

POLYMEERIN LIUOTUSLAITTEISTON MODERNISOINTI

Mäkitalo Lauri

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Lauri Mäkitalo	Vuosi	2016
Ohjaaja	Ins. (AMK) Aila Petäjäjärvi		
Toimeksiantaja	Agnico Eagle Finland Oy		
Työn nimi	Polymeerin liuotuslaitteiston modernisointi		
Sivu- ja liitesivumäärä	40 + 36		

Opinnäytetyön aiheena on polymeerinliuotuslaitteiston modernisointi Kittilän kultakaivokselle. Laitteisto on toimitettu kaivokselle kokonaisuutena, jota ei ole kytketty automaatiojärjestelmään. Modernisoinnissa poistetaan laitteistosta logiikka ja kytketään toiminnat suoraan rikastamon automaatiojärjestelmään. Tavoitteena työssä on, että panosprosessia voidaan ajaa mahdollisimman paljon automaattisesti ja laitteiston toimintaa voisi seurata ja ohjata valvomosta. Tehävänä on suunnitella muutokset ja toteuttaa ne.

Työssä selvitettiin liuotuslaitteiston rakenne ja toiminta sekä tuotannolliset ja kunnossapidolliset toiveet ja tarpeet. Tarkoituksena oli poistaa käyttöön liittyvät ongelmat ja saada laitteistosta mahdollisimman hyvin automaattisesti toimiva. Polymeerin liuotuslaitteistoon tehtiin sähkö- ja automaatio suunnitelmat ja ohjelmoinnit sekä muutostyöt suunnitelmien mukaan.

Lähteinä käytettiin laitteiston valmistajan manuaalia ja automaatiojärjestelmän käyttöoppaita. Myös metallurgeja ja prosessihenkilöitä haastateltiin. Näiden perusteella suunniteltiin automaatiojärjestelmään tarvittavat I/O:t, sähkökytkennät ja ohjelmointi.

Mahdollisia toteutustapoja olisi ollut useita. Valittu toteutustapa on asennuksiltaan samanlainen kuin muut ko. tehtaassa. Tämä toteutus tukee kunnossapitoa ja helpottaa vianhakua ja korjauksia. Lisäksi toteutus helpottaa myöhemmin pelkällä ohjelmoinnilla tehtäviä muutoksia, joilla laitteiston automatisointia voidaan parannella.

Avainsanat

automaatiojärjestelmät, sähkötekniikka, säätötekniikka, prosessin ohjaus, säätöjärjestelmät

Industry and Natural Resources
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Lauri Mäkitalo	Year	2016
Supervisor	B.Sc. (Tech.) Aila Petäjäjärvi		
Commissioned by	Agnico Eagle Finland Oy		
Subject of thesis	Flocculant makeup device upgrade		
Number of pages	40 + 36		

The subject of this thesis is flocculant makeup device upgrade in Kittilä goldmine. The device has been shipped to the mine as an entirety, that has not been connected to an automation system. In the upgrade project logic is removed and operations are connected to concentrate automation system. The aim in the project is to be able to drive the makeup process automatically and then control in the control room. The task is to engineer the upgrade and realize it.

The body and operation of the makeup device as well as productional and maintenance desires and needs were examined in the project. The purpose was to eliminate control problems and make the makeup device to function automatically as well as possible. Electricity and automation planning, programming as well as alteration work was done for the flocculant makeup device as planned.

Manual of the device manufacturer and automation system manuals were used as sources. Metallurgists and process personnel were also interviewed. Based on these the required I/O:s, electrical connections as well as programming were designed.

Potential realizations are several. Mountings in the selected realization are identical with the others in the plant in question. This realization supports the maintenance and facilitates troubleshooting and repairs. The realization also enables upgrades realized only by programming, with which upgrades in the automation can be improved.

Key words Automation systems, Electrical engineering, Control
technic, Process control, Control systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	FLOKKULANTTI RIKASTUSPROSESSISSA	9
2.1	Flokkulantin tehtävä	9
2.2	Flokkulantin eteneminen	10
3	LIUOTUSLAITTEISTO	12
3.1	Rakenne	12
3.2	Laitteet ja niiden toiminta	13
3.3	Sähköistys ja ohjaukset	16
4	LIUOTUSLAITTEISTON KÄYTTÖ	20
5	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	21
5.1	Yleistä	21
5.2	Rauta	21
5.3	Rakenne	22
5.4	Ohjelmistot	23
5.5	Ohjelmointikielet	23
6	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	24
6.1	Modernisoinnin tarpeet	24
6.2	Ratkaistavat ongelmat	24
7	MODERNISOINNIN SUUNNITTELU	25
7.1	Laitteiden nimeäminen ja toiminnankuvaukset	25
7.2	Sekvenssin eteneminen	25
7.3	Sähkö- ja automaatio suunnittelu	29
7.4	Toteutus	30
8	TOTEUTUS	31
8.1	Asennukset	31
8.2	Ohjelmoinnit	33
9	TESTIT	35
10	DOKUMENTAATIO	36
11	POHDINTA	37

LÄHTEET.....	39
LIITTEET	40

ALKUSANAT

Haluan kiittää vaimoani Anna-Maijaa ja lapsiani, jotka ovat antaneet mahdollisuuden opiskella kaiken kiireen keskellä. Haluan myös kiittää ystävääni Aslakia, joka on ollut kannustamassa opiskeluissani.

Kittilässä 28.5.2016

Lauri Mäkitalo

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CCD	Vastavirtapesu
flokkulantti	hiutaloittamisaine (polymeeriliuos)
NP-allas	Neutralointi allas
jetwet	polymeerin liuotuslaite
DIxxx	Digital Input -kortin tyyppi
DOxxx	Digital Output -kortin tyyppi
AIxxx	Analog Input -kortin tyyppi
AOxxx	Analog Output -kortin tyyppi
MTU	Module Terminal Unit I/O korttikanta
TUxxx	Korttinkannan tyyppi
I/O	Input, Output

1 JOHDANTO

Työssä modernisoidaan polymeerin liuotuslaitteisto Kittilän kultakaivokselle. Laitteistolla valmistetaan panoksina polymeeriliuosta, jota käytetään sakeuttimissa rikastusprosessin eri vaiheissa lietteiden sakeuttamiseen (Agnico Eagle Finland OY 2015). Työssä polymeerista käytetään sanaa flokkulantti. Työn tavoitteina on kytkeä laitteisto rikastamon automaatiojärjestelmään ja mahdollistaa valvonta ja operointi valvomosta.

Laitteisto on toimitettu aikoinaan valmiina pakettina, jota voi käyttää sellaiseenaan kytkemällä sähkösyöttökaapeli laitteistoon. Nykyisellään se sitoo käyttökäyttäjän useiksi tunneiksi vuorokauden aikana laitteiston läheisyyteen. Laitteistoa voidaan ajaa automaattisestikin, mutta valvonta on visuaalista ja käyttö paikallaan. Tästä syystä on syntynyt tarve laitteiston modernisoinnille.

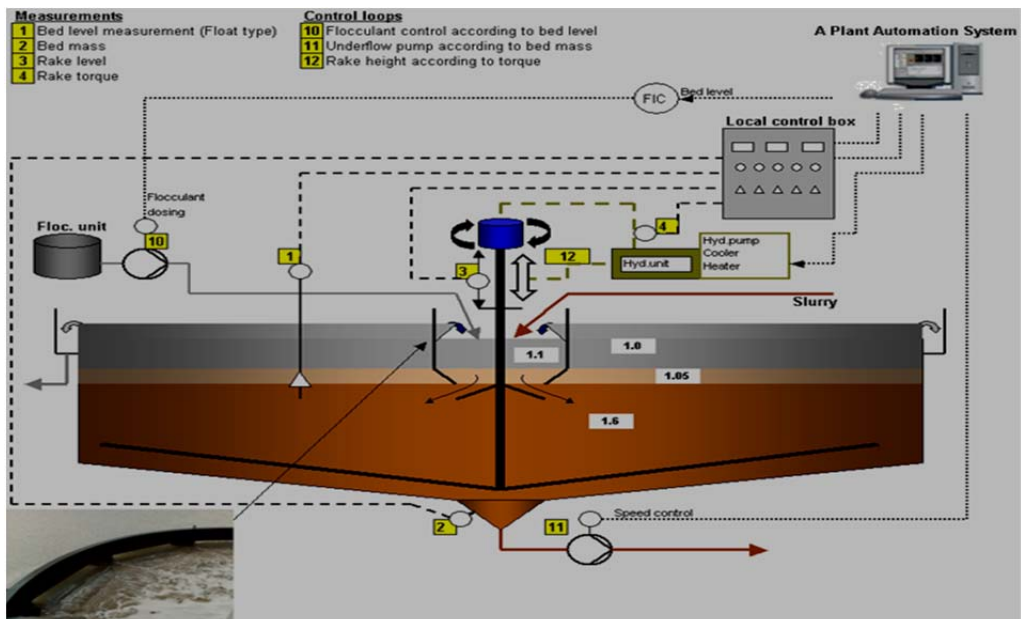
Modernisoinnin tarkoituksena on ratkaista ongelmat laitteiston käytössä, helpottaa laitteiston käyttöä ja vähentää laitteiston operointiin käytettävää aikaa sekä helpottaa valvontaa. Työssä selvitetään liuotuslaitteiston rakenne ja toiminta. Tietojen pohjalta tehdään sähkö- ja automaatio suunnitelmat ja toteutetaan muutokset. Ohjelmoidaan toiminta rikastamon automaatiojärjestelmään ja tehdään operointikäyttöliittymä.

2 FLOKKULANTTI RIKASTUSPROSESSISSA

2.1 Flokkulantin tehtävä

Rikastusprosessi voidaan jakaa osa-alueisiin, joita ovat murskaus, jauhatus, hiilenvaahdotus, sulfidivaahdotus, rikasteen sakeutus, painehapetus, vastavirtapesu, syanidiliuotus, elektrolyysi ja valu. Jauhetun malmin erottelu aloitetaan vaahdotuksissa. Kultapitoinen rikasteliete pumpataan rikastesakeuttimiin ja rikastushiekka rikastushiekkasakeuttimiin. Rikastesakeuttimien jälkeen seuraava prosessi on painehapetus, jonka jälkeen rikaste pumpataan vastavirtapesusakeuttimiin. Rikastushiekkasakeuttimista sakeutettu aliteliete pumpataan neutralointiin, josta se pumpataan pastasakeuttimeen ja NP-altaaseen. Kaikissa sakeuttimissa käytetään flokkulanttia.

Flokkulantin tehtävä on sakeuttaa liete sakeuttimissa sitoen kiintoaineita itseensä. Kun flokkulantti hiukkaseen tarttuu tarpeeksi kiintoainehiukkasia, niiden yhteinen massa kasvaa ja ne painuvat sakeuttimen pohjalle. Kun lietettä kertyy sakeuttimeen, mitataan sakeuttimen petimassaa, josta saadaan tietää kuinka paljon sakeuttimessa on tiheämpää alitetta. Tiheyttä alitteessa halutaan pitää kohtuullisen korkeana, jolloin veden osuus on pienempi. Lietteen painuessa sakeuttimien pohjalle, petimassan päälle jää vettä. Vesi kerätään yliteränneistä ja käytetään prosessissa uudelleen. Kuviosta nähdään kuinka flokkulanttia annostellaan sakeuttimen keskikartioon lietteen kanssa (Kuvio 1).

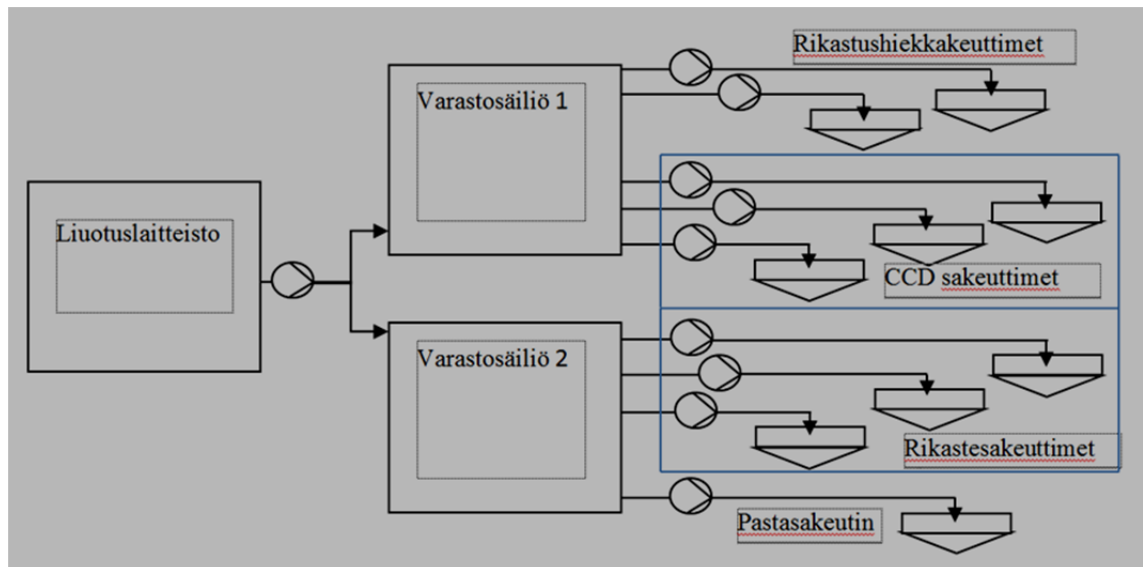


Kuvio 1. Sakeuttimen toiminta (Outotec 2014)

Flokkulanttiliuos valmistetaan panoksina jauheesta siihen tarkoitetulla laitteistolla. Flokkulanttia annostellaan ruuvilla jauhesuppilosta ja puhalletaan sekoitussäiliöön. Sekoitussäiliössä flokkulanttia kypsytetään ennalta määrätyn ajan, joka määräytyy flokkulantin väkevyyden mukaan. Flokkulantin väkevyyttä säädetään jauheen määrällä suhteessa veteen. Tätä suhdetta säädetään jauheen annosteluajalla, koska panoksessa käytettävä vesimäärä on vakio. Panoksen valmistus päättyy, kun flokkulantti on pumpattu varastosäiliöön. Panoksen valmistus kestää nykyisellä väkevyydellä kokonaisuudessaan noin 90 minuuttia. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

2.2 Flokkulantin eteneminen

Varastosäiliöitä on kaksi, ja ne ovat sakeuttamolla ja rikastamolla. Sakeuttamon varastosäiliöstä flokkulanttia pumpataan kolmeen vastavirtapesusakeuttimeen, sekä kahteen rikastushiekkasakeuttimeen. Rikastamon varastosäiliöstä flokkulanttia pumpataan kolmeen rikastesakeuttimeen sekä pastasakeuttimeen. Kuvista nähdään flokkulantin eteneminen valmistuksesta sakeuttimiin (Kuvio 2).



Kuvio 2. Flokkulantin eteneminen

Flokkulanttia annostellaan omilla annostelupumpuilla kuhunkin sakeuttimeen erikseen. Annosteltavan flokkulantin määrää säädetään sakeuttimen toiminnan mukaan, jota operaattorit tarkkailevat. Annostelua mitataan putkissa olevilla virtausmittareilla litra määrää tunnissa (Kuva 1).



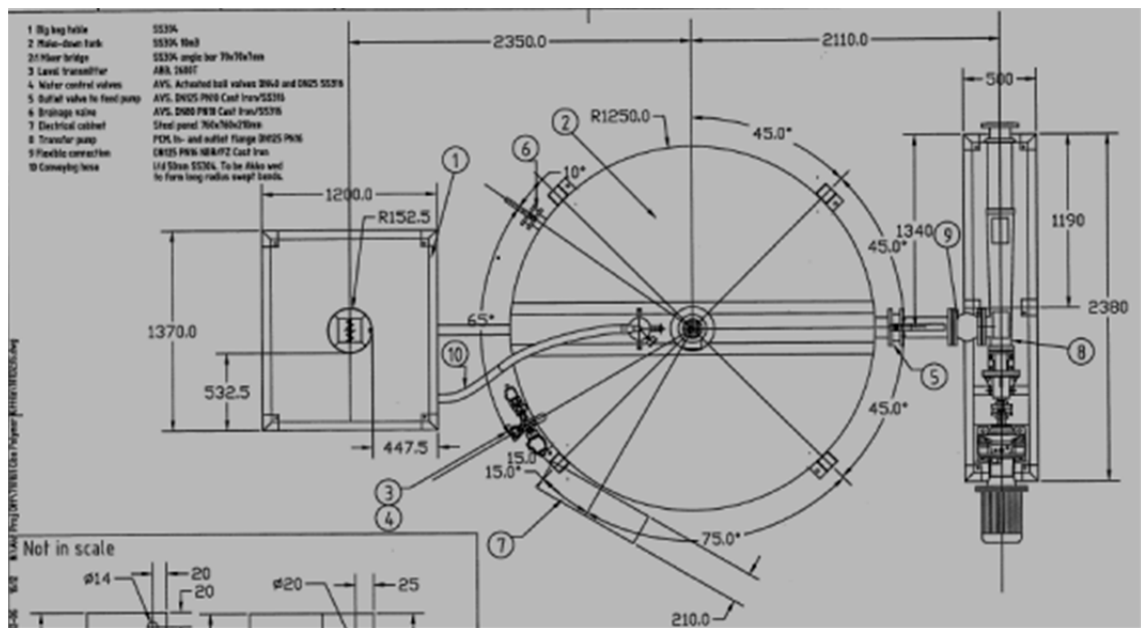
Kuva 1. Flokkulantin annostelu

Yhdellä laitteistolla on hankalaa valmistaa erilaatuisia liuoksia, mutta väkevyyttä voi säätää. Väkevyyttä säätämällä voidaan vaikuttaa flokkulantin riittävyyteen. Väkevempi liuos kuluisi hitaammin, mutta vastaan voisi tulla pumppausongelmia. (Roimaa 2012.)

3 LIUOTUSLAITTEISTO

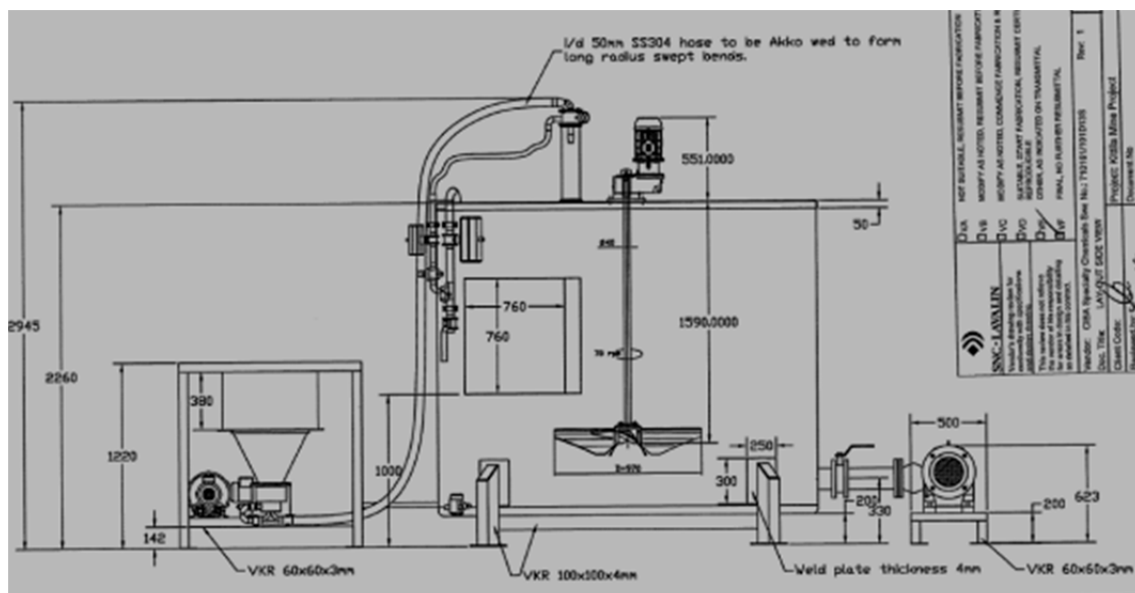
3.1 Rakenne

Flokkulantin liuotuslaitteisto koostuu jauhesuppilosta ja sekoitussäiliöstä. Säiliö on teräksestä valmistettu lieriö, joka on korkeudeltaan kaksi metriä ja halkaisijaltaan kaksi ja puoli metriä. Jauhesuppilo on valmistettu pellistä rautakehikon sisään. Kuvioista nähdään laitteiston rakenne, mitat sekä muodot sivulta ja ylhäältä piirrettynä (Kuvio 3 & 4). Tilavuutta säiliöllä on noin 10m^3 , josta valmistuksessa voidaan hyödyntää noin $9,3\text{m}^3$ riippuen ylä- ja alarajojen asettelusta. Säiliön alareunassa on tyhjennysyhde venttiileineen, josta säiliön voi tyhjentää lattiakaivoon. Toisella puolella alareunassa on poistoyhde siirtopumpulle. Säiliön kyljessä on kotelo sähkölaitteiden kytkentää ja ohjaamista varten. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuvio 3. Liuotuslaitteiston mittapiirros ylhäältä (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

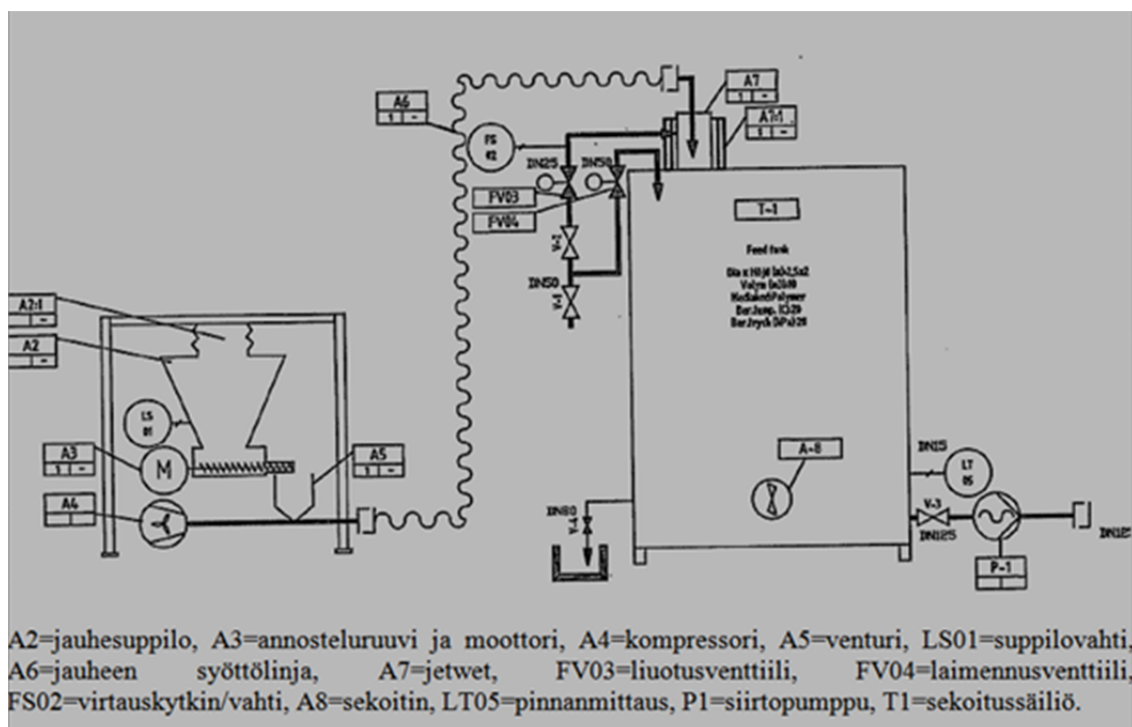
Säiliöön tulee vesilinja, joka haarautuu kahdeksi eri linjaksi ennen säiliötä. Paksumpi linja on laimennusvesilinja, jonka kautta vesitäyttö tapahtuu ja tulee suoraan säiliöön. Ohuempi linja on liuotusvesilinja, joka on kytketty Jetwet-yksikköön. Jetwet -yksikköön tulee suppilon alla olevasta venturista haitariputki, jota pitkin jauhe puhalletaan siihen. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuvio 4. Liuotuslaitteiston mittapiirros sivulta (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

3.2 Laitteet ja niiden toiminta

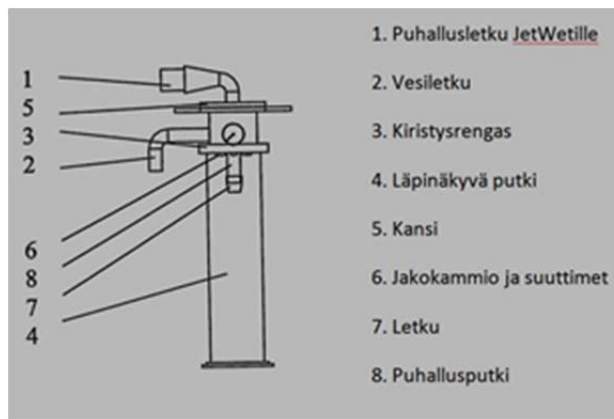
Liuotuslaitteistossa on annosteluruuvi, kaasurengaskompressori, sekoitin ja siirtopumppu. Ne saavat käyttövoimansa sähkömoottorista. Lisäksi laitteistossa on muutama venttiili, antureita ja pinnanmittaus. Kuviossa on nimetty laitteet ja missä laitteet sijaitsevat (Kuvio 5). (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuvio 5. Liuotuslaitteiston laitteet (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Suppilosta syötetään ruuvilla jauhetta venturiin sen verran, että saadaan liuokseen oikea väkevyys. Ruuvi pyörii vakionopeudella, joten haluttu jauhemassa saadaan asettamalla ruuville pyörimisaika, kun tiedetään kuinka monta kiloa jauhetta ruuvi syöttää minuutissa. Jauhesuppilossa on kapasitiivinen anturi, jolla valvotaan, että suppilossa on jauhetta. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Ruuvilla syötetty flokkulanttijauhe puhalletaan kaasurengaskompressorilla venturista Jetwetille. Jetwet on laite, jonka jakokammiossa jauhe liuotetaan veteen (Kuvio 6). (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuvio 6. JetWet (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Vesilinjassa on virtausvahti (Kuva 2), jolla valvotaan veden virtausta sillä hetkellä, kun jauhetta syötetään Jetwetiin. Virtauskytkimeen on asetettu hälytysrajaksi minimivirtaus, millä saadaan Jetwetin spraysuuttimille riittävä paine. Jos virtaus on alle asetusarvon, keskeytyy panoksen valmistus. Jauheen liuettua Jetwetissä, se valuu sekoitussäiliöön, joka täytetään lopuksi vedellä. Sekoitussäiliössä liuosta sekoitetaan, kunnes liuos on kypsynyt. Kypsymisaika määräytyy väkevyyden mukaan ja sekoittimeen asetetaan sama pyörimisaika. Siirtopumpulla pumpataan valmistunut panos varastosäiliöön. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuva 2. Virtausanturi

Vesiventtiilit ovat läppäventtiileitä. Venttiilejä käytetään instrumentti-ilmalla toimivilla Neles Jamesburyn toimilaitteilla, joiden ohjaukset on toteutettu magneettiventtiileillä (Kuva 3). Toimilaitteiden magneettiventtiilit toimivat 230 voltin jännitteellä ja ne on kytketty logiikan ulostuloihin, jotka ovat luettavissa liitteestä yksi. Säiliön poisto- ja tyhjennysyhteissä sekä vesilinjassa on käsiventtiilit huoltotöitä varten.



