, joka päivitettiin ajantasalle. Liitteessä 34 on segmentin loppuun lisätty FLM250, josta väyläkaapeli –W633 lähtee aktiiviselle päätyvastukselle sähkötilan COM-kaappiin. Väyläkaavion muokkaamisen käytettiin Excel-ohjelmaa.

### **4.4 Yhteyskaavio**

Yhteyskaavion tarkoituksena on selkeyttää tiedonsiirtoväylien hahmotusta. Yhteyskaavion luomiseen ei ole yksiselitteistä standardia, vaan se tulisi tehdä muotoon, joka palvelee parhaiten käyttötarkoitusta. Yhteyskaavion yksityiskohtaisuutta ja esitysmuotoa tulisi muokata käyttötarkoituksen mukaan. Yhteyskaavion fyysinen koko kasvaa yksityiskohtaisuuden kasvaessa.

Laitoksen yhteyskaavio suunniteltiin isoon plotter-kokoon, joten siitä tehtiin mahdollisimman yksityiskohtainen. Kaaviosta käy ilmi laitoksen kaikki logiikat ja väylätologia. Väylässä olevat laitteet ja laitekokonaisuudet on kuvattu mahdollisimman tarkkaan. Työssä käytettävä CPL-kaappi on liitteessä 35, joka on leikattu osa yhteyskaaviosta. Liitteessä näkyy logiikan väylä, johon on liitetty kaikki kuparin esivaahdotukseen liittyvät laitteet. Kuvan alalaidassa näkyy myös PA-väylä, jonka lopussa on saneerausessa lisätty väylähaaroitin ja siihen liitetyt venttiilien asennoittimet osoitteineen.

#### **4.5 Piirikohtaiset toiminnankuvaukset**

Piirikohtaisten toiminnankuvausten tarkoitus on selvittää piirin toimintaan liittyviä ehtoja ja kuvailla millä tapaa piirin tulisi toimia. Toiminnankuvaus sisältää piiriin kuuluvat laitteet ja laitteille määritellyt toimintakehykset. Toiminnankuvaukset ovat välttämättömiä ohjelmaa tehtäessä.

##### **4.5.1 Pinnansäätö (3310LIC812)**

Pinnansäädön avulla vaahdotustankin pinta pyritään pitämään vaahdonpaksuuteen nähden optimaalisella tasolla. Pinnansäätö tapahtuu lukemalla pinnanmittausanturin arvoa, jonka perusteella DART-venttiilejä avataan ja suljetaan. DART-venttiilien ajotapoja on monia. Työssä käytettävässä ajotavassa venttiilillä A säädetään pintaa kunnes venttiili on 50 % auki. Jos tällä säätöalueella ei saada pintaa stabiloitumaan, vaan syötteen määrästä johtuen pinta nousee edelleen, aletaan venttiilillä B säätämään pintaa. Venttiilin B olessa 50 % auki siirrytään taas säätämään pintaa venttiilillä A. Pintaa säädetään vain yhdellä venttiilillä kerralla. Taulukossa 3 on listattuna säätöpiirin laitteet, niiden tyypit ja säätöalueet.

Operaattori voi asettaa pinnansäädön automaatille tai manuaalille. Automaatilla PID-säädin ohjaa venttiilejä pinnanmittausarvon ja operaattorin syöttämän asetusarvon perusteella. Manuaalilla operaattori määrittää itse venttiilien avautumisprosentin.

Pinnanmittaukseen liittyy vielä laitetoimittajan ACT-toimintatila, jossa säätimen asetusarvo luetaan laitetoimittajan ACT-serveriltä.

TAULUKKO 3. Pinnanmittauksen säädön I/O-signaalit

Positio	Kuvaus	Tyyppi	Säätöalue
3310LCV812A	DART-säätöventtiili	PA	0—100 %
3310LCV812B	DART-säätöventtiili	PA	0—100 %
3310LIT812	Pinnanmittaus	AI	0—100 %

Hälytyksiä ei ole linkitetty mihinkään toimintoihin, mutta ne näkyvät käyttöliittymässä säätimen otsakkeessa.

TAULUKKO 4. TCe500 pinnanmittauksen hälytykset

Tyyppi	Raja-arvo	Lisätieto
PV, H alarm	95 %	Ylärajahälytys
PV, H warning	90 %	Ylärajavaroitus
PV, L warning	10 %	Alarajavaroitus
PV, L alarm	5 %	Alarajahälytys

Pinnanmittaukseen liittyvät lukitukset on määritetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. TCe500 pinnanmittauksen lukitukset

Piiri	Kuvaus	Toiminto
3310LIC812	Vikatila	Vikatilanteessa säädin lukittuu manuaalitilaan. Ohjausarvo jäädytetään vikaa edeltäneeseen tilaan

#### 4.5.2 Ilmavirransäätö (3310FIC810)

Vaahdotusilmansäädön avulla vaahdotustankin vaahdonnopeutta pyritään optimoimaan. Ilmansäätö tapahtuu lukemalla ilmanvirtaus-anturin arvoa ja säätämällä venttiilin aukeamista sen perusteella. Vaahdonnopeutta kuvaa myös Outotecin vaahtokamera.



Operaattori voi asettaa ilmansäädön automaatile tai manuaalille. Automaatilla PID-säädin ohjaa venttiiliä ilmanvirtausarvon ja operaattorin syöttämän asetusarvon perusteella. Ilmavirranmittauksen asetusarvon yläraja on 55 Nm<sup>3</sup>/min. Tätä korkeampaa asetusarvoa ei voi säätimelle syöttää. Manuaaliltilassa operaattori pääsee itse kontrolloimaan venttiilin toimintaa. Ilmansäätöön liittyy vielä Outotecin ACT, joka syöttää säätimelle vaahdotuksen tehostamistykälujen laskemaa asetusarvoa. Ilmavirransäädön I/O-signaalit ovat listattuna taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Ilmavirransäädön I/O-signaalit

Positio	Kuvaus	Tyyppi	Säätöalue
3310FIT810	Ilmavirranmittaus	AI	0—60 Nm <sup>3</sup> /min
3310FCV810	Säätöventtiili	PA	0—100 %

Ilmavirransäätöön liittyvät lukitukset on määritelty taulukossa 7.

TAULUKKO 7. TCe500 ilmavirransäädön lukitukset

Piiri	Kuvaus	Toiminto
3310FIC810	Vikatila	Vikatilanteessa säädin lukittuu manuaaltilaan. Ohjausarvo jäädytetään vikaa edeltäneeseen tilaan

#### 4.5.3 Vaihdelaatikon öljyn lämpötilansäätö (3310TIC815)

Lämmittimet lämmittävät vaihdelaatikon öljyä. Öljyn lämpötilaa mitataan PT-100-lämpötila-anturilla, jossa on myös laitteistossa esitelty mA-lähetin. 20 °C raja-arvon saavutettua lämmittimet käynnistyvät automaattisesti. Lämmittimet pysyvät päällä, kunnes öljynlämpö saavuttaa arvon 25 °C. On hyvin epätodennäköistä, että öljynlämpö saavuttaisi 20 °C:n rajan vaahdotustankin ja sen moottorin käyttöasteesta johtuen. Käyttöasteella tarkoitetaan moottorin toteutunutta käynnissäoloaikaa suhteessa kokonaisaikaan.

Tuuletin jäädyttää vaihdelaatikon öljyä. Öljyn lämpötilaa mitataan PT-100-lämpötila-anturilla. Tuuletin käynnistyy automaattisesti, kun öljyn lämpötila ylittää 55 °C:n, ja sammuu, kun öljyn lämpötila laskee alle 50 °C:n. Vanhemman mittausdatan mukaan öljynlämpö moottorin käydessä

on 50 °C:n ja 60 °C:n välillä, joten tuuletin pysyy kokoajan päällä. Öljynlämmön käynnistys- ja hälytysrajat ovat taulukossa 9.

Käyttöliittymäpuolella valvomo-operaattori pystyy myös itse ohjaamaan lämmittimien ja tuulettimen toimintaa. Ruudulle on myös tehty kuvat laitteiden tilatiedoista. Samalle ruudulle tulevat myös turvakytin ja kennohälytykset. Listatut I/O:t ovat taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Vaihdelaatikon öljyn lämpötilan säädön I/O-signaalit

Positio	Kuvaus	Tyyppi	Arvot
3310TI815	Lämpötilamittaus	AI	0—100 °C
3310HTR201_202	Lämpövastukset 1 ja 2 päälle	DO	
3310HTR201	Lämpövastuksen käyntitieto	DI	
3310HTR202	Lämpövastuksen käyntitieto	DI	
3310HTR201_AL	Turvakytkin/MCC-hälytys	DI	
3310HTR202_AL	Turvakytkin/MCC-hälytys	DI	
3310FAN210_ON	Tuuletin päälle	DO	
3310FAN210	Tuulettimen käyntitieto	DI	
3310FAN210_AL	Turvakytkin-hälytys	DI	
3310FAN210_AL2	MCC-hälytys	DI	

TAULUKKO 9. Vaihdelaatikon öljyn lämpötilan hälytyslista

Tyyppi	Raja-arvo	Lisätieto
PV, H alarm	65 °C	Ylärajahälytys
PV, H warning	60 °C	Ylärajavaroitus
PV, H tolerance	55 °C	Tuuletin käynnistyy (-5 °C hysteresis)
PV, L tolerance	20 °C	Lämmittimet käynnistyvät (+5 °C hysteresis)
PV, L warning	15 °C	Alarajavaroitus
PV, L alarm	10 °C	Alarajahälytys

#### 4.5.4 Moottorinohjaus (3310FLM250)

Vaahdotuskoneen taajuusmuuttajaa ajetaan 0—100 % ohjauksella. Saneerauksen yhteydessä taajuusmuuttajan taajuusaluetta muutettiin, jotta moottoria ei voida ajaa nolldataajuudella vahingossa. Uudeksi taajuusalueeksi määriteltiin 20—52 Hz. Taajuusalueen muutoksen myötä 0—100 % ohjausalue muuttui. Uusi ohjausalue laskettiin ja taulukoitiin auttamaan operaattoreja ajamaan sekoitinta samalla tavoin kuin ennen muutosta.

Taajuusmuuttajan korteille tehdyt kytkennät näkyvät liitteissä 24 ja 25. Kytkeytyt tulot on ohjelmassa yhdistetty lukituslohkoihin. Lukitukset on listattu taulukkoihin 10 ja 11. Taulukossa 10 ovat lukitukset ja niiden kytkennät ohjelman lukituslohkoihin. Taulukossa 11 ovat mittauslukitusten arvot, jotka toimivat lukitusrajoina.

*TAULUKKO 10. TCe500 sekoittajan moottorin käyttöehdot ja lukitukset*

Piiri	Kuvaus	Permission	Interlock	Protection
VACON NXC	Taajuusmuuttajan tilatiedot	X	X	X
3310TI817A	Moottorin DE laakerinlämpö AH			X
3310TI817B	Moottorin NDE laakerinlämpö AH			X
3310PI815	Vaihdelaatikon öljynpaine AL			X
3310TI815	Vaihdelaatikon öljynlämpö AH/L			X
Hätäseis	AF-kortille kytketty hätäseis		X	
Turvakytkin	OPT-A1-kortille kytketty turvakytkin		X	

Lukitusarvot pysäyttävät vaahdotuskoneen moottorin, joten mittalaitteiden toiminta ja rajojen oikeaoppinen määrittäminen on ensiarvoisen tärkeää.

TAULUKKO 11. TCe500 sekoittajan moottorin lukitusarvot

Piiri	Kuvaus	Arvo
3310T1817A	Moottorin DE laakerinlämpö AH	90 °C
3310T1817B	Moottorin NDE laakerinlämpö AH	90 °C
3310P1815	Vaihdelaatikon öljynpaine AL	0,5 bar
3310T1815	Vaihdelaatikon öljynlämpö AH/L	20 °C / 60 °C

#### 4.5.5 Ohjeistus

Seisokkia varten laadittiin erillinen ohjeistus kytkentöjä varten epäselvyyksien minimoimiseksi. Ohjeistuksessa osoitettiin poistettavat ja korvaavat kaapelit. Poistettaville kaapeleille luotiin erillinen ohjeistus, millä tapaa kaapelit piti purkaa pois. Ohjeistuksista koottiin kenno- ja työkohtaisesti omat paketit, joissa oli uudet kuvat revisio-merkinnöillä ja ohjeilla. Paketti sisälsi myös vanhat kuvat tukemaan työtä. Ohjeistus käytiin läpi seisokkiaamuna urakoitsijaryhmän kanssa. Muutokset sisältävät piirikaaviot löytyvät liitteistä 21—29.

## 5 TOTEUTUS

Toteutusvaiheessa tehtiin kaikki valmistelevat toimenpiteet ennen seisokkia. Näitä toimenpiteitä olivat kaapelointi, kytkentäkotelon varustelu, kytkentäkotelon kiinnitys, laitteiden parametointi ja ohjelmointi. Tällä pyrittiin vähentämään työhön kuluva aikaa. TCe500-projekti oli yksi seisokin suurimmista töistä, joten työn vaatima aika vaikutti suoraan seisokin keston. Seisokin venyminen tietää aina suuria taloudellisia tappioita.

Työn suorittamisen varatun ajan rajoittuneisuuden vuoksi toteutus- ja käyttöönottovaiheet jouduttiin suorittamaan osittain päällekkäin.

### 5.1 Kaapelointi

Kaapelointi suoritettiin hyvissä ajoin ennen seisokkia. Kaapelointia tehtiin sähkötilassa ja TCe500:n läheisyydessä kentällä. Kaikki kaapeloinnit löytyvät kaapeliluettelosta. Kaapeloinnin suorittivat urakoitsijat, joille annettiin ohjeistus ja luettelo. Ohjeistus suoritettiin kohteissa. Tällä tapaa urakoitsijat saivat selvän kuvan tarvittavista kaapeleista ja kohteista. Kaapelit tarkastettiin vielä urakoitsijoiden kanssa.

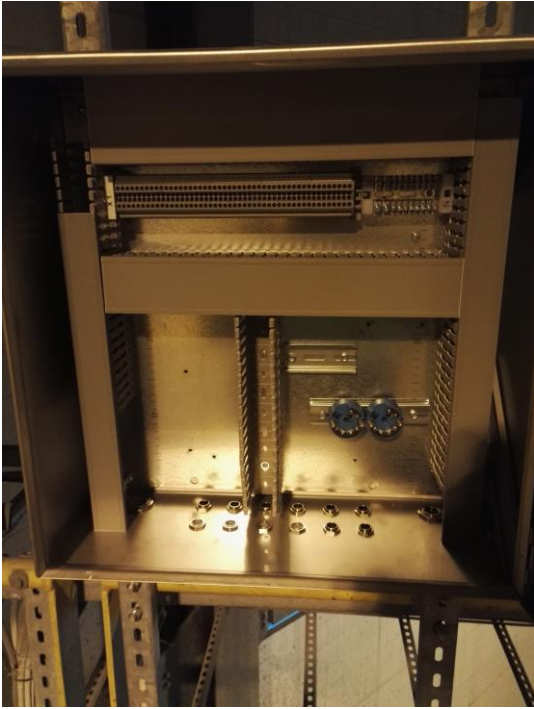
### 5.2 Kaapeliluettelo

Kaapeliluettelon tarkoituksena on auttaa kaapeloinnin suorittajaa kaapeleiden ja kohteiden hahmottamisessa ja muistamisessa. Kaapeliluettelo sisältää kaapeliposition, kaapelin lähtöpaikan, kaapelin kohdepaikan, pituuden, kaapelin käyttökohteen ja kaapelityypin. Työssä käytetty kaapeliluettelo löytyy liitteestä 1.

### 5.3 Kytkenäkotelo

Työssä käytettiin Aoboxin valmistamaa rosterikotelo, jonka sisään rakennettiin runkokaapelille ja moottorin painikkeille riviliittimet ja maadoituskisko häiriösuojausta varten. Riviliittimet sijoitettiin kahdelle määrämittaiselle DIN-kiskolle. Koteloon laitettiin myös kourut johtimia varten.

Alkuperäiseen Auboxin koteloon jouduttiin myös suurentamaan yhtä läpivientiaukkoa, jotta 24-parinen Jamak saatiin tuotua sisään. Kotelo positioitiin 3310MBE01:ksi.



*KUVA 35. 3310MBE01 sisältä*

Kotelo kiinnitettiin kahteen C-kiskoon, jotka oli kiinnitetty TCe500:n sillan kaiteisiin. Kotelosta piirrettiin vielä layout-kuva CADSillä. Kotelon kiinnitystapa näkyy kuvassa 36.



KUVA 36. 3310MBE01 Cellstationin vieressä

#### 5.4 Asennoittimet

Valmisteluihin kuului uusien asennoittimien parametointi ja toimivuuden testaus. Parametroinnissa käytettiin apuna Siemensin Sipart PS2-manuaalia, joka sisälsi konfigurointiohjeen. Konfigurointi tehtiin kuvassa 21 näkyvän Sipartin näytön ja painonappien avulla. Konfiguroinnin olisi voinut tehdä myös Siemensin PDM:llä (Process Device Manager). Työssä oli kahdenlaisia venttiilejä. Ensimmäisenä suoritettiin DART-venttiilien asennoittimien parametointi.

Asennoittimen parametroidin kannalta oli tärkeä tietää toimilaitteen tyyppi. Ensimmäisenä parametrivalikossa on YFCT, jossa määritetään toimilaitteen tyyppi. Toimilaitteen tyyppiä valittiin LWAY. Kyseinen parametri kertoo asennoittimelle, että kyseessä on lineaarinen toimilaite, joka ei tarvitse liikkeenvälittymisestä johtuvan viiveen korjausta. Liikkeenvälittymisen aiheuttama viive aiheuttaa epälineaarisuutta. LWAY-parametrin tulisi myös olla päällä, jos käytössä on erillinen toimilaitteen tilan tunnistava potentiometri, eikä käytetä Sipartin sisään rakennettua. Toinen parametri on YAGL, jonka avulla määritetään toimilaitteen iskunpituuden perusteella kääntymiskulma. Yli 35 mm:n iskunpituudella operoiville toimilaitteille tähän kohtaan parametriksi asetetaan 90°. Seuraavana parametroidaan kohta 33, jossa määritetään YE- ja YA-parametrien

vaikutus asetusarvoon ja toimilaitteen toimintaan. YE- ja YA-parametreilla rajoitetaan säätimen asetusarvoa. Parametrien vaikutus riippuu parametrin YNRM valinnasta. Kyseisellä parametrilla on tehdasasetuksena MPOS, joka rajoittaa asetusarvon suoraan YE- ja YA- arvojen välille. FLOW-arvo taas skaalaa jäljelle jäävän alueen 0—100 %. Lopuksi määritettiin vielä tärkein, eli PA-laitteen osoite. Tämä löytyy valikosta 52:na nimellä STNR.

Ilmavirransäätöön käytettävän venttiilin asennoittimen parametointi tehtiin melkein samalla tavalla, mutta koska toimilaite ei ole lineaarinen, niin ensimmäiseen parametrin kohtaan valitaan TURN. Seuraavan YFCT-parametrin arvoksi annetaan 33°, koska toimilaite ei käännä 35 mm:ä enempää. Muihin parametreihin valitaan samat arvot kuin DART-asennoittimiin. Käyttöönoton yhteydessä asennoittimet kiinnitettiin ja ajettiin kalibrointiajo. (14.)

## **5.5 mA-lähettimet**

Moottorin laakerinlämmön mittauksessa käytettävät PT-100-lämpötila-anturit kytkettiin mA-lähettimiin, koska vastusarvoja lukevaa I/O-korttia ei ollut käytettävissä.

Lähetin on malliltaan TMT182-J41BA (kuva 37). Lähetin tukee HART-kommunikointia, jonka avulla se voitiin parametroida oikealle lämpötila-alueelle. Lämpötila-anturi on kytketty lähettimen napoihin 6 ja 3. Analogiakortti on kytketty liittimiin + ja -. Lämpötila-alueeksi määritettiin 0 - 200 °C. PT-100-anturin resistanssin (mitattavan lämpötilan) muuttuessa lähetin muuntaa ja skaalaa vastustiedon 4—20 mA alueelle.





KUVA 37. 3310T1817A/B mA-lähetin

## 5.6 Ohjelmointi

Työssä yhtenä tavoitteena oli tehdä siirrettävälle laitteistolle uudet ohjelmat omaan järjestelmään. Laitoksella on käytössä Siemensin automaatiojärjestelmä. Ohjelmointiin käytettiin Siemensin Simatic STEP 7-ohjelmaa. Ohjelmointitapana käytettiin CFC:tä (Continuous Function Chart).

