



Kimi Sivula

## **ILMANKUIVAIMIEN AUTOMAATION SUUNNITTELU**

# **ILMANKUIVAIMIEN AUTOMAATION SUUNNITTELU**

Kimi Sivula  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Kimi Sivula

Opinnäytetyön nimi: Ilmankuivaimien automaation suunnittelu

Työn ohjaajat: Aulis Ylikulju/ALTE, Jaakko Pottala/Ruukki, Tero Hieta-  
nen/OAMK

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013 Sivumäärä: 56 + 12 liitettä

---

Opinnäytetyö liittyy Ruukin Raahen tehtaan rikinpoiston automaatioprojektiin, jossa uusitaan rikinpoistolaitoksen automaatiojärjestelmä. Työn tilaajana oli automaatioprojektiin sähkö- ja automaatiosuunnittelua tekevä insinööritoimisto ALTE. Työn tarkoituksena oli selvittää suppean dokumentaation avulla rikinpoistolaitoksen paineilma-kuivaimien toiminta ja esittää se selkeinä toimintakuvauksina sekä suunnitella ilmankuivaimien prosessiliitännät nykyisestä S5-ohjauksesta uuteen automaatiojärjestelmään.

Ilmankuivaimien toiminta selvitettiin S5-logiikan kommentoimattoman sovelluksen, laitetoimittajan dokumentin, piirikaavioiden ja erään toisen kuivaimen kommentoidun sovelluksen perusteella. Apuna käytettiin myös kuivaimen laitetietoja ja tehtaan kompressorihuollon henkilöstön tietämystä. Yhtenä suurena tietolähteenä oli myös ALTE:n asiantunteva henkilöstö.

Työn tuloksena saatiin tavoitteen mukaisesti kuivaimien toimintakuvaukset vuokaaviona, tekstimuodossa ja piirikohtaisina toimintakuvauksina sekä prosessiliitännäsuunnitelmat piirikaavioina ja ALMA-suunnittelu- ja dokumenttienhallintajärjestelmään tehtynä dokumentaationa. Tavoitteiden lisäksi työssä todettiin tarve ilmankuivaimien ohjausparametrien virittämiselle. Virittämistä varten työssä esitettiin ilmankuivaimien ohjausparametrien vaikutus kuivaimien toimintaan ja todennäköiset syyt kuivaimien toiminnassa havaittuihin ongelmiin. Työn lopussa pohdittiin myös kehitysideoita generoinnin käytettävyyden parantamiseksi.

---

Asiasanat: automaatiojärjestelmät, paineilmakoneet, sähkösuunnittelu, rikinpoisto, toimintakuvaus, generointi.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 ILMANKUIVAIMIEN TEHTÄVÄ TEHTAAN PROSESSISSA	6
2.1 Raudanvalmistus	6
2.2 Raakaraudan rikinpoistolaitos	6
2.3 Rikinpoistolaitoksen kompressoriasema	8
2.4 Ilmankuivaimet	9
3 ILMANKUIVAIMIEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT	11
3.1 Ilmankuivaimien nykyinen ohjausjärjestelmä	11
3.2 Rikinpoistolaitoksen nykyinen automaatiojärjestelmä	14
3.3 Rikinpoistolaitoksen uusi automaatiojärjestelmä	17
4 TOIMINTAKUVAUKSET JA PROSESSILIITYNNÄT	20
4.1 Automaatioprojekti	20
4.2 Ilmankuivaimien toiminnan selvittäminen	24
4.3 Piirikohtaisten toimintakuvausten teko	25
4.4 Prosessiliityntöjen suunnittelu	26
4.4.1 Lähtötietojen selvittäminen	27
4.4.2 Dokumentoinnin teko ALMAan	27
4.4.3 Dokumenttien generointi	31
5 KEHITYSKOhteet	41
5.1 Ilmankuivainten toiminnan kehitys	41
5.2 Dokumenttien generoinnin ongelmat	47
6 YHTEENVETO	52
LÄHTEET	54
LIITTEET	57