Kuva 3. Sekoitussäiliön vesiventtiilit

Pinnankorkeutta sekoitussäiliössä mitataan ABB:n painelähettimeillä, joka on laitteiston ainoa mittaus. Tiettyihin pinnan korkeuksiin liittyy toimintoja, kun ne

saavutetaan. Siirtopumppaus loppuu ja uuden panoksen valmistus alkaa noin 10%:n pinnankorkeudessa. Sekoitin käynnistyy, laimennusveden syöttö katkeaa ja jauheen syöttö alkaa, kun pinnankorkeus on 35 %. Vesitäyttö loppuu ja kypsymisajan ajastin käynnistyy 95%:n korkeudessa. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

3.3 Sähköistys ja ohjaukset

Sekoitussäiliön kyljessä on sähkölaitetekotelo (Kuva 4). Kotelo sisältää moottoreiden ohjaamiseen ja suojaamiseen tarvittavat komponentit, kontaktorit, releet, käyttökytkimet, logiikan ym. Kotelon ovi toimii ohjauspaneelina, jossa on kytkimet panoksen ajoa varten sekä hätäseis-painike. Ovessa on myös paneeli anosteluruuvien pyörimisajan ja sekoittimen pyörimisajan ajastimien muutoksia varten.



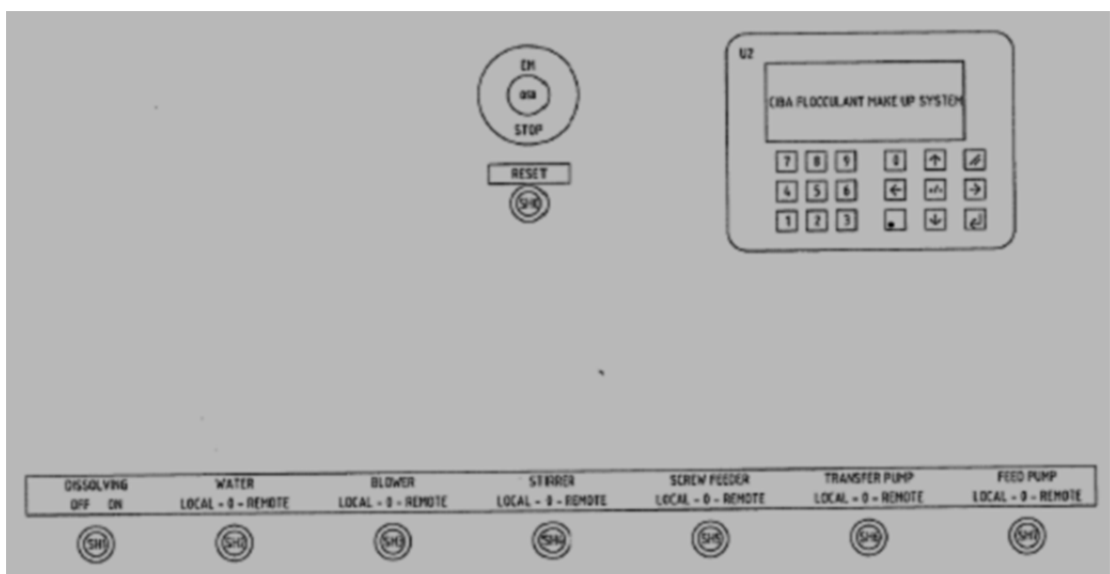
Kuva 4. Liutuslaitteiston sähkölaitetekotelo ja ohjauspaneeli

Moottorilähtöjen lämpöreleiden laukeamisesta sekä käyttökytkimien local- ja remote-asennoista tulee tieto logiikalle. Moottoreiden ohjaukset menevät moottorinsuojakytkimien kärkien kautta pääkontaktoreille K1-K4 ja käyttökytkimien merkkilampuille. Laitteiston toimintoja ohjataan Hitachin logiikalla (Kuva 5). Inputit ovat 24 voltin käyttöjännitteellä ja outputit 230 voltin relelähtöjä. Liitteessä on alkuperäiset sähköpiirikaaviot, joista nähdään laitteiden kytkennät ja ohjaukset. (Liite 1.)



Kuva 5. Käytössä oleva logiikka

Laitteistoa käytetään sähkölaitetekotelon ovesta olevasta ohjauspaneelistä (Kuvio 7). Ensimmäisellä kytkimellä vasemmalta annetaan lupa panoksen valmistukseen kääntämällä se on-asentoon. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



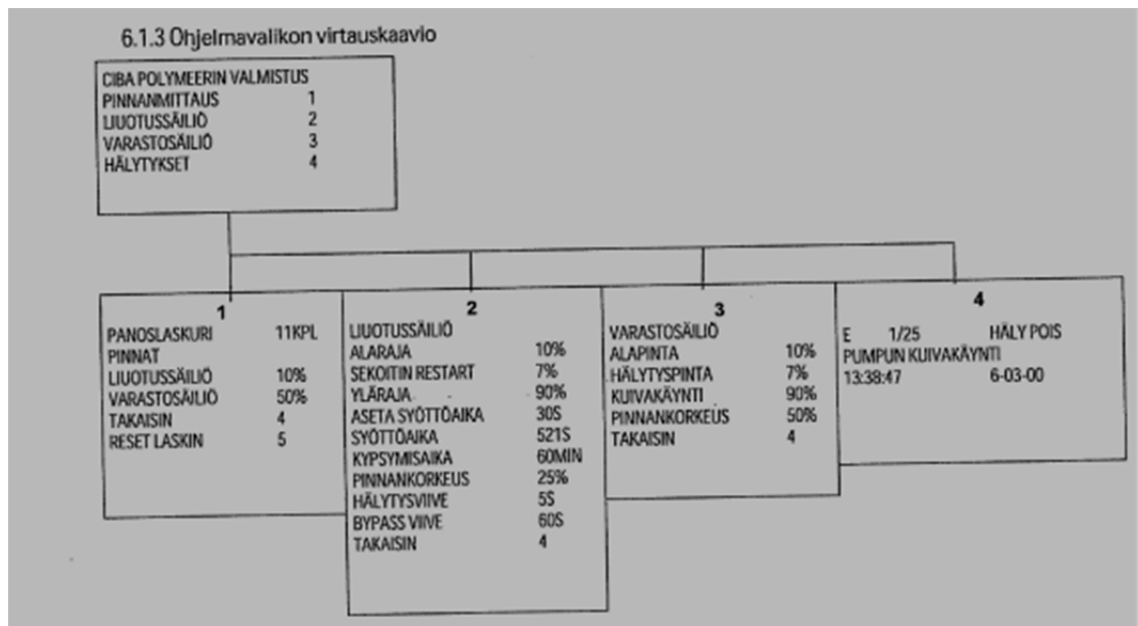
Kuvio 7. Flokkulantin liuotuksen ohjauspaneeli (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Seuraavalla kytkimellä ohjataan vesitäyttöjä 1 ja 2, jotka näkyvät sekvenssikaaviossa (Tauluko 1). Local-asennossa valmistussekvenssi odottaa niin kauan, että kytkintä käytetään 0-asennossa ja käännetään takaisin local-asentoon, ennen kuin logiikka suorittaa vuorossa olevan vesitäytön. Remote-asennossa logiikka suorittaa vesitäytöt automaattisesti, kun sekvenssin vesitäytön askel tulee vuoroon. Kompressorin, sekoittimen, annosteluruuvien ja siirtopumpun ohjaukset toimivat samalla periaatteella. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Taulukko 1. Laittevalmistajan sekvenssitaulukko. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Vaihe	Vaihenimi	Toiminto	Endot
0	LÄHTÖPISTE	Odottaa	- Kytkin Käyttökohde "Auto" - Kytkin Valmistus "Päällä" - Liuotussäiliö onta alhaalla
1	VESITÄYTTÖ 1	Täyttää säiliötä	- Sekoitin käynnistystasolla - Siilossa jauhetta - Moottorisuoja Ei lauennut
2	JAUHESYÖTTÖ	Syöttää polymeeriä	- Annostusaika asetettu
3	VESITÄYTTÖ 2	Lisää vettä	- 95 % tasolle asti (yläraja)
4	SEKOITUS	Sekoitin käy	- Sekoitusaika asetettu - Varastosäiliön pinta alhaalla
5	VALMIS PANOS	Tyhjentää liuotussäiliön sisälön siirtopumpulla varastosäiliöön	- Lägnivå i beredningstank
Takaisin 0			

Ohjauspaneelin yläreunassa olevalla valvontapaneelilla asetetaan pinnankorkeuden raja-arvot ja nähdään nykyinen pinnankorkeus prosentteina. Kuviossa näkyy valvontapaneelin ohjelmavalikon virtauskaavio (Kuvio 8). Paneelilla asetetaan myös annostusajan ja kypsymisajan ajastimien ajat, sekä liuotuksen huuhteluviive annostuksen loputtua ja hälytysviive virtauskytkimelle. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)



Kuvio 8. Valvontapaneelin virtauskaavio (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

4 LIUOTUSLAITTEISTON KÄYTTÖ

Laitteistoa voidaan käyttää automaattilla, osittain automaattilla tai manuaalisesti. Käyttö automaattilla toimii siten, että kaikki käyttökytkimet käännetään remote-asentoon. Käyttökytkin käännetään viimeisenä on-asentoon. Automaattitoiminnolla uuden panoksen valmistus alkaa heti edellisen panoksen valmistuttua. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Manuaaliajo toimii siten, että käyttökytkimet asetetaan local-asentoon ja jokainen sekvenssin askel täytyy käynnistää erikseen kytkimillä. Kun kytkimet ovat local-asennossa, käynnistetään valmistus. Prosessi pysähtyy joka askeleen jälkeen odottamaan käyttäjän toimenpiteitä (Taulukko 1). Ajotapa sitoo henkilön paikan päälle tai välittömään läheisyyteen. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Osittain automaattinen ajotapa voisi olla minkäläinen variaatio tahansa automaattisen ja manuaalisen ajon väliltä. Osa kytkimistä on remote-asennossa ja osa local-asennossa vapaavalintaisesti riippuen siitä, halutaanko valmistuksen pysähtyvän jossakin tietyssä vaiheessa. Tämä ajotapa ei sido henkilöä laitteiston läheisyyteen niin kokonaisvaltaisesti kuin manuaaliajo, mutta liuoksen valmistuksen tehokkuus voi kärsiä, jos panos odottelee pitkään seuraavan vaiheen käynnistystä. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

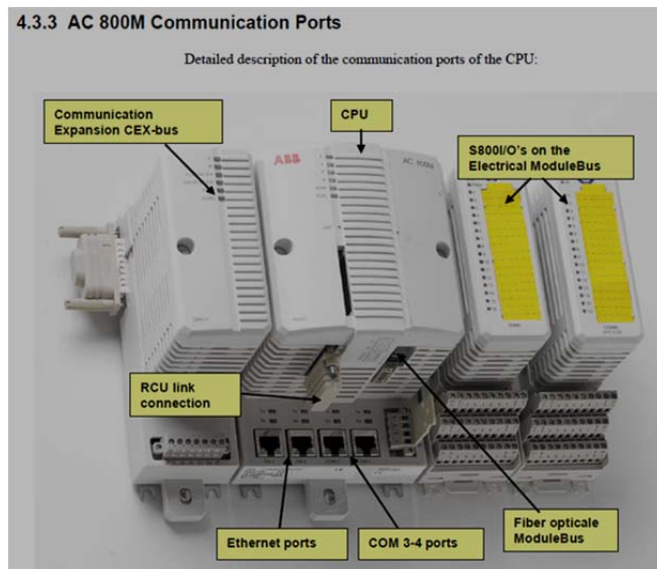
5.1 Yleistä

Käytössä on ABB:n Industrial 800xA automaatiojärjestelmä, johon flokkulantin liuotuslaitteisto tulisi kytkeä. Järjestelmä on rakennettu siten, että eri prosessi-alueille on omat prosessiasemat. Asemiin on kytketty perinteistä I/O:ta sekä Profibus-DP kenttäväylät.

Perinteistä I/O:ta käytetään esimerkiksi mittauksissa, venttiilien ohjauksissa, rajakytkimissä, releohjauksissa ja kärkitiedoissa. Profibus-DP kenttäväylää käytetään moottorikäytöissä, koska niiden ohjaamiseen, valvontaan ja säätämiseen tarvittaisiin paljon perinteistä I/O:ta.

5.2 Rauta

Automaatiojärjestelmässä prosessiasemina käytetään PM864A asemia. Niihin on kytkettynä MTU:t, joihin on asennettuna I/O- kortit. MTU:ita on kahdenlaisia, kompakti ja laajennettu malli. Kaivoksella on käytössä laajennettu malli, toisin kuin kuviossa (Kuvio 9), jossa on kompakti malli. (ABB OY 2006a.)



Kuvio 9. Prosessiasema, sekä kaksi kompaktia MTU:ta I/O-kortteineen (ABB OY 2006a.)

Käytettävien MTU:iden tyypit ovat TU830 ja TU838. TU830 kannassa voi käyttää kaikkia täällä käytössä olevia I/O kortteja, joita ovat DI810, DO810, AI845 ja AO845. AI845- kortin kanssa kantana käytetään TU838:aa. Siinä on kanava-

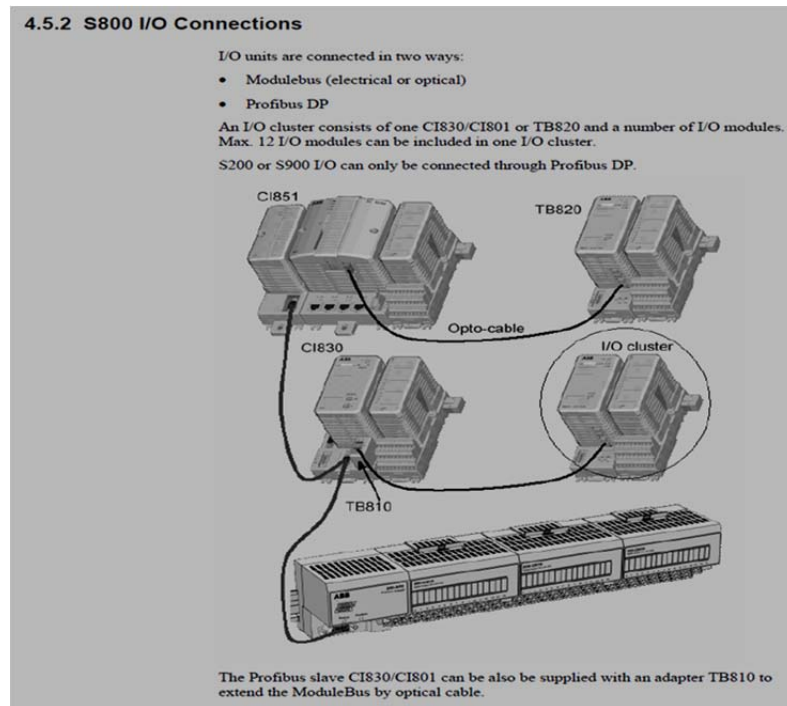
kohtaiset sulakkeet, joten jos yksi piiri menee oikosulkuun ja polttaa sulakkeen, muut mittaukset eivät häiriinny. Käytettävien analogiakorttien etuna on, että niihin voi suoraan kytkeä kaikkia sähköisiä stantardiviestejä käyttäviä laitteita sekä kanaviin voidaan kytkeä aktiivinen tai passiivinen laite.

5.3 Rakenne

Klusterit on asennettu ristikytkentäkaappeihin, jotka ovat omassa tilassa. Ristikytkentäkaapeista on vedetty runkokaapelit kenttäkoteloihin, jotka on asennettu tuotantotiloihin I/O-pisteiden läheisyyteen. Kenttäkoteloista on johdotukset yksittäisille instrumenttilaitteille. I/O:t ovat kytketty automaatiojärjestelmään ristikytkentäkaapissa riviliittimiltä I/O-korttien kanaville.

Profibus-DP -väylät on kaapeloitu ristikytkentäkaapista sähkölähtöihin. Väylistä on rakennettu silmukka, joka kiertää keskuksissa prosessialueen moottorilähdöissä. Moottorin nopeutta säädettävissä lähdöissä käytetään ABB:n taajuusmuuttajia ja vakionopeuskäytöissä Siemensin Simocodeja. Väylän kautta lähtöjen tiedot saadaan järjestelmään tilasanoina ja ohjaukset komentosanoina.

Klusterit voidaan asentaa muutamalla erilaisella tavalla. Kuviossa on esimerkkejä eri asennustavoista. I/O:t voidaan asentaa suoraan prosessiaseman kylkeen kiinni. Toisena vaihtoehtona on kytkeä klusteri prosessiasemaan omalla valokuitukaapelilla, jos se on lähellä. Kolmantena vaihtoehtona on kytkeä klusteri prosessiasemaan Profibus-DP kenttäväylällä, kun se on liian kaukana kuitukaapelilla kytkettäväksi (Kuvio 10). (ABB OY 2006a.)



Kuvio 10. Hajautetun I/O:n kytkentävaihtoehdot (ABB OY 2006a.)

5.4 Ohjelmistot

Ohjelmoinnit ja parametroidit tehdään useilla eri ohjelmilla. Automaatiojärjestelmään liittyy projektityökalu Aspect ObjectsTM, johon on sisällytetty useita eri ohjelmia ja useita eri työtiloja. Varsinainen ohjelmointi tehdään Control Builder-ohjelmalla. Käyttöliittymän grafiikan luomiseen käytetään Graphic Builder-ohjelmaa. (ABB OY 2006b.)

Simocoden parametointiin on käytössä Siemensin SIMOCODE ES Premium-ohjelma. Simocode ohjelmoidaan itsenäisenä logiikkana moottorin ohjaamiseen, johon parametroidaan moottorin suoja- ja paikallisohjausparametrit. Lisäksi parametroidaan väyläparametrit, jotta saadaan tarpeelliset tiedot järjestelmään ja ohjaukset järjestelmästä Simocodelle. (Siemens 2016.)

5.5 Ohjelmointikiel

Ohjelmointikielinä käytössä ovat rakenneteksti ja sekvenssikaavio. Panosprosessissa, jossa samat vaiheet toistuvat samalla tavalla, sekvenssikaavio on oivallinen ohjelmointikieli. Sekvenssikaavioon täytyy lisätä muuttujat ja niiden komennot sekä ehdot. Laitteille täytyy myös luoda toimilohkot sekä niihin tiettyjä toiminnan ehtoja. Näiden ohjelmointiin käytetään rakennetekstiä. (ABB OY 2016,65-67,84-97.)

6 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

6.1 Modernisoinnin tarpeet

Liutuslaitteiston modernisointi Kittilän kaivoksella tuli ajankohtaiseksi, kun rikastamolle alettiin suunnitella ja rakentaa laajennuksia. Ne tulevat lisäämään flokkulantin tarvetta huomattavasti. Lisäksi liutuslaitteiston toiminnan valvonta täytyy saada valvomoon, sekä halutaan saada poistettua laitteiston käytön ongelmia ja parantaa valmistuksen tehokkuutta.

Tuotannollisten ja taloudellisten tarpeiden lisäksi liutuslaitteiston modernisoinnille on kunnossapidollisia tarpeita. Kaikille sähkömoottoreille halutaan moottorikohtaiset turvakytkimet sekä mahdollisuus paikallishjaukselle esimerkiksi koekäyttöä varten. Erityistoiveena jokaisesta laitteesta on toiminnankuvauskortti.

6.2 Ratkaistavat ongelmat

Liutuslaitteiston automaattiajossa ongelmana on, että laitteistolle ei tule tietoa varastosäiliöiden täyttöasteesta. Varastosäiliöiden täytyttyä siirtolinjojen venttiilit lukittuvat kiinni estäen säiliöiden ylitäytön. Siirtopumpun ja siirtolinjojen venttiilien välissä on sekoitussäiliöön takaisin johtava linjan haara. Sitä pitkin flokkulantti tulee takaisin sekoitussäiliöön, kun siirtoventtiilit ovat kiinni. Siirtopumppu pumppaa flokkulanttia takaisin sekoitussäiliöön niin kauan aikaa, että pumppu pysäytetään tai jompikumpi siirtoventtiili avataan ja sekoitussäiliö pumppautuu tyhjäksi. Ongelma on, että kiertolinja takaisin sekoitussäiliöön ei kestä virtauksen aiheuttamaa tärinää, vaan linja välillä hajoaa ja flokkulantti valuu lattialle. Useampi panos voi mennä lattialle, jos vuotoa ei havaita ajoissa.

Liutuslaitteistoa ei voida valvoa eikä operoida valvomosta. Automaattinen valmistus ei täysin onnistu, kun laitteistoa ajetaan paikallisesti. Automaatiojärjestelmään pitää tehdä ohjelmoinnit ja toimiva käyttöliittymä operointia ja valvontaa varten. Liutus- ja laimennusvesiventtiileihin täytyy lisätä raja-anturit ilmaisemaan auki- ja kiinniasentoja, jotta niiden toiminnan valvonta etäisesti olisi mahdollista. Lisäksi moottorikäyttöihin täytyy lisätä turvakytkimet ja paikallishjauksenappulat. Kytkentöjen toteutustapa vaikuttaa siihen, millä tavalla tiedot ja ohjaukset suunnitellaan kytkettäväksi automaatiojärjestelmään.

7 MODERNISOINNIN SUUNNITTELU

7.1 Laitteiden nimeäminen ja toiminnankuvaukset

Suunnittelussa laitteille on annettava nimet eli positiotunnukset, joilla laitteet voidaan tunnistaa. Tunnus sisältää prosessialueen tunnuksen, laitteen tyyppi-tunnuksen ja järjestysnumeron. Tunnus koostuu kahdentoista numeron sarjasta, jotka on jaettu kolmeen neljän numeron sarjaan. Instrumenttilaitteille positiotunnukset täytyy varata rikastamon positiolistan vapaista järjestysnumeroista. Instrumenttilaitteilla tunnus sisältää kaksi neljän numeron sarjaa ja instrumenttilaitteen kirjaintunnuksen.

Moottorilaitteet oli jo nimetty. Positiotunnukset ovat annosteluruuville 3730-5232-0001, kompresorille 3730-5433-0001, sekoittajalle 3730-5652-0001 ja siirtopumpulle 3730-5410-0010. Instrumenttilaitteille varattiin tunnukset listasta. Positiotunnukset ovat virtausanturille 3730-FI-2289, liuotusvesiventtiilille 3730-HV-2290, laimennusvesiventtiilille 3730-HV-2291, flokkulanttijauhesuppilon rajakytkimelle 3730-LS-2293 ja sekoitussäiliön pinnanmittaukselle 3730-LT-2292. Näistä laitteista on tehty toiminnankuvauskortit rikastamon henkilöstön käyttöön.

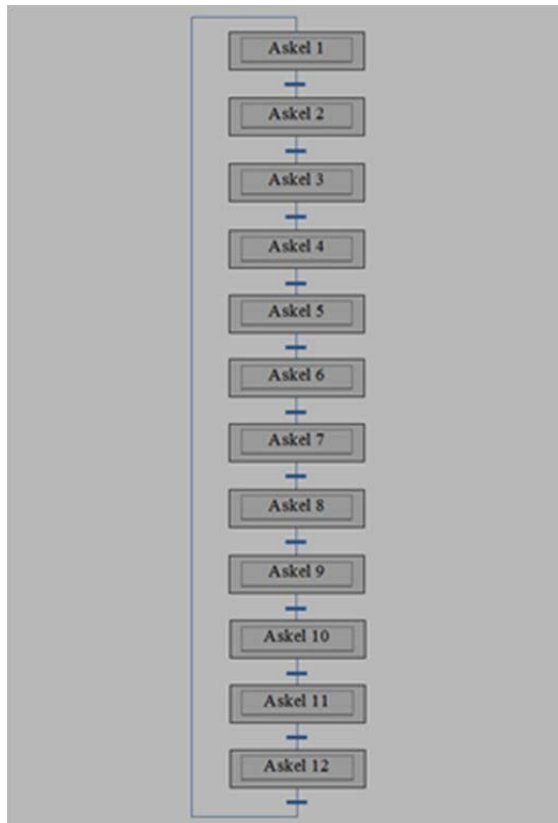
Toiminnankuvaukseen kuuluvat laitteen käyttötarkoitus, toiminta, lukitukset ja käynnistysehdot, tiedot muihin piireihin ja hälytykset. Esimerkkinä kuvaus liuotusveden virtausvahdista liitteessä (Liite 2). Sen käyttötarkoitus on vahtia liuotusvesilinjan veden virtausta jauheen liuotuksen hetkellä. Virtausvahdin lähettiin asetetaan minimipaine, jolla kytkin toimii. Virtauksen paine kääntää kytkintä ja virtausvahti hälyttää, jos veden virtausta ei ole riittävästi liuotuksen hetkellä. Hälytys näkyy punaisena vilkkuvana pallona käyttöliittymässä. Laitteiden toiminnankuvauksia on mietitty siltä pohjalta, miten laitteet toimivat nykyisellään ja mitä toiminnallisia ominaisuuksia niihin tulee lisää tarpeiden myötä.

7.2 Sekvenssin eteneminen

Sekvenssin suunnittelua varten täytyi selvittää, mitä liuotuslaitteisto tekee missäkin vaiheessa. Valmistajan manuaali kertoo (Taulukko 1) sekvenssikaaviossa karkeasti panoksen valmistussekvenssin. Tarkan tiedon saa lukemalla logiikan sisältämän ohjelman, mutta käytettävissä ei ollut työkaluja logiikan sisällön lukemiseksi. Liuotuslaitteiston valmistusohjelma on lyhyt ja yksinkertainen, joten tiedot saatiin tarkkailemalla valmistusprosessia ja lukemalla piirikaavioita, jotka

ovat liitteessä yksi. Valvontapaneelista tarkistettiin käytössä olevat pinnanmittauksen ala- ja ylärajat sekä metallurgeilta tarkat annostelu- ja kypsymisajat. (Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008.)