### 5.6.1 Laitteistomääritys

Ohjelmointi aloitettiin laitteistomäärityksillä. Määritykset tehtiin kahdessa osassa. Ensimmäisenä lisättiin vaahdotuskoneen moottoria ohjaava taajuusmuuttaja DP-väylään. Laitteelle annettiin vapaa osoite, nimettiin laite, lisättiin kennopositio kommentteihin ja tarkistettiin osoitealueet. Taajuusmuuttajan positio pidettiin samana kuin ennen saneerausta (3310FLM250). Toisena lisättiin PA-väylään liitetyt laitteet. Näitä laitteita olivat DART-venttiilien asennoittimet (3310LCV812A ja 3310LCV812B) ja yksi ilmansäätöventtiilin asennoitin (3310FCV810). Kaikkien asennoittimien mallit on esitelty kappaleessa 2.3.3. PA-väylälaitteille annettiin myös yksilöllinen osoite ja positio. Väylälaitteet lisättiin käyttäen CiR-moduulia (Control in Run), joka mahdollistaa tietyt toiminnot ilman logiikan pysäytystä. Yksi näistä toiminnoista on DP- ja PA-väylälaitteiden lisäys järjestelmään ilman logiikkaa pysäyttävää latausta. (11.)

Väylälaitteiden lisäämisen jälkeen määriteltiin I/O:lle kytkettävien laitteiden kanavat. Kanavat ja niiden osoitteet oli listattu valmiiksi I/O-luetteloon, mikä helpotti toimenpidettä. Laitteistomäärittelyyn kanaviin lisättiin ainoastaan signaalien nimet. Laitoksen I/O-korttien kanavien konfigurointi ja johdotus on toteutettu korttikohtaisesti yhdenmukaiseksi, tarkoittaen, että kaikkien kortin kanavien parametrit ovat samat osoitetta lukuunottamatta. Tästä syystä korttien kanavien tyyppiä ei tarvittu muuttaa määrittelyksen yhteydessä.

Muutosten jälkeen suoritettiin uuden laitekonfiguraation lataus logiikalle. CiR-moduulin ansiosta lataus sujui ongelmitta.

### 5.6.2 STEP 7 -ohjelmointi

CFC-ohjelmointi aloitettiin I/O-listan läpikäynnillä, jonka perusteella tehtiin laitteille ja säätöpiireille omat ohjelmakaaviot. Tehdyt ohjelmakaaviot löytyvät liitteinä. Kaavioiden tekoa helpotti se, että TCe500-vaahdotustankin ohjausjärjestelmän oli suunniteltu samanlaiseksi, kuin muillakin vaahdotuskennoilla. Tästä johtuen ohjelmakaavioiden rungot voitiin kopioida jo olemassa olevista kaavioista. Kopioinnin yhteydessä ohjelma tarkastettiin huolella läpi, jotta mahdolliset virheet eivät myös kopioituisi. Työtä varten tehdyt ohjelmakaaviot on listattu taulukkoon 12.

TAULUKKO 12. CFC-listaus

CFC	Sisältö
3310FLM250	Sekoittajan ohjaus (Taajuusmuuttaja)
3310LIC812	Pinnanmittaus ja venttiilien ohjaukset
3310FIC810	Ilmamäärän mittaus ja venttiilin ohjaus
3310PI815	Vaihdelaatikon öljynpaine
3310TI815	Vaihdelaatikon öljyn lämpötila
3310TI817	Moottorin laakerinlämpötilat (DE ja NDE)

Ohjelmakaavioiden muokkaus aloitettiin taajuusmuuttajan kaaviosta. Kaavio löytyy liitteestä 4. Liitteen vasemmassa laidassa on moottorinsuoja ja lukituslohkot, joihin on yhdistetty taulukon 10 mukaiset lukitukset. Sivun keskellä on moottorilohko, jonka kautta moottorin nopeutta ohjataan. Moottorilohko generoidaan myös WinCC-näytölle, joten operaattorien kaikki toimenpiteet

tapahtuvat sen kautta. Vasemmalla on Vaconin taajuusmuuttajan kommunikointilohko, joka kommunikoi moottorilohkon kanssa. Kommunikointilohko välittää moottorilohkosta saadun ohjaustiedon taajuusmuuttajalle, joka puolestaan syöttää moottorille haluttua taajuutta. Kommunikointilohko myös lähettää taajuusmuuttajasta ja moottorista tietoa moottorilohkolle ja samalla käyttöliittymään eli WinCC:hen. Liitteessä 5 on taajuusmuuttajan käyttöaikalaskuri ja virranmittauksen tulostus.

Liitteissä 7, 8 ja 9 on vaahdotustankin pinnansäädön ohjauskaavio. Pinnansäädön toiminnankuvaus on löytyy kappaleessa 3.3.1. Ohjauskaavion keskiössä on PID-säädinlohko, jonka mittausarvon tulo tulee analogia-ajurilohkolta, joka skaalaa 4—20 mA:n viestin halutulle (yleensä lähettimelle määritetty mitta-alue) alueelle. Pinnan tasoa kontrolloivien venttiilien ohjauskaavio löytyy liitteestä 7. Venttiilit kuuluvat samaan 3310LIC812-säätöpiiriin. Ohjauskaaviossa näkyy venttiilien OpAnI-lohkot, joiden tarkoituksena on tarkastaa ja lähettää analogiasignaaleja eteenpäi. OpAnI-lohko on kytketty FbAnOu-lohkoon, joka kommunikoi ja ohjaa venttiilin asennoitinta. Prosessin pyynnöstä venttiilien ohjausmalliksi haluttiin portaittain säätö siten, että venttiilillä A säädetään pintaa aluksi 50 %:sta asti, kunnes venttiilillä B jatketaan säätöä. Venttiilin B saavuttaessa 50 %:n tilan, aukaistaan taas A-venttiiliä enemmän. Kyseinen toiminta on toteutettu ohjelmakaavion kolmannella sivulla, joka löytyy liitteestä 9. Samalle sivulle on myös lisätty ajastin, jonka mukaan primäärisäätöventtiiliä vaihdetaan venttiilien mekaanisen kulumisen tasaamiseksi.

Ilmansäädön ohjelma koostuu samoista osista, kuin pinnansäätö. Ilmansäädön ohjelma löytyy liitteestä 3.

Painemittaus 3310PI815 ohjauskaavio sisältää analogia-ajuri- ja monitorointilohkon. Monitorointilohko on generoitu käyttöliittymään. Painemittaukseen on lisätty myös ajastin ja vertailija, joiden mukaan boolean-tieto menee taajuusmuuttajan lukituslohkolle, jos alarajahälytys on voimassa ajastimen päästessä nolnaan. Ohjauskaavio löytyy liitteestä 10.

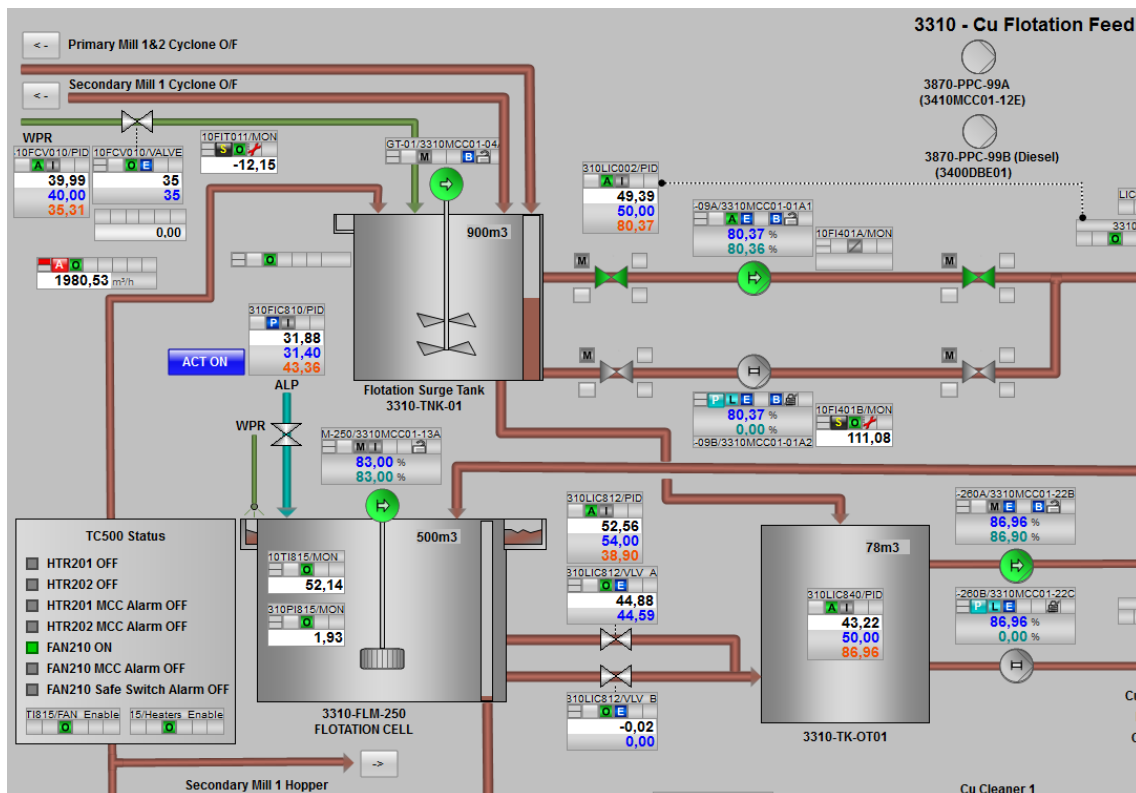
Vaihdelaatikon öljyn lämpötilasäädön, 3310TI815, ohjauskaaviossa on analogia-ajuri, johon tuodaan lämpötilamittauksen analogiasignaali. Lohkosta signaali viedään monitorointilohkolle, joka on generoitu käyttöliittymään. Monitorointilohkosta signaali viedään vertailijoille, joiden verrattava parametri tuodaan dummy-lohkolta. Dummy-lohkon parametrit on määritelty toiminnankuvauksen mukaisesti. Lohkon oikeassa reunassa on digitaalilähdön ajurilohko, joilta signaali lähtee

lämmittimiä ja tuuletinta ohjauville releille. Ohjauskaavion toiselle ja kolmannelle sivulla on lohkot digitaaliatureille ja monitoroinnille, joille tuodaan lämmittimien ja tuulettimen tilatiedot järjestelmään. Neljännellä sivulla on vielä laitteiden ohjauksille tehdyt painikkeet, jotta laitteet saadaan päälle manuaalisesti. Ohjauskaavio on kokonaisuudessaan liitteissä 11, 12 ja 13.

3310TI817-ohjauskaavio sisältää moottorin laakerinlämpöjen mittaustiedot, jotka on lisätty moottorilohkon lukitukseen. Ohjauskaavio on liitteessä 14.

### 5.6.3 WinCC käyttöliittymä

Prosessin toiveitten mukaisesti FLM250:n visuaalista ulkoasua muutettiin samanlaiseksi, kuin muissa vaahdotuskennoissa. Tämä tarkoitti säätimien ja putkilinjojen uudelleenjärjestelyä kuvassa. Kuvaan lisättiin myös vaihdelaatikon öljynlämpötilan säätöön käytettävien FAN210 ja HTR201/202 tilatiedot ja painikkeet niiden ohjauksille. Muutokset tehtiin Simatic WinCC Explorerin Graph Designer-ohjelmalla. Lataus tehtiin OS:n lisäksi webbiserverille, jotta kuva päivittyi webnavigaattorille myös. Kuvassa 38 on TCe500-vaahdotustankin ulkoasu käyttöliittymässä saneerauksen jälkeen.



KUVA 38. 3310FLM250 saneerauksen jälkeen WinCC-kuvassa

## 6 KÄYTTÖÖNOTTO

Suunnitelman käyttöönotto tehtiin tammikuun ensimmäisellä viikolla seisokin yhteydessä. Käyttöönottoon sisältyi kaikki kytkennät, tarkastus, mitta- ja toimilaitteiden testaus. Prosessin käynnistyessä säätimiä viritettiin toimivammiksi. Ohjelmat testattiin myös käyttöönoton yhteydessä. Ohjelmien testaus olisi voitu toteuttaa simuloimalla, mutta suurinosa ohjelmista oli tehty samoihin ohjauskaavioihin vanhojen kanssa, joten testaus olisi ollut mahdotonta. Käyttöönoton yhteydessä todettiin ohjelmien toimivuus. Parametreja jouduttiin vielä muuttamaan toiminnan parantamiseksi.

Käyttöönotto alkoi työlupien laatimisella ja esittämisellä vuoromestarille. Tämän jälkeen käytiin urakoitsijan kanssa läpi suoritettavat työt. Töiden läpikäynti sisälsi piirustusten tarkastelun, työkohteet, aikataulun ja vanhojen kaapelien purkutoimenpiteet.

Kytkennot tehtiin kahdessa sijainnissa, sähkötilassa ja kentällä. Sekoittajan käyttötarpeen vuoksi työn aloitus viivästyi noin kuudella tunnilla. Tänä aikana kaikki sähkötilan kaapelit kuorittiin ja holkitettiin valmiiksi. Väylämuutokset voitiin myös suorittaa taajuusmuuttajan kytkemistä lukuunottamatta. Väylämuutoksessa väylän viimeistä edeltäneelle laitteelle asetettiin päätevastus päälle, jotta viimeisen laitteen liitin voitiin purkaa. Tähän liittimeen kytkettiin FLM250-taajuusmuuttajalle menevä väyläkaapeli, joka oli vedetty valmiiksi työn valmisteluissa. Kentällä odotusaikana voitiin kytkeä uusi PA-väylän haaroitin.

Taajuusmuuttajan ohjelman muokkaus tehtiin myös odotusaikana. Laitoksen taajuusmuuttajissa on Pöyryn tekemä erikoissovellus, jotta ne pystyvät kommunikoimaan Pöyryn ohjelmoiman Siemensin automaatiojärjestelmän kanssa. Tästä syystä FLM250-taajuusmuuttajan koko sovellus piti vaihtaa Pöyryn erikoissovellukseen. Suurinosa parametrien arvoista kopioitiin perussovelluksesta. Minimitaajuus nostettiin nolasta kahteenkymmeneen ja turvakytkimen laukaisema ulkoinen vika varoitukseksi, jotta sitä ei tarvitse erikseen kuitata taajuusmuuttajalta.

Varsinaiset työt päästin aloittamaan iltapäivällä, kun sekoittajan säiliö oli saatu tyhjennettyä ja sekoittaja pysäytettyä. Pysäytyksen jälkeen kaikkia saneeraukseen liittyviä töitä pystyttiin tekemään päällekkäin. Ensimmäisenä suoritettiin taajuusmuuttajan väylään kytkeminen. Työ aloitettiin tekemällä taajuusmuuttaja jännitteettömäksi. Tämä tehtiin taajuusmuuttajaa syöttävän sähkökennon kytkimellä. Kenno lukittiin sähkömiehen toimesta ja kennon lukitukseen lisättiin oma

henkilökohtainen lukko sähköistyksen estämiseksi. Kun taajuusmuuttaja todettiin jännitteettömäksi kortinvaihto voitiin aloittaa. Ensimmäisenä irroitettiin taajuusmuuttajassa ollut OPT-CP-kortti, jonka tilalle vaihdettiin väyläliikenteen mahdollistava OPT-C5-kortti. Kortin vaihdon valmistuttua, samanaikaisesti kytketty, väyläliitin voitiin yhdistää kortin liittimeen. Tämän jälkeen taajuusmuuttajalle kytkettiin jännitteet. Taajuusmuuttajan latasi käynnistyessään tiedot korttimuutoksesta. Odotusaikana muutettu sovellus ladattiin taajuusmuuttajalle. Sovellukseen tehtiin vielä muutokset koskien OPT-C5-korttia, jossa annettiin taajuusmuuttajalle osoite 85 ja PPO-typiksi viisi. Väylämuutoksen alussa lisätty päätevastus otettiin pois päältä ja tiedusteltiin automaatiojärjestelmää hallinnoivalta työntekijältä oliko taajuusmuuttajaan muodostunut yhteys. Näin ei kuitenkaan ollut, joten alettiin epäillä mahdollista väylävikaa. Väylävian selvittämiseksi taajuusmuuttajasta otettiin sähköt pois ja purettiin liitin. Liitin oli oikein koottu, joten vian täytyi olla ennen taajuusmuuttajaa. Sama toimenpide tehtiin pienemmille taajuusmuuttajille sillä erolla, että sähköjä ei tarvinnut kytkeä pois. FLM250:tä edeltävän taajuusmuuttajan liittimen sisältä paljastui vika, joka aiheutti kommunikaatio-ongelman. Yksi liittimeen kytketyn johtimen kuorittu kupariosa oli katkennut liittimeen. Kyseinen asennus oli tehty aikoja sitten. Viasta johtuen väylän segmentillä ei ole ollut päätevastusta. Samasta syystä segmentissä on ollut ongelmia aikasemminkin. Väyläkaapeli kuorittiin ja kytkettiin uudestaan, jolloin kaikki viat korjaantuivat ja yhteys FLM250-taajuusmuuttajaan alkoi toimimaan.

Samana iltana kaikkien instrumenttien kaapelit siirrettiin ja kytkettiin Cellstationista uuteen MBE01-kaappiin liitteiden 30—33 kuvien mukaisesti. Kaikki siirrettävät kaapelit oli valmiiksi merkattu keltaisella teipillä, jossa luki uusi positio. Hätäseis-painike johdotettiin myös kuvien mukaisesti. Hätäseis-painikkeen ja turvakytkimen toiminta testattiin kentältä taajuusmuuttajalle. Yöllä koetettiin vielä saada sekoitin pyörimään valvomosta käsin, mutta siinä ei onnistuttu. Sekoitinta pyöritettiin vielä paneelilta vian rajaamiseksi ja toiminnan varmistamiseksi.

Seuraavana aamuna edellisen yön ongelmaan löytyi ratkaisu järjestelmään tehdyn sovelluksen lukituslohkoista, jotka irroittamalla taajuusmuuttajaa pystyttiin pyörittämään valvomosta. Testausta ennen piti varmistaa suorituksen turvallisuus. Tämä varmistettiin sulkemalla tankin miehistöluukut, jotka ovat ainoa reitti tankin sisälle. Tankin sillalla oli myös henkilö seuraamassa testausta.

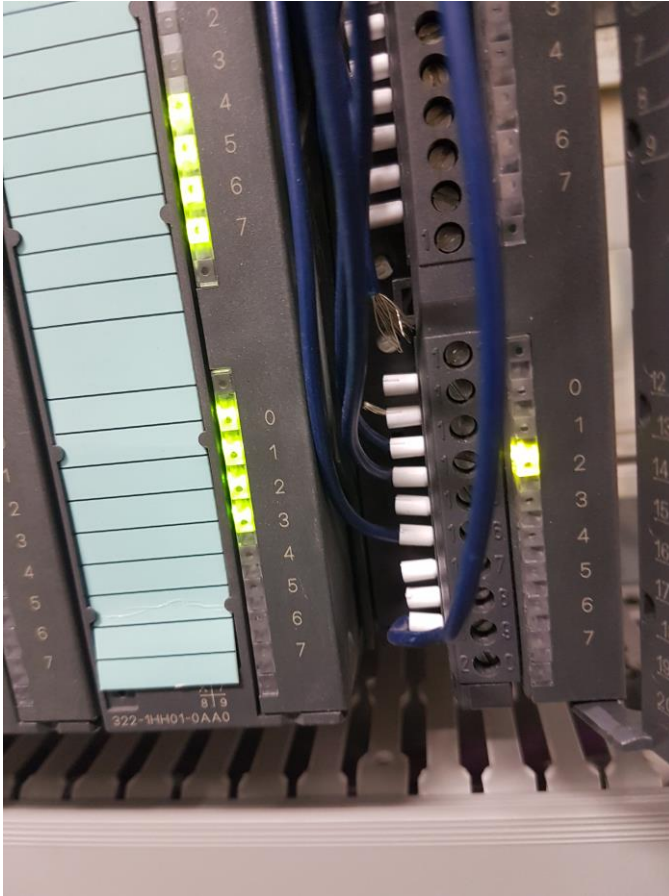
Sekoittajan testauksen kanssa samaan aikaan tehtiin myös venttiilien asennoittimien vaihdot, jotka sujuivat ilman ongelmia. Valmiiksi parametroidut asennoittimet kiinnitettiin paikalleen ja kytkettiin PA-väylään. Lopuksi vielä moottorin laakerinlämpöjä mittaavat anturit kytkettiin valmiiksi

parametroiduille lähettimille. Tässä vaiheessa kentällä suoritettavat työt olivat valmiit ja siirryttiin ohjelman hienosäätöön.