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin insinööritoimisto ALTE Oy:lle, vaikka työn varsinainen kohde on Rautaruukki Oyj:n Raahen terästehtaalla. Ruukki on kansainvälisesti toimiva erikoisterästuotteiden valmistaja. Yhtiöllä on henkilöstöä n. 11 800 ja liikevaihto vuonna 2011 oli 2,8 miljardia euroa. Raahen tehtaan lopputuotteina ovat kuumavalssatut levy- ja nauhatuotteet. Vuoden 2011 tuotanto oli yhteensä n. 2,2 miljoonaa tonnia. Teräksestä tehdään asiakkaan tarpeiden mukaan esimerkiksi erityisen kulutusta kestävää. Liitteessä 1 on esitetty Raahen tehtaan prosessikaavio. (1.)

Ruukki käyttää investointiprojekteissaan merkittävästi suunnittelutoimistojen resursseja. Raahen tehtaalle suunnittelua tekee mm. insinööritoimisto ALTE. ALTE on myös yritys, jonka kautta tämä opinnäytetyö tehdään. ALTE on emoyhtiö, jonka tytäryhtiöitä ovat TSS GROUP ja ALTE Visetec. ALTE-konsernissa on tällä hetkellä n. 300 työntekijää, joista 60 työskentelee Raahen toimistolla. (2.)

Työ liittyy Raahen tehtaan raakaraudan rikinpoistolaitoksen automaation uusintaprojektiin, jossa uusitaan rikinpoistolaitoksen automaatiojärjestelmä. Samassa yhteydessä rikinpoistolaitoksen paineilmankuivaimien ohjausjärjestelmän S5-logiikat puretaan ja ohjaus siirretään automaatiojärjestelmään.

Työn tarkoituksena on selvittää raakaraudan rikinpoistolaitoksen ilmankuivaimien toimintaperiaate, esittää se selkeinä kaavioina, tehdä toimintakuvaukset ilmankuivaimelle ja suunnitella prosessiliitynnät uuteen automaatiojärjestelmään. Samalla tarkastellaan ilmankuivaimien toiminnassa olevia kehitysmahdollisuuksia ja piirikaavioiden luonnissa käytettävän ALMA- suunnittelu- ja dokumenttienhallintajärjestelmän generointiominaisuuden kehitystarpeita. Ilmankuivaimien tarkka toiminta ei ole kenelläkään tiedossa, joten opinnäytetyössä tuotettujen dokumenttien avulla toimintaa on tarkoitus selvittää tietoa tarvitseville henkilöille.

## **2 ILMANKUIVAIMIEN TEHTÄVÄ TEHTAAN PROSESSISSA**

Ilmankuivaimet ovat terästehtaalla pieni osa suurta kokonaisuutta, mutta siitä huolimatta niiden luotettava toiminta on tärkeää kokonaisuudenkin kannalta. Ilmankuivaimien toimimattomuus tekisi rikinpoistoprosessin toimintakyvyttömäksi, mikä näkyisi nopeasti sekä ennen rikinpoistoa olevan masuunin että rikinpoiston jälkeen olevan sulaton toiminnassa.