Kun koossa olivat tarpeelliset tiedot panoksen valmistuksesta, suunniteltiin sekvenssin etenemistä tarkemmin: mitä tapahtuu askeleiden aikana ja mitä ehtoja täytyy toteutua ennen siirtymistä seuraavaan askeleeseen. Sekvenssin kierto on kuvattu yksinkertaisesti kuviossa (Kuvio 11).



Kuvio 11. Toteutettu sekvenssi

Flokkulantin valmistusohjelma tarvitsee aluksi luvan laitteiston käyttäjältä sekvenssin aloittamiselle, mikä on toteutettu napilla käyttöliittymässä (Kuva 6). Laitteistolla on valmistuslupa, kun nappia klikataan hiirellä. Valmistuslupa poistetaan napin vapauttamisella. Napin vapauttamisen jälkeen sekvenssi kiertää meneillään olevan kierroksen loppuun ja pysähtyy.



Kuva 6. Käyttöliittymän valmistuslupanappi yläreunassa

Ensimmäisen askeleen jälkeisessä siirtymässä ehtoina ovat, että kaikki moottorit ovat pysähdyksissä, venttiilit ovat kiinni ja valmistuslupa-nappia on painettu. Jokaisen askeleen siirtymässä on ehtona hätäseispiirin eheys. Hätäseispiiri katkaisee sähkönsyötön moottoreilta, kun hätäseis-tattia painetaan. Sekvenssi pysähtyy siihen askeleeseen, jossa hätäseispiiri on katkennut. Kuittauksen jälkeen sekvenssiä voidaan jatkaa siitä mihin se on pysähtynyt. Liitteessä on luettavissa sekvenssiin liittyvät ohjelmointikoodit. (Liite 3.)

Ensimmäinen vesitäyttö alkaa toisessa askeleessa. Silloin varmistetaan, että sekoitussäiliön pinta on alhaalla ja laitteet ovat automaattikäytöllä, esimerkiksi ettei huollon jälkeen mikään moottori ole paikalliskäytöllä. Sekoitussäiliön pinnan täytyy olla alle 12 prosenttia, jolloin sekvenssi siirtyy kolmanteen askeleeseen. (Liite 3.)

Kolmannessa askeleessa komennetaan liuotus- ja laimennusvesiventtiilit auki ja aloitetaan vesitäyttö. Vettä lasketaan sekoitussäiliöön niin kauan, että pinta on sekoittajan lapojen korkeudella. Tarkistettu pinnankorkeus on 32 prosenttia, joka on siirtymän ehtona neljänteen askeleeseen. (Liite 3.)

Pinnankorkeuden saavuttaessa 32 prosenttia alkaa flokkulantin annostelu. Ensin lopetetaan neljännessä askeleessa vesitäyttö ja komennetaan laimennusvesiventtiili kiinni. Laimennusvesiventtiilin kiinnirajatieto ja liuotusvesiventtiilin aukirajatieto ovat ehtoina siirtymiselle viidenteen askeleeseen, jossa komennetaan käyntiin sekoittaja ja kompressori. (Liite 3.)

Sekoittajan ja kompressorin käyntitiedot ovat ehtoina siirtymässä kuudenteen askeleeseen. Siirtymän ehdoissa on myös, etteivät jauhesuppilon vahti ja virtausvahti hälytä. Lukitukset näkyvät liitteessä (Liite 4). Näin varmistetaan, että

jauheen annostelu ja liuotus on mahdollista ilman ongelmia. Komennettaessa annosteluruuvi käyntiin kuudennessa askeleessa, venturiin syötettävä flokkulanttijauhe siirtyy sitä mukaa Jetwetille. Ilman kompressorin käymistä jauhe tulisi venturista lattialle. Annosteluruuvin ajastin käynnistyy samalla hetkellä, kun ruuvi käynnistetään. Annostelu jatkuu niin kauan, että aika loppuu ruuvien ajastimesta, jonka ulostulo aktivoituu ja on ehtona siirtymässä seitsemänteen askeleeseen. (Liite 3.)

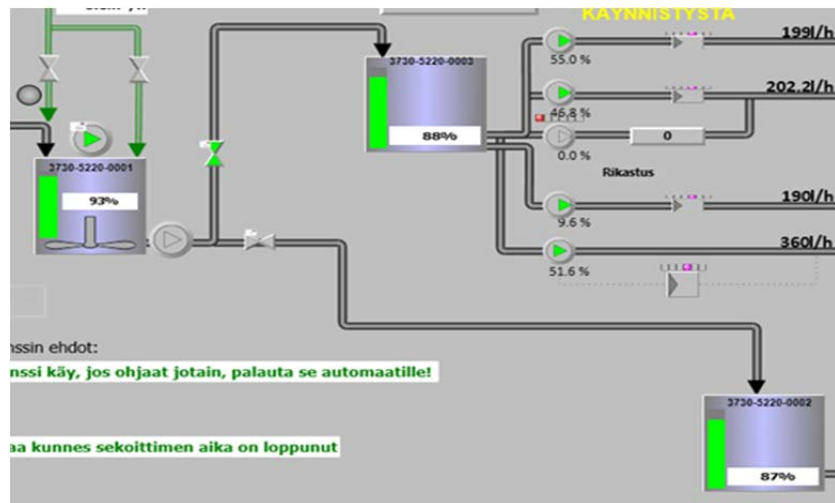
Annosteluruuvi ja kompressorin komennetaan pysähtymään seitsemännessä askeleessa sekä käynnistetään Jetwetille huuhteluviiveajastin, joka on 60 sekuntia. Ajastimen ajan kuluttua loppuun Jetwetin huuhteluviiveen ajastimen ulostulo sekä kompressorin ja annosteluruuvien käyntitiedot käänteisenä ovat siirtymän ehtoina. Annostelu ja liuotus ovat päättyneet. (Liite 3.)

Kahdeksannessa askeleessa komennetaan auki laimennusvesiventtiili ja aloitetaan toinen vesitäyttö. Sekoitussäiliöön lasketaan vettä ylärajalle asti, joka on 95 prosenttia. Pinnankorkeuden yläraja on siirtymän ehtona yhdeksänteen askeleeseen. Liuotus- ja laimennusvesiventtiilit komennetaan kiinni yhdeksännessä askeleessa ja panoksen kypsyamisajastin käynnistyy (Liite 4). Kypsyamisajastimen ajan loputtua siirtymän ehtoina ovat vesiventtiilien kiinnirajatiedot sekä ajastimen ulostulo. (Liite 3.)

Panos on kypsynyt ja sekoittaja pysäytetään kymmenennessä askeleessa. Siirtopumppaukseen valmistautuminen varastosäiliöön alkaa. Siirtymässä on neljä ehtoa, joista jonkun täytyy toteutua. Ensimmäinen ehto on, että sakeuttamon varastosäiliön pinnankorkeus on alle 78 prosenttia ja sakeuttamon varastosäiliön siirtolinjan venttiililtä tulee aukirajatieto. Toinen ehto on, että rikastamon varastosäiliön pinnankorkeus on alle 60 prosenttia ja rikastamon siirtolinjan venttiililtä tulee aukirajatieto. Kolmas ehto on, että molempien varastosäiliöiden yhteenlaskettu pinnankorkeus on alle 160 prosenttia ja jommaltakummalta siirtolinjan venttiililtä tulee aukirajatieto. Neljäs ehto on siirtopumpun käyttö manuaalisesti. (Liite 3.)

Kuvassa näkyvät siirtolinjat varastosäiliöihin ja varastosäiliöt (Kuva 7). Siirtopumppu komennetaan käyntiin yhdennessätoista askeleessa. Sekvenssi siirtyy viimeiseen askeleeseen kun sekoitussäiliön pinta on laskenut alle 12 prosentin. Siirtopumppu komennetaan seis kahdennessätoista askeleessa. Sekvenssi

siirtyy takaisin alkuun, kun siirtopumpulta tulee käänteinen käyntitieto. Panoksen valmistus on päättynyt. Uuden panoksen valmistus alkaa, jos valmistuslupa ja muut ehdot täyttyvät. (Liite 3.)



Kuva 7. Sekoitus- ja varastosäiliöt

7.3 Sähkö- ja automaatio suunnittelu

Sähkö- ja automaatio suunnittelussa päädyttiin toteutus ratkaisuun, joka jäljittelee muita tehtaalla olevia asennuksia. Käytössä olevaa sähkölaitekoteloä käytettiin instrumenttien kenttäkotelona, ja siihen vedettiin runkokaapeli ristikytkentäkaapilta. Lisäksi vedettiin 230 voltin syöttö UPS-keskukselta magneettiventtiilien käyttöä varten. Kotelosta poistettiin kaikki sähkömoottoreiden käyttöön ja ohjauksiin liittyvät komponentit. Vesiventtiileihin lisättiin Metso Neleksen raja-anturit, muita muutoksia instrumentteihin ei ollut tarvetta tehdä. Näin suunniteltuna instrumenttipiirejä tulee kuusi kappaletta, jotka tarvitsevat kymmenen I/O:ta. Venttiilien rajat tarvitsevat neljä DI:a, virtaus- ja suppilovahdit kaksi DI:a, hätäseisinkärjestä 1 DI, pinnanmittaus yhden AI:n ja venttiilien ohjaukset kaksi DO:a. (Liite 5.)

Moottorikäytöistä tarvitaan sekvenssin toimintaa varten jokaiselta moottorilta käyntitiedot sekä ohjaukset moottoreiden käynnistystä ja pysäyttämistä varten. Moottorilähtöjen ja automaatiojärjestelmän välinen kommunikointi on toteutettu Profibus-DP-kenttäväylällä.

Liuotuslaitteiston läheisestä sähkökeskuksesta löydettiin neljä sopivaa lähtöä, jotka saataisiin kalustettua käyttöön pienillä muutoksilla. Moottorilähdöissä on käytössä Siemensin Simocode proV:t. Yksi Simocodesta pitää kytkeä DP-

väylään ja yhteen Simocodeen pitää vaihtaa virranmittausmoduuli, jotta lähdöt olisivat sopivia liuotuslaitteiston moottoreiden sähkönsyöttöön. Näin moottorit saataisiin kytkettyä helposti automaatiojärjestelmään. Näiden lähtöjen käyttö lisää kaapeleiden vetoa, mutta hyötynä on, että moottoreista saa helpommin paljon tietoa automaatiojärjestelmään kuin perinteistä I/O:ta käytettäessä. Lisäksi kalustamisen ja kytkentöjen osalta asennustyö helpottuu. Moottorilähdöistä on piirikaaviot liitteessä. (Liite 6.)

Rikastamalla on käytössä Norelcon teollisuussähkökeskukset, joihin Simocodet on asennettu kasettilähtöihin. Moottoreiden paikallisohjaukset on toteutettu siten, että kentällä turvakytin ja paikallisohjauspaneeli on yhdistetty samaan koteloon. Paikallisohjausnappuloihin ja tilatietoihin käytetään 230 voltin ohjaus-sähköä ja tiedot saadaan Simocodeen välireleiden avulla, jotka nähdään liitteessä (Liite 6). Simocodeen asetellaan moottorinsuoja- kommunikointiparametrit ja Simocodeen liitetyn virranmittausmoduulin avulla saadaan järjestelmään myös tehon ja momentin reaaliaikaiset tiedot.

7.4 Toteutus

Tuotannon huoltoseisakissa työt aikataulutetaan, joten liuotuslaitteistoon liittyvistä töistä tehtiin suunnitelma, jossa arvioidaan työhön tarvittava aika. Lisäksi tehdään toteutuksessa tarvittavista tarvikkeista lista, jonka mukaan tilataan tarvikkeet. Kaapelinvetoa varten tehdään vetolista vedettävistä kaapeleista metri-määrineen. Purettavista kohteista tehdään purkukuvat. Uusien laitteiden asennuksia varten tehdään piirikaaviot sekä kytkentälistat. Kilpien tilausta ja asennusta varten tehdään kilpilista. Kaikki työdokumentit kootaan mappiin, johon kirjoitetaan lyhyt sanallinen ohje toteutusta varten. Muutostöiden jälkeen päivitetään dokumentit, piirretään piirikaaviot, luettelot ja listat puhtaaksi, tallennetaan ja päivitetään kuvamapit. Ohjelmointi suunnitellaan tehtäväksi pääpiirteittäin valmiiksi ennen seisakkia, jotta seisakissa ehtisi tehdä kaiken tarpeellisen.

8 TOTEUTUS

8.1 Asennukset

Osa asennustöistä voidaan tehdä suunnitelman mukaisesti jo ennen huoltoseisakkia. Sellaisia töitä ovat tarvittavien kaapelireittien rakentaminen, turvakytkinten asentaminen ja kaapeleiden veto (Taulukko 2) suunnitelman mukaan valmiiksi odottamaan kytkemistä. Kaapelit voidaan merkitä vedon yhteydessä kilvillä, jotka on tilattu (Taulukko 3) suunnitelman mukaan. Uusia vedettäviä kaapeleita ovat moottoreiden syöttö- ja ohjauskaapelit, hätäseispiirin kaapelit sekä instrumenteille runkokaapeli ristikytkennästä.

Taulukko 2. Kaapeleiden vetolista.

Kaapelitunnus	KAAPELI			VETO	
	Nimi	Kaapelin tyyppi	Mistä	Pituus	Mihin
3730-5232-0001-W1	Flokkulaatin syöttöruuvi	MCMK 3x1,5+1,5	MCC-2.07.C2	17m	Q2
3730-5232-0001-W8	Flokkulaatin syöttöruuvi	MMO 7x1,5	MCC-2.07.C2	17m	Q2
3730-5232-0001-W2	Flokkulaatin syöttöruuvi	MCMK 3x1,5+1,5	Q2	3m	M1
3730-5232-0001-W11	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	MCC-2.07.C2	5m	MCC-2.07.E1
3730-5433-0001-W1	Flokkulaatin puhallin	MCMK 3x1,5+1,5	MCC-2.07.D2	17	Q2
3730-5433-0001-W8	Flokkulaatin puhallin	MMO 7x1,5	MCC-2.07.D2	17	Q2
3730-5433-0001-W2	Flokkulaatin puhallin	MCMK 3x1,5+1,5	Q2	3m	M1
3730-5433-0001-W11	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	MCC-2.07.D2	5m	MCC-2.07.E1
3730-5652-0001-W1	Flokkulaatin sekoittaja	MCMK 3x1,5+1,5	MCC-2.07.E1	15	Q2
3730-5652-0001-W8	Flokkulaatin sekoittaja	MMO 7x1,5	MCC-2.07.E1	15	Q2
3730-5652-0001-W2	Flokkulaatin sekoittaja	MCMK 3x1,5+1,5	Q2	3m	M1
3730-5652-0001-W3	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	MCC-2.07.E1	2m	MCC-2.07.E1
3730-5652-0001-W11	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	MCC-2.07.E1	2m	MCC-2.07.E1
3730-5410-0010-W1	Flokkulaatin siirtopumppu	MCMK 3x6+6	MCC-2.07.I	12	Q2
3730-5410-0010-W8	Flokkulaatin siirtopumppu	MMO 7x1,5	MCC-2.07.I	12	Q2
3730-5410-0010-W2	Flokkulaatin siirtopumppu	MCMK 3x6+6	Q2	3m	M1
3730-HV-2290-W1	Liuotusvesi rajat	Nomak 4x2x0,5	KK307	7m	3730-HV-2290
3730-HV-2291-W1	Lainennusvesi rajat	Nomak 4x2x0,5	KK307	7m	3730-HV-2291
		Profibus DP	MCC-2.07.G1	6m	MCC-2.07.I
		Profibus DP	MCC-2.07.I	1m	MCC-2.07.H
KK307-W1	Runkokaapeli	Nomak 12x2x0,5	R403	40m	KK307
3730-5220-0001-W12.1	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	MCC-2.07.E1	15m	Kenttä
3730-5220-0001-W12.2	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	Kenttä	5m	Kenttä
3730-5220-0001-W12.3	Hätäseispiiri	MMJ 3x1,5	Kenttä	15m	MCC-2.07.E1
3730-5220-0001-W11	Hätäseispiiri	Nomak 2x2x0,5	KK307	20m	Kenttä

Taulukko 3. Kilpilista.

KAAPELIKILPI				LAITEKILPI						
Nro	Teksti	kpl	Tyyppi	nro	Teksti1	Teksti2	Teksti3	kpl	Tyyppi	Huom.
1	3730-5232-0001-W1	2	61	1	3730-5232-0001	Flokkulaatin syöttöruuvi		1	22	
2	3730-5232-0001-W8	2	61	2	3730-5232-0001	Flokkulaatin syöttöruuvi	MCC-2.07.C2	1	22	
3	3730-5232-0001-W2	2	61	3	3730-5433-0001	Flokkulaatin puhallin		1	22	
4	3730-5232-0001-W11	2	61	4	3730-5433-0001	Flokkulaatin puhallin	MCC-2.07.D2	1	22	
5	3730-5433-0001-W1	2	61	5	3730-5652-0001	Flokkulaatin sekoitin		1	22	
6	3730-5433-0001-W8	2	61	6	3730-5652-0001	Flokkulaatin sekoitin	MCC-2.07.E1	1	22	
7	3730-5433-0001-W2	2	61	7	3730-5410-0010	Flokkulaatin siirtopumppu		1	22	
8	3730-5433-0001-W11	2	61	8	3730-5410-0010	Flokkulaatin siirtopumppu	MCC-2.07.G2	1	22	
9	3730-5652-0001-W1	2	61	9	3730-FI-2289		KK307	1	22A	
8	3730-5652-0001-W8	2	61	10	3730-HV-2290	Liuotusvesi flok. sekoitus	KK307	1	22	
9	3730-5652-0001-W2	2	61	11	3730-HV-2291	Laimennusvesi flok. sek.	KK307	1	22	
10	3730-5652-0001-W3	2	61	12	3730-LT-2292		KK307	1	22A	
11	3730-5652-0001-W11	2	61	13	3730-LS-2293		KK307	1	22A	
12	3730-5410-0010-W1	2	61	14	+KK307			1	6	
13	3730-5410-0010-W8	2	61							
14	3730-5410-0010-W2	2	61							
15	3730-FI-2289-W1	2	61							
16	3730-HV-2290-W1	2	61							
17	3730-SV-2290-W2	2	61							
18	3730-HV-2291-W1	2	61							
19	3730-SV-2291-W2	2	61							
20	3730-LT-2292-W1	2	61							
21	3730-LS-2293-W1	2	61							
22	KK307-W1	2	61							
23	3730-5220-0001-W12.1	2	61							
24	3730-5220-0001-W12.2	2	61							
25	3730-5220-0001-W12.3	2	61							
26	3730-5220-0001-W11	2	61							

Instrumenttien runkokaapeli voidaan myös kytkeä ristikytkennässä riviliittimille sekä langoittaa I/O-kanaville ennen seisakkia kytkentätaulukon (Taulukko 4) mukaisesti.

Taulukko 4. Ristikytkennän kytkentätaulukko.

OSOITE			KAAPELI		+R403		I/O-KORTTI				R e v
PAIKKA	LITIN	NUMERO JA TYYPPI	JOHD.	X1	TUB3x KET.J.	KORITUKAN TYYPPI	PIIRIN POSITIO	PIIRIN NIMI			
KK217	X1:1	KK217-W1	10r	97	A1	AC4.1.4.2.1	3730-LT-2292	Flokkulaatin sekoitus- säiliön pinta			0
	X1:2	Nomak 12x	1va	98	B2	AIB45					
	X1:3		2 or	99	B14	AC4.1.4.4.14	3730-LS-Q293	Flokkulaatin syöttöpumppu pintakytkin			0
	X1:4		2 va	100	C14	Di810					
	X1:5		3 or	101	B1	AC4.1.4.7.1	3730-Z9C-Q290	Liuotusvesi flokkulaatin sekoitussäiliön jätet			0
	X1:6		3 va	102	C1	Di810					
	X1:7		4 or	103	B2	AC4.1.4.7.2	3730-Z9O-Q290	Liuotusvesi flokkulaatin sekoitussäiliön jätet			0
	X1:8		4 va	104	C2	Di810					
	X1:9		5 or	105	B1	AC4.1.4.6.1	3730-SV-2290	Liuotusvesiventtiili ohjaus			0
	X1:10		5 va	106	C1	DO810					
	X1:11		6 or	107	B3	AC4.1.4.7.3	3730-Z9C-Q291	Laimennusvesi flokkulaatin sekoitussäiliö			0
	X1:12		6 va	108	C3	Di810					
	X1:13		7 or	109	B4	AC4.1.4.7.4	3730-Z9O-Q291	Laimennusvesi flokkulaatin sekoitussäiliö			0
	X1:14		7 va	110	C4	Di810					
	X1:15		8 or	111	B2	AC4.1.4.6.2	3730-SV-2291	Laimennusvesiventtiili ohjaus			0
	X1:16		8 va	112	C2	DO810					
	X1:17		9 or	113	B15	AC4.1.4.4.15					
	X1:18		9 va	114	A15	Di810	3730-FI-2289	Virtausanturin flokkulaatin sekoitussäiliön ves			0
	X1:19		10 or	115	C15						
	X1:20		10 va	116							
	X1:21		11 or	117	B16	AC4.1.4.4.16	3730-S220-0001	Flokkulaatin liuotus pikajäähdytys			
	X1:22		11 va	118	C16	Di810					
	X1:23		12 or	119							
	X1:24		12 va	120							

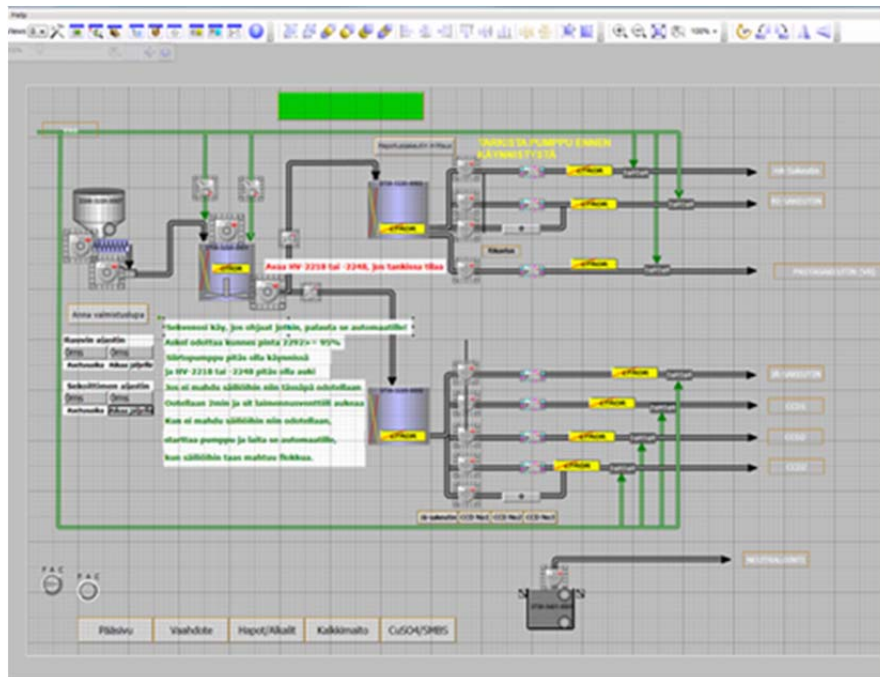
Seisakin alussa purkutöihin liuotuslaitteiston sähkölaitetekotelolle pääsee purkuvuon avulla. Purkutöiden jälkeen koteloon voidaan asentaa uudet kalusteet ja tehdä kytkennät. Profibus-DP-väylään liitettävä moottorilähdön kytkentä täytyy tehdä tuotantohenkilöstön kanssa sovittuna aikana, koska väylä täytyy katkaista hetkeksi uuden pätkän kytkennässä. Huoltoseisakista huolimatta laitteita on käynnissä ja väyläkatko voi aiheuttaa tällaisten laitteiden pysähdyksen.

8.2 Ohjelmoinnit

Toteutuksen suunnitelmien valmistuttua päästiin aloittamaan ohjelmoinnit ennen seisakkia. Kytkeväistä I/O:sta ja moottoreista luodaan muuttujat muuttujalistaan. Samoin tarpeellisista toimilohkoista, kuten ajastimista, luodaan muuttujat. Toimilohkoihin täytyy ohjelmoida myös käyttöliittymän linkitykset ja mahdolliset lukitukset, jotka näkyvät liitteessä neljä.

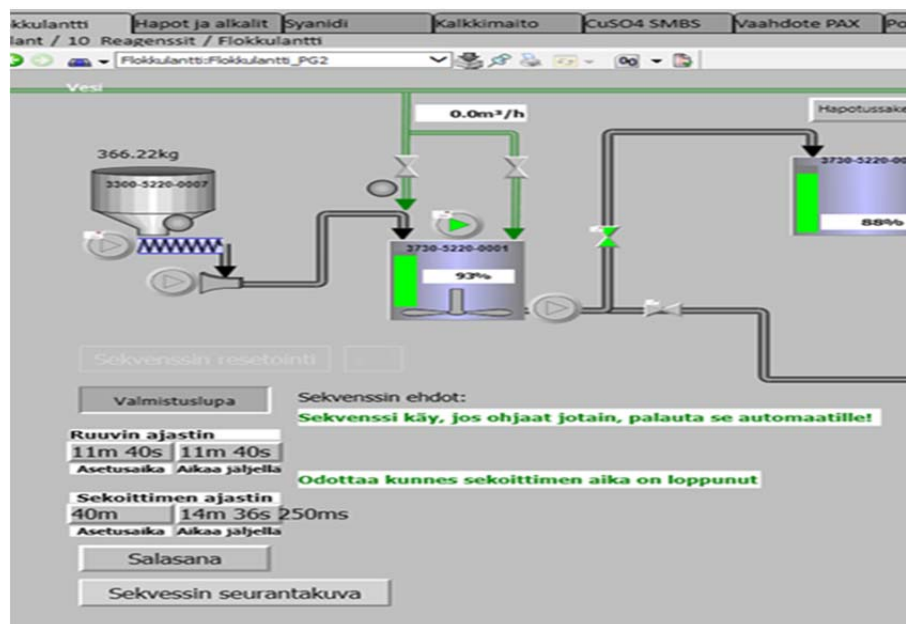
Sekvenssitoimintakaavio tehdään suunnitelman mukaan, johon lisätään toimintakäskyt ja siirtymisehdot rakennetekstillä. Rakennetekstiä voidaan kirjoittaa suoraan ohjelmointityötilassa Control Builderissa tai ensin jollakin tekstinkäsittelyohjelmalla ja sitten kopioimalla se Control Builderiin. Seisakin aikana ohjelmoinnin toiminnot testataan käytännössä. Testien perusteella tehdään korjaavat toimenpiteet.