Ohjelmat ladattiin logiikalle ja huomattiin, että muutama lämpötilanmittaus ei toimi. TI815-lämpötilamittauksen vika löytyi väärinpäin kytketystä johdinparista ja TI817B taas mA-lähettimen parametroidinnista. Lähetin oli parametroitu nelijohdin instrumentille, vaikka anturi oli kaksijohdin-kytkennällä. Korjausten jälkeen mittaukset toimivat taas. Painemittaus näytti toimivan, mutta anturin mitta-alue päätettiin tarkistaa. Mitta-alue osoittautui olevan eri, kuin mitä laitetoimittajan dokumenteista kävi ilmi. Ohjelmaan määritettiin uudeksi skaalaksi 0—16 baria, mikä on anturin oikea mitta-alue. Vaihdelaatikon öljyn lämpötilamittauksen alue näytti olevan kohdillaan alun tarkastelun perusteella.

Seuraavana aloimme testaamaan vaihdelaatikon öljyn lämpötilaa säätelevää tuuletinta ja lämmittimiä. Testaus aloitettiin tarkastamalla sähkötilan kytkennät. Kennon sisäisistä kytkennöistä löytyi yksi väärin kytketty kytkentäjohdin, jonka poistamalla kytkennät vastasivat muokattuja kuvia. Tämän jälkeen ohjelmasta simuloitiin tuuletinta ja lämmittimiä päälle, mutta tilatiedot eivät näyttäneet toimivan. Syy löytyi melko nopeaa 3300PCC01-kaapin sulakeliittimiltä, joista puuttuivat sulakkeet. Releiden koskettimien jännitteensyöttö tehtiin liitteen 16 kuvan mukaisesti. Sulakkeiden lisäämisen jälkeen osa tilatiedoista alkoi toimia, mutta suurinosa ei. Kennosta mitattiin jännitteen jakopisteeseen tuleva jännite, eikä vikaa löytynyt. Kaapin päässä mitatessa huomattiin, että jännite ei tule tietyiltä liittimiltä I/O-kortille asti.

Vika löytyi kuvassa 38 olevan I/O-kortin johdotuksesta. Laitoksen rakentamisen aikaan I/O-kaapin kytkentöjä tehnyt ei ollut käyttänyt oikeaoppisia välineitä holkkien puristuksessa, joten suurinosa johtimista oli irronnut holkeista. Vika korjattiin holkittamalla ja kytkemällä johtimet oikein. Korjauksen jälkeen kaikki tilatiedot toimivat oikein. Laitteiden käynnistämässä ei ilmennyt ongelmia. Ohjaukset oltiin johdotettu liitteen 15 kuvan mukaisesti.



KUVA 39. 3310PCC01 I/O-kortin johdotus

Illalla kaikki oli valmista tankin täyttöä ja sekoittimen käynnistystä varten. Sekoittimen käynnistyessä vaihdelaatikon öljynlämpö lähti jyrkkään nousuun, eikä jäähdytystuulettimella tuntunut olevan vaikutusta siihen. Kentällä varmistettiin tuulettimen toiminta. Ongelma viittasi mittarin ja järjestelmän väliseen skaalaus-eroavaisuuteen. Oikea lähettimen mitta-alue löytyi lopulta vanhoista dokumenteista, jotka erosivat uusista. Mitta-alueeksi muutettiin 0—100 °C vanhan 0—200 °C:n tilalle.

Käynnistyksessä ilmeni myös ongelma taajuusmuuttajan lukituksissa olevan painemittauksen kanssa. Ohjelmaan oli määritetty 10 sekunnin viive painemittauksen hälytykselle käynnistyksen yhteydessä. Tämän viiveen oli tarkoitus antaa paineelle aikaa nousta, koska vaihdelaatikossa oli mekaaninen öljykierto, joka lähti päälle moottorin käynnistyessä. Paine ei kerennyt tarpeeksi ylös määritetyssä ajassa, joten lukitus pysäytti moottorin. Viivettä nostettiin 20 sekuntiin, jonka jälkeen ongelmaa ei ole ollut.



Käynnistyksen myötä säätimien parametreja jouduttiin vielä virittämään uusista asennoittimista johtuen.

## 7 YHTEENVETO

Työn aiheena oli TCe500-vaahdotustankin automaatio saneeraus. Saneerauksen tarkoituksena oli siirtää tankin laitteiden ohjaukset laitoksen omaan automaatiojärjestelmään. Tämä toteutettiin kaapeloinneilla ja uusilla ohjelmilla.

Työ onnistui käyttöönoton aikana ilmenneistä ongelmista huolimatta hyvin. Toteutuksen ja käyttöönoton aikataulu venyi sekoittajan käyttötarpeen vuoksi, mutta ei vaikuttanut sesokin kestoon. Työ suoritettiin seisokkiin varatun ajan puitteissa.

Alussa tehdyt suunnitelmat toimivat käyttöönotossa, eikä piirustuksista löytynyt suurempia virheitä, jotka olisivat vaikuttaneet töihin. Haastavinta oli käyttöönoton yhteydessä töiden valvominen omien töiden ohella. Töitä tehtiin päällekkäin kahdessa paikassa, joten tarkastukset jäivät testauksen yhteyteen. Suunnitteluvaiheessa tehtyihin ohjelmiin ei tarvinnut tehdä suuria muutoksia käyttöönotossa, vaan kaikki ohjelmat toimivat halutulla tavalla.

Käyttöönoton jälkeen tehtiin vielä korjaukset piirustuksiin ja dokumentoitiin kaikki saneeraukseen liittyvät toimenpiteet ja tiedot. Parannettavaa löytyi ajanhallinnan ja tarkastusten osalta. Ajallisesti olisi päästy parempaan lopputulokseen, jos kaikki pienimmätkin yksityiskohdat, kuten korttien johdotukset olisi tarkistettu jo etukäteen, eikä oletettu, että ne ovat kunnossa. Laitoksen kaikki I/O-kortit on yleensä johdotettu hyvin. Työn aikana kommunikointi eri osapuolten kanssa olisi voinut myös olla parempaa. Tiedonjako on oleellisen tärkeää, jotta kaikki osallistujat pysyvät ajantasalla. Tarkastuksissa olisi voitu käyttää asentajien apua, käymään piirustusten ja kytkentöjen paikkansapitävyydet läpi.

Työ itsessään oli äärimmäisen mielenkiintoinen ja opettavainen. Työn opettavat asiat voisi kiteyttää neljään kategoriaan. Ensimmäisenä projektin suunnittelu kokonaisuutena. Työn alussa olisi ollut hyvä tehdä selkeä projektisuunnitelma eri vaiheista. Opinnäytetyön runko toimi yhdenlaisena suunnitelmana ja listana tehtävistä asioista. Toisena asiana oli itse rikastusmenetelmä. Työtä varten rikastusmenetelmän ja laitteiston tunteminen oli tärkeää. Vaahdotuksesta opin kemikaalien, vaahdotusilman, pinnansäädön ja vaahdotettavan lietteen ominaisuuksien merkityksen vaahdotuksen optimoinnissa. Kolmantena olivat työssä käytettävät laitteet, joiden toimintaan, parametroiintiin ja sopivuuteen pääsin syventymään. Taajuusmuuttajan parametroiinti ja kytkennät

oli yksi isoimpia. Viimeisenä ohjelmointi, joka antoi hyvän kertauksen ja varmuutta ennalta opittujen asioiden käyttöön. Ohjelmoinnissa tuli myös uusia asioita, kuten CiR-lohkon käyttö laitteistomäärittelyssä ja uudet ohjelmalohkot STEP-7:ssä. Suunnittelun ja toteuttamisen yhdistelmänä työ antoi realistisen kuvan tiedoista ja taidoista, joita projektit vaativat.

## LÄHTEET

1. Finch, James 2006. Mineral processing technology for metallurgists. McGill University, Montreal: Sinoz.
2. Sivonen, Markku 2000. Teollisuuden instrumentointi – Rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL.
3. Profibus DP. Saatavissa: <http://www.profibus.com/technology/profibus/>. Hakupäivä 5.12.2016.
4. Boliden AB 2016. Flotation training presentation Kevitsa. Esitelmä. 5.12.2016.
5. Outotec Oyj 2014. Cellstation – Laitteiston kuvaus.
6. ProfiSafe. Saatavissa:  
[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/products/technology\\_pages/subcategory\\_pages/safety/916ff0d6-5046-4fa4-9a36-00e3abbeca60/916ff0d6-5046-4fa4-9a36-00e3abbeca60](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/products/technology_pages/subcategory_pages/safety/916ff0d6-5046-4fa4-9a36-00e3abbeca60/916ff0d6-5046-4fa4-9a36-00e3abbeca60). Hakupäivä 5.12.2016.
7. Vacon 2006. Profibus DP –optiokortti. Vaasa: Vacon Plc.
8. Vacon 2007. NX-taajuusmuuttajat -sovellusopas. Vaasa: Vacon Plc.
9. Seppo Mäkelä 2001. SIMATIC STEP S7 Ohjelmointiohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
[https://home.tamk.fi/~smakela/PDF\\_Tied/S7\\_300\\_Ohjelmointi\\_1.pdf](https://home.tamk.fi/~smakela/PDF_Tied/S7_300_Ohjelmointi_1.pdf). Hakupäivä 20.12.2016.
10. SIMATIC Programming with STEP 7. 2006. Siemens. Saatavissa:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/056/18652056/att\\_70829/v1/S7prv54\\_e.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/056/18652056/att_70829/v1/S7prv54_e.pdf). Hakupäivä 20.12.2016.
11. Modifying the System during Operation via CiR. Manual. 2006. Siemens. Saatavissa:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/916/14044916/att\\_32234/v1/S7Cir\\_e.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/916/14044916/att_32234/v1/S7Cir_e.pdf). Hakupäivä 20.12.2016.
12. Sähkökäytön mitoitus. 2001. ABB. Saatavissa:  
[https://library.e.abb.com/public/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/Tekninen\\_opasnr\\_o7.pdf](https://library.e.abb.com/public/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/Tekninen_opasnr_o7.pdf). Hakupäivä 21.12.2016.
13. Process Control System PCS 7 PCS 7 Advanced Process Library V71. 2009. Siemens. Saatavissa:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/808/36209808/att\\_77975/v1/s7jal71b\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/808/36209808/att_77975/v1/s7jal71b_en-US.pdf). Hakupäivä: 22.12.2016.

14. SIPART PS2 PA. 2006. Siemens. Saatavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/146/12093146/att\\_108054/v1/A5E00127926-05en\\_PS2PA\\_Manual.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/146/12093146/att_108054/v1/A5E00127926-05en_PS2PA_Manual.pdf). Hakupäivä 22.12.2016.
15. Proline t-mass B 150 Thermal mass flowmeter. Endress+Hauser. Saatavissa: <http://www.endress.com/en/Field-instruments-overview/Flow-measurement-product-overview/Product-Thermal-flowmeter-t-mass-B-150-6BAB>. Hakupäivä 22.12.2016.
16. HDA 4300. Hydac International. Saatavissa: [http://www.hydac.com/no-en/products/sensors/pressure-sensors/pressure-transmitters/hda-4300/show/Material/pdf.html?tx\\_hypdb\\_pi1%5BmatUid%5D=256093&cHash=33729f73b094288181cb996788f43891](http://www.hydac.com/no-en/products/sensors/pressure-sensors/pressure-transmitters/hda-4300/show/Material/pdf.html?tx_hypdb_pi1%5BmatUid%5D=256093&cHash=33729f73b094288181cb996788f43891). Hakupäivä 22.12.2016.
17. Alapere, Ari – Roppola, Jonne – Hietanen, Tero 2008. Profibus Väyläanalyysi. Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Saatavissa: [http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/Labrat/C\\_analyysi.doc](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/Labrat/C_analyysi.doc). Hakupäivä 22.12.2016.
18. Ultrasonic measurement Time-of-Flight Prosonic FMU40. Endress+Hauser. Saatavissa: <http://www.endress.com/en/Field-instruments-overview/level-measurement/Ultrasonic-Prosonic-FMU40>. Hakupäivä 22.12.2016.

## LIITTEET

1. Kaapeliluettelo
2. I/O-lista
3. 3310FLM250:n ohjauskaavio sivu 1/3
4. 3310FLM250:n ohjauskaavio sivu 2/3
5. 3310FLM250:n ohjauskaavio sivu 3/3
6. 3310LIC812:n ohjauskaavio sivu 1/3
7. 3310LIC812:n ohjauskaavio sivu 2/3
8. 3310LIC812:n ohjauskaavio sivu 3/3
9. 3310PI815:n ohjauskaavio sivu 1/1
10. 3310TI815:n ohjauskaavio sivu 1/3
11. 3310TI815:n ohjauskaavio sivu 2/3
12. 3310TI815:n ohjauskaavio sivu 3/3
13. 3310TI817:n ohjauskaavio sivu 1/1
14. 3310PCC01 johdotuskaavio 1/2
15. 3310PCC01 johdotuskaavio 2/2
16. 3310CPL02 johdotuskaavio 1/3
17. 3310CPL02 johdotuskaavio 2/3
18. 3310CPL02 johdotuskaavio 3/3
19. 3310CPL02 PA-väylä 1/1
20. 3310FAN210 piirikaavio 1/2
21. 3310FAN210 piirikaavio 2/2
22. 3310FLM250 piirikaavio 1/4
23. 3310FLM250 piirikaavio 2/4
24. 3310FLM250 piirikaavio 3/4
25. 3310FLM250 piirikaavio 4/4
26. 3310HTR201 piirikaavio 1/2
27. 3310HTR201 piirikaavio 2/2
28. 3310HTR202 piirikaavio 1/1
29. 3310MBE01 johdotuskaavio 1/4
30. 3310MBE01 johdotuskaavio 2/4
31. 3310MBE01 johdotuskaavio 3/4

32. 3310MBE01 johdotuskaavio 4/4

33. Väyläkaavio

34. Yhteyskaavio

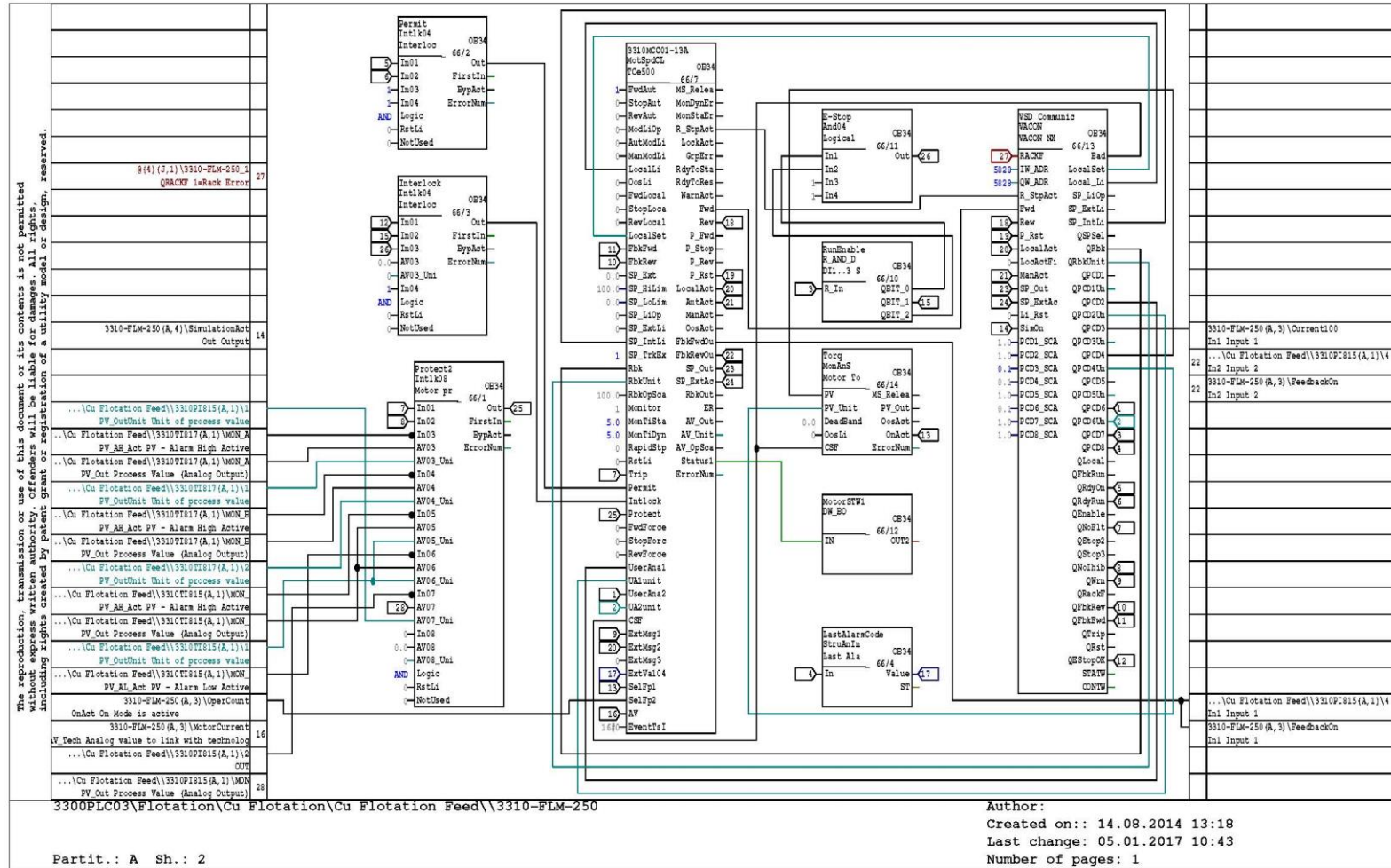
LIITE 1

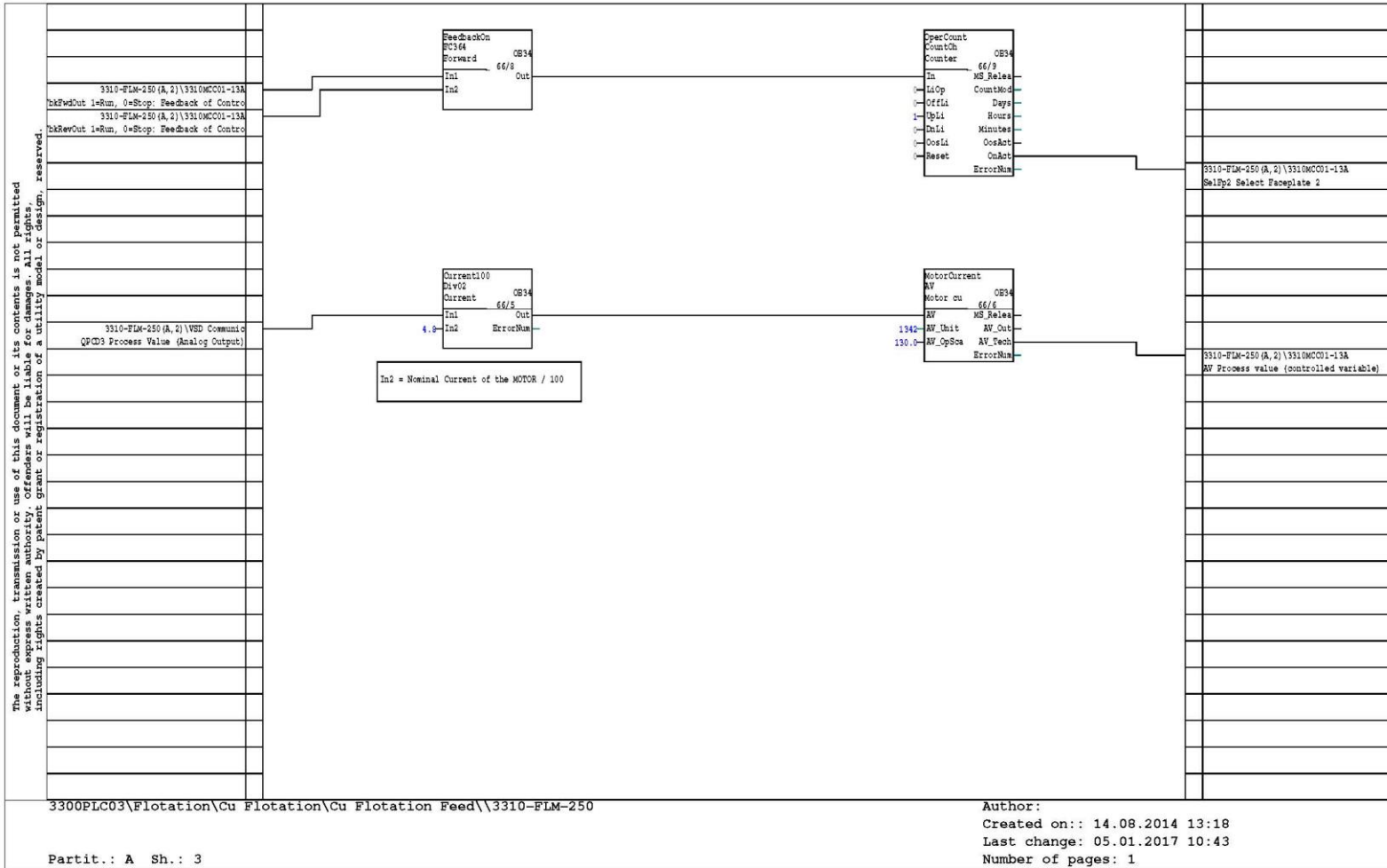
Kaapeli			Veto		
Kaapelitunnus	Nimi	Kaapelin tyyppi	Mistä	Pituus	Mihin
3310MBE01-W101	Runkokaapeli	JAMAK 24x(2+1)x0,5 mm2	3310CPL02	70m	3310MBE01 (Cellstation)
3310JBT02.2.1-W151	Dropbox	Profibus PA	3310CPL02	70m	3310JBT02.2.1 Dropbox
3310FAN210-W101	Öljynjäähdytin	JAMAK 4x(2+1)x0,5 mm2	3300PCC01	30m	3310MCC01-16B
3310HTR201-W101	Öljynlämmittimet	JAMAK 4x(2+1)x0,5 mm2	3300PCC01	30m	3310MCC01-16C
3310LCV812A-W101	DART A	Profibus PA	3310JBT02.2.1 (SPUR 1)	10m	Siemens Sipart
3310LCV812B-W101	DART B	Profibus PA	3310JBT02.2.1 (SPUR 2)	10m	Siemens Sipart
3310FCV810-W101	Ilmansäätö	Profibus PA	3310JBT02.2.1 (SPUR 3)	14m	Siemens Sipart
3310FLM250-W102	Hätäseis-piiri	ÖLFLEX 1x3x1,5 mm2	3310MBE01	7m	Hätäseis-painike
3310FLM250-W103	Käyttöpainikkeet	ÖLFLEX 1x3x1,5 mm2	3310MBE01	7m	Käyttöpainike
3300-PLC-03.8.4-W619	DP-väylä Tamulle	Profibus DP	3310-PPC-23A-U1	8m	3310FLM250 (VSD)
3300-PLC-03.8.4-W633	DP-väylä Tamulta TR:lle	Profibus DP	3310FLM250 (VSD)	25m	3300COM01