### **2.1 Raudanvalmistus**

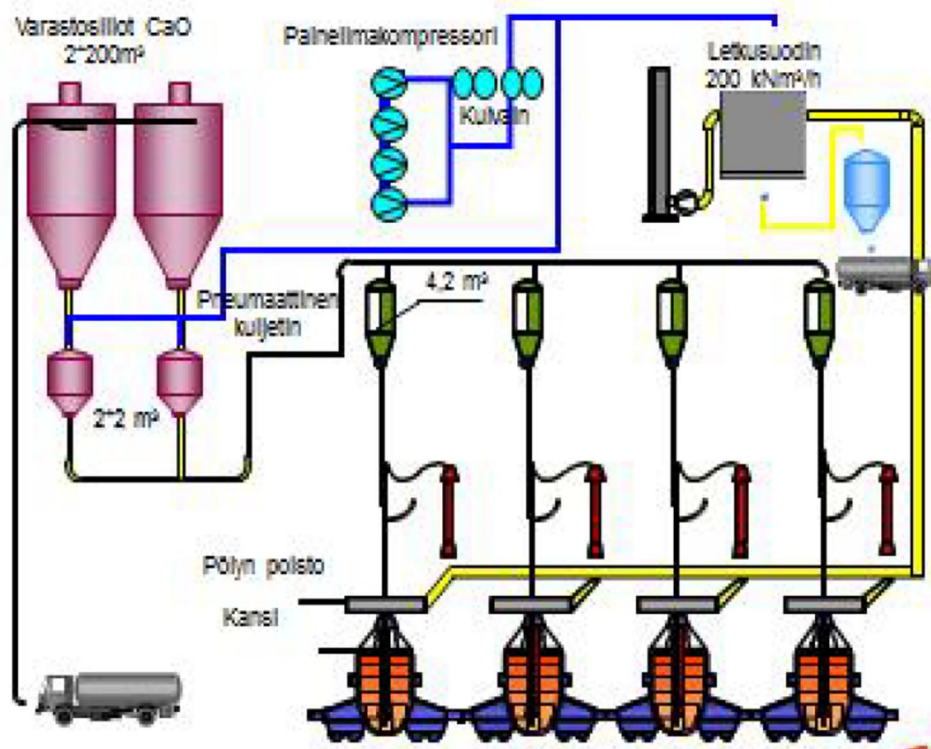
Raahen tehtaalla valmistetaan rautaa kahdella masuunilla. Masuuniin syötetään pellettiä, brikettiä, kalkkikiviä, koksia, öljyä, kivihiilitervaa, lisäaineita ja hapella rikastettua ilmaa. Masuunista saadaan käyttöön raakarautaa ja masuunikuonaa. Kuona rakeistetaan, jolloin siitä saadaan monikäyttöistä granulia esimerkiksi maanparannusaineeksi tai teiden pohjiin eristeeksi. Raakarauta otetaan jatkokäsittelyyn rikinpoistolaitokselle, jonka jälkeen se siirretään sulatolle. Sulaton tehtävänä on tehdä raakaraudasta terästä. Liitteessä 2 on esitetty raudan- ja teräksenvalmistuksen prosessikaaviot. (1.)

Rikinpoisto tehdään, koska rikki heikentää teräksen mekaanisia ominaisuuksia ja pinnanlaatua. Raahen tehtaalla rikinpoisto tehdään tarvittaessa kahdessa eri vaiheessa. Raakaraudasta poistetaan ensin rikkiä rikinpoistolaitoksella, jonka jälkeen rikkipitoisuus on riittävän alhainen vakiolaatuisen teräksen valmistukseen. Sen jälkeen teräs siirretään sulatolle, missä rikkiä voidaan poistaa lisää erikoisempia teräslaatuja varten. Liitteessä 3 on esitetty Raahen tehtaan raakaraudan rikinpoistokaavio. (3.)

### **2.2 Raakaraudan rikinpoistolaitos**

Perehdyin raakaraudan rikinpoistolaitoksen toimintaan tutustumisjaksolla, jonka aikana rikinpoistolaitoksen käyttäjät esittelivät laitoksen toimintaa. Perusrikinpoistolaitoksella raakaraudasta poistetaan rikkiä injektoimalla siihen jauhemais- ta injektiokalkkia. Kemiallisessa reaktiossa rikki poistuu ja reaktiossa muodos-

tuneet kuona-aineet nousevat senkan pintaan. Rikinpoistossa voidaan käsitellä samanaikaisesti neljä senkkaa. Senkat tuodaan masuuneilta junalla rikinpoistolaitoksen alitse kulkevalle radalle. Senkkoihin lasketaan puhalluslanssit, joiden kautta niihin injektoidaan haluttu määrä kalkkireagenssia. Kantokaasuna puhalluksessa käytetään typpeä. Puhallus kestää 5–15 min injektoitavan kalkin määrästä ja injektointinopeudesta riippuen. Kun tarvittava määrä kalkkia on puhallettu senkkaan, lanssit nostetaan ylös ja rikinpoisto on valmis. Käsittelyn jälkeen senkat ajetaan sulatolle jatkokäsittelyyn. Kuvassa 1 on esitetty rikinpoistolaitoksen prosessikaavio.