Käyttöliittymään päivitetään tehdyt muutokset Graphic Builder-ohjelmalla. Kuvassa näkyy flokkulantin valmistukseen, varastointiin ja annosteluun liittyvä työtila (Kuva 8). Työtilassa piirretään graafisia esityksiä prosessin dynamiikasta sekä linkitetään objektit ohjelmointiin, mikä tehtiin Control Builder-ohjelmassa.



Kuva 8. Graphic Builder -ohjelman työtila

Käyttöliittymään tehdään tarpeelliset toiminnalliset indikoinnit, jotta voidaan nähdä tärkeät toiminnot suoraan yleisnäkymästä (Kuva 9). Laitteiden ohjaamista varten objekteihin tehdään linkit laitteiden omiin ohjauspaneelisiin, joista voidaan katsoa tarkemmin laitteeseen liittyviä toimintoja sekä ohjata laitetta. Lisäksi käyttöliittymään lisätään sekvenssin käynnistysnappi sekä ajastimet ruuvisyöttimelle ja sekoittajalle. Niille lisätään myös asetusarvokentät. Lisäksi käyttöliittymään lisätään teksti, joka kertoo nykyisen askeleen toiminnalliset ehdot sekvenssin etenemisen mukaan.



Kuva 9. Laitteiston näkymä käyttöliittymässä

9 TESTIT

Liuotuslaitteiston muutoksien toimintaa arvioidaan testeillä. Testit aloitettiin, kun kytkennät ja ohjelmoinnit olivat valmiina. Laitteiden toiminta tarkastettiin yksitellen kokeilemalla ohjauksia. Järjestelmällisessä testaamisessa ilmeni kytkentä- ja ohjelmointivirheitä. Virheet korjattiin ja testattiin uudelleen toiminnan varmistamiseksi. Testeissä todettiin samalla käyttöliittymän indikointien ja linkkien toiminnat. Laitetestien jälkeen testattiin sekvenssin toiminta.

Sekvenssin testauksella nähtiin panoksen automaattinen valmistuksen eteneminen simuloimalla vasteita. Sekvenssin ohjelmointeja muokattiin testissä havaittujen toimintahäiriöiden korjaamiseksi. Simulointitestien jälkeen laitteiston toiminnalliset käytännöntestit suoritettiin seisakissa vesiajolla. Ajastimille asetettiin sopivan lyhyet ajat, jotta voitiin nähdä niiden toiminta ilman liiallista odotetta. Pinnan muutosten vaihtelua nopeutettiin simuloimalla. Simulointi toteutettiin pakottamalla ulostulo sopivan suuruiseksi ajatellen pinnanmuutoksia todellisessa valmistustilanteessa.

10 DOKUMENTAATIO

Projektiin ja liuotuslaitteiston modernisointiin liittyi paljon dokumenttien luontia, kuten projektinhallintaan liittyvät dokumentit, sähkösuunnittelun dokumentit ja automaatio suunnittelu dokumentit. Projektinhallintaan liittyviä dokumentteja ovat sopimukset, projektisuunnitelma ja palaverimuistiot. Sähkösuunnittelun dokumentteja ovat keskuslähtöluettelo, kaapelinvetolista, tarvikelista, johdotuskaaviot, piirikaaviot, kilpilista ja seisakkimappi. Automaatio suunnittelun dokumentteja ovat toiminnankuvaukset, instrumenttipiirikaaviot, I/O-lista ja ristikytkennän kytkentätaulukko. Liuotuslaitteiston sähkölaitekotelosta tehtiin instrumentoinnin kenttäkotelo, josta piirrettiin uusi layout ja koteloon liittyvä kytkentätaulukko. Dokumentit on tehty Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla ja Draft Sight -piirustusohjelmalla.

Päivitettäviä dokumentteja olivat prosessisähkökeskusten MCC-2 ja MCC-E dokumenteista dokumenttilista ja keskuslähtöluettelo sekä liuotuslaitteiston MCC-E keskuksesta puretun sähkölähdön piirikaaviot. Muita päivitettäviä dokumentteja olivat rikastamon moottorilista, prosessiaseman väyläkaavio ja ristikytkentäkaapin kytkentätaulukko. Seisakkimappiin oli koottuna purkukuvat ja työkuvat sekä kaikki muutostöihin liittyvät listat jne. josta piirrettiin puhtaaksi seisakin jälkeen. Muutokset täytyi päivittää myös PI-kaavioihin, jonka suoritti hallinnoiva taho annettujen tietojen pohjalta.

11 POHDINTA

Tavoitteena oli saada flokkulantin liuotuslaitteisto kytkettyä ABB:n AC800M automaatiojärjestelmään valmistusprosessin säilyessä samanlaisena. Laitteistolle tuli toiveiden mukaan hieman lisää toimintoja, joita olivat moottorikohtaiset paikallisohjausnapit ja vesiventtiileiden rajatiedot.

Sähkö- ja automaatio suunnittelu vaati paljon aikaa. Molemmissa osa-alueissa on omat erityispiirteensä, jotka vaativat syvempää perehtymistä. Lisäksi tarpeellisten dokumenttien tuottaminen molempiin tarpeisiin oli iso työ, koska molemmat ovat omia erikoisalajoja. Suunnitelmien lisäksi ohjelmoinnit vaativat paljon aikaa. Ohjelmointia voidaan myös pitää omana erikoisalana.

Muutosten toteutukseen oli useita eri vaihtoehtoja. Muutosten suunnittelu alkuperäiseen koteloon ei onnistunut tilan ja ajan puutteessa. Moottoreiden paikallisohjausnappulat ja venttiileihin lisättävät rajapaketit lisäsivät I/O:n määrää niin paljon, että alkuperäisen kotelon koko ei enää riittänyt. Olisi vaatinut paljon aikaa suunnitella kotelon kalustus uusiksi ja olisi ollut epävarmaa saako kaiken mahtumaan koteloon. Niinpä suunnittelua yksinkertaistettiin ottamalla mallia aikaisemmista asennuksista. Moottorilähtöjen samanlaisuus aikaisempiin verrattuna on kunnossapidon kannalta parempi. Samanlaisiin lähtöihin käyvät samat varaosat sekä toiminnan samanlaisuus on asentajalle helpompi.

Dynamiikka oli jo valmiiksi piirretty käyttöliittymään ja siihen lisättiin vain objektit ja linkitykset. Ajankäytön rajallisuudesta johtuen se ei ole visuaalisesti paras mahdollinen tuotos, mutta siinä on kuitenkin kaikki oleellinen. Puutteena siinä on reset-nappulan puuttuminen, jolla sekvenssin voi palauttaa ensimmäiseen askeleeseen. Nappi olisi tarpeellinen, koska joskus tulee toimintahäiriöitä ja pitäisi päästä tekemään sekvenssiä alusta asti. Reset-nappula on myöhemmin lisätty.

Lyhennetty huoltoseisakki aiheutti ongelmia testauksille. Lisäksi liuotuslaitteiston testauksissa ilmenneiden vikojen korjaamista häiritsi välillä flokkulantin valmistamisen tarve. Toisaalta todellisessa tilanteessa ilmeni hyvin toiminnan ja käytännön puutteita. Liuoksen valmistamisen aikana oli hyvä tehdä korjauksia sekvenssiohjelmaan. Laitteisto pystyttiin ottamaan käyttöön seisakin aikana, mutta sekvenssin käyttöönotto limittyi hieman seisakin jälkeiselle tuotantoajolle.

Testien ja käytännön kokemusten jälkeen on havaittu joitain puutteita. Yksi merkittävä puute on, että joskus olosuhteista ja sattumista johtuen panos ei mahdu varastosäiliöihin rajojen puitteissa ja sekvenssi pysähtyy. Tällöin laitteiston käyttäjän täytyy huolehtia panoksen siirto loppuun manuaalijolla, jotta sekvenssi etenee loppuun.

Puutteiden lisäksi on havaittu muutamia kehitysideoita, joilla voi myös korjata laitteistoon jääneitä puutteita. Jatkokehityksenä varastosäiliöihin voisi tehdä ohjelmalliset laskurit, jotka kertovat kuinka kauan flokkulanttia riittää hetkellisen kulutuksen mukaan. Flokkulantin kulutus saadaan laskettua sakeuttimien anostelulinjojen virtausmittauksista. Flokkulantin riittävyys ajan funktiona saadaan vähentämällä varastosäiliön tilavuudesta hetkellinen kulutus. Samalla laskureilla pystyisi tarkemmin määrittelemään, että panos mahtuu kerralla varastosäiliöön.

Laskureiden avulla voisi ohjelmoida automaatin, joka flokkulantin riittävyyden mukaan valitsee, kumpaan varastosäiliöön seuraava panos valmistetaan. Näin molempiin varastosäiliöihin voisi olla käytössä oma resepti, jonka mukaan säädettäisiin automaattisesti flokkulantin väkevyys ja kypsymisaika. Lisäksi käyttöliittymään lisättäisiin mahdollisuus manuaaliseen valintaan.

Flokkulantin liuotuslaitteisto saatiin kytkettyä onnistuneesti automaatiojärjestelmään. Pienistä puutteista huolimatta toteutuksesta tuli tavoitteiden mukainen ja laitteisto toimii hyvin. Työssä saatiin ratkaistua käyttöön ja valvontaan liittyvät ongelmat. Modernisointi on mahdollistanut laitteiston täysin automaattisen ajon jauhesäkin vaihtoa lukuun ottamatta, sekä toiminnan valvomisen ensisijaisesti valvomosta.

LÄHTEET

ABB OY 2006a. Koulutusmateriaali, T308-04 AC800M Hardware - RevB1 System 800xA training

ABB OY 2006b. Koulutusmateriaali, T308-04 AC800M System architecture- RevB1 System 800xA training

ABB OY 2016. Yrityksen www-sivut. Viitattu 9.5.2016
https://library.e.abb.com/public/184399cccec99cc4c1257dc0002ef6e0/3BSE043732-600_-_en_System_800xA_Control_6.0_AC_800M_Planning.pdf

Agnico Eagle Finland Oy 2015. Rikastus ja prosessikaavio. Viitattu 5.10.2015
<http://www.agnicoeagle.fi/fi/aboutus/mineralprocessing/Pages/home.aspx>

Ciba Specialty Chemicals Sweden AB 2008. Käyttöohjekirja polymeerin liuotuslaite Ciba Jetwet TP10000

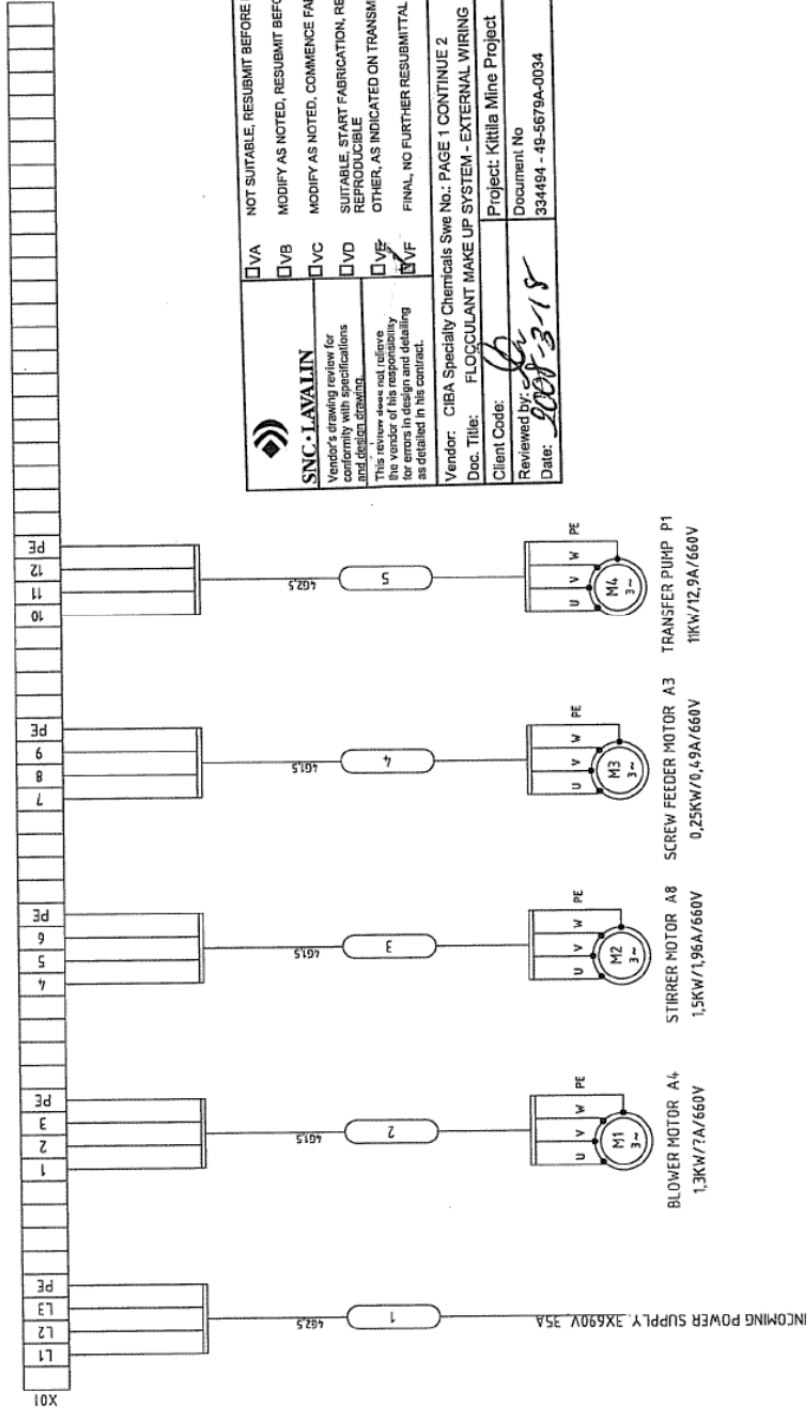
Outotec 2014, Agnico Eagle Finland Oy Kittilä mill expansion CCD thickener. Functional description

Roimaa, T. 2012, Agnico Eagle Finland Oy. Senior Metallurgist haastattelu 3.2012

Siemens 2016. Simocode Pro parametointi. Viitattu 9.5.2016
http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/pienjannitekojeet/kytkenta_suojaus_ja_ohjaus/simocode/simocode_pro_parametointiohje.pdf

LIITTEET

- Liite 1. Laitevalmistajan sähköpiirikaavioita
- Liite 2. Virtausvahdin laitekuvaus
- Liite 3. Sekvenssin koodit
- Liite 4. Toimilohkojen koodit
- Liite 5. Lopulliset instrumenttipiirikaaviot
- Liite 6. Lopulliset sähköpiirikaaviot

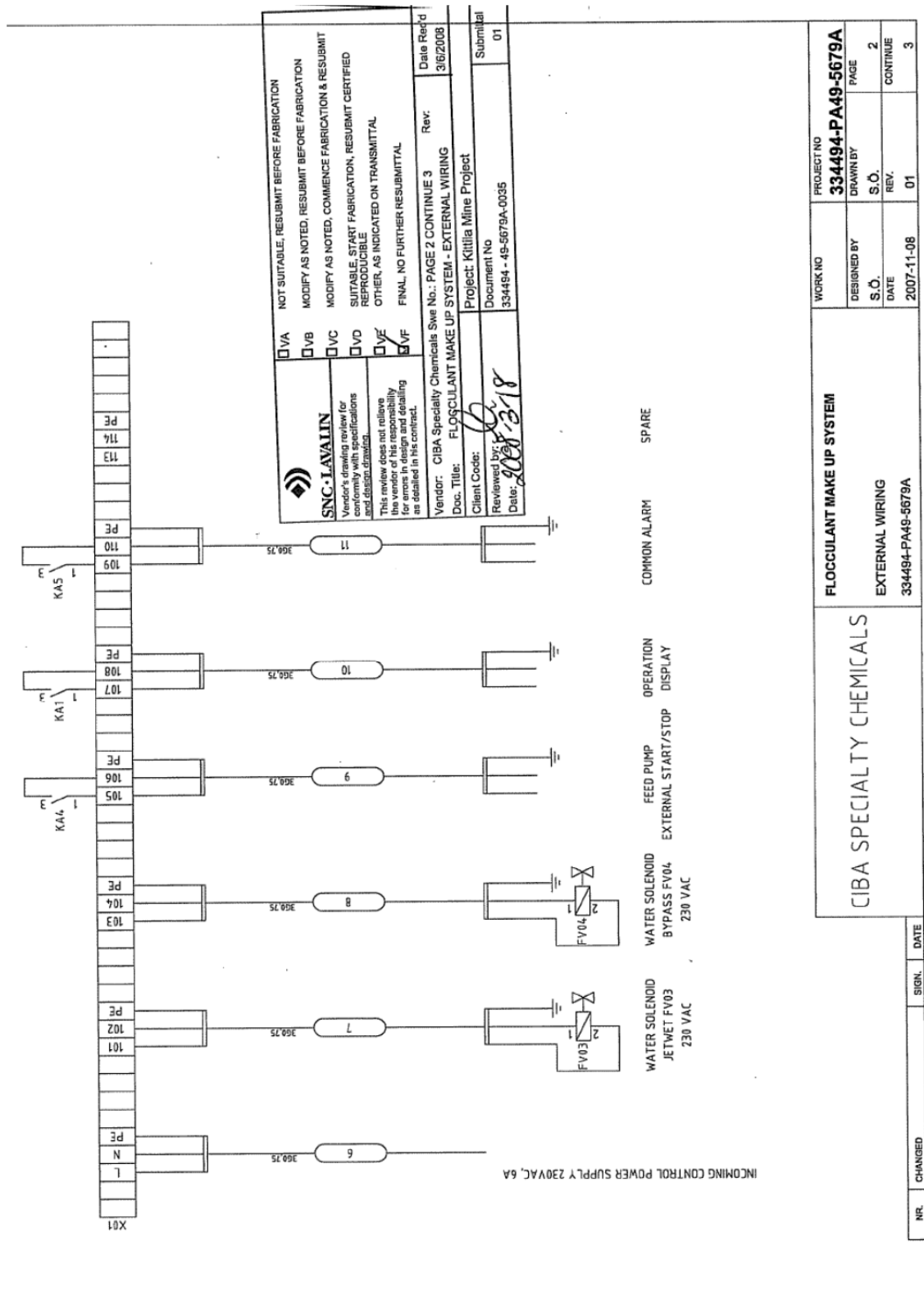


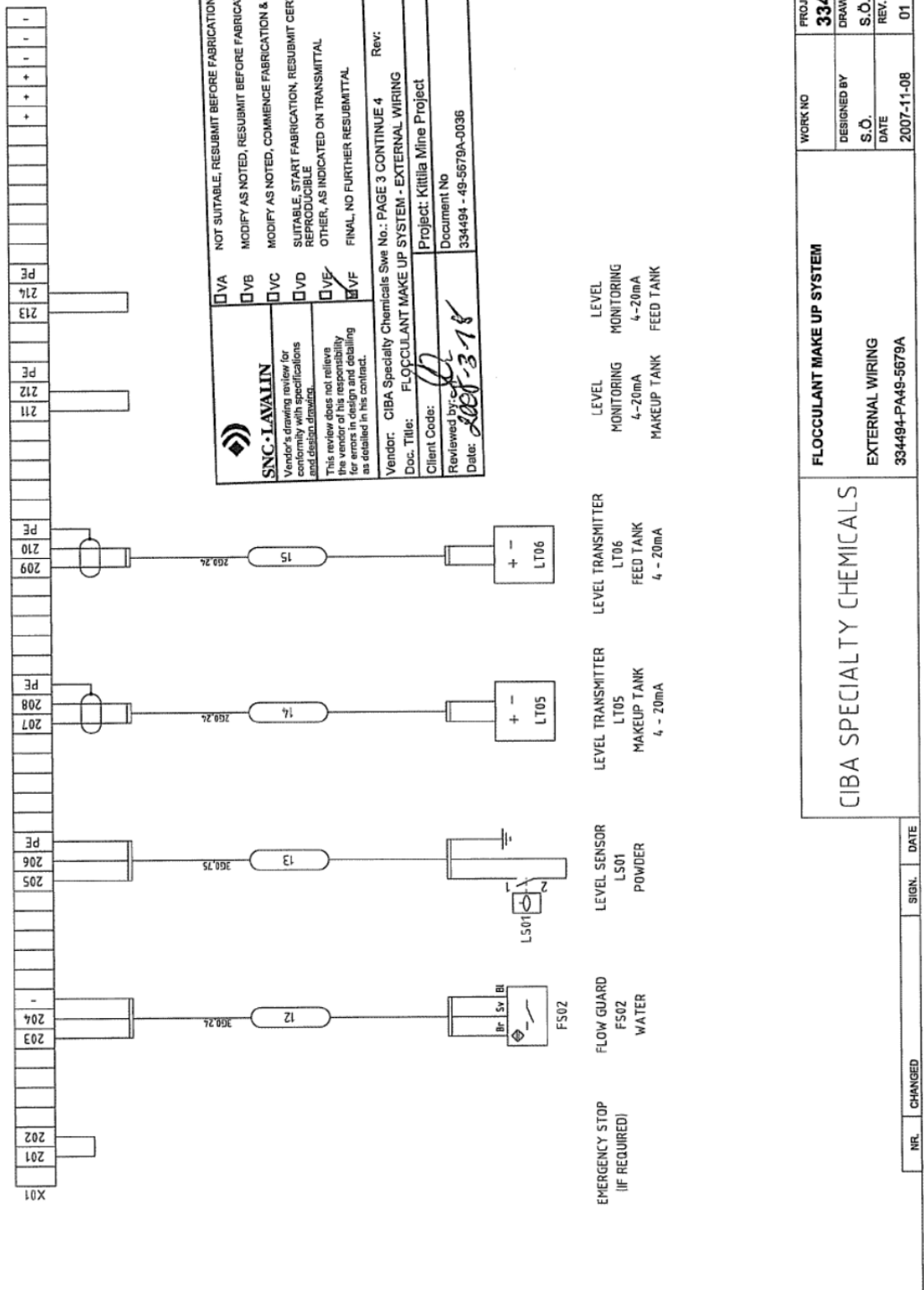
SNC-LAVALIN
 Vendor's drawing review for conformity with specifications and design drawing.
 This review does not relieve the vendor of his responsibility for errors in design and detailing as detailed in his contract.

VA NOT SUITABLE, RESUBMIT BEFORE FABRICATION
 VB MODIFY AS NOTED, RESUBMIT BEFORE FABRICATION
 VC MODIFY AS NOTED, COMMENCE FABRICATION & RESUBMIT
 VD SUITABLE, START FABRICATION, RESUBMIT CERTIFIED REPRODUCIBLE
 VE OTHER, AS INDICATED ON TRANSMITTAL
 VF FINAL, NO FURTHER RESUBMITTAL

Vendor: CIBA Specialty Chemicals Svc No.: PAGE 1 CONTINUE 2 Date Rec'd 3/6/2008
 Doc. Title: FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM - EXTERNAL WIRING
 Client Code: Project: Kittila Mine Project
 Document No. 334494 - 49-5679A-0034
 Reviewed by: *[Signature]*
 Date: 2008-3-18
 Submittal 01

PROJECT NO 334494-PA49-5679A		WORK NO	
DESIGNED BY	S.O.	DATE	2007-11-08
DRAWN BY	S.O.	REV.	01
PAGE 1		CONTINUE 2	
FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM			
EXTERNAL WIRING			
334494-PA49-5679A			
CIBA SPECIALTY CHEMICALS			
NPL	CHANGED	SIGN.	DATE





SNC-LAVAIN
Vendor's drawing review for conformity with specifications and design drawing.
This review does not relieve the vendor of his responsibility for errors in design and detailing as detailed in his contract.