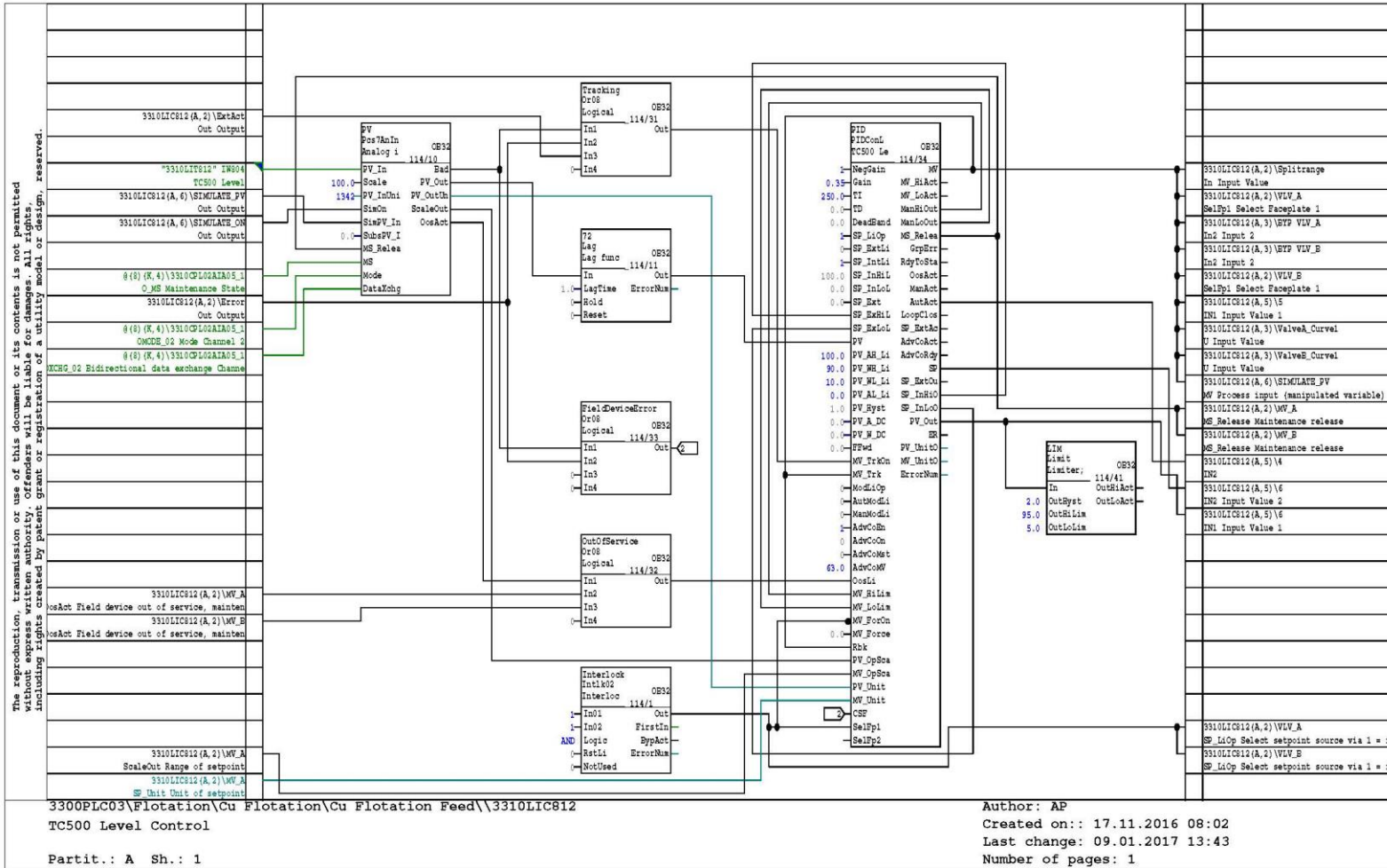
LIITE 2

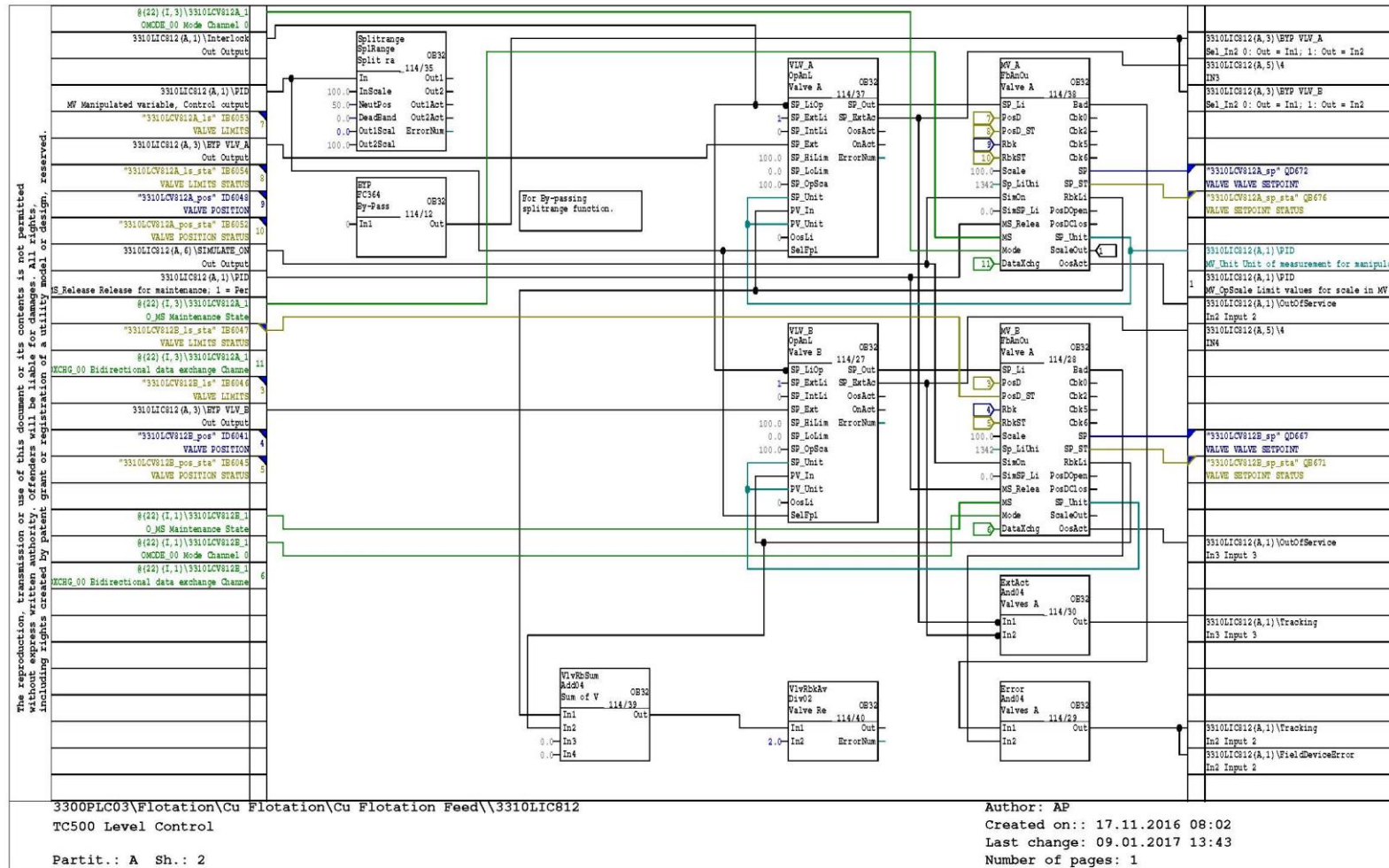
Positio		Tyyppi	Sijainti	Kortti:Kanava	Osoite	Lisätty kuviin	Info	Laite	Alue
3310LIT812		AIA	3310CPL02	XAIA05:3	IW804	X	Level meas.	EH Prosonic M FMU40	4mA: 0.805m / 20mA: 0.555m
3310FIT810		AIA	3310CPL02	XAIA05:5	IW808	X	FLM250 Air Flow	EH t-mass B150	4mA: 0 Nm <sup>3</sup> / 20 mA: 60 Nm <sup>3</sup>
3310TI815	PT100	AIP	3310CPL02	XAIP04:2	IW786	X	Gearbox Oil temp.		
3310PI815		AIP	3310CPL02	XAIP04:1	IW784	X	Gearbox Oil pressure		
3310TI817A	PT100	AIP	3310CPL02	XAIP04:3	IW788	X	Bearing temp. DE		
3310TI817B	PT100	AIP	3310CPL02	XAIP04:4	IW790	X	Bearing temp. NDE		
3310-HTR-201		DI	3300PCC01	DIN08:9	I39.0	X	Heater 201 ON status		
3310-HTR-202		DI	3300PCC01	DIN08:10	I39.1	X	Heater 202 ON status		
3310-HTR-201		DI	3300PCC01	DIN08:11	I39.2	X	Heater 201 MCC cabin/safe switch alarm		
3310-HTR-202		DI	3300PCC01	DIN08:12	I39.3	X	Heater 202 MCC cabin/safe switch alarm		
3310-FAN-210		DI	3300PCC01	DIN08:13	I39.4	X	FAN 210 ON status		
3310-FAN-210		DI	3300PCC01	DIN08:14	I39.5	X	FAN 210 MCC cabin alarm		
3310-FAN-210		DI	3300PCC01	DIN08:15	I39.6	X	FAN 210 safe switch alarm		
3310-HTR-201/202		DO	3300PCC01	DON07:13	Q25.4	X	Heater 201 / 202 ON		
3310-FAN-210		DO	3300PCC01	DON07:14	Q25.5	X	FAN 210 ON		
3310LCV812A		PA	3310JBT02.1.3		15	X	Siemens Sipart PS2		
3310LCV812B		PA	3310JBT02.1.3		14	X	Siemens Sipart PS2		
3310FCV810		PA	3310JBT02.1.3		13	X	Siemens Sipart PS2		
3310FLM250		DP	3300MCC05		85	X	Vacon TAMU		

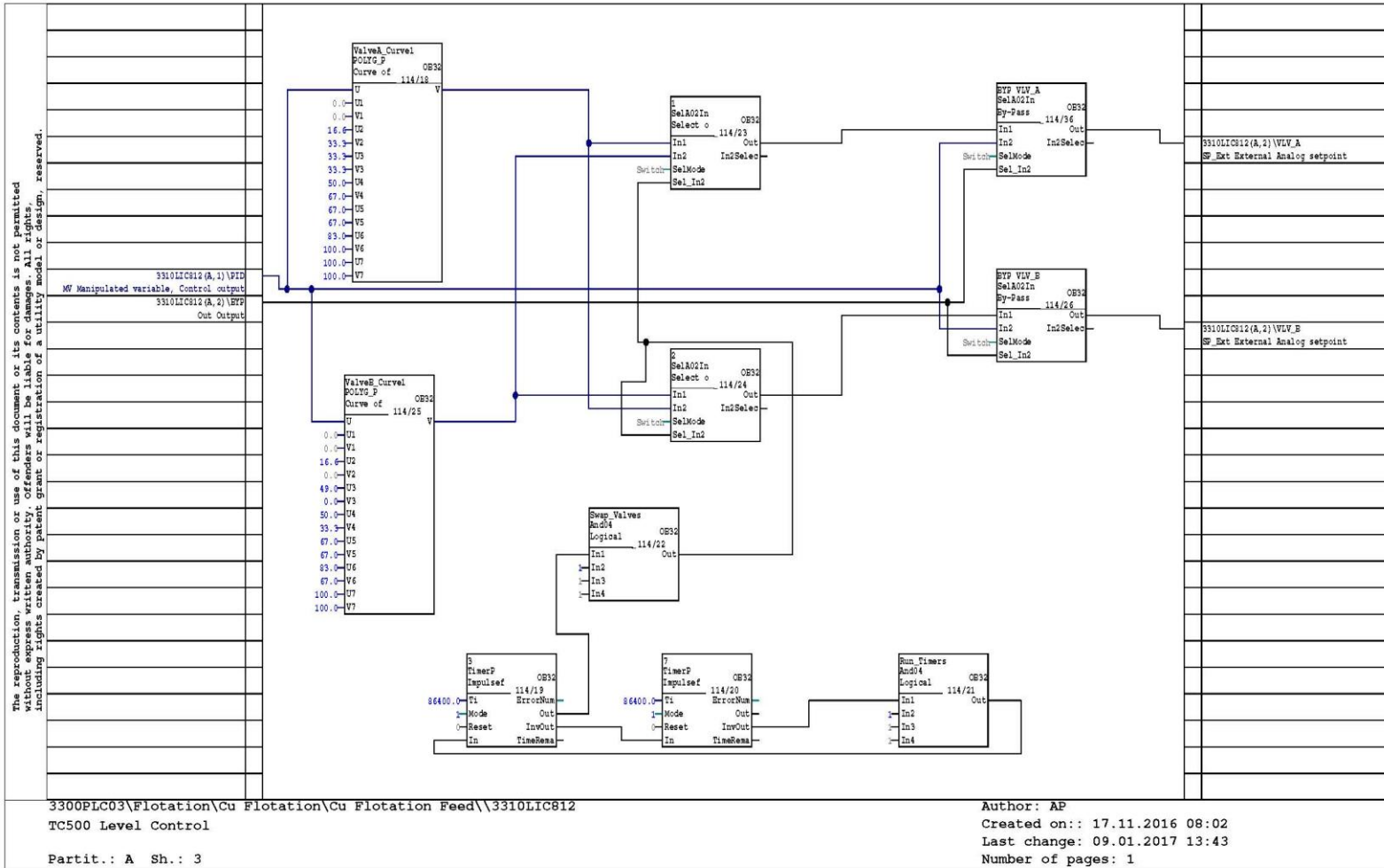






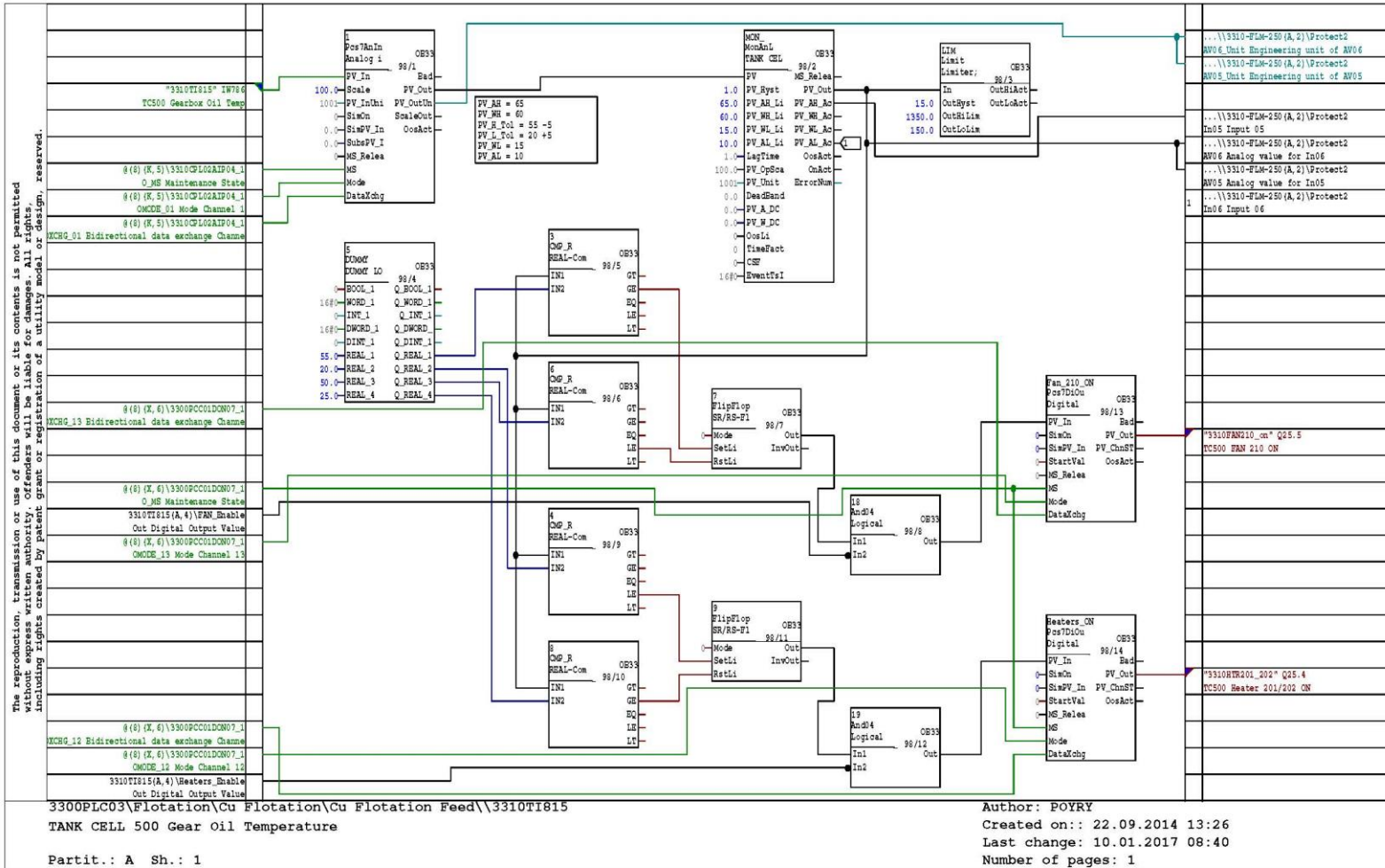


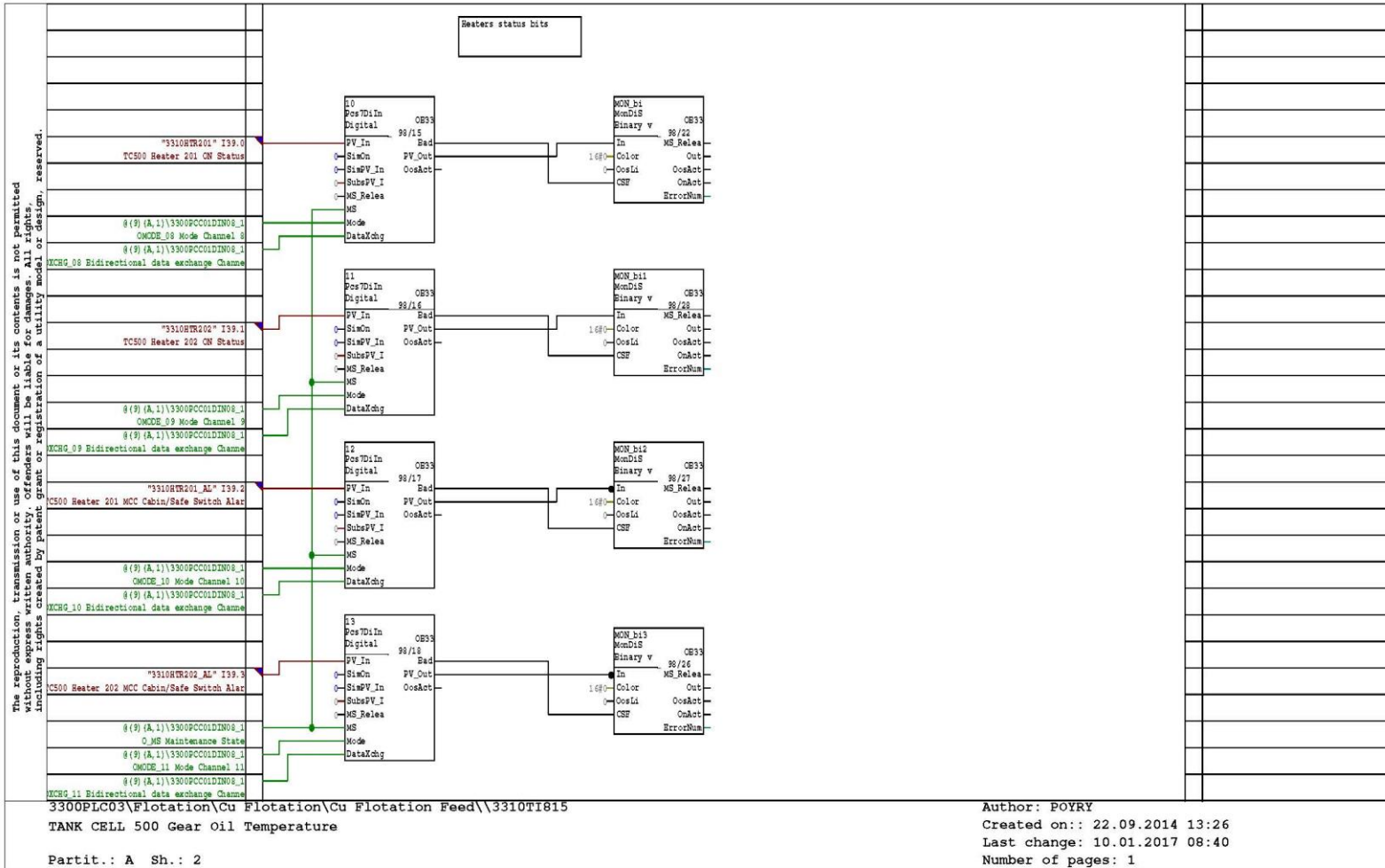


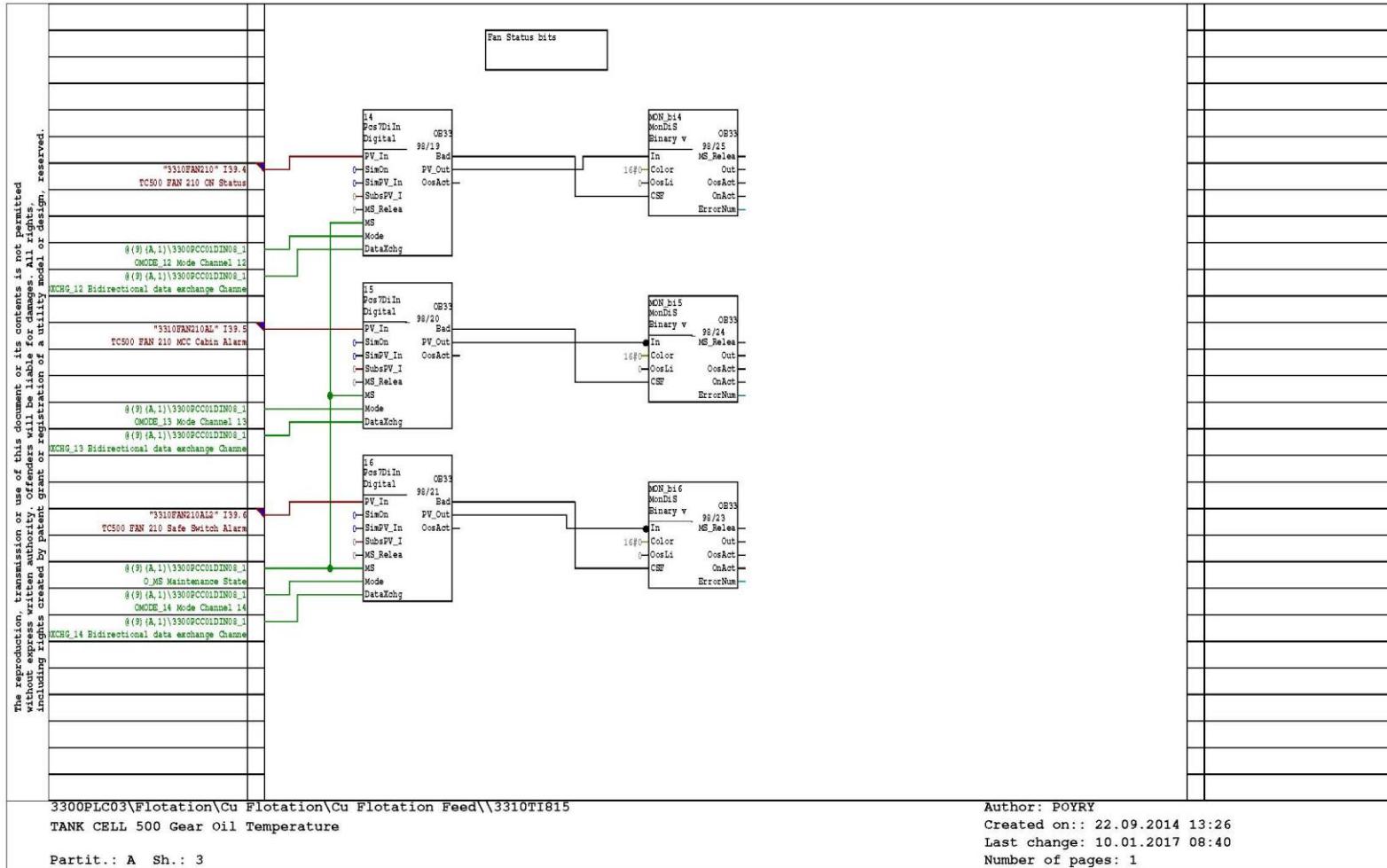


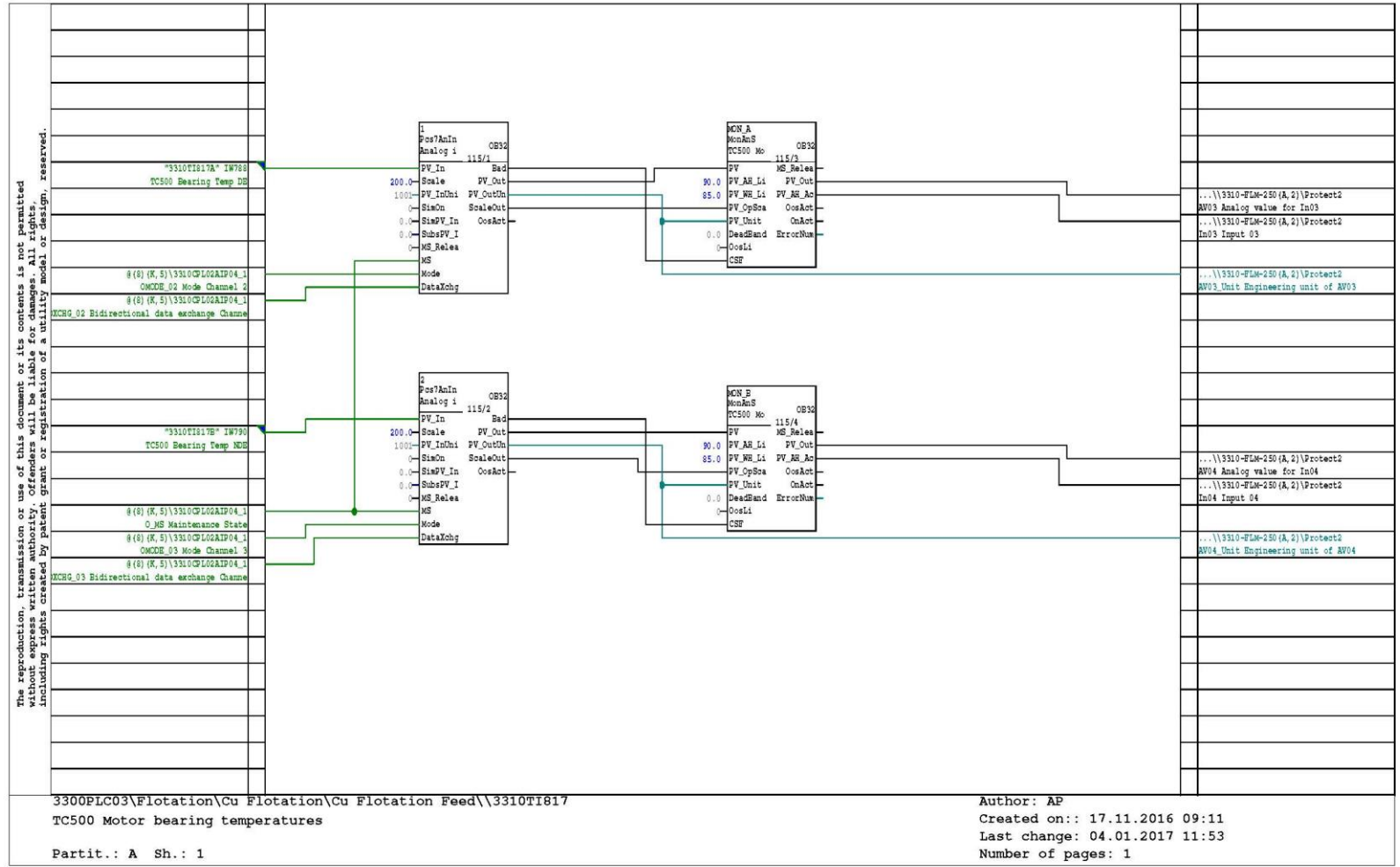


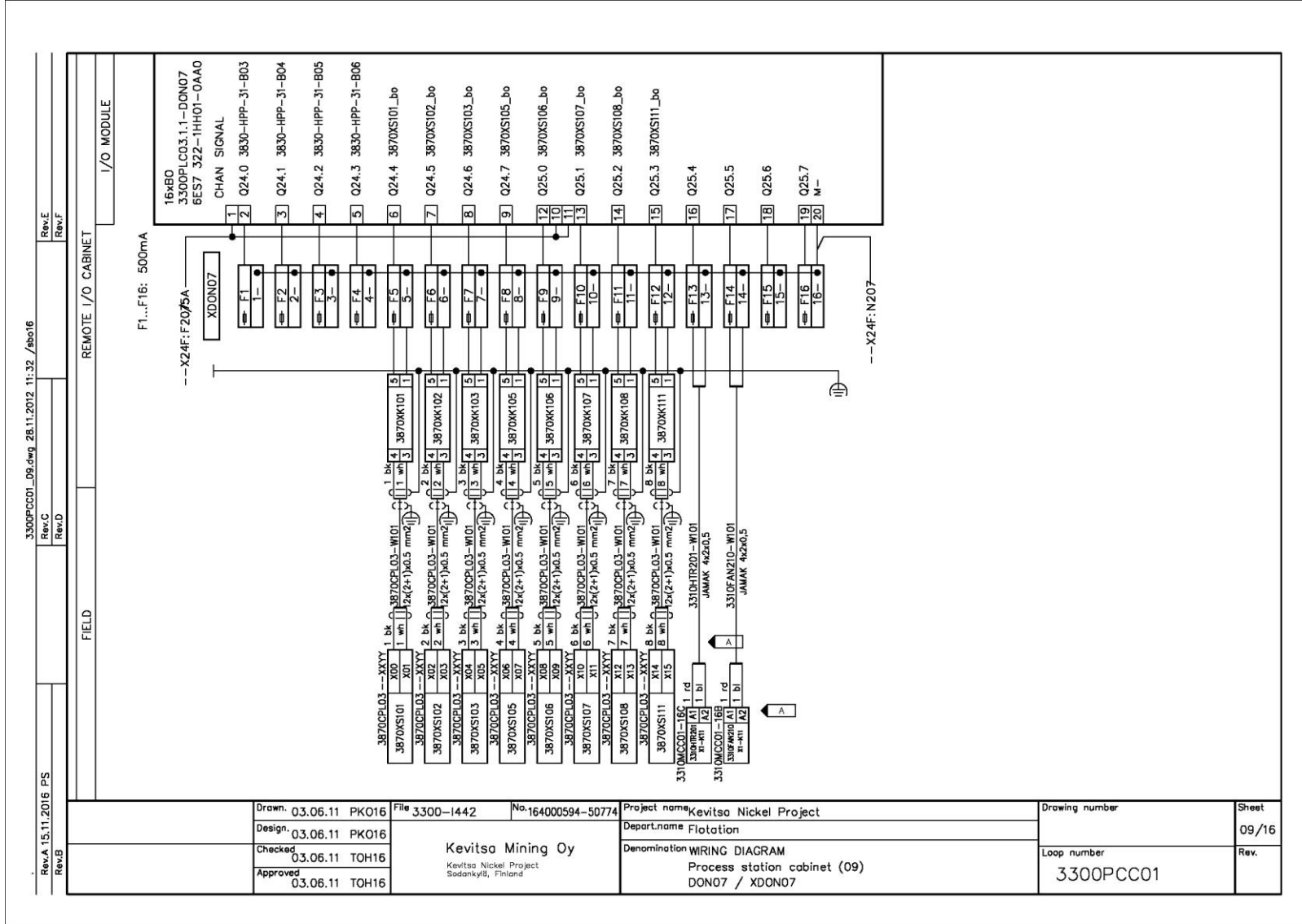




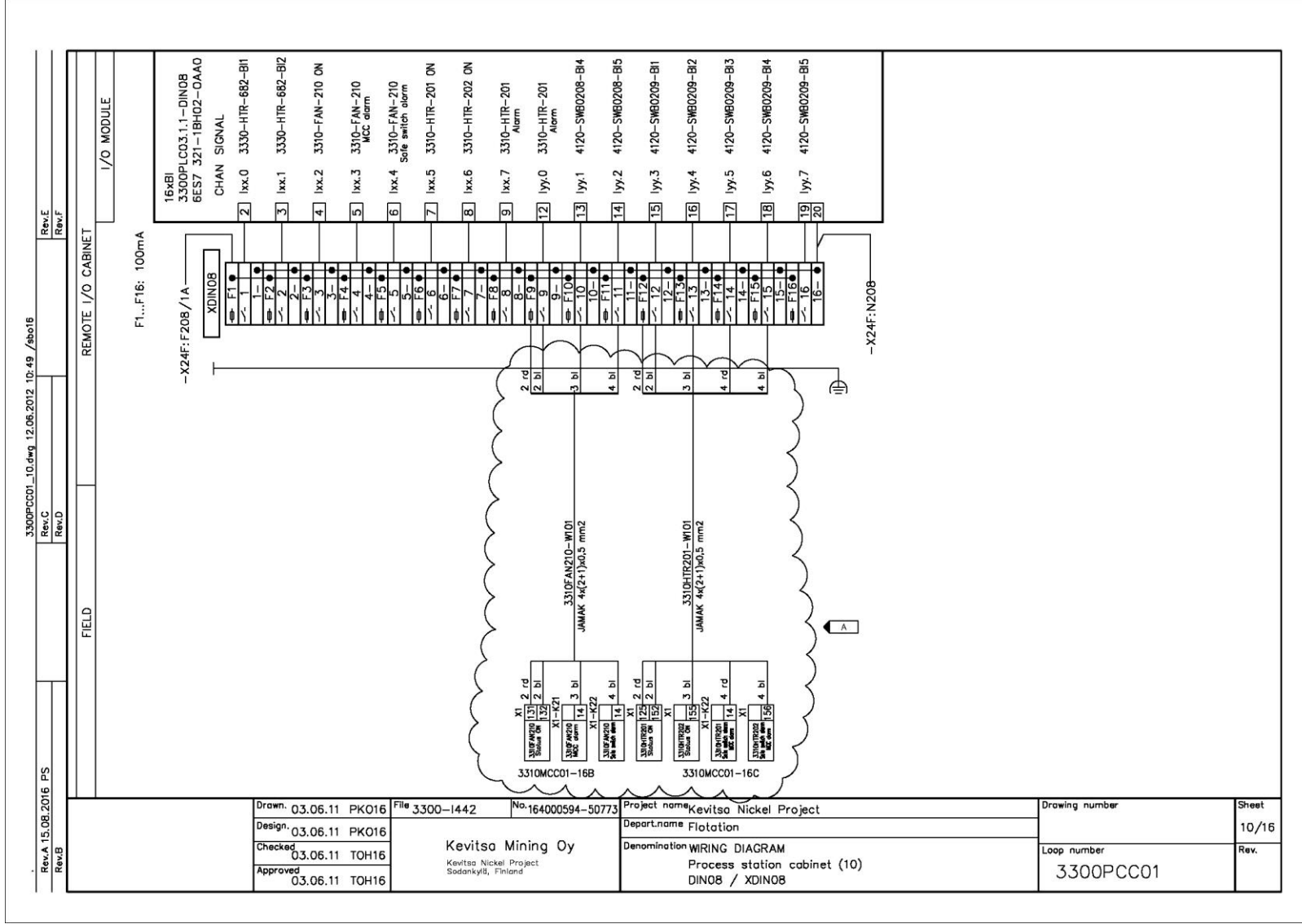




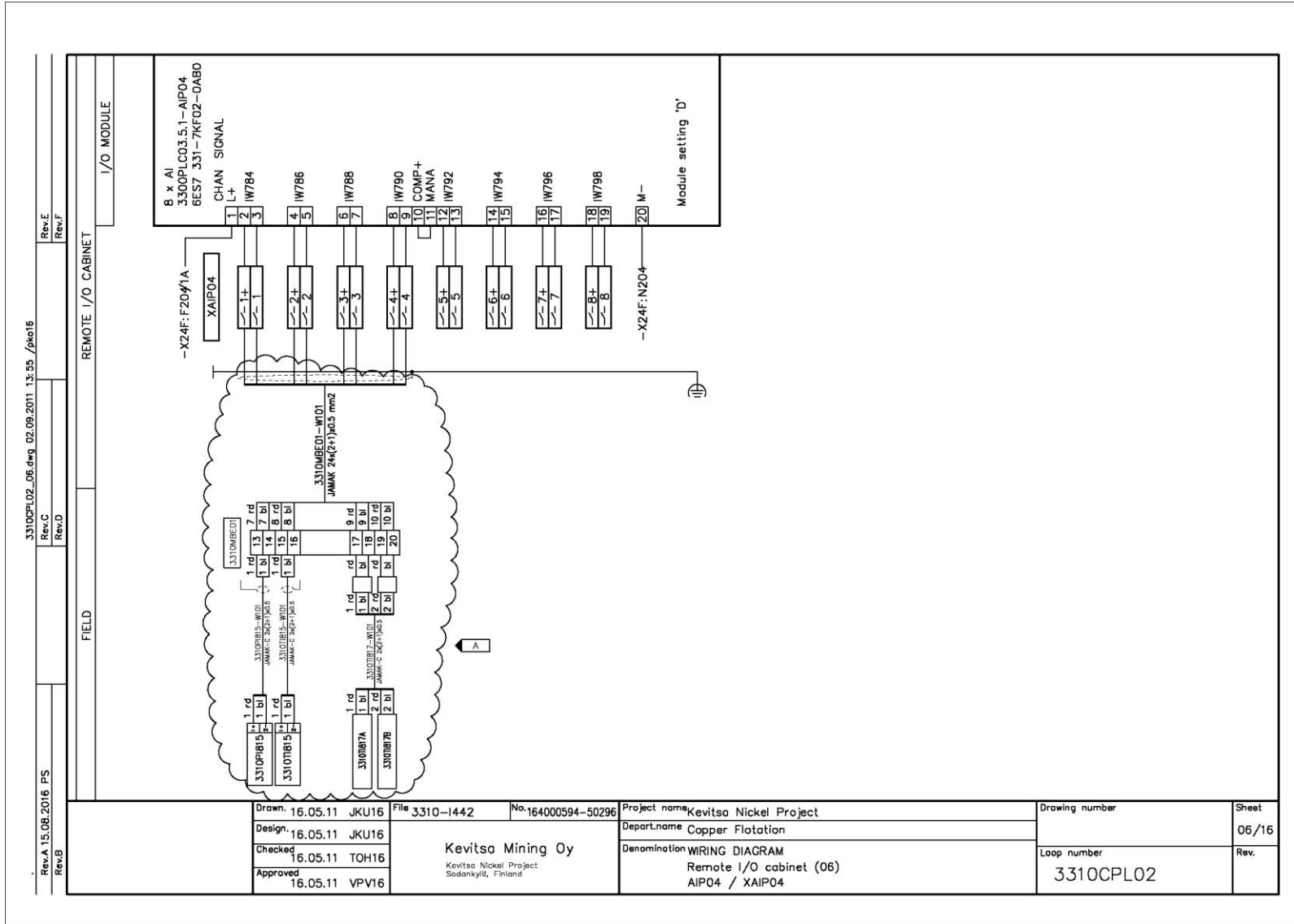




Drawn: 03.06.11 PKO16	File: 3300-1442	No.164000594-50774	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 03.06.11 PKO16	Kevitsa Mining Oy Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department: Flotation	Loop number 3300PCC01	09/16 Rev.
Checked: 03.06.11 TOH16			Denomination: WIRING DIAGRAM		
Approved: 03.06.11 TOH16			Process station cabinet (09) DON07 / XDON07		