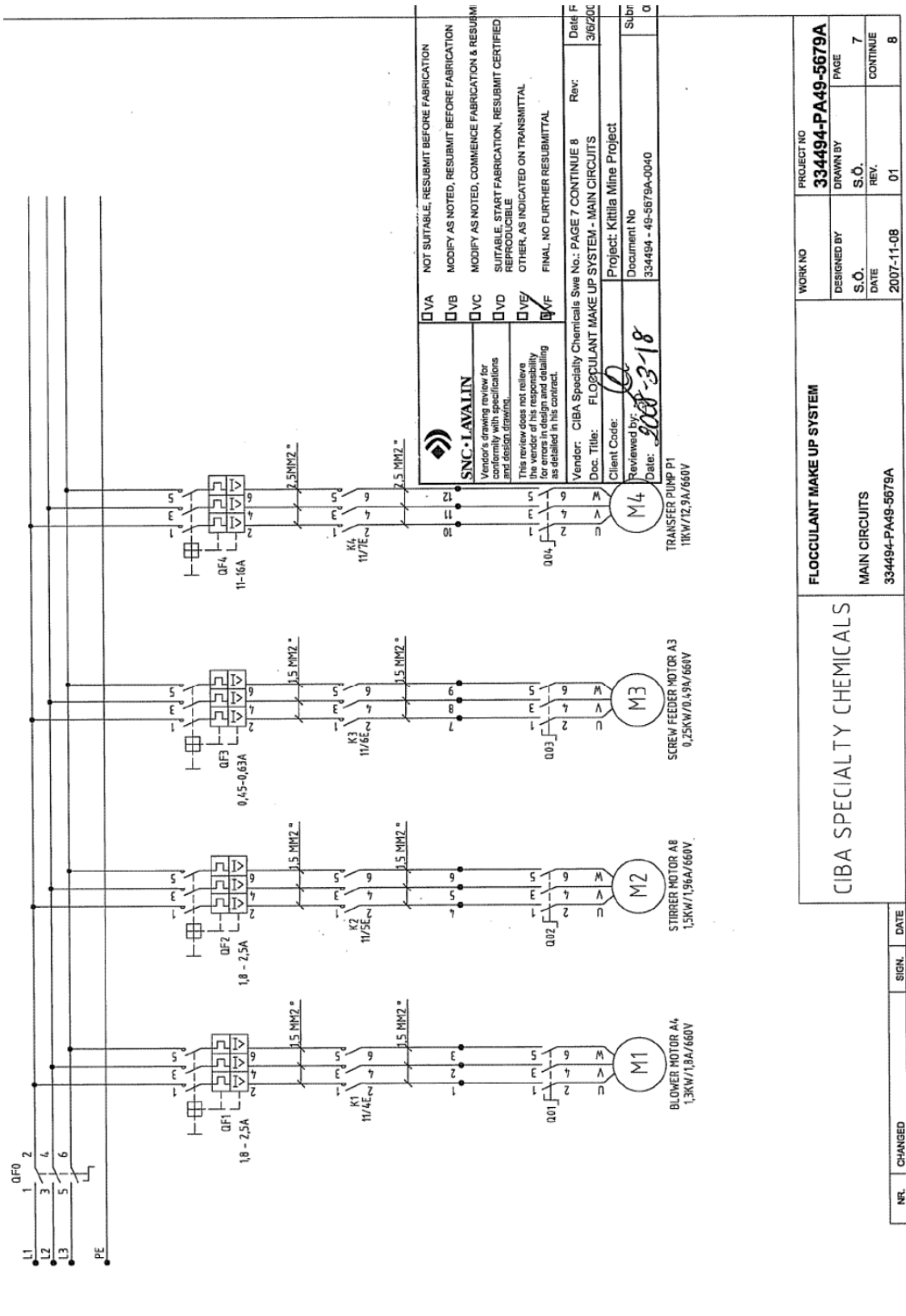
VA NOT SUITABLE, RESUBMIT BEFORE FABRICATION
 VB MODIFY AS NOTED, RESUBMIT BEFORE FABRICATION
 VC MODIFY AS NOTED, COMMENCE FABRICATION & RESUBMIT
 VD SUITABLE, START FABRICATION, RESUBMIT CERTIFIED REPRODUCIBLE
 VE OTHER, AS INDICATED ON TRANSMITTAL
 VF FINAL, NO FURTHER RESUBMITTAL

Vendor: CIBA Specialty Chemicals Svc No.: PAGE 3 CONTINUE 4 Rev: 3/6/2008
 Doc. Title: FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM - EXTERNAL WIRING
 Client Code: Project: Kittilä Mine Project
 Document No: 334494 - 49-5679A-0036
 Date: 2007-3-18
 Reviewed by: [Signature]

Date Recd: 3/6/2008
 Submittal: 01

CIBA SPECIALTY CHEMICALS	FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM		PROJECT NO	334494-PA49-5679A
	EXTERNAL WIRING		WORK NO	334494-PA49-5679A
	334494-PA49-5679A		DESIGNED BY	
			S.O. DATE	S.O. REV.
			2007-11-08	01
				3
				CONTINUE
				4

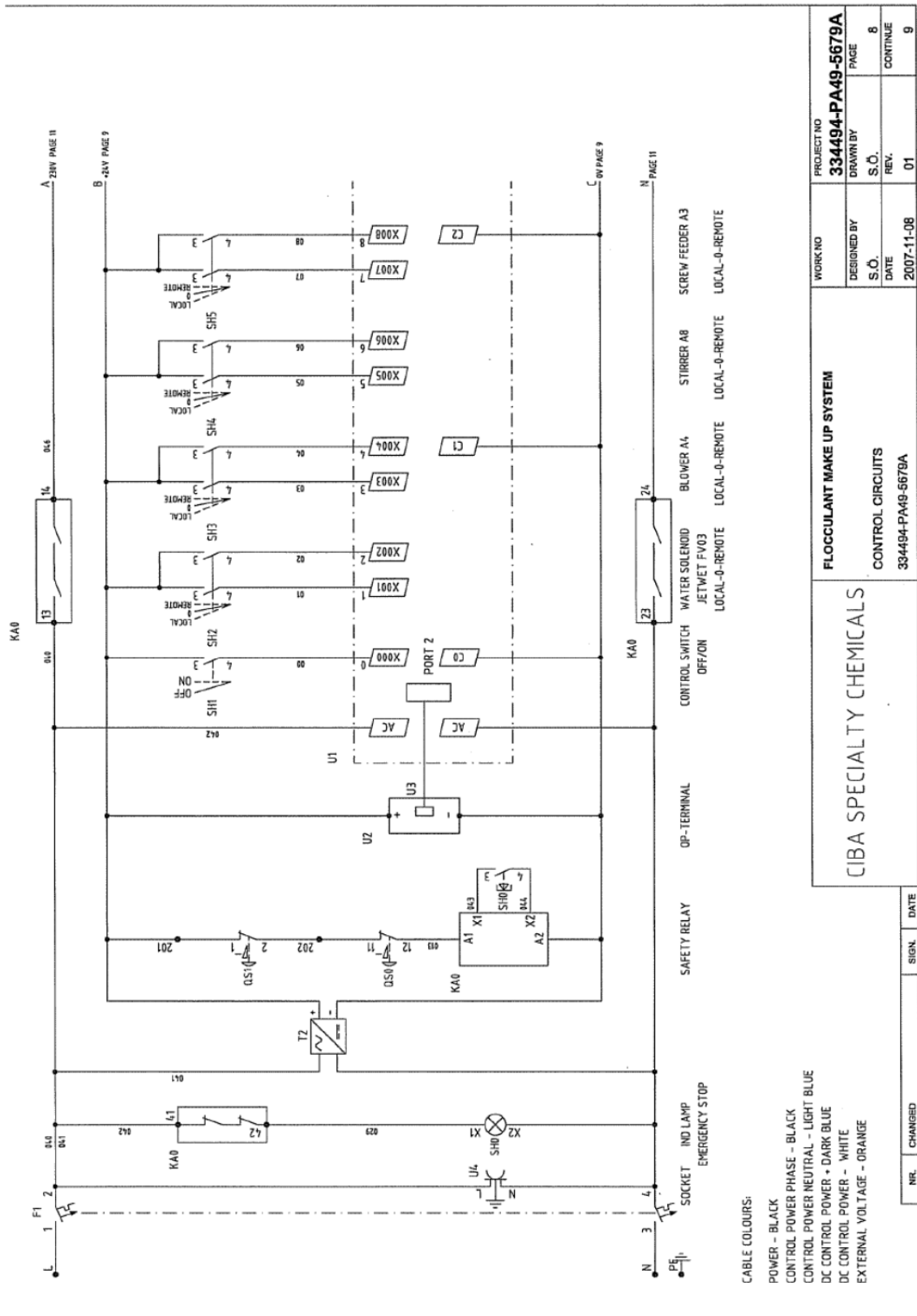
Nr.	CHANGED	SIGN.	DATE
-----	---------	-------	------



PROJECT NO 334494-PA49-5679A	
WORK NO	DESIGNED BY
DESIGNED BY	DRAWN BY
S.O.	S.O.
DATE	REV.
2007-11-08	01
	CONTINUE
	8

FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM	
MAIN CIRCUITS	
334494-PA49-5679A	

CIBA SPECIALTY CHEMICALS	
Nr.	CHANGED
SIGN.	DATE



CABLE COLOURS:
 POWER - BLACK
 CONTROL POWER PHASE - BLACK
 CONTROL POWER NEUTRAL - LIGHT BLUE
 DC CONTROL POWER - DARK BLUE
 DC CONTROL POWER - WHITE
 EXTERNAL VOLTAGE - ORANGE

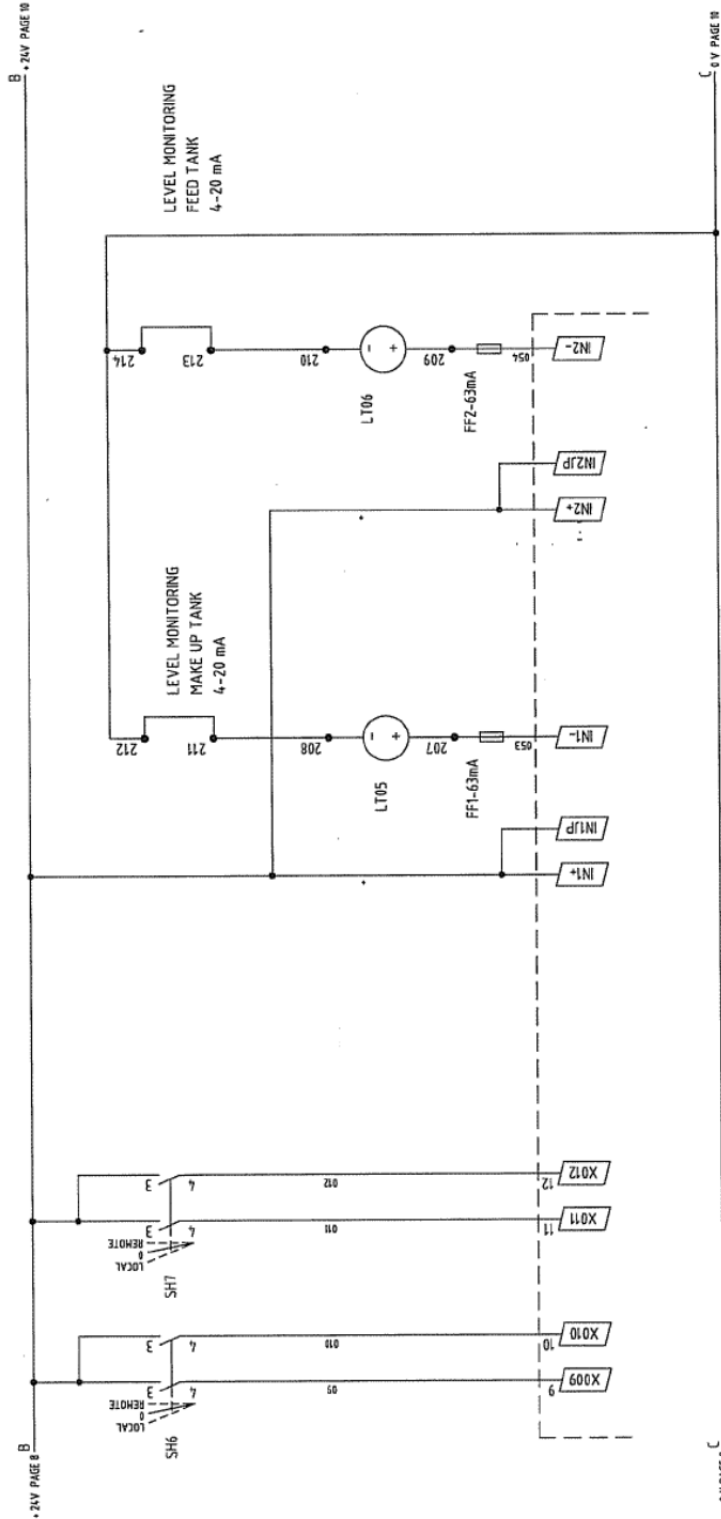
PROJECT NO		334494-PA49-5679A	
WORK NO	DESIGNED BY	S.O.	DATE
			2007-11-08
DRAWN BY		PAGE	
		8	
REV.		CONTINUE	
01		9	

FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM

CONTROL CIRCUITS
334494-PA49-5679A

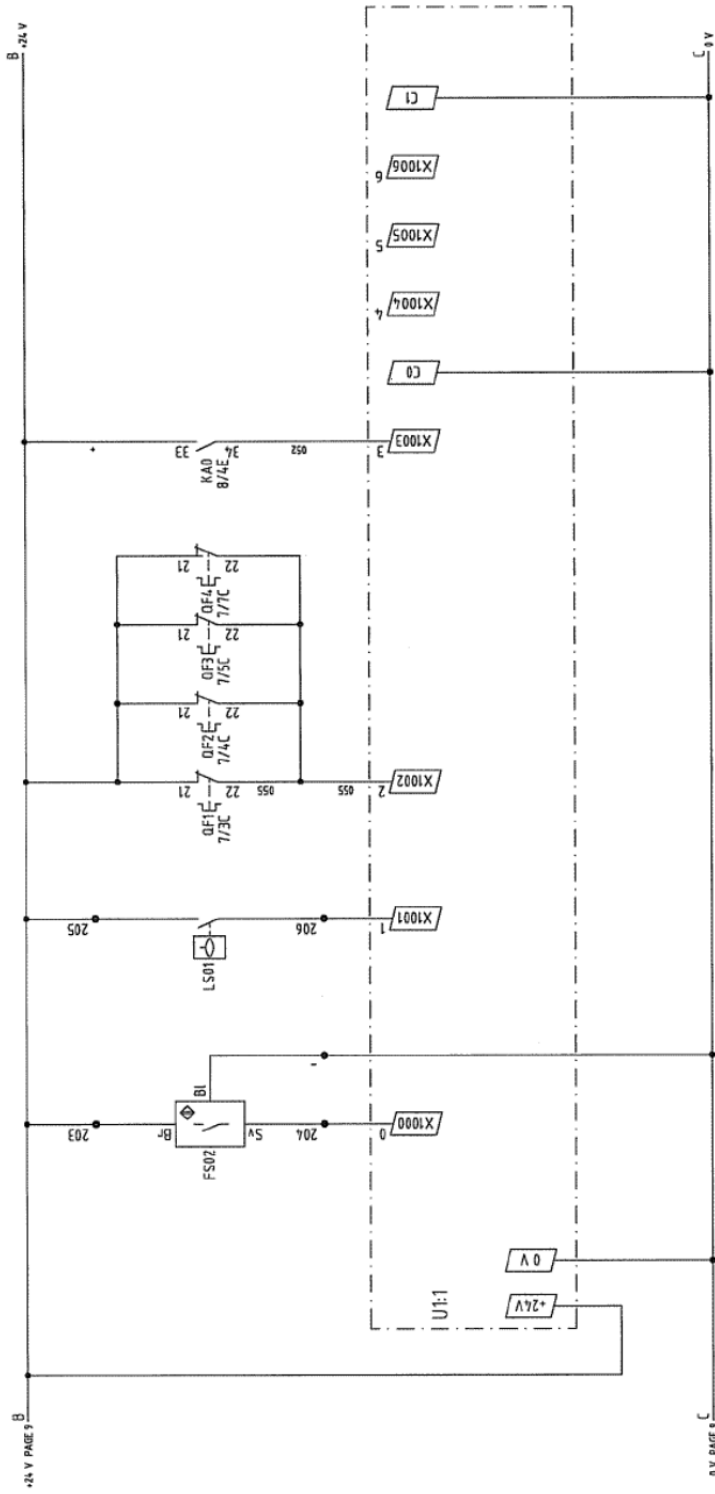
CIBA SPECIALTY CHEMICALS

NR.	CHANGED	SIGN.	DATE



CIBA SPECIALTY CHEMICALS		FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM		PROJECT NO	334494-PA49-5679A
		CONTROL CIRCUITS		WORK NO	334494-PA49-5679A
334494-PA49-5679A		DESIGNED BY	S.O.	DRAWN BY	PAGE
		DATE	2007-11-08	REV.	01
				CONTINUE	10

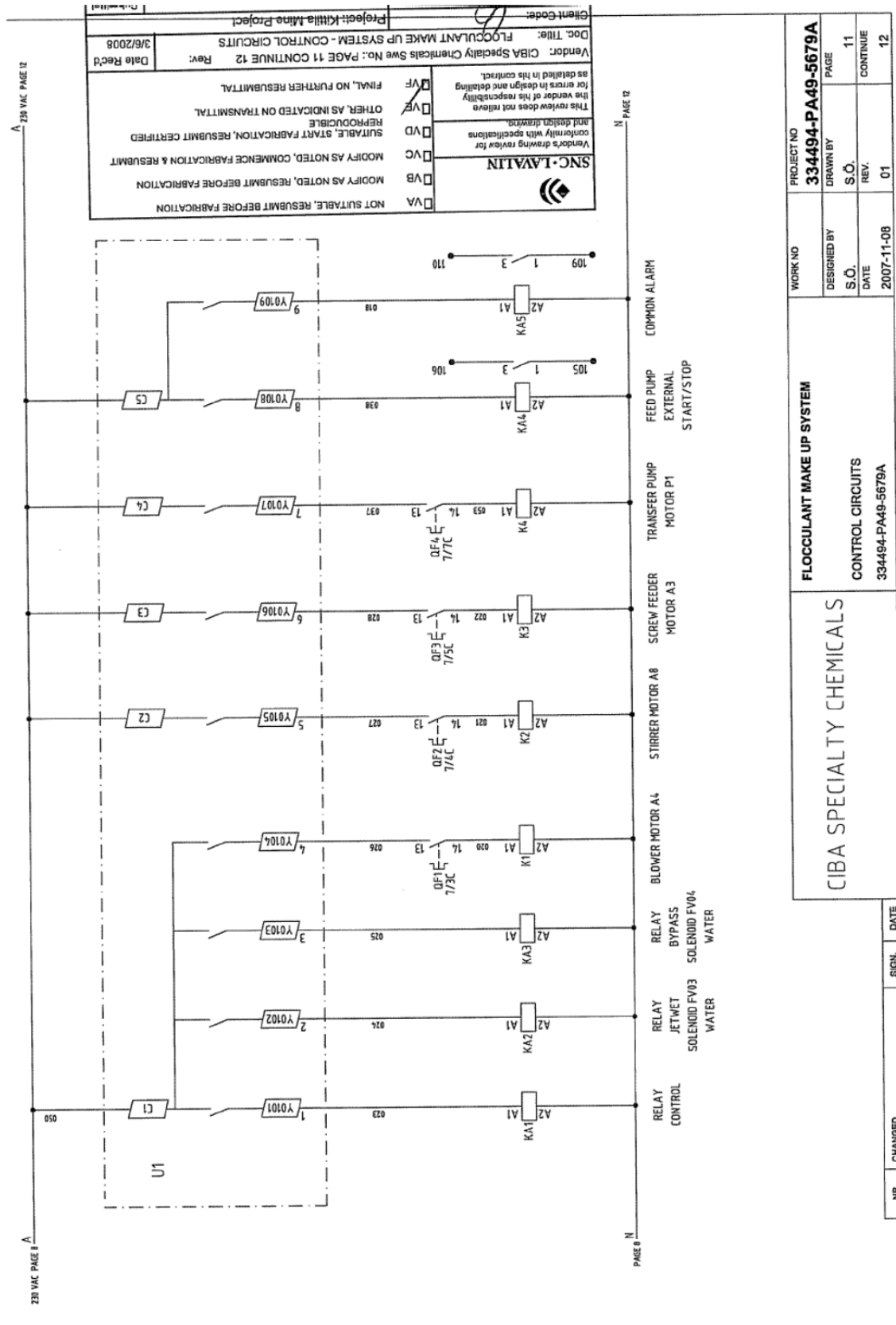
NR.	CHANGED	SIGN.	DATE

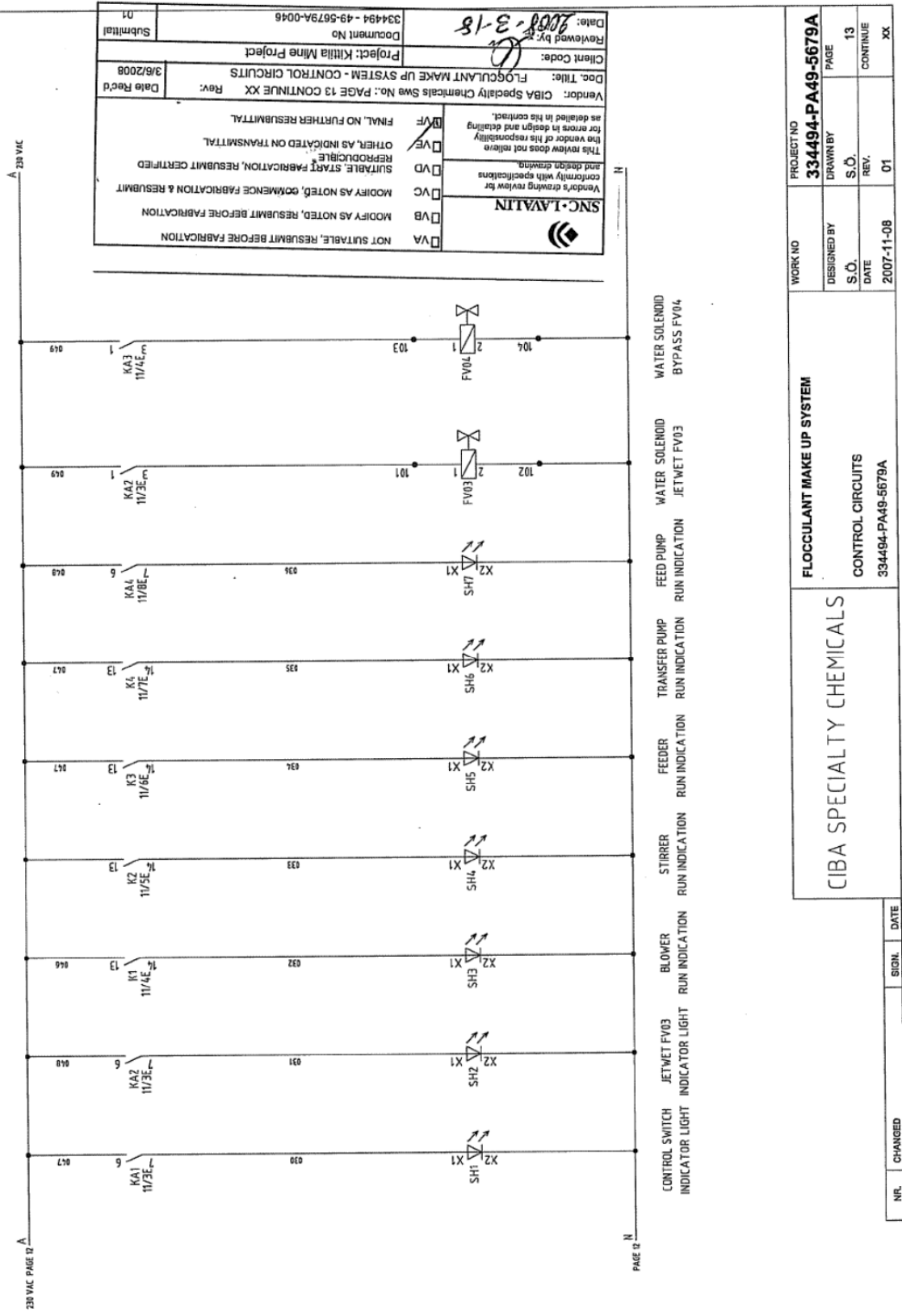


POWER SUPPLY EXPANSION UNIT 24VDC
 FLOW GUARD FS02 WATER
 LEVEL GUARD FS03 POWDER
 MOTOR TRIPPED
 EMERGENCY STOP
 SPARE
 SPARE
 SPARE
 SPARE

PROJECT NO 334494-PA49-5679A		WORK NO	DESIGNED BY	S.O.	DATE	REV.	CONTINUE
		FLOCCULANT MAKE UP SYSTEM CONTROL CIRCUITS 334494-PA49-5679A		S.O.	DATE	REV.	CONTINUE
CIBA SPECIALTY CHEMICALS		2007-11-08		01	10	11	

NR.	CHANGED	SIGN.	DATE





KITTILÄ MINE

3730-FI-2289**Flokkulaatin liuotusveden virtausanturi****Käyttötarkoitus**

Varmistetaan flokkulantin liuotusveden suuttimille riittävä paine.

Toiminta

Anturilla mitataan, että flokkulaatin liuotusvesilinjassa on riittävä virtaus ja paine.

Lukitukset ja käynnistysehdot

Jos paine on liian alhainen, estää syöttöruuvia 3730-5232-0001 käynnistymästä.

Tiedot muihin piireihin**Piirin hälytykset**

Hälyttää, jos virtaus on liian vähäistä liuotuksen aikana.