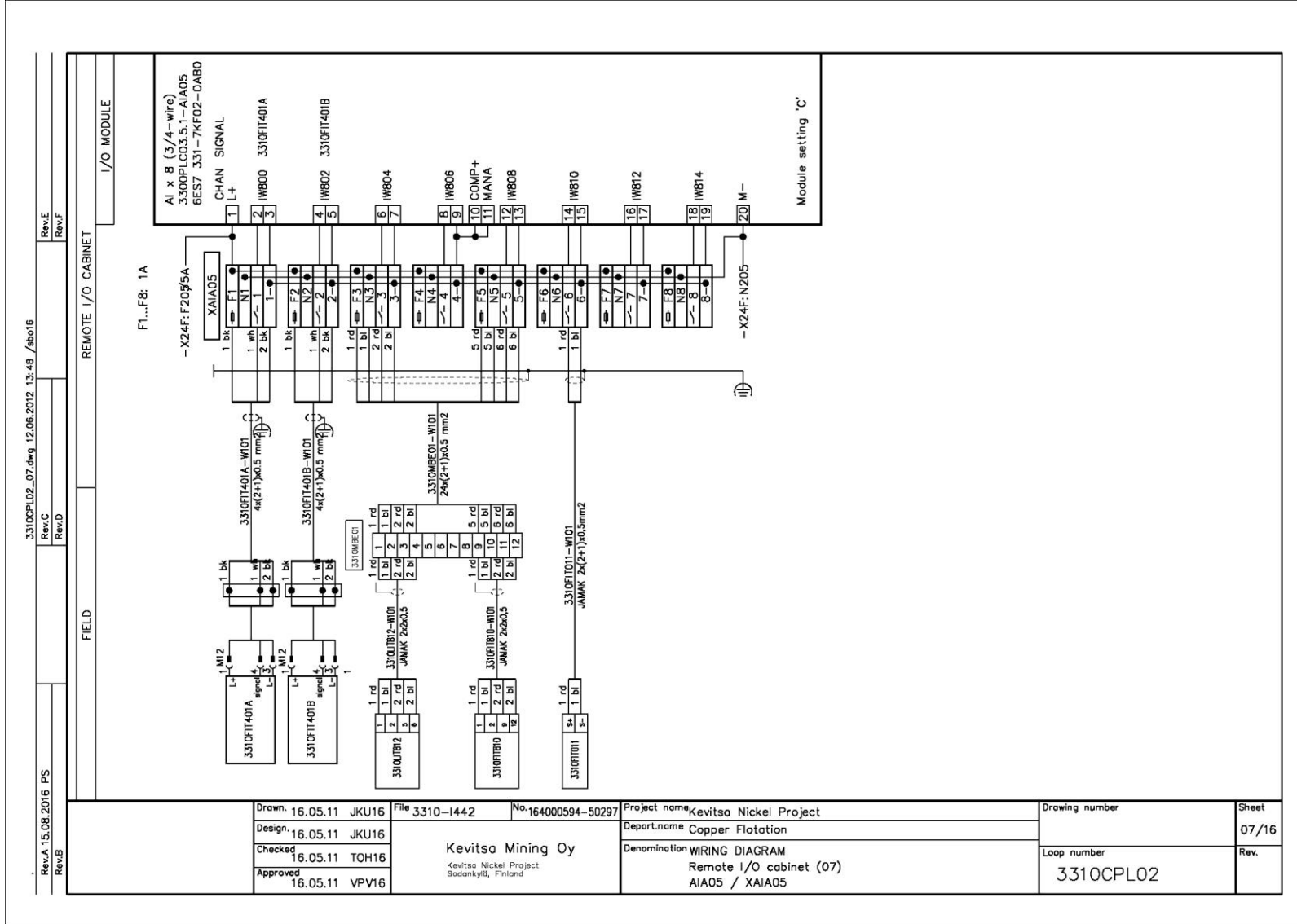


Drawn: 03.06.11 PKO16	File: 3300-1442	No.164000594-50773	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 03.06.11 PKO16	<b>Kevitsa Mining Oy</b> Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department: Flotation	Loop number <b>3300PCC01</b>	10/16 Rev.
Checked: 03.06.11 TOH16			Denomination: WIRING DIAGRAM		
Approved: 03.06.11 TOH16			Process station cabinet (10) DIN08 / XDIN08		

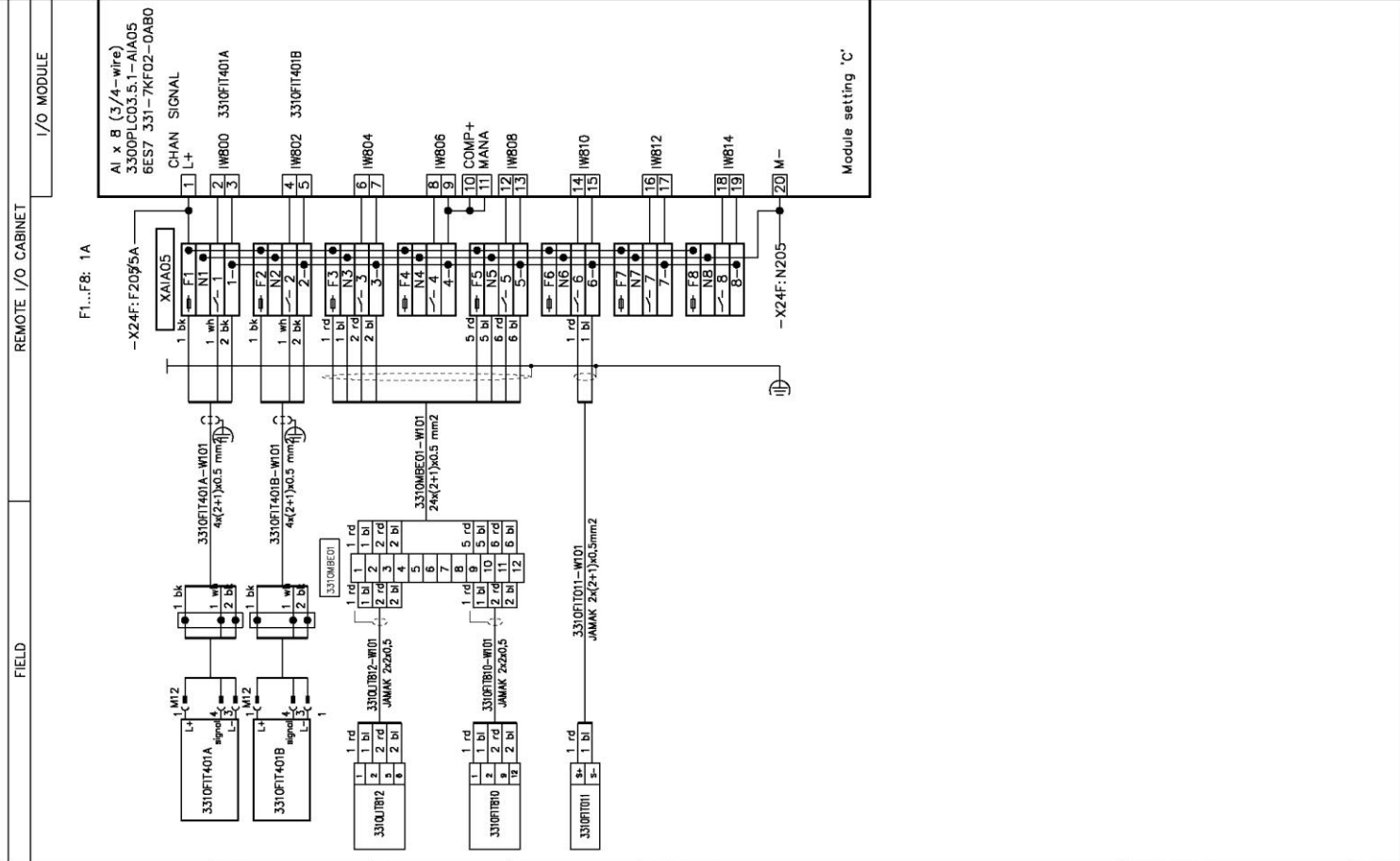


Rev.A 15.08.2016 PS	3310CPL02_06.dwg 02.09.2011 13:35 /pkc16	Rev.C	Rev.F
Rev.B		Rev.D	Rev.F

FIELD		REMOTE I/O CABINET		I/O MODULE	
Drawn:	16.05.11 JKU16	File:	3310-I442	No.:	164000594-50296
Design:	16.05.11 JKU16	Kevitsa Mining Oy		Project name:	Kevitsa Nickel Project
Checked:	16.05.11 TOH16	Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department:	Copper Flotation
Approved:	16.05.11 VPV16			Denomination:	WIRING DIAGRAM Remote I/O cabinet (06) AIP04 / XAIPO4
				Drawing number	3310CPL02
				Loop number	
				Sheet	06/16
				Rev.	

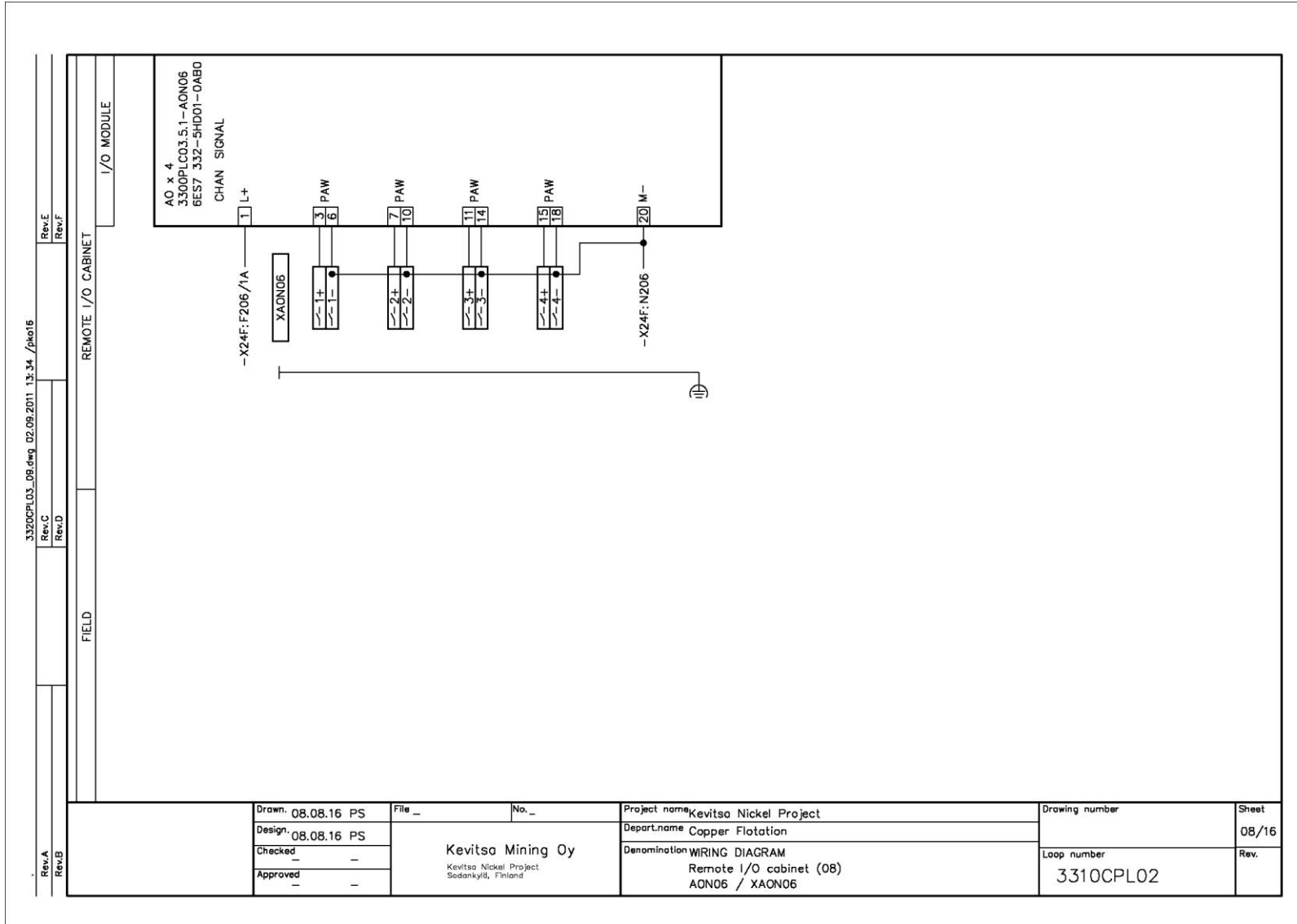


Rev.A: 15.08.2016 PS	3310CPL02_07.dwg 12.06.2012 13:48 /abo16	Rev.C	Rev.F
Rev.B		Rev.D	Rev.F

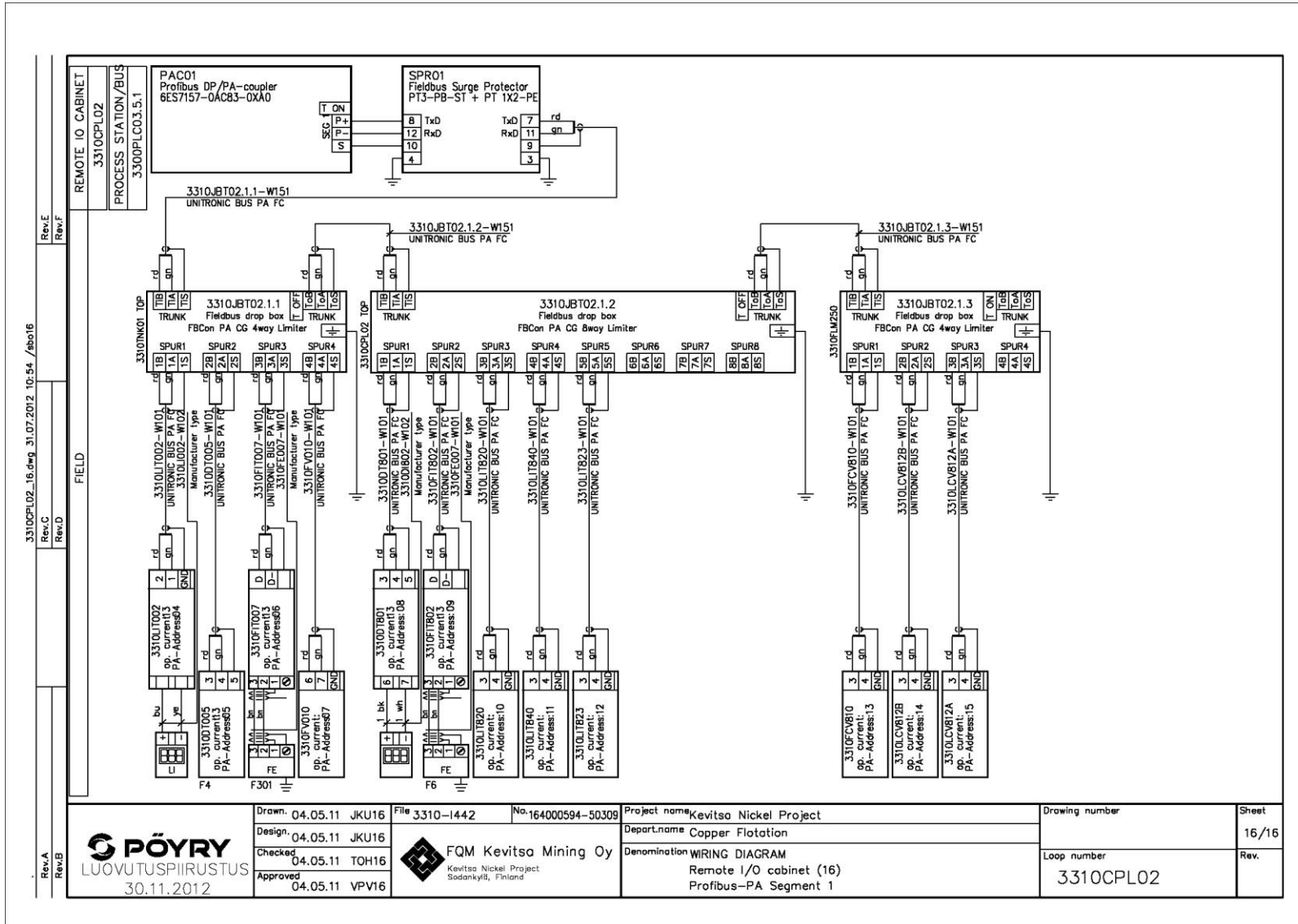


Drawn: 16.05.11 JKU16	File 3310-I442	No.164000594-50297	Project name Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 16.05.11 JKU16	Kevitsa Mining Oy Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department Copper Flotation	Loop number	07/16
Checked: 16.05.11 TOH16			Denomination WIRING DIAGRAM		
Approved: 16.05.11 VPV16			Remote I/O cabinet (07) AIA05 / XAIA05	3310CPL02	Rev.