Kommentit

PI-KAAVIO: 3000-46DD-0022

Muutoshistoria

Rev.	Pvm.	Tehn.	Tark.	Hyv.	Muutos
0	20.2.2012	LMä			

S45_P1

(*Siirto valmis, Siirtopumpun tila ja sekoitussäiliön pinta*)
 KE_3730_5410_0010.AutoCmd0 := false;

S45_N**S45_P0****TR49**

(* Valmistuslupa annettu, venttiilit kiinni, moottorit seis, pikaseis valmis*)

FlookuklaatinValmistusStart and FlokkulaatinPikaseis.Value and not KE_3730_5232_0001.Motor_run and not KE_3730_5433_0001.Motor_run and not KE_3730_5652_0001.Motor_run and not KE_3730_5410_0010.Motor_run and IO.KE_3730_ZSC_2290.Value and IO.KE_3730_ZSC_2291.Value

S46_P1**S46_N**

(*Laitteisto automaatille*)

KE_3730_5232_0001.SetAuto := true;
 KE_3730_5433_0001.SetAuto := true;
 KE_3730_5652_0001.SetAuto := true;
 KE_3730_5410_0010.SetAuto := true;
 KE_3730_HV_2290.SetAuto := true;
 KE_3730_HV_2291.SetAuto := true;
 FlokkulaatinValmistus := true;

S46_P0

KE_3730_5232_0001.SetAuto := false;
 KE_3730_5433_0001.SetAuto := false;
 KE_3730_5652_0001.SetAuto := false;
 KE_3730_5410_0010.SetAuto := false;
 KE_3730_HV_2290.SetAuto := false;
 KE_3730_HV_2291.SetAuto := false;

TR50

(*Moottorit käynnistysvalmiita automaatilla ja venttiilit valmiina automaatilla*)
 (*Pinta alle 11.0%*)

KE_3730_LIT_2292.Out < 12.0 and FlokkulaatinPikaseis.Value

S47_P1**S47_N**

(*Venttiilit auki*)

KE_3730_HV_2290.AutoCmd1 := true;
 KE_3730_HV_2291.AutoCmd1 := true;

S47_P0

KE_3730_HV_2290.AutoCmd1 := false;
 KE_3730_HV_2291.AutoCmd1 := false;

TR51

(*Venttiilit oltava auki ja pikaseis kunnonssa*)
 (*Pinta 32 tai enemmän*)

KE_3730_LIT_2292.Out >= 32.0 and FlokkulaatinPikaseis.Value

S48_N

(*Pinta 32*)(*Laimennusventtiil kiinni*)

KE_3730_HV_2291.AutoCmd0 := true;

S48_P0**TR52**

(*Laimennusventtiili kiinni*)(*Liuotusventtiili auki*)

IO.KE_3730_ZSC_2291.Value and IO.KE_3730_ZSO_2290.Value and FlokkulaatinPikaseis.Value

S49_P1

KE_3730_HV_2291.AutoCmd0 := false;

S49_N

(*Sekoittaja ja puhallin käyntiin*)

KE_3730_5652_0001.AutoCmd1 := true;
KE_3730_5433_0001.AutoCmd1 := true;

S49_P0**TR53**

(*Sekoittaja ja puhallin oltava käynnissä*)

(*suppilossa oltava jauhetta*)

(*Liuotusveden virtaus riittävä ja liuotusventtiili oltava auki*)

KE_3730_5652_0001.Motor_run and
KE_3730_5433_0001.Motor_run and
IO.KE_3730_LSL_2293.Value and
IO.KE_3730_FSL_2289.Value and
FlokkulaatinPikaseis.Value and
IO.KE_3730_ZSO_2290.Value

S50_P1

KE_3730_5652_0001.AutoCmd1 := false;
KE_3730_5433_0001.AutoCmd1 := false;

S50_N

(*Ruuvisyötin käyntiin*)

KE_3730_5232_0001.AutoCmd1 := true;

S50_P0**TR54**

(*Ruuvisyötin pysäytysajastin*)

Ruuvi_TOn.Q) and
FlokkulaatinPikaseis.Value

S51_P1

KE_3730_5232_0001.AutoCmd1 := false;

S51_N

(*Ruuvisyötin ja puhaltimen pysäytys*)

KE_3730_5232_0001.AutoCmd0 := true;
KE_3730_5433_0001.AutoCmd0 := true;

TR55

(*Ruuvisyötin ja puhallin pysähtynyt, laimennusventtiilin avausviive 2min*)

not KE_3730_5232_0001.Motor_run
and
FlokkulaatinPikaseis.Value and
(Ruuvi_TOn2.Q) and
not KE_3730_5433_0001.Motor_run

S52_P1

KE_3730_5232_0001.AutoCmd0 := false;
KE_3730_5433_0001.AutoCmd0 := false;

S52_N

(*Laimennusventtiili auki*)

KE_3730_HV_2291.AutoCmd1 := true;

S52_P0**TR56**

(*Laimennusventtiili auki ja pinta 95 tai enemmän*)

KE_3730_LIT_2292.Out >= 95.0 and
FlokkulaatinPikaseis.Value

S53_P1

KE_3730_HV_2291.AutoCmd1 :=
false;

S53_N

(*Pinta 95*)(*Venttiilit kiinni*)
KE_3730_HV_2290.AutoCmd0 := true;
KE_3730_HV_2291.AutoCmd0 := true;
KE_3730_5652_0001.SetAuto := True;
S53_P0
KE_3730_5652_0001.SetAuto := false;

Tr_57

(*Venttiilit kiinni ja sekoittajan pysäytysajastin*)
IO.KE_3730_ZSC_2290.Value and
IO.KE_3730_ZSC_2291.Value and
KE_3730_5652_0001_TOn.Q and
FlokkulaatinPikaseis.Value

S54_P1

KE_3730_HV_2290.AutoCmd0 :=
false;
KE_3730_HV_2291.AutoCmd0 :=
false;

S54_N

(*Sekoittajan pysäytys*)
KE_3730_5652_0001.AutoCmd0 :=
true;

Tr58

(*Sekoittaja pysähtynyt*)
FlokkulaatinPikaseis.Value and
(KE_3730_LI_2250.Out <= 78.0 and
IO.KE_3730_ZSO_2248.Value) or
(LI_2220 <= 60.0 and
IO.KE_3730_ZSO_2218.Value) or
((VarastojenPinta <= 160.0) and
(IO.KE_3730_ZSO_2218.Value
or IO.KE_3730_ZSO_2248.Value))
or KE_3730_5410_0010.ManMode

S55_P1

KE_3730_5652_0001.AutoCmd0 :=
false;

S55_N

(*Siirtopumppu käyntiin jos varastoon
mahtuu*)
KE_3730_5410_0010.AutoCmd1 :=
true;

S55_P0**Tr59**

(*Pinta alle 11*)

KE_3730_LIT_2292.Out < 12.0 and
FlokkulaatinPikaseis.Value

S56_P1

KE_3730_5410_0010.AutoCmd1 :=
false;

S56_N

(*Pinta 10*)

KE_3730_5410_0010.AutoCmd0 :=
true;

S56_P0

FlokkulaatinValmistus := false;

Tr60

(*Siirtopumppu seis*)

not KE_3730_5410_0010.Motor_run
and
FlokkulaatinPikaseis.Value

Flokkulanttikone

(*Valmistuslupa*)

```
while KE_3730_LI_2250.Out >= 92.0 and Flokkulanttisailio_1_pinta >= 92.0 do Floo-  
kuklaatinValmistusStart := false;
```

```
end_while;
```

(*Flokkulaatin liuotuskoneen instrumentit ja moottorit*)

(*Flokkulaatin liuotusveden virtaus*)

```
KE_3730_FI_2289( Name := Nimet.KE_3730_FI_2289_Name,  
Description := Nimet.KE_3730_FI_2289_Desc,  
In := IO.KE_3730_FSL_2289,  
InNormal := true,  
CondNameDiff := kaytossa,  
AEConfigDiff := 1,  
AEClass := 3730,  
InteractionPar := KE_3730_FI_2289_InteractionPar );
```

(*Liuotusvesi flokkulaatin sekoitussäiliö*)

```
KE_3730_HV_2290( Name := Nimet.KE_3730_HV_2290_Name,  
Description := Nimet.KE_3730_HV_2290_Desc,  
GroupStartIn := KE_3730_HV_2290_GroupStartInt,  
Lukitus1 := not FlokkulaatinHataseis,  
LukitusTeksti1 := FlokkulaatinHataseis_Txt,  
Lukitus2 := KE_3730_LIT_2292.GTH,  
FB1 := IO.KE_3730_ZSO_2290,  
FB0 := IO.KE_3730_ZSC_2290,  
Out1 := IO.KE_3730_SV_2290,  
CondNameObjectError := Rajavika,  
AEClass := 3730,  
InteractionPar := KE_3730_HV_2290_IntActPar,  
simulointi := true );
```

(*Laimennusvesi flokkulaatin sekoitussäiliö*)

```
KE_3730_HV_2291( Name := Nimet.KE_3730_HV_2291_Name,  
  Description := Nimet.KE_3730_HV_2291_Desc,  
  GroupStartIn := KE_3730_HV_2291_GroupStartInt,  
  Lukitus1 := not FlokkulaatinHataseis,  
  LukitusTeksti1 := FlokkulaatinHataseis_Txt,  
  Lukitus2 := KE_3730_LIT_2292.GTH,  
  FB1 := IO.KE_3730_ZSO_2291,  
  FB0 := IO.KE_3730_ZSC_2291,  
  Out1 := IO.KE_3730_SV_2291,  
  CondNameObjectError := Rajavika,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := KE_3730_HV_2291_IntActPar,  
  simulointi := true );
```

(*Huuhtelu viive*)

```
KE_3730_HV_2291_TOf( In := KE_3730_5232_0001_TPH.Q,  
  PT := Aika1m );
```

(*Flokkulaatin sekoitussäiliö pinta*)

```
KE_3730_LIT_2292( Name := Nimet.KE_3730_LIT_2292_Name,  
  Description := Nimet.KE_3730_LIT_2292_Desc,  
  In := IO.KE_3730_LT_2292,  
  CondNameH := H_Teksti,  
  AEConfigH := 1,  
  AESevH := 800,  
  CondNameL := L_Teksti,  
  AEConfigL := 1,  
  CondNameLL := LL_Teksti,  
  AEConfigLL := 1,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := KE_3730_LIT_2292_InteractionPar );
```

(*Flokkulaatin syöttöruuvin pintakytkin*)

```
KE_3730_LS_2293( Name := Nimet.KE_3730_LS_2293_Name,  
  Description := Nimet.KE_3730_LS_2293_Desc,  
  In := IO.KE_3730_LSL_2293,  
  InNormal := true,  
  CondNameDiff := kaytossa,  
  AEConfigDiff := 1,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := KE_3730_LS_2293_InteractionPar );
```

(*Moottorit*)

(*Flokkulaatin ruuvisyötin*)

```
KE_3730_5232_0001( Name := M_Nimet.KE_3730_5232_0001_Name,  
  Description := M_Nimet.KE_3730_5232_0001_Desc,  
  AutoCmd0 := KE_3730_5232_0001_TOf.Q,  
  GroupStartIn := M_IO.KE_3730_5232_0001.GroupStartIn,  
  PriorityCmd01 := KE_3730_5232_0001_TOf.Q,  
  Ilock01 := not FlokkulaatinHataseis,  
  Ilock02 := KE_3730_LS_2293.DiffNormalA or  
  KE_3730_FI_2289.DiffNormalA,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := M_IO.KE_3730_5232_0001.InteractionPar,  
  Simocode_IO_In := M_IO.KE_3730_5232_0001.IO );
```

```
KE_3730_5232_0001_Simu( Simocode_IO_IN := M_IO.KE_3730_5232_0001.IO );
```

```
Flokkuaika := (KE_3730_5232_0001_TPH.PT - KE_3730_5232_0001_TPH.ET);
```

(*Flokkulaati ruuvisyöttimen ajastin*)

```
KE_3730_5232_0001_TPH( In := TPH_Act_TOf.Q,  
  Hold := TPH_Deact_TOf.Q,  
  PT := Aikaflokkulanttiruuvi );
```

```
TPH_Act_TOf( In := KE_3730_5232_0001.StatAct,  
  PT := Aika2s );
```

```
TPH_Deact_TOf( In := KE_3730_5232_0001.StatDeact,  
  PT := Aika2s );
```

```
KE_3730_5232_0001_F_Trig( Clk := KE_3730_5232_0001_TPH.Q );
```

```
KE_3730_5232_0001_TOf( In := KE_3730_5232_0001_F_Trig.Q,  
  PT := Aika4s );
```

(*Flokkulaatin puhallin*)

```
KE_3730_5433_0001( Name := M_Nimet.KE_3730_5433_0001_Name,  
  Description := M_Nimet.KE_3730_5433_0001_Desc,  
  GroupStartIn := M_IO.KE_3730_5433_0001.GroupStartIn,  
  Ilock01 := not FlokkulaatinHataseis,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := M_IO.KE_3730_5433_0001.InteractionPar,  
  Simocode_IO_In := M_IO.KE_3730_5433_0001.IO );
```

```
KE_3730_5433_0001_Simu( Simocode_IO_IN := M_IO.KE_3730_5433_0001.IO );
```


(*Flokkulaatin sekoitin*)

```
KE_3730_5652_0001( Name := M_Nimet.KE_3730_5652_0001_Name,  
  Description := M_Nimet.KE_3730_5652_0001_Desc,  
  AutoCmd0 := KE_3730_5652_0001_TOf.Q,  
  GroupStartIn := M_IO.KE_3730_5652_0001.GroupStartIn,  
  PriorityCmd01 := KE_3730_5652_0001_TOf.Q,  
  Ilock01 := not FlokkulaatinHataseis,  
  Ilock02 := KE_3730_LIT_2292.LTL,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := M_IO.KE_3730_5652_0001.InteractionPar,  
  Simocode_IO_In := M_IO.KE_3730_5652_0001.IO );
```

```
KE_3730_5652_0001_Simu( Simocode_IO_IN := M_IO.KE_3730_5652_0001.IO );
```

```
Flokkuaika_2 := (KE_3730_5652_0001_TPH.PT - KE_3730_5652_0001_TPH.ET);
```

(*Sekoittajan ajastin*)

```
KE_3730_5652_0001_TPH( In := KE_3730_LIT_2292.Out >= 95.0 and Sekoitta-  
ja_TPH_Act_TOf.Q,  
  Hold := Sekoittaja_TPH_Deact_TOf.Q,  
  PT := Aikaflokkulaatinsekoitus );
```

```
Sekoittaja_TPH_Act_TOf( In := KE_3730_5652_0001.StatAct,  
  PT := Aika2s );
```

```
Sekoittaja_TPH_Deact_TOf( In := KE_3730_5652_0001.StatDeact,  
  PT := Aika2s );
```

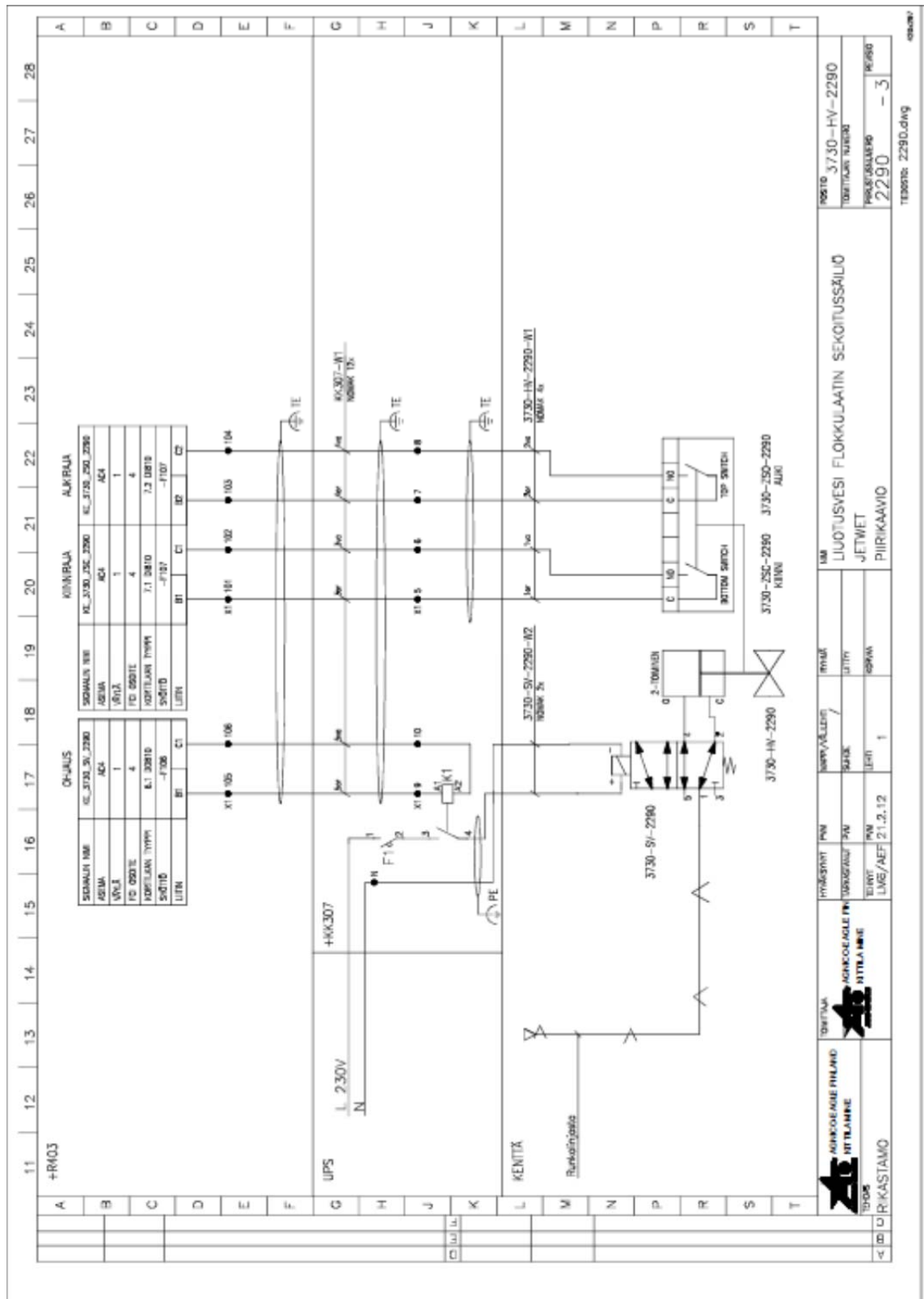
```
KE_3730_5652_0001_F_Trig( Clk := KE_3730_5652_0001_TPH.Q );
```

```
KE_3730_5652_0001_TOf( In := KE_3730_5652_0001_F_Trig.Q,  
  PT := Aika2s );
```

(*Flokkulaatin siirtopumppu*)

```
KE_3730_5410_0010( Name := M_Nimet.KE_3730_5410_0010_Name,  
  Description := M_Nimet.KE_3730_5410_0010_Desc,  
  GroupStartIn := M_IO.KE_3730_5410_0010.GroupStartIn,  
  Ilock01 := KE_3730_LIT_2292.LTLL,  
  AEClass := 3730,  
  InteractionPar := M_IO.KE_3730_5410_0010.InteractionPar,  
  Simocode_IO_In := M_IO.KE_3730_5410_0010.IO );
```

```
KE_3730_5410_0010_Simu( Simocode_IO_IN := M_IO.KE_3730_5410_0010.IO );
```



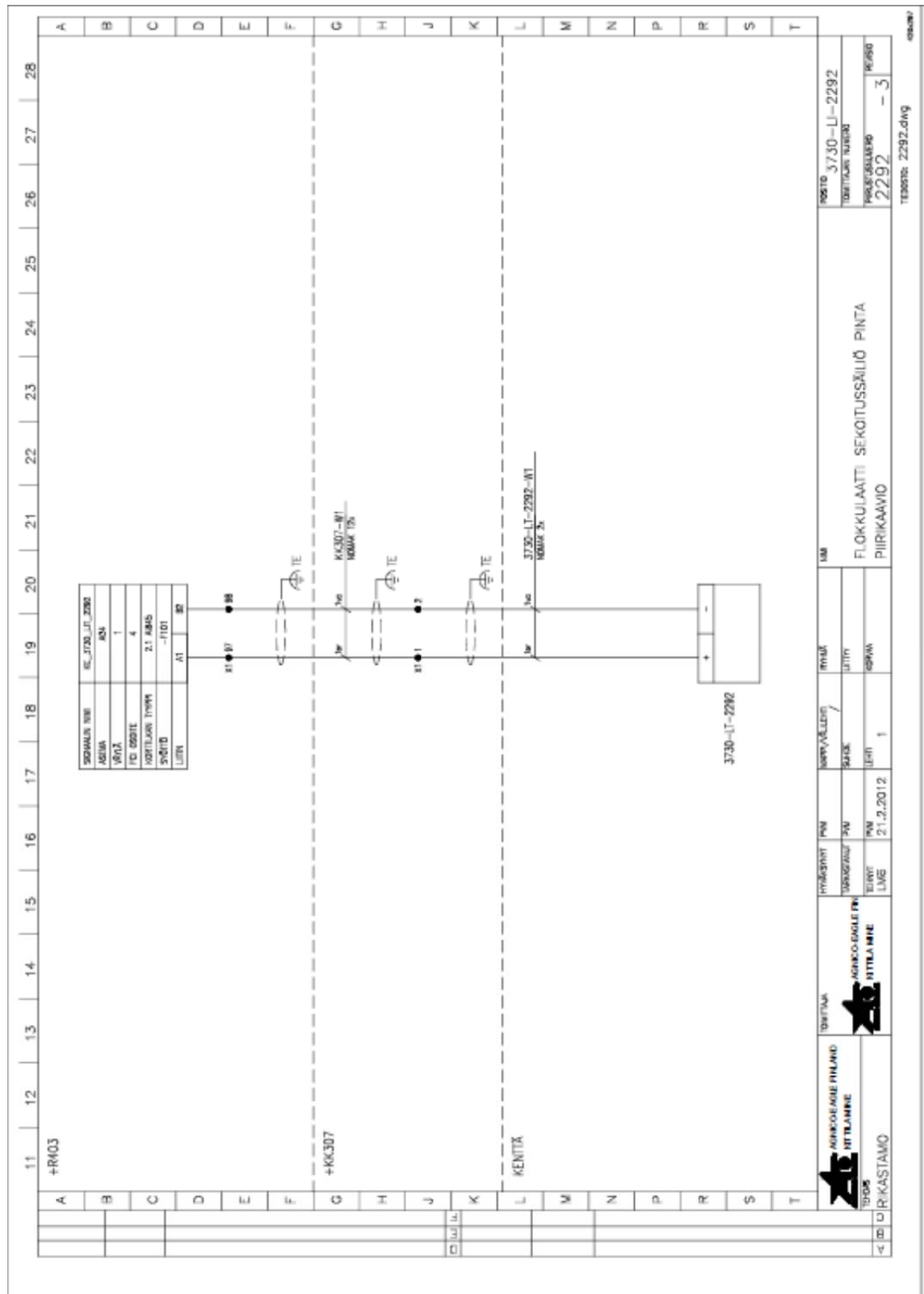
OHJAUS		KOMPILA		ALKUPAJA	
SIGNAALI NIMI	KL_3730_SI_2290	SIGNAALI NIMI	KL_3730_SI_2290	KL_3730_SI_2290	KL_3730_SI_2290
ASEMA	AKA	ASEMA	AKA	AKA	AKA
YKSIKÖ	1	YKSIKÖ	1	1	1
FD OROITE	4	FD OROITE	4	4	4
KAPTELIN TYYPPI	KL_3730_SI_2290	KAPTELIN TYYPPI	KL_3730_SI_2290	KL_3730_SI_2290	KL_3730_SI_2290
SOTITO	-F106	SOTITO	-F107	-F107	-F107
LUKUN		LUKUN			

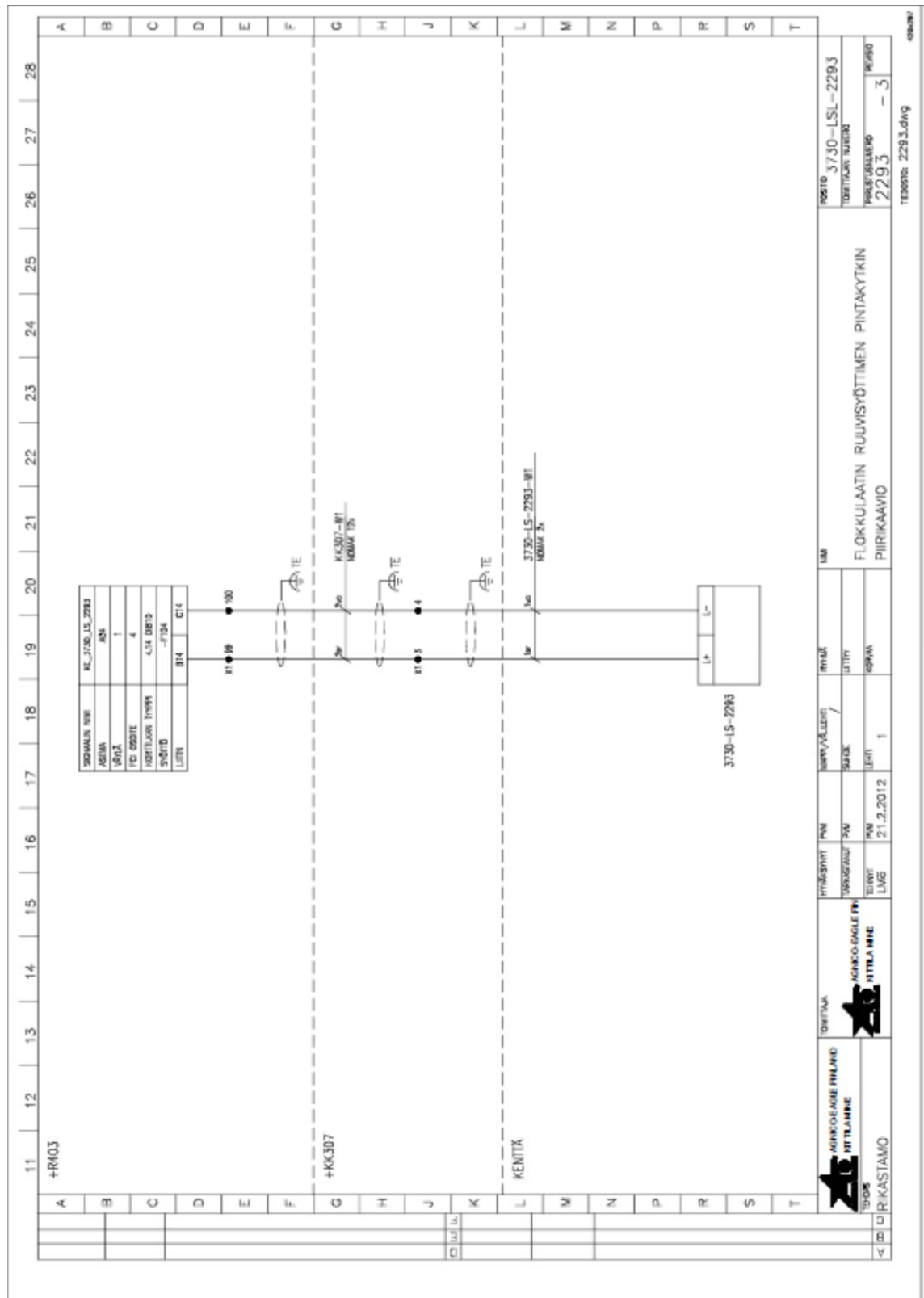
PROJEKTI	3730-HV-2290
TOIMITAJAN NIMI	
PROJEKTOIJAN NIMI	2290
PIIRIKAAVIOT	-3
TEOSTAJA	2290.dwg

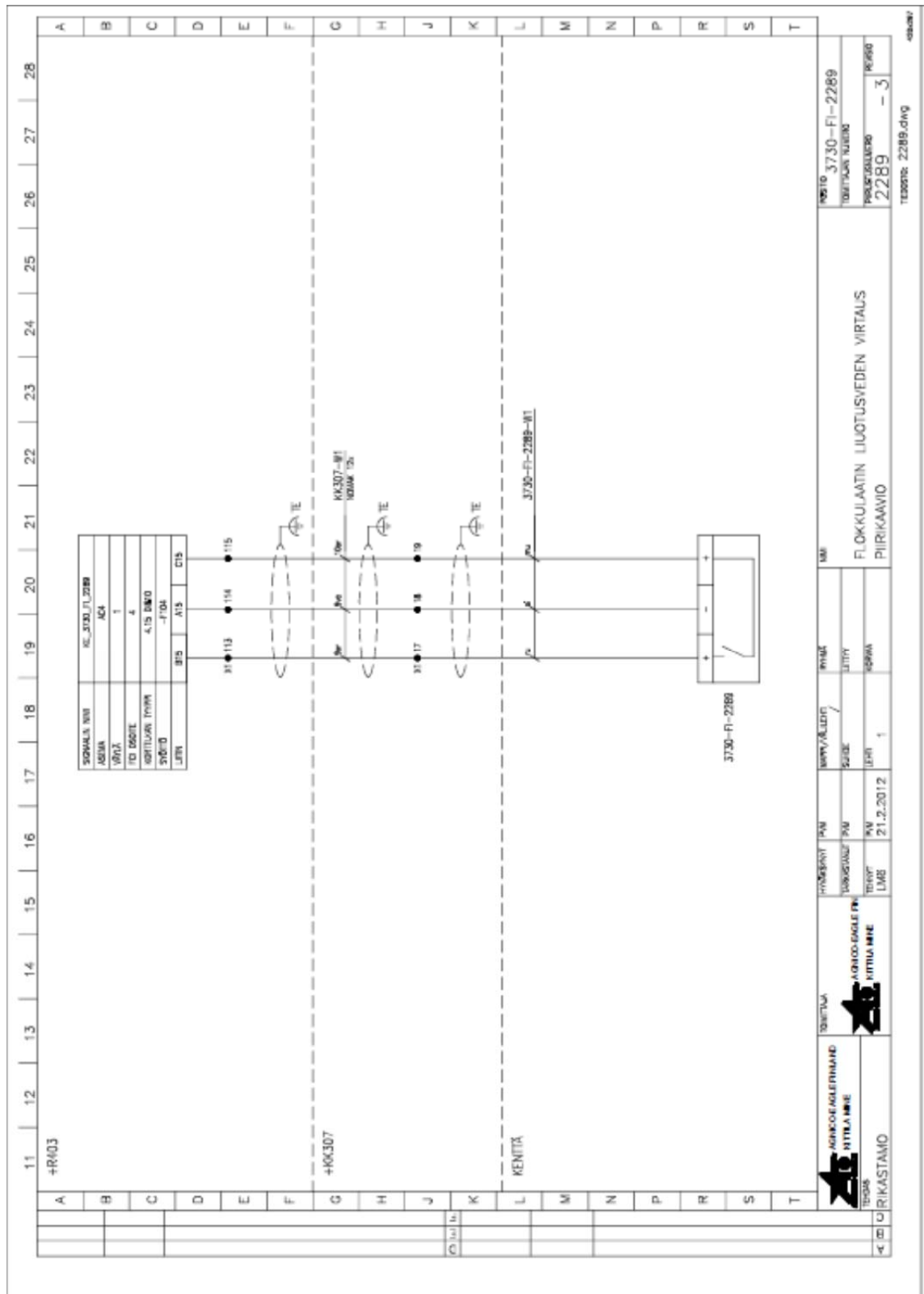
TOIMITAJA	AKKIOKEMALIN PULANO	TOIMITAJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO
PROJEKTI	AKKIOKEMALIN PULANO	TOIMITAJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO
PROJEKTOIJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO	TOIMITAJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO
PROJEKTOIJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO	TOIMITAJAN NIMI	AKKIOKEMALIN PULANO

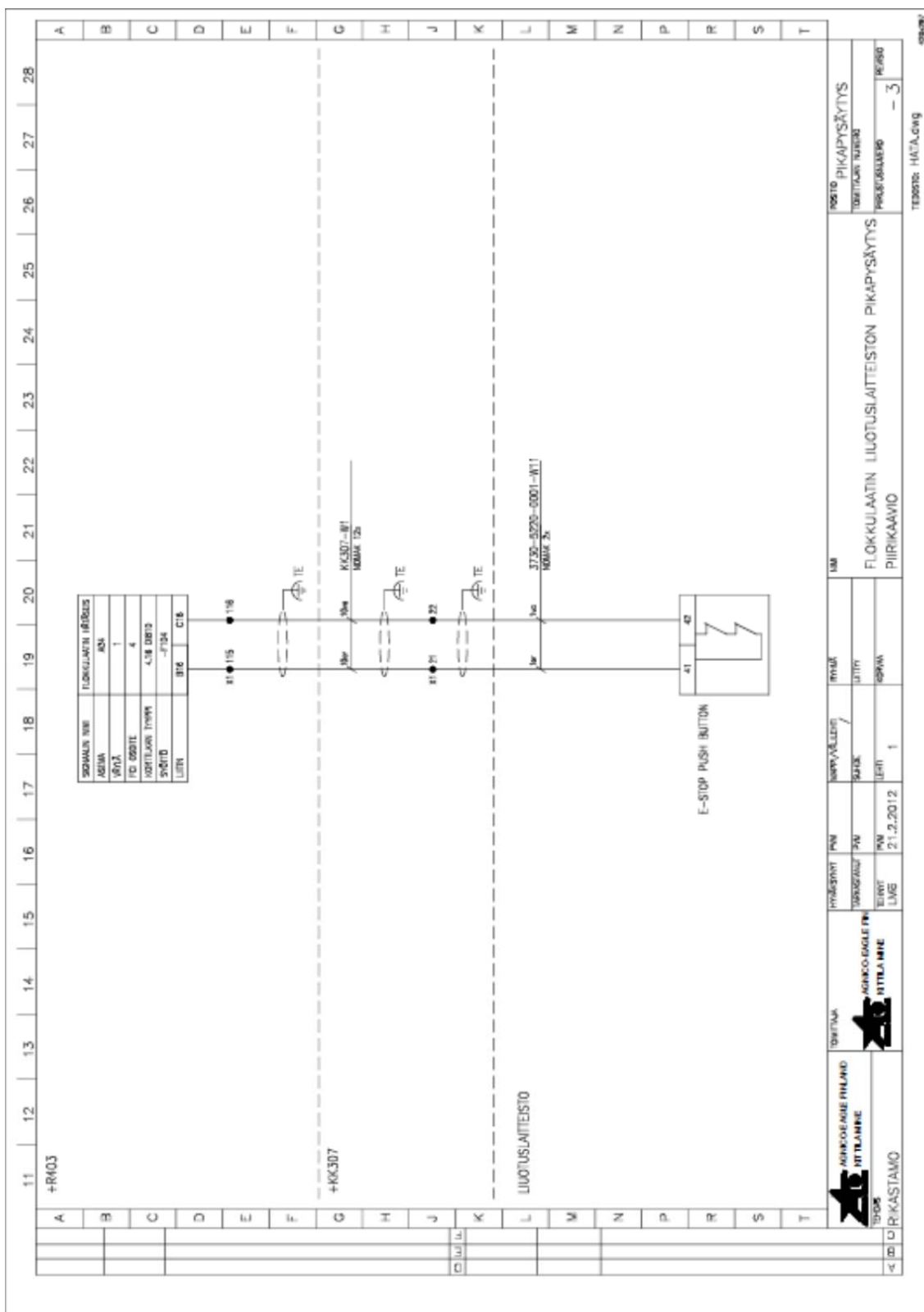
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO

YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO
YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO	YRITYSTYYPPI	AKKIOKEMALIN PULANO







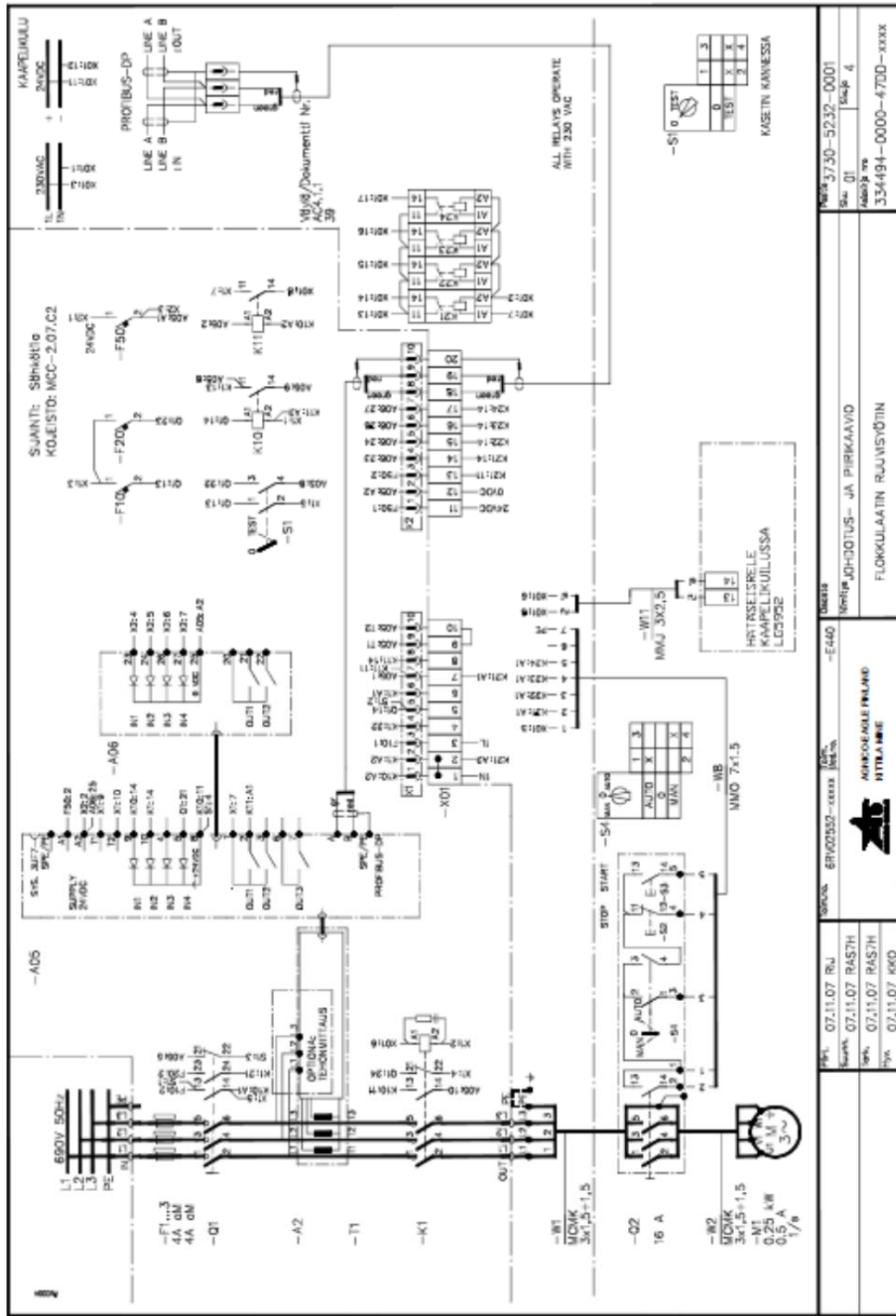


OHJAUSVIERO	FLOKKULAATTIN IRRÖDÖS
ASIAN	ASIA
VIRTA	1
TE. ROOSTE	4
LIOTUSLAITE	4.38, DIF. O
SYÖTTÖ	-1734
LITEN	BT6, CT6

HYÖRSYVÄISYYS	KÄRÄVÄLLIÖ	IRITUK	NÄM
VAIKUTUS	VAIK	LÄHTY	
TEHTY	TEHT	OHJA	
LUVI	1		

 NORCCO EAGLE FIN HETILÄMME		FLOKKULAATTIN LIOTUSLAITTEISTON PIIRIKAAVIO PIIRIKAAVIO	
-----------------------------------	--	--	--

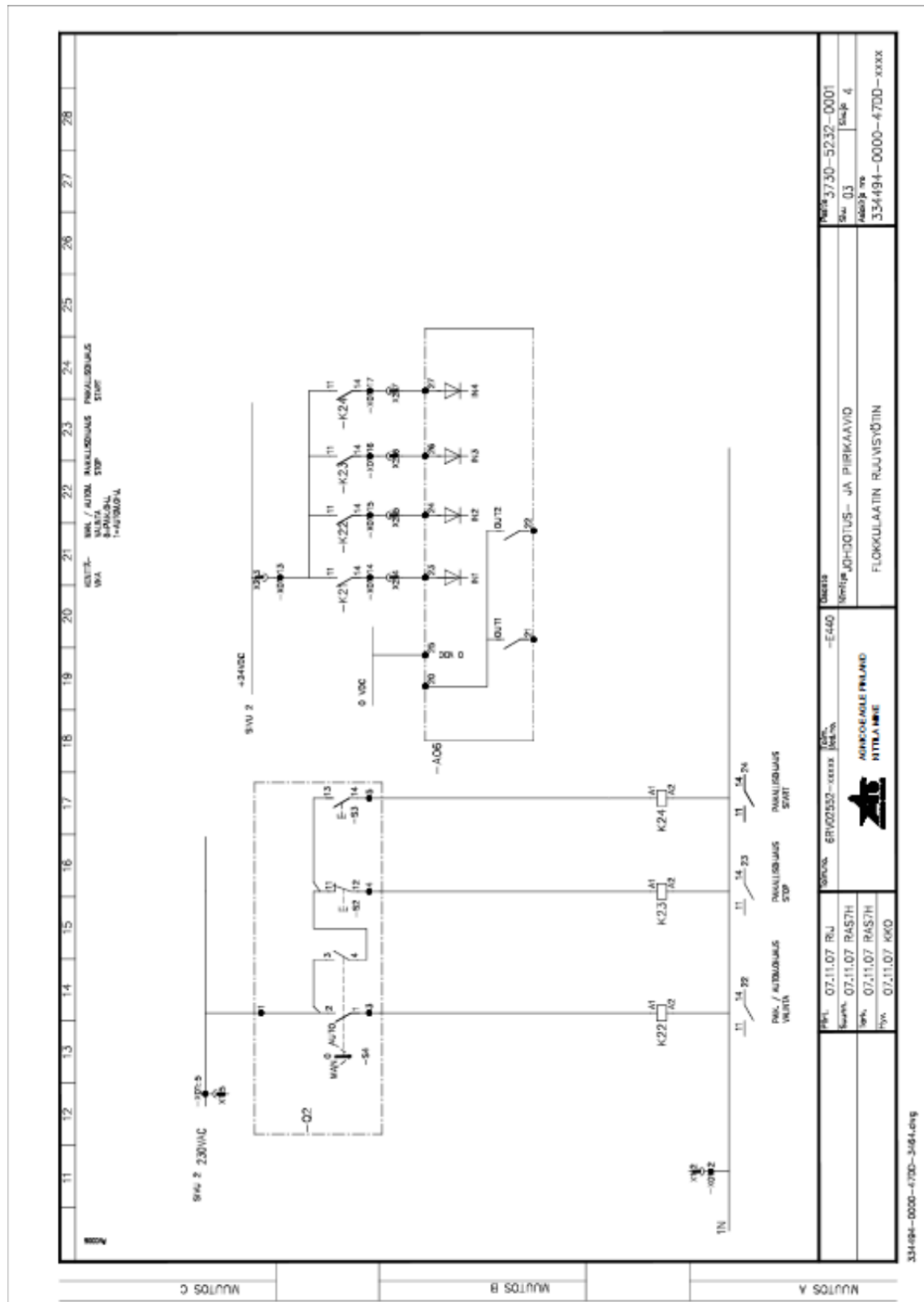
 NORCCO EAGLE FINLAND HETILÄMME	ROOSTE PIKAPYSÄYTYS TIEHTILÄMME TULEHD PIIRIKAAVIO - 3 HETI650
RIKASTAMO	TEOSTA: HATTA,ENG




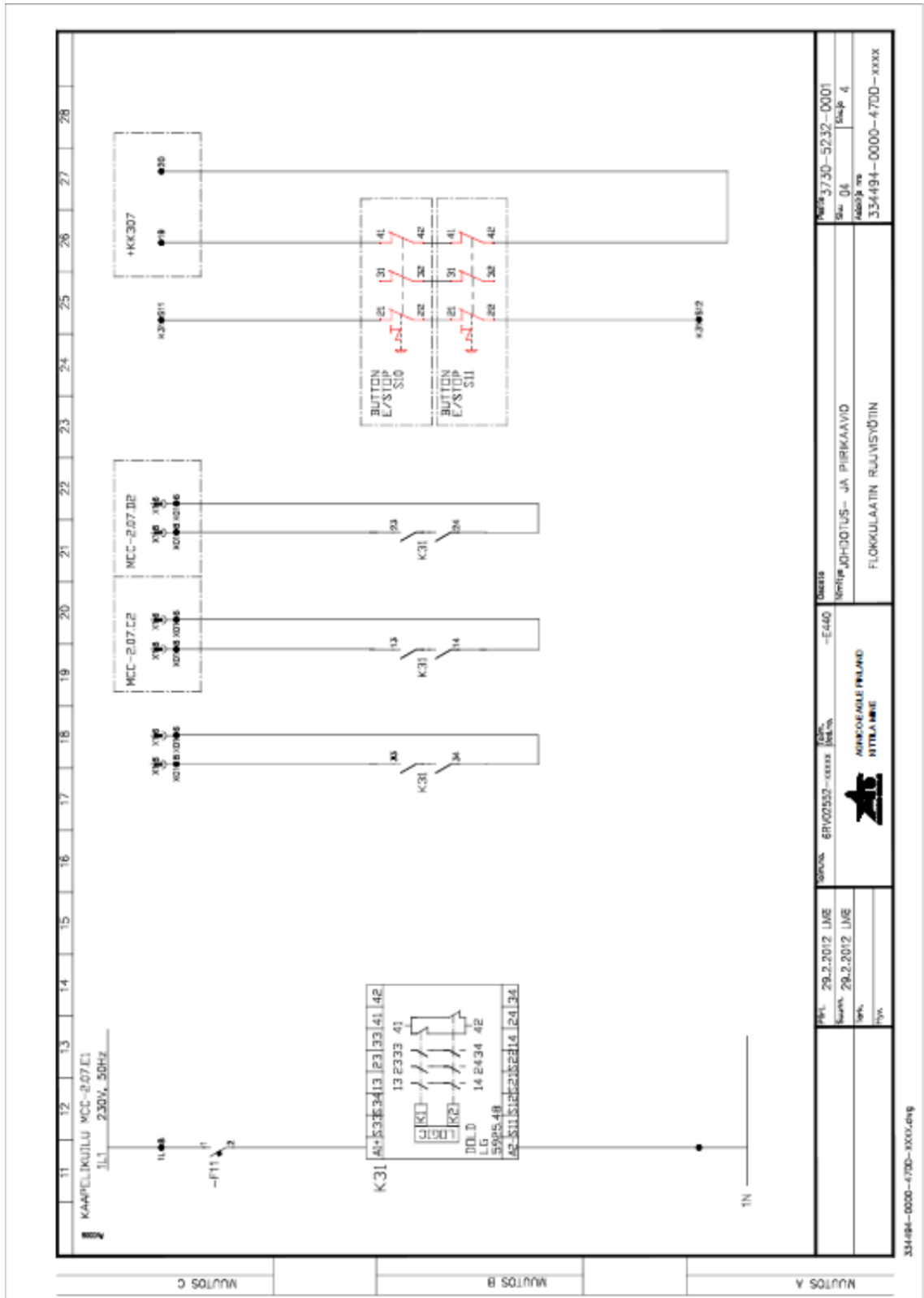
MUUTOS C
 MUUTOS B
 MUUTOS A
 Hittescheitron on gaus K1 29.6.12 LNB

PVL 07.11.07 R/L Sivu: 07.11.07 RAS/7H Pys. 07.11.07 RAS/7H Pys. 07.11.07 R/KO	 HITTESCHEITRON HITTALA MIKKO	Omaa 6R/02052-xxxxx -E440 Yhteis JOHDOTUS- JA PIIRIKAAVIOT FLOKKULAATIN RUUVISYÖTIN	PVL 37.30-5232-0001 Sivu: 01 Kappale no 334494-0000-4700-XXXX
---	--	---	--

334494-0000-4700-xxxx.dwg



PKK / AUTOMAATION VUURA		PKK / AUTOMAATION VUURA	PKK / AUTOMAATION VUURA	
STOP		STOP	STOP	
START		START	START	
PKK	07.11.07 RJL	PKK	07.11.07 RAS/TH	PKK
SKR	07.11.07 RAS/TH	SKR	07.11.07 RAS/TH	SKR
TYÖ	07.11.07 RKO	TYÖ	07.11.07 RKO	TYÖ
 AGRI-ORAVALE FINLAND NITILÄINE		ILMITEK Keskus -E-440 Keskus -E-440 Yhteishenkilö- ja Piirikaaviot FLOKKILAATIN RUUVISYÖTIN		Piirite 3730-5232-0001 Keskus -E-440 Keskus -E-440 334494-0000-4700-XXXX