Drawn: 08.08.16 PS	File: _	No.:	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 08.08.16 PS	Kevitsa Mining Oy Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department: Copper Flotation	Loop number 3310CPL02	08/16
Checked: -			Denomination: WIRING DIAGRAM		Rev.
Approved: -			Remote I/O cabinet (08) AON06 / XAON06		



Drawn:	04.05.11	JKU16
Design:	04.05.11	JKU16
Checked:	04.05.11	TOH16
Approved:	04.05.11	VPV16

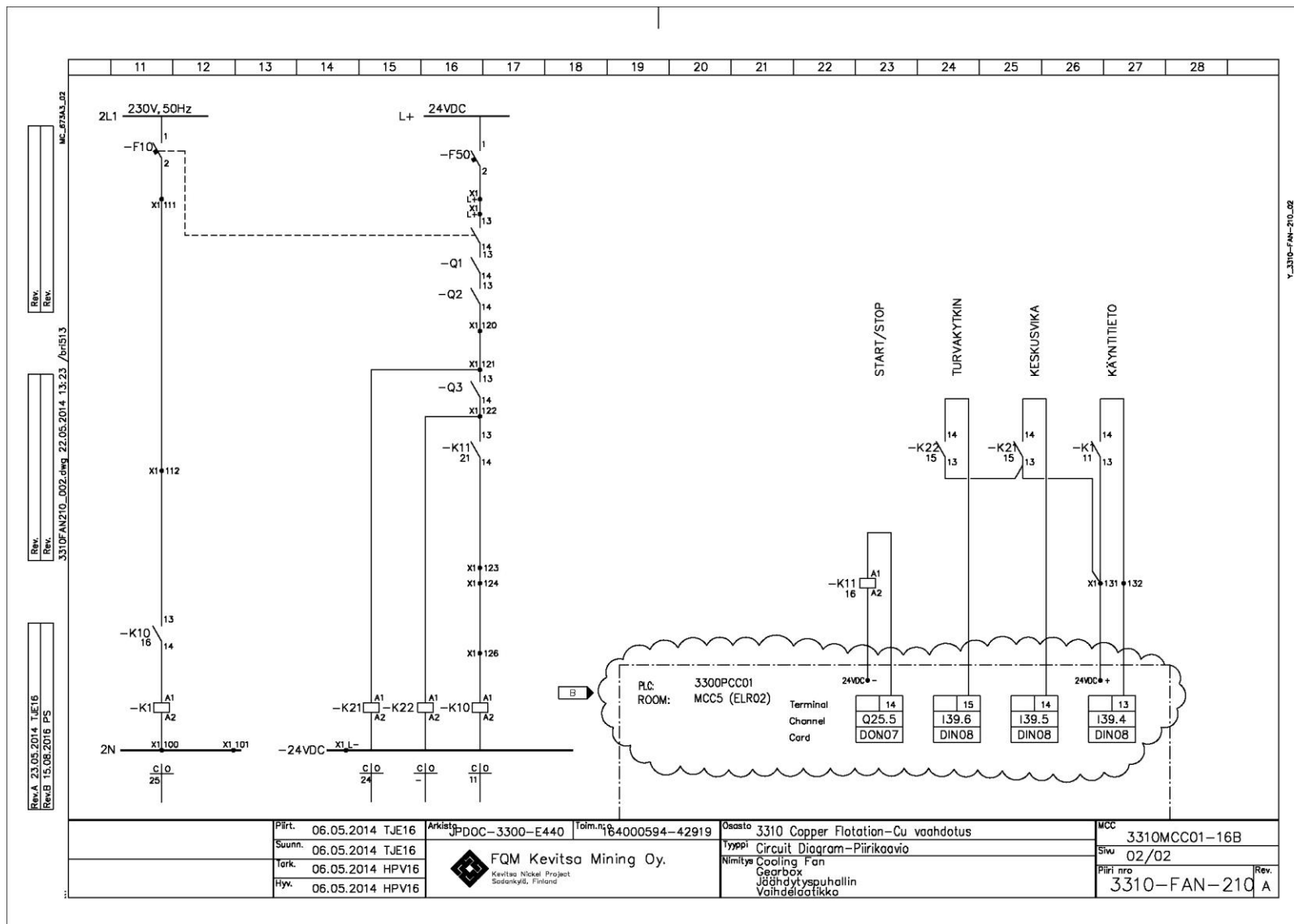


FQM Kevitsa Mining Oy  
Kevitsa Nickel Project  
Sodankylä, Finland

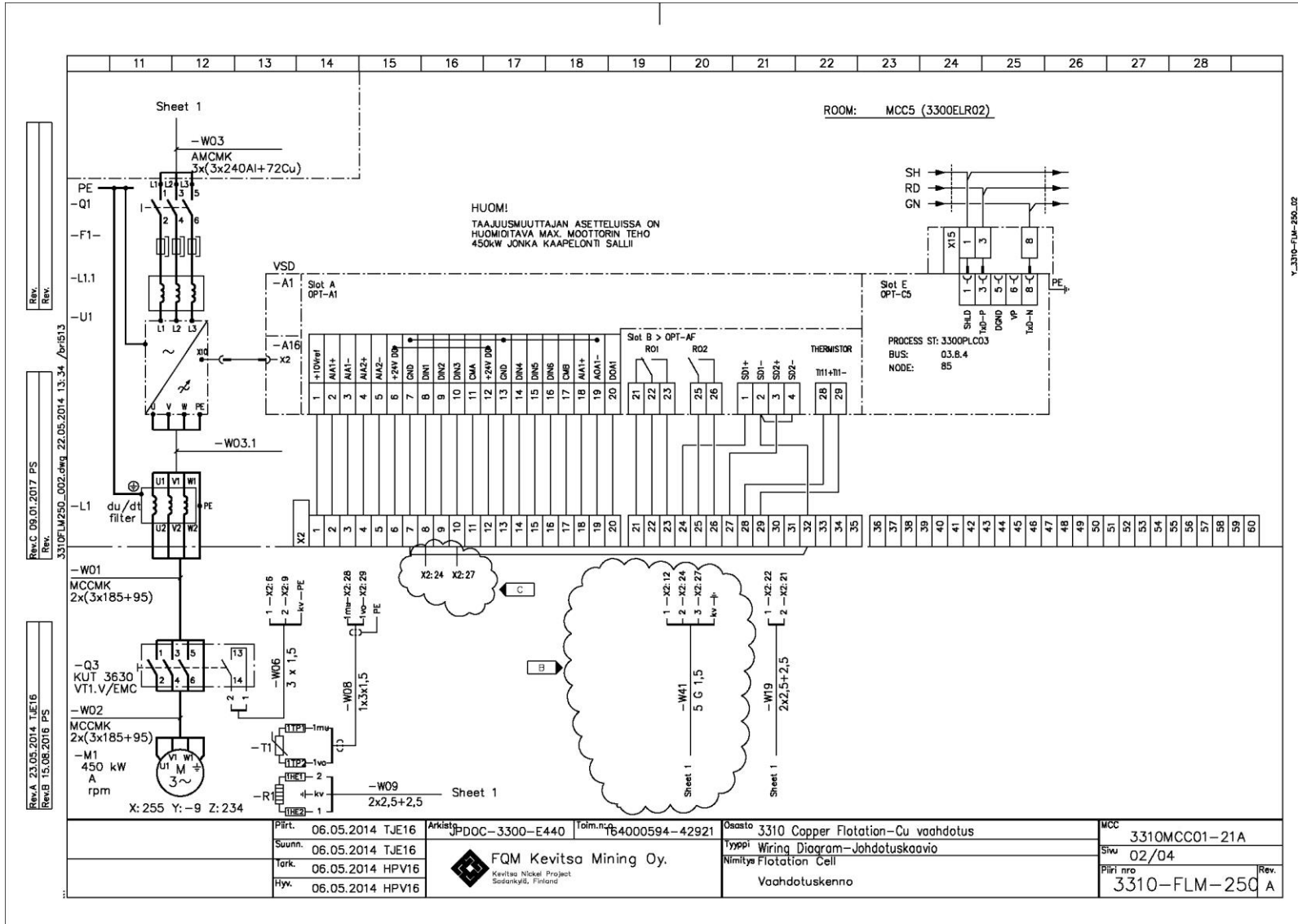
File:	3310-1442	No.164000594-50309	Project name:	Kevitsa Nickel Project
Department:	Copper Flotation			
Denomination:	WIRING DIAGRAM			
	Remote I/O cabinet (16)			
	Profibus-PA Segment 1			

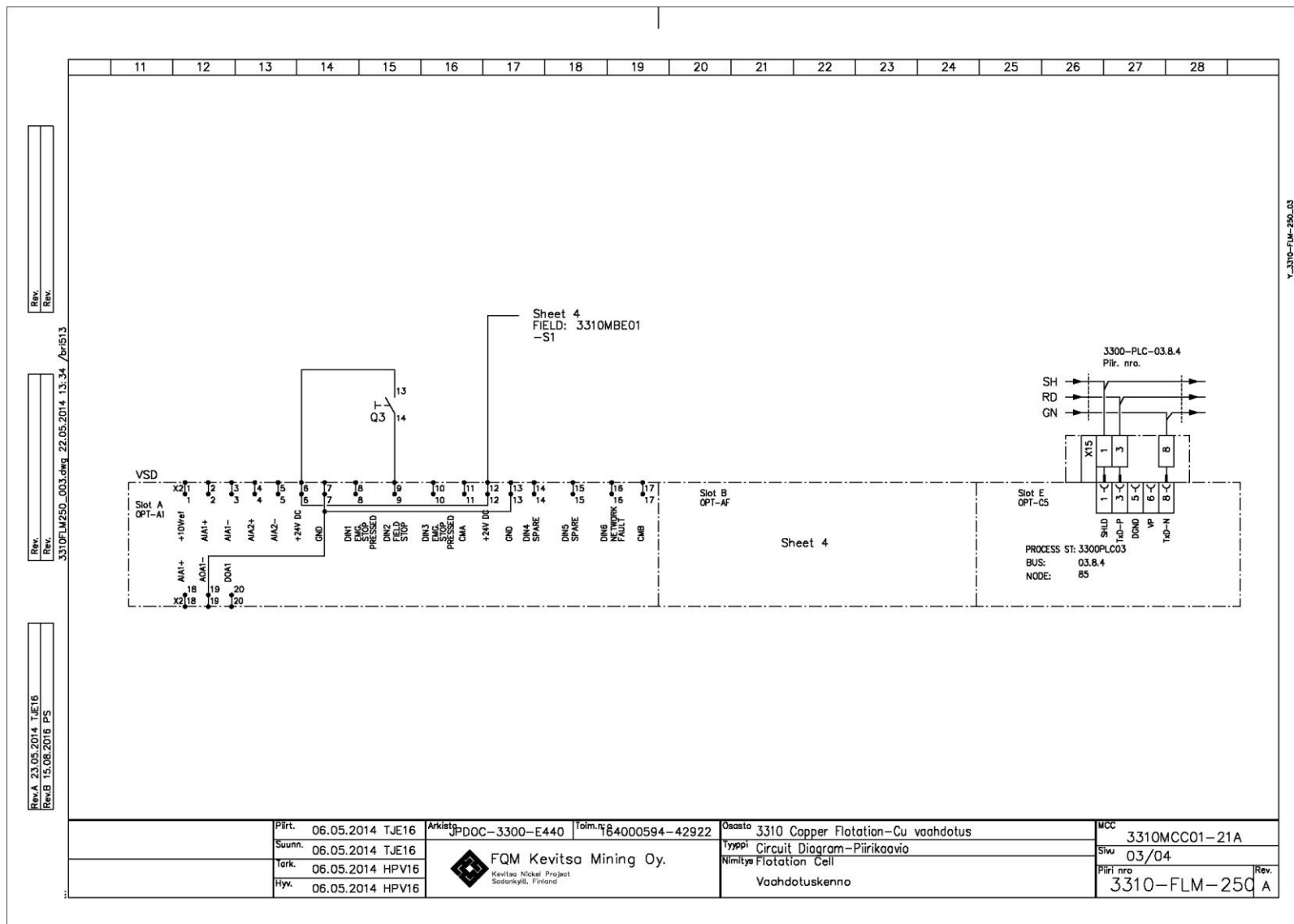
Drawing number:	3310CPL02	Sheet:	16/16
Loop number:	3310CPL02	Rev.:	











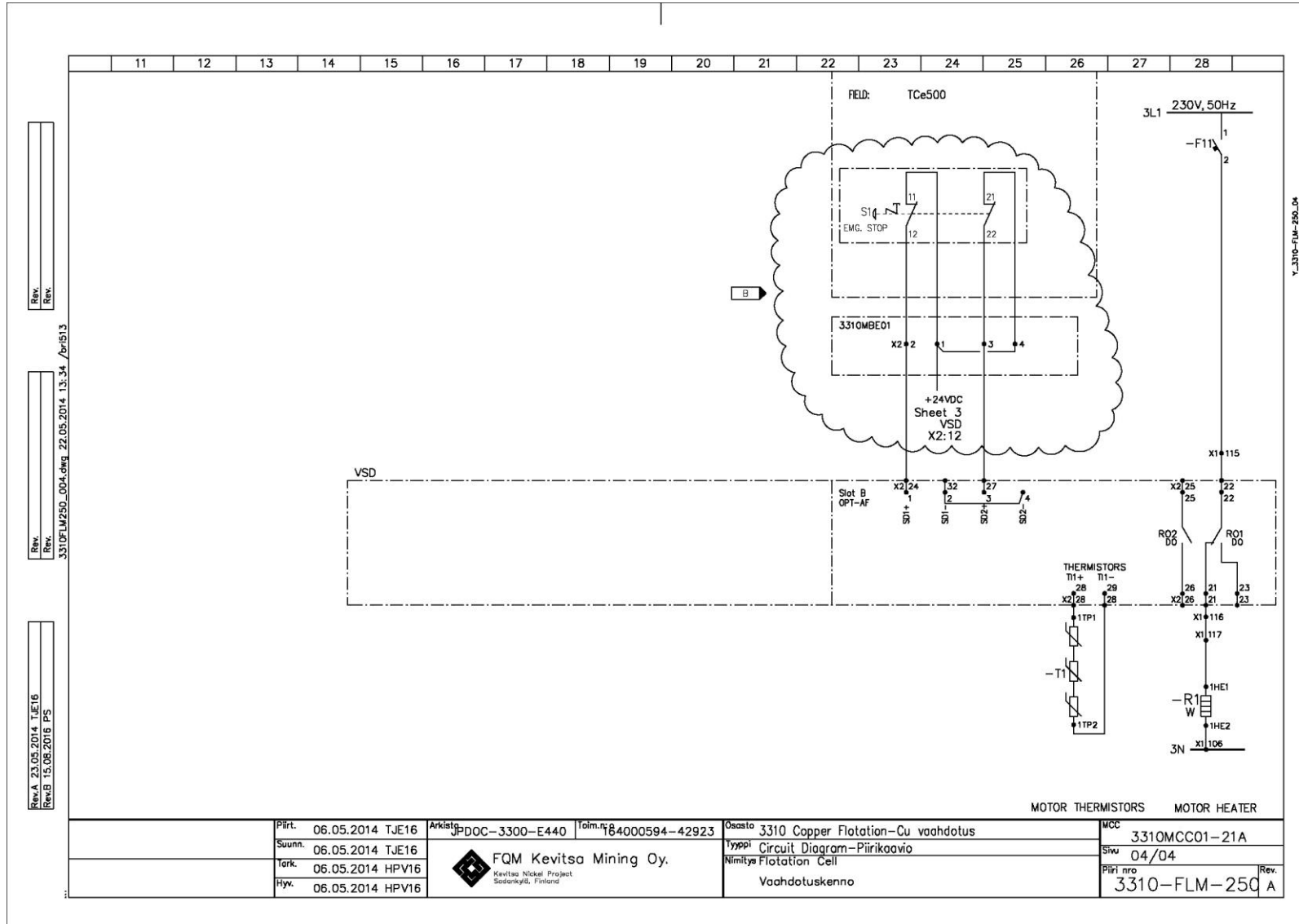
Rev.  
Rev.

3310FLM250\_003.dwg 22.05.2014 13:34 /vrs/513

Rev.A 23.05.2014 TJE16  
Rev.B 15.08.2016 PS

Piirt.	06.05.2014 TJE16	Arkisto	JPDO-3300-E440	Tolm.nro	184000594-42922	Osaosto	3310 Copper Flotation-Cu vaahdotus	MCC	3310MCC01-21A
Suunn.	06.05.2014 TJE16	 FQM Kevitsa Mining Oy. <small>Kevitsa Nickel Project Sedavinkylä, Finland</small>		Tyyppi Nimitys Vaahdotuskenno		Piiri nro 3310-FLM-250 A		Siw	03/04
Tark.	06.05.2014 HPV16							Rev.	
Hyv.	06.05.2014 HPV16								

Y\_3310-FLM-250\_03



Rev.  
Rev.

3310FLM250\_004.dwg 22.05.2014 13:34 /br/513

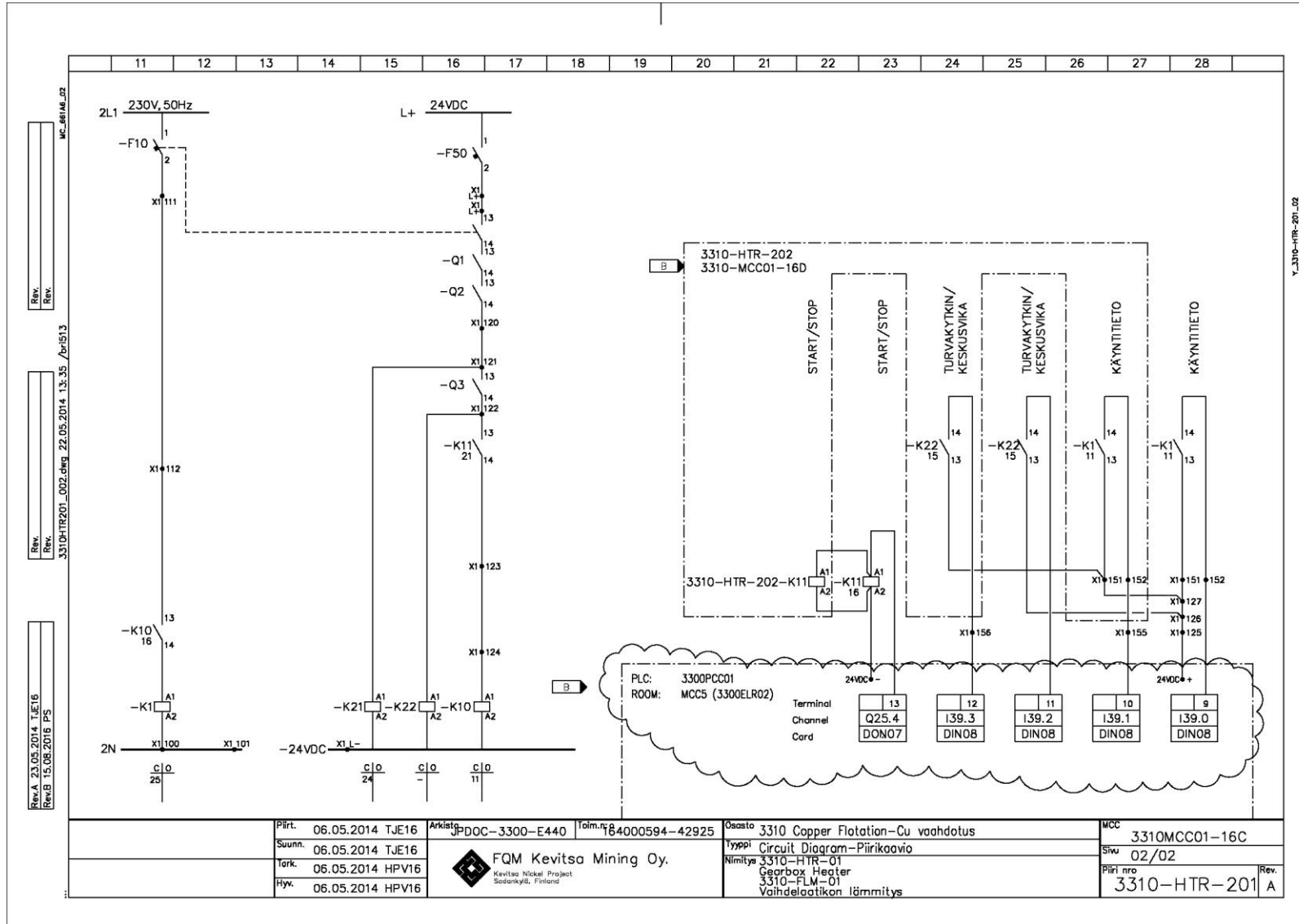
Rev.A 23.05.2014 TJE16  
Rev.B 15.08.2016 PS