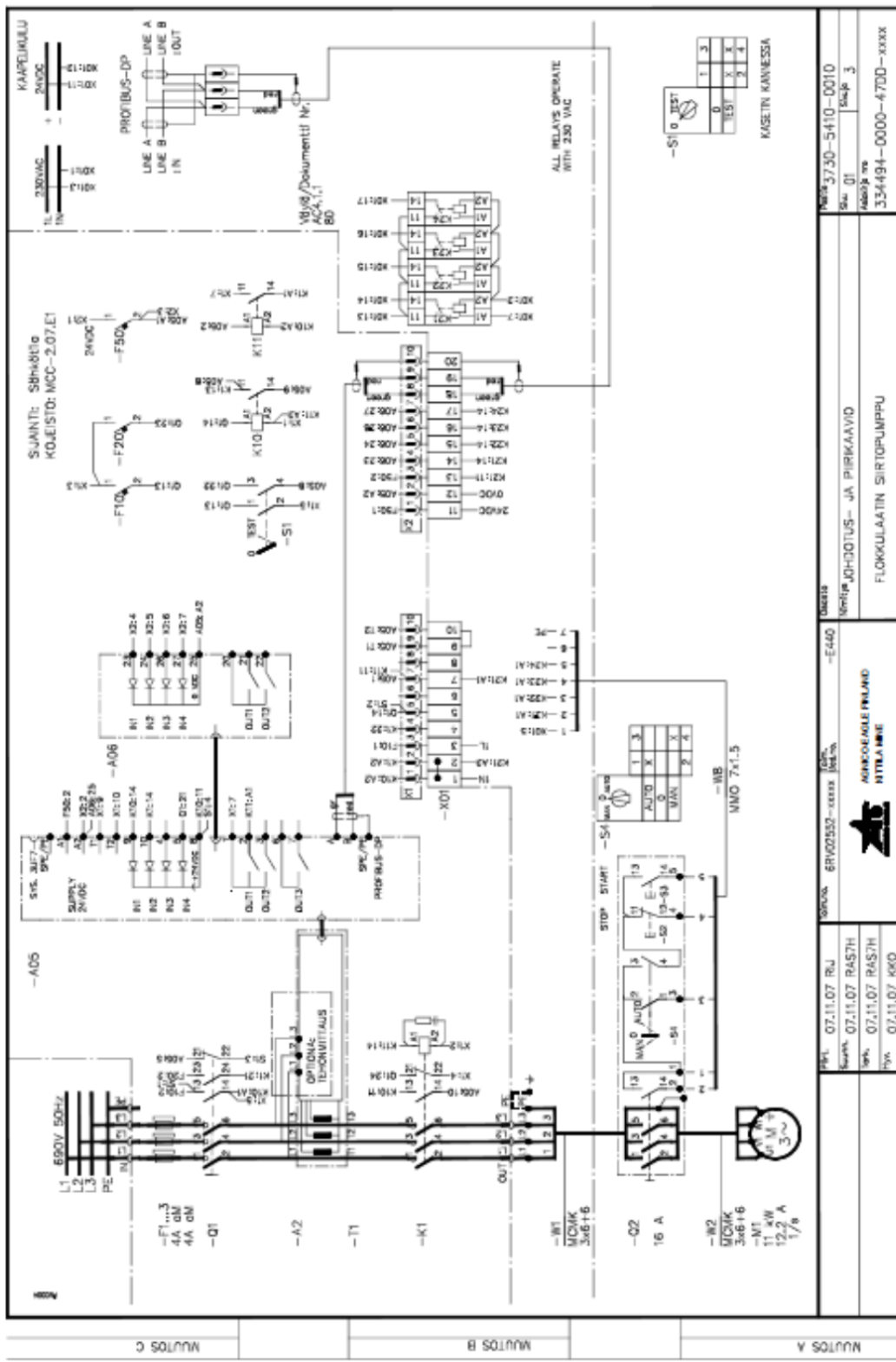


MUUTOS C

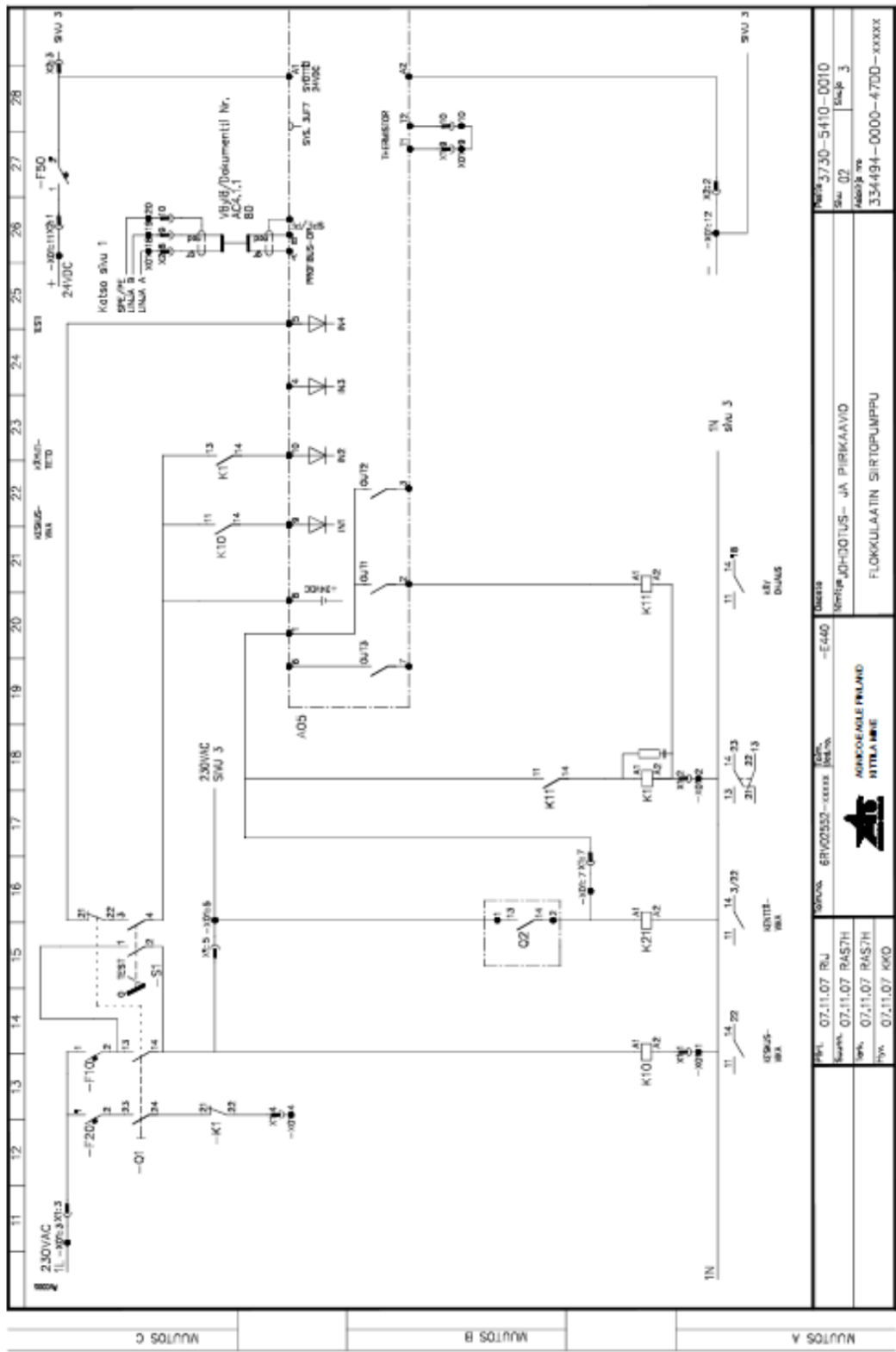
MUUTOS B

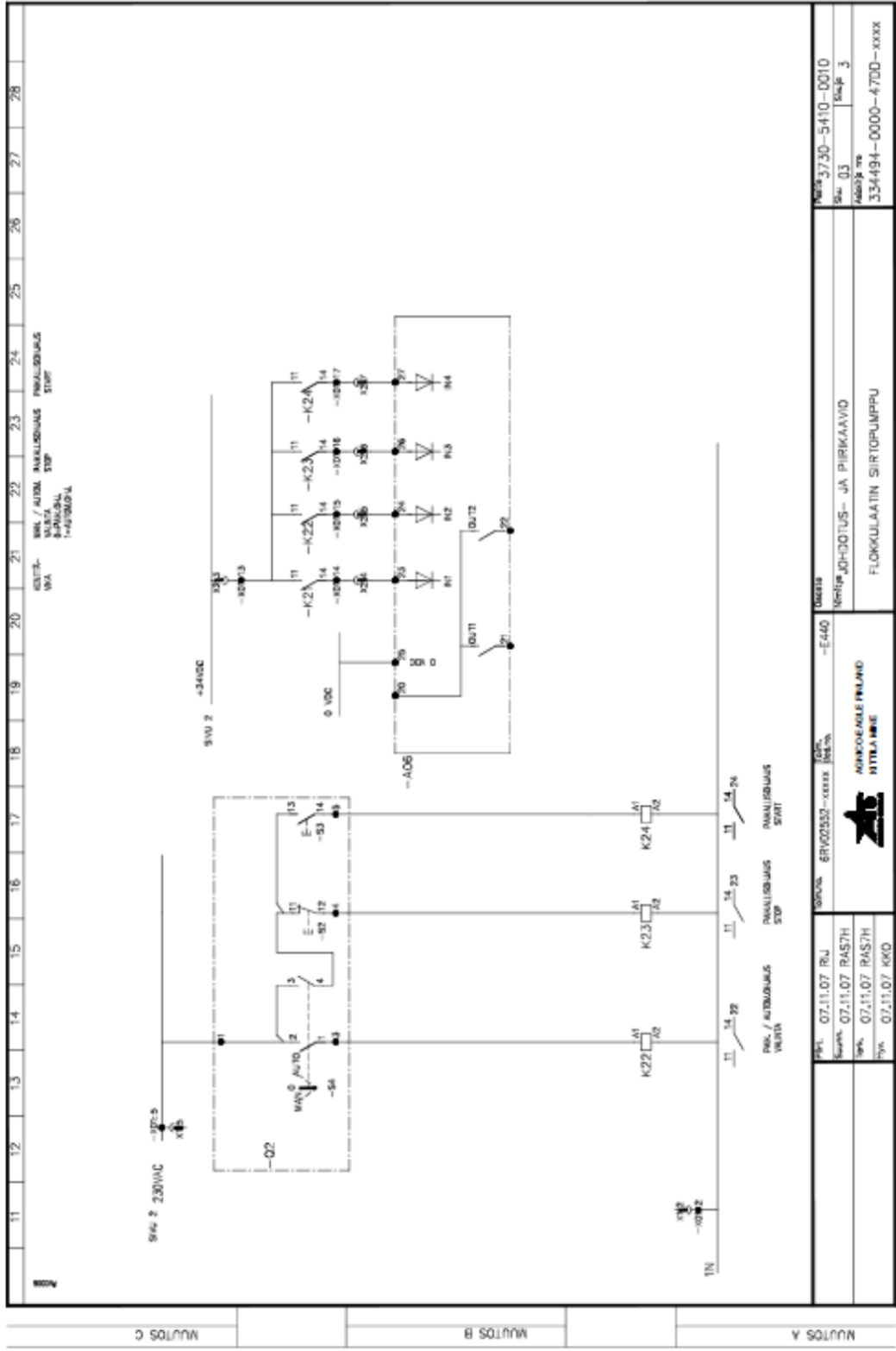
MUUTOS A

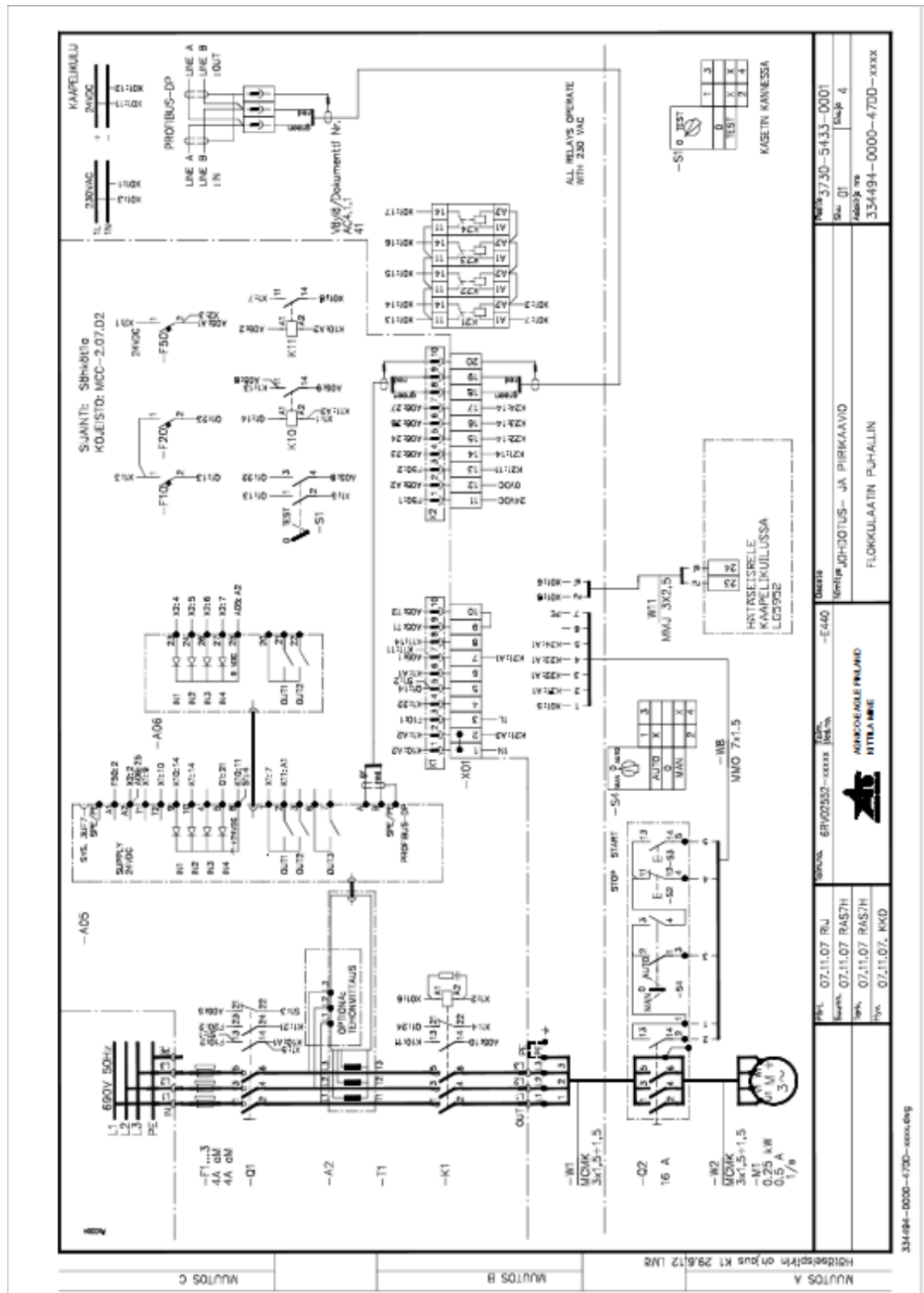
PIK. 29.2.2012 LMS	OMIEN 6RY02552-00000	AKKODIAGLE FINLAND	Yhteis 3730-5232-0001
Skvsh. 29.2.2012 LMS	6RY02552-00000	HITTLA MIE	Skv. 04
Yms.			Yhteis 04
Yys.			Yhteis 04
			334494-0000-4700-XXXX

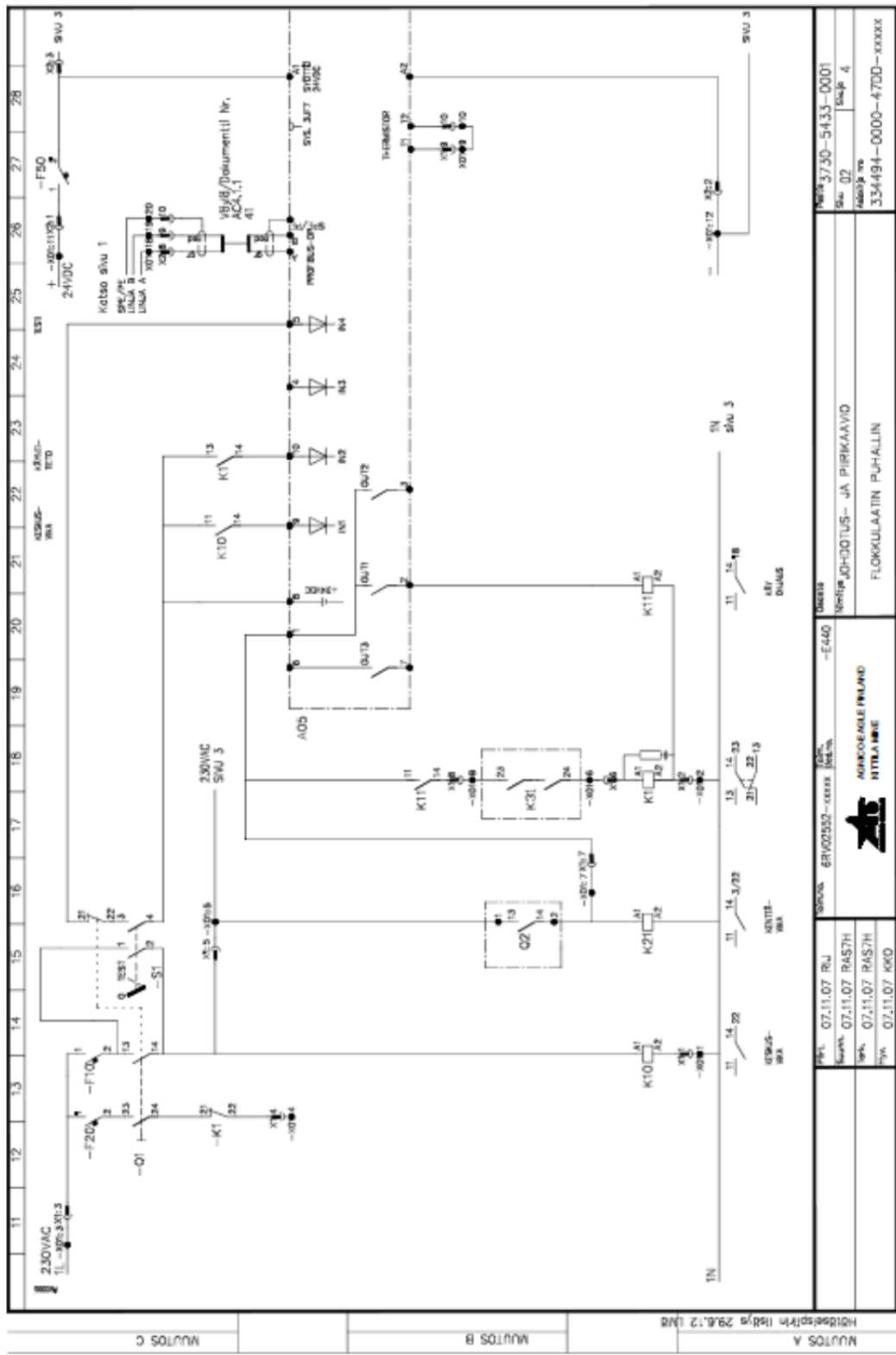


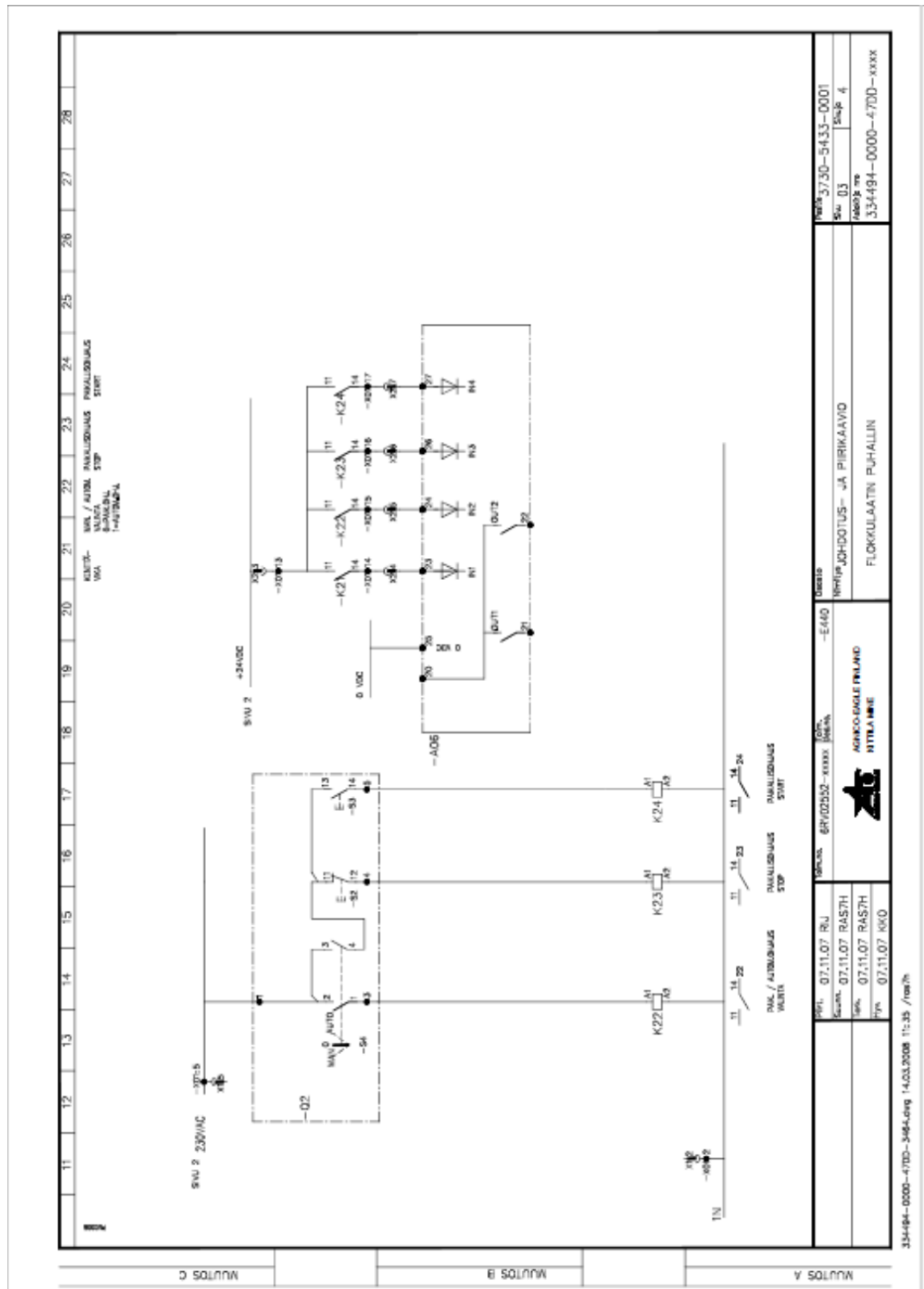
334-994-0000-4700-2008-09 14.03.2008 11:33 /veth





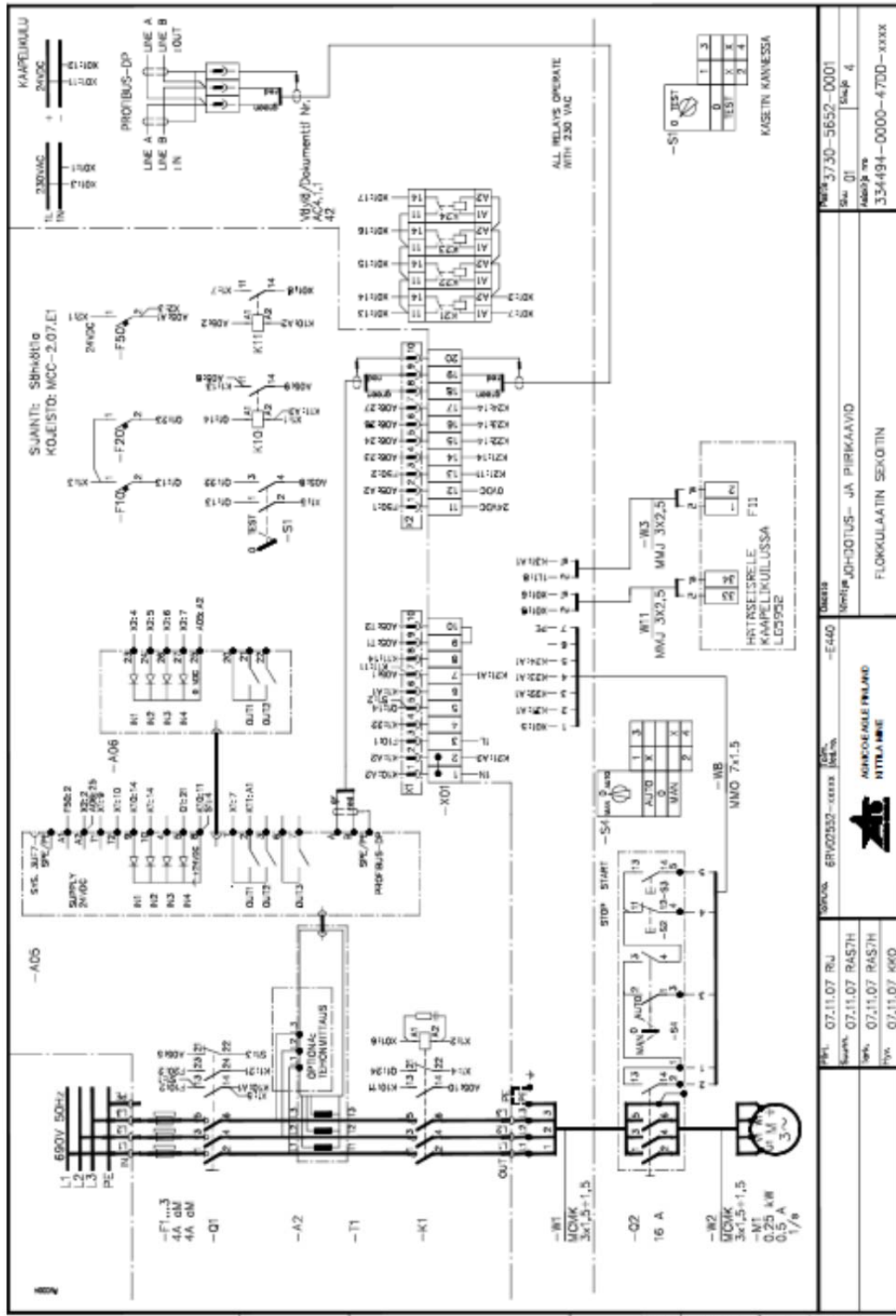






334484-0000-4700-3484-0eng 14.03.2008 11:35 /raah

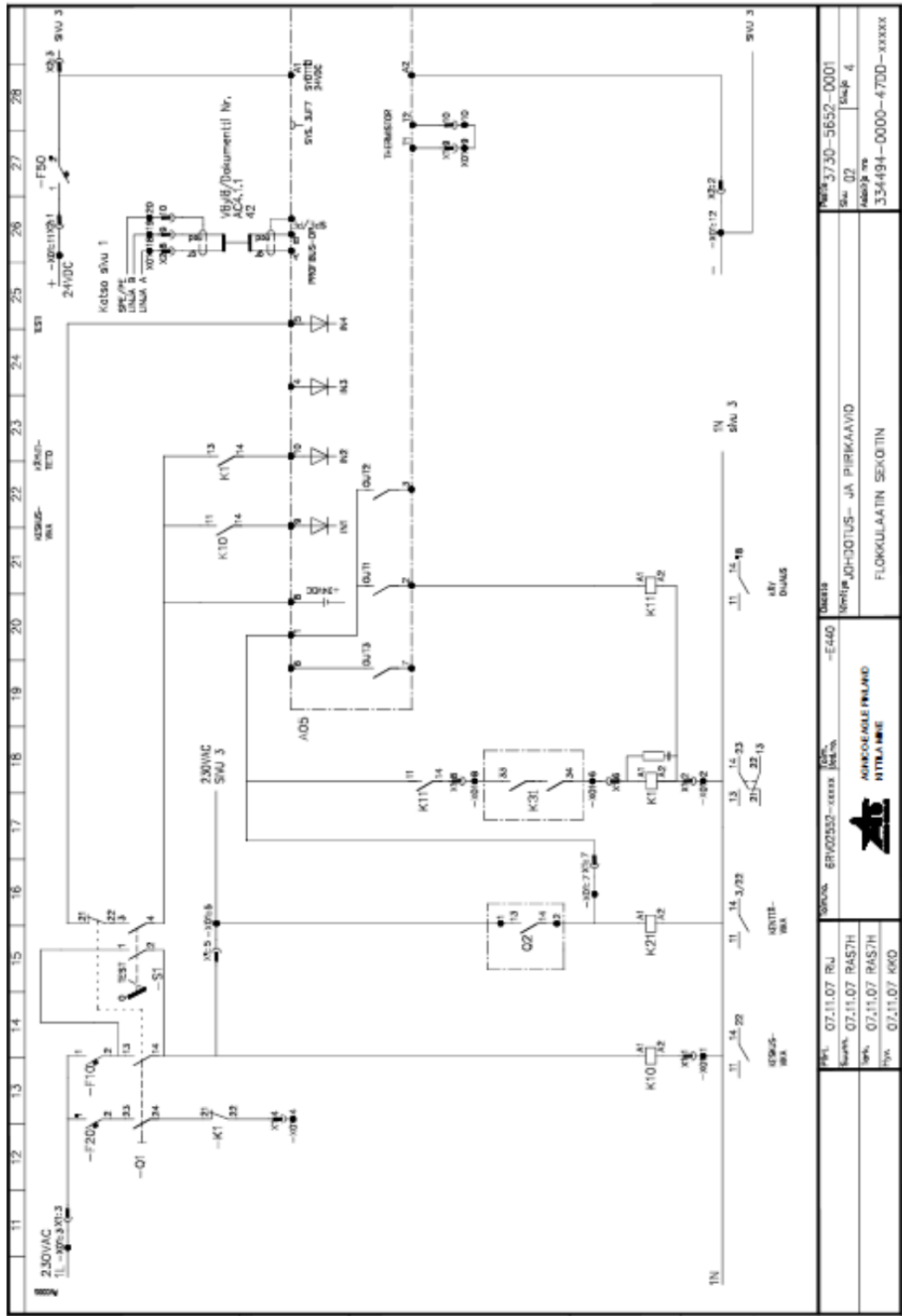
SIVU A		SIVU B		SIVU C	
Yhtiö: 6RY02052-XXXX		Proj. nro: 07.11.07 RU		Siirtäjä: 07.11.07 RAS7H	
Tark. nro: 07.11.07 RAS7H		Yht. nro: 07.11.07 KKK		Yhtiö: 3730-5433-0001	
Yhtiö: 3730-5433-0001		Kuva: 03		Kappale: 4	
Yhtiö: 334484-0000-4700-XXXX		Yhtiö: 334484-0000-4700-XXXX		Yhtiö: 334484-0000-4700-XXXX	



NUUTOS A
 HSTRETSITSELE KAAPTELILULLUSSA
 NUUTOS B
 NUUTOS C

PPL 07.11.07 RJJ Suunn. 07.11.07 RAS7H Tark. 07.11.07 RAS7H Pys. 07.11.07 KKK	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	AKKOSKALEPILAUD HITTELAHE	FLOKKULAATIN SEKOITIN	Verkkö-ohjotus- ja piirikaaviot	33494-0000-4700-xxxx.dwg
PPL 07.11.07 RJJ Suunn. 07.11.07 RAS7H Tark. 07.11.07 RAS7H Pys. 07.11.07 KKK	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	AKKOSKALEPILAUD HITTELAHE	FLOKKULAATIN SEKOITIN	Verkkö-ohjotus- ja piirikaaviot	33494-0000-4700-xxxx.dwg
PPL 07.11.07 RJJ Suunn. 07.11.07 RAS7H Tark. 07.11.07 RAS7H Pys. 07.11.07 KKK	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	-E440 6R102032-xxxx 6R102032-xxxx	AKKOSKALEPILAUD HITTELAHE	FLOKKULAATIN SEKOITIN	Verkkö-ohjotus- ja piirikaaviot	33494-0000-4700-xxxx.dwg

33494-0000-4700-xxxx.dwg



WUOTOS A	WUOTOS B	WUOTOS C
----------	----------	----------

PVL 07.11.07 RJA Suunn. 07.11.07 RAS7H Tark. 07.11.07 RAS7H Pys. 07.11.07 KKK	KOKONA 6R102552-XXXXX -E440 KIRITSE- WKA	KOKONA 6R102552-XXXXX -E440 KIRITSE- WKA	KOKONA 6R102552-XXXXX -E440 KIRITSE- WKA
 AHOIKO OY HILTALA AINE			
Sähköjohtotus- ja piirikaaviot FLOKKULAATIN SEKOITIN			
PVL 3730-5652-0001 siv. 02 Kappale 4		KOKONA 6R102552-XXXXX -E440 KIRITSE- WKA	
334-694-0000-4700-XXXXX			