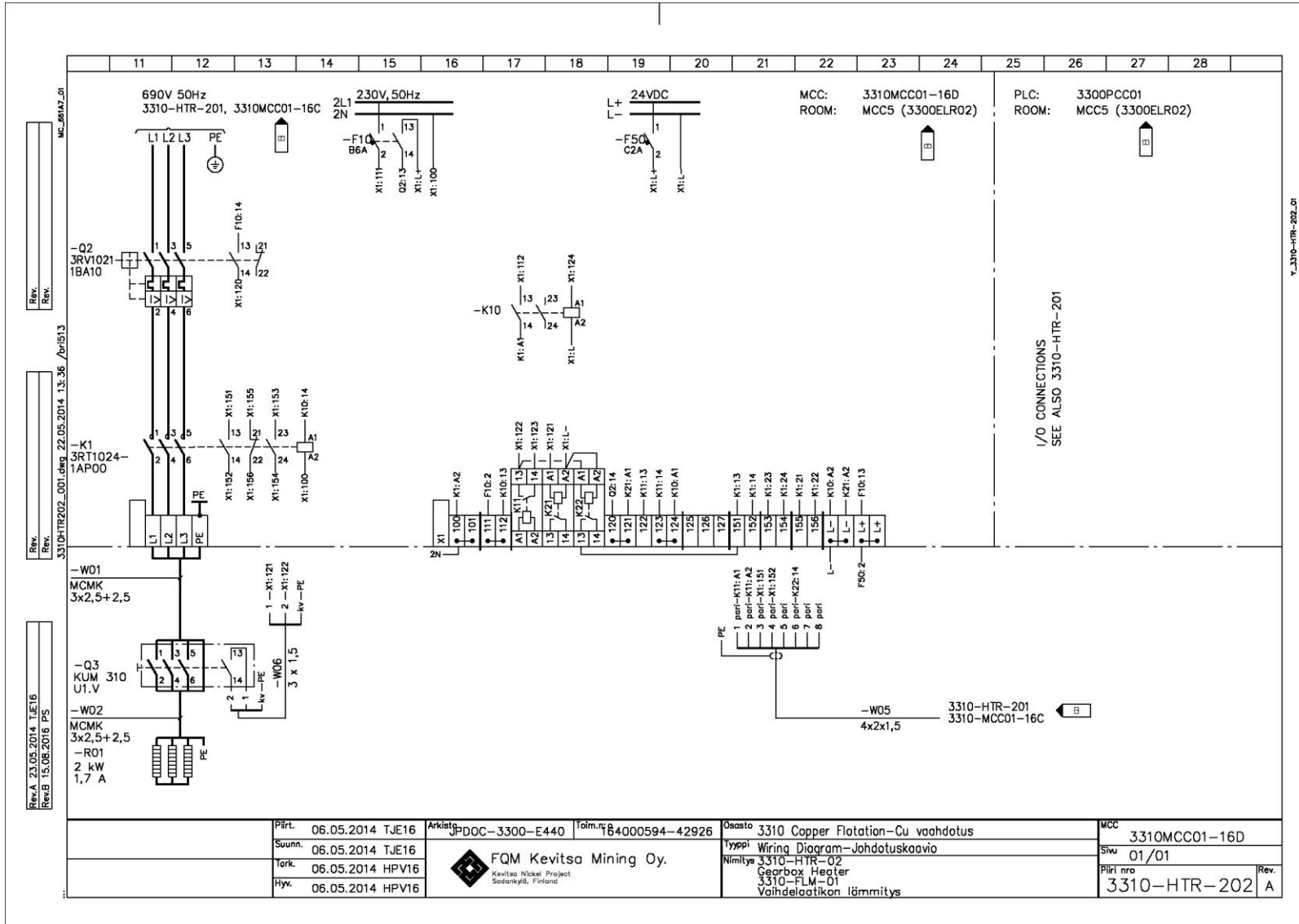
Piirt.	06.05.2014 TJE16	Arkisto	JPDOC-3300-E440	Tolm.n:o	164000594-42923	Osaosto	3310 Copper Flotation-Cu vaahdotus	MCC	3310MCC01-21A
Suunn.	06.05.2014 TJE16					Tyyppi	Circuit Diagram-Piirikaavio	Siv	04/04
Tark.	06.05.2014 HPV16					Nimitys	Flotation Cell	Piiri nro	3310-FLM-250 A
Hyv.	06.05.2014 HPV16						Vaahdotuskenno	Rev.	

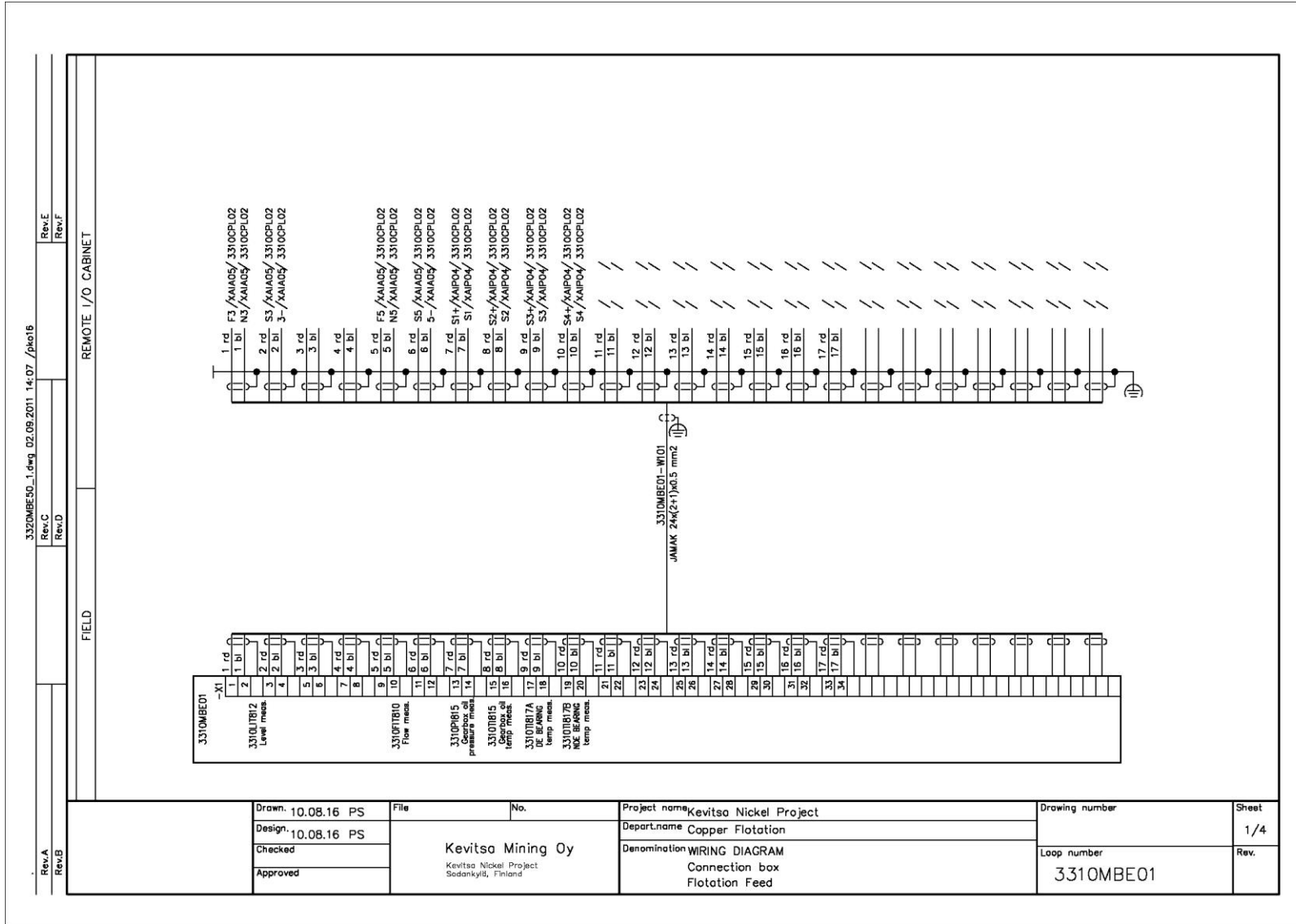
**FQM Kevitsa Mining Oy.**  
Kevitsa Nickel Project  
Sodankylä, Finland



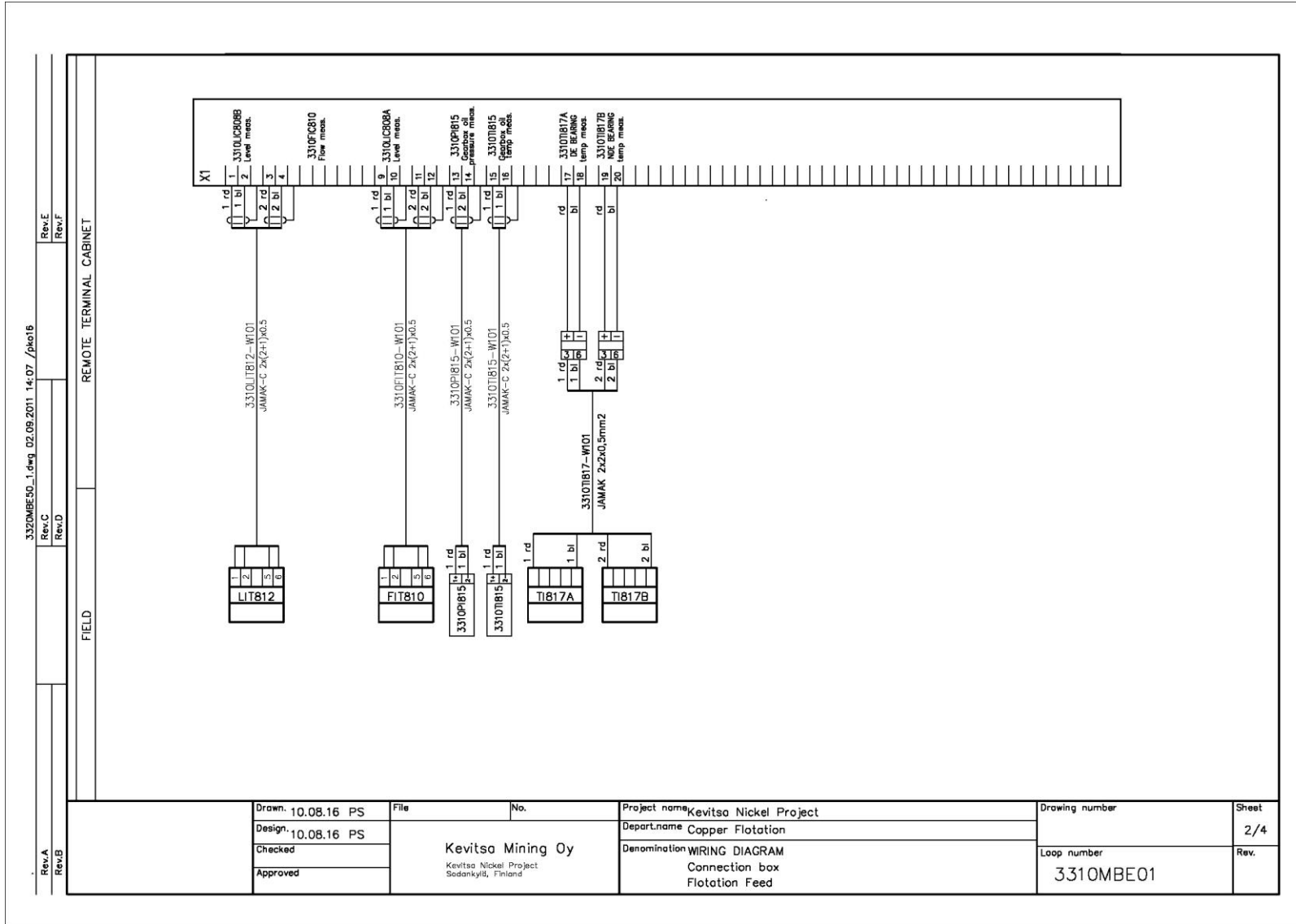




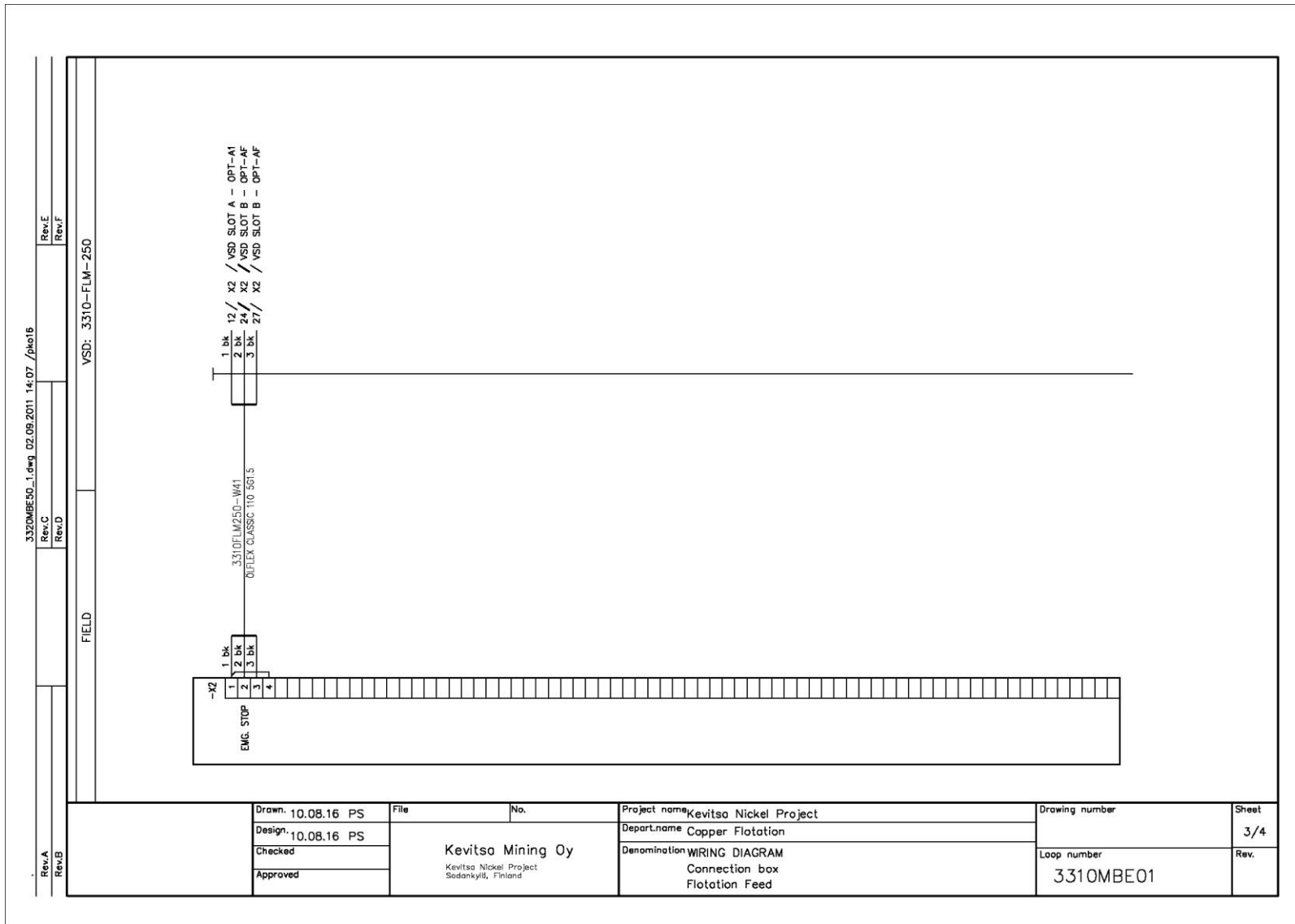




Drawn: 10.08.16 PS	File	No.	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 10.08.16 PS	Kevitsa Mining Oy <small>Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland</small>		Department: Copper Flotation	Loop number <b>3310MBE01</b>	1/4
Checked			Denomination: WIRING DIAGRAM		Rev.
Approved			Connection box Flotation Feed		



Drawn: 10.08.16 PS	File	No.	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 10.08.16 PS	Kevitsa Mining Oy <small>Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland</small>		Department: Copper Flotation	3310MBE01	2/4
Checked			Denomination: WIRING DIAGRAM		Rev.
Approved			Connection box Flotation Feed		



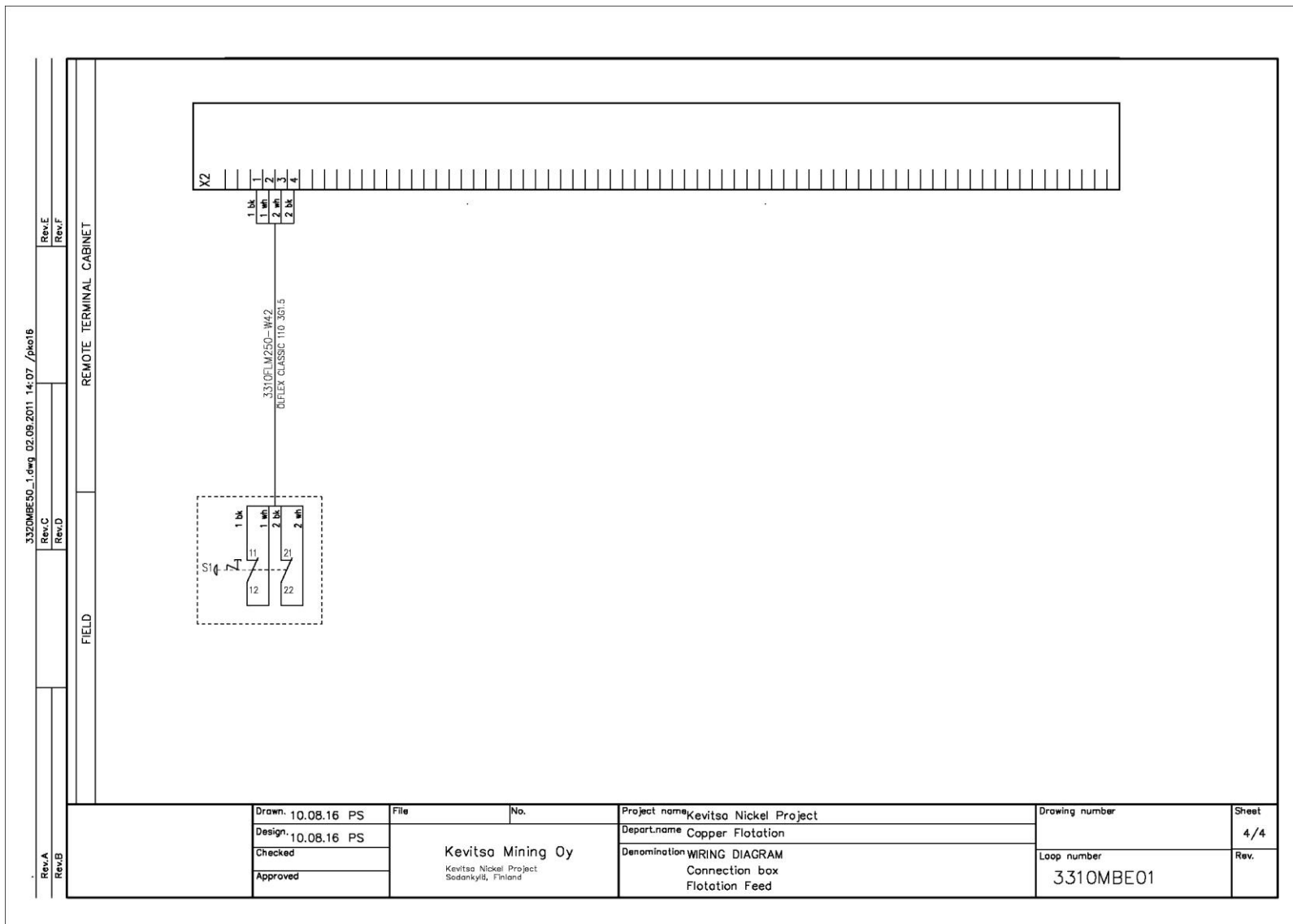
Rev.A	Rev.C	Rev.E
Rev.B	Rev.D	Rev.F

3320MBE50\_1.dwg 02.09.2011 14:07 /pkot16

FIELD

VSD: 3310-FLM-250

Drawn: 10.08.16 PS	File	No.	Project name: Kevitsa Nickel Project	Drawing number	Sheet
Design: 10.08.16 PS	Kevitsa Mining Oy Kevitsa Nickel Project Sodankylä, Finland		Department: Copper Flotation	Loop number 3310MBE01	3/4
Checked			Denomination: WIRING DIAGRAM		Rev.
Approved			Connection box Flotation Feed		



Kevitsa Mining Oy  
Kevitsa Nickel Project

Segmenttikaavio  
3300 Flotation  
Väyläsegmentti 3300PLC03  
Väylä 8, Segmentti 4

Doc. nr: 164000594-I0298

21.11.2012 Page: 4/8

<b>3300-PLC-03.8.4</b>	Väyläsegmentti 3300PLC03 Väylä 8, Segmentti 4 Bus Segment 3300PLC03 Bus 8, Segment 4
------------------------	---