KUVA 1. Rikinpoistolaitoksen prosessikaavio (3)

Rikinpoistossa käytettävä kalkkireagenssi tuodaan kuorma-autolla tehtaan kalkkipolttamolta rikinpoistolaitoksen yhteydessä sijaitseviin varastosiiloihin. Kalkkireagenssi siirretään kuorma-autosta varastosiiloihin paineilmaa kantokaasuna

käyttäen. Sieltä kalkki puhalletaan paineilman avulla injektiosiiioihin. Siilosta kalkki puhalletaan vetyä kantokaasuna käyttäen lanssin kautta senkkaan. Kalkkireagenssin puhalluksessa käytettävät lanssit ovat teräsrakenteisia tulenkestävällä vuorauksella varustettuja teräsputkiä, joiden teräsrakenteen ja muurauksen välissä kiertää jäähdytysilma. Rikinpoistolaitoksen yhteydessä on myös pölynpoistolaitos, joka imee tehokkaasti savut, pölyt ja liekit jokaiselta puhalluspai- kalta.

### **2.3 Rikinpoistolaitoksen kompressoriasema**

Kompressoriasemalla tuotetaan rikinpoistolaitoksella tarvittava paineilma neljäl- lä kompressorilla, joista käytetään normaalitilassa yhtä tai kahta. Kuormitus- huippujen aikana kolmattakin kompressoria tarvitaan. Kompressoreiden tuotta- ma kostea ja kuuma ilma jäähdytetään ensin kahdessa jälkijäähdyttimessä, jon- ka jälkeen se siirtyy paineilmasäiliöiden ja suodattimien kautta kahdelle adsorp- tiokuivaimelle. Paineilmasäiliöiden tehtävänä on tasata paineilmaverkostossa syntyvät kulutuspiikit. Suodattimilla poistetaan paineilmaista epäpuhtaudet, jotta verkostossa käytettävät laitteet eivät häiriintyisi. Kuivaimilla poistetaan paineil- masta haitallinen kosteus, jonka jälkeen ilma suodatetaan ja siirretään paineil- masäiliön kautta paineilmaverkostoon. Verkostoon menevästä paineilmaista mi- tataan virtausta, painetta, lämpötilaa ja kosteutta. Paineilmatuotannon PI-kaavio on liitteessä 4.

Kompressoriasemalla tuotettua paineilmaa tarvitaan pääasiassa lanssien jääh- dytykseen puhalluksen aikana ja reagenssiaineen siirtoon varastosiiioista injek- tiosäiliöihin. Paineilmaa käytetään myös reagenssiaineen siirtoon säiliöautosta varastosiiioon ja pölynpoiston letkusuoitimen letkujen puhdistamiseen. Paineil- maa on oltava aina saatavilla, kun rikinpoistoa käytetään. Paineilman on myös oltava kuivaa, jotta rikinpoistoprosessi toimii. Jos paineilma on kosteaa, kalkki- reagenssi paakkuuntuu ja putket tukkeutuvat. Seurauksena on häiriö, jolloin prosessia ei voida ajaa. Tämän takia prosessi vaatii ehdottomasti, että puhdas- ta ja kuivaa paineilmaa on jatkuvasti saatavilla.

## 2.4 Ilmankuivaimet

Ilmankuivaimet ovat adsorptiotyyppisiä PALL 001ABE-4-0000 -ilmankuivaimia. Kuivaimet on tarkoitettu paineilman kuivaamiseen ja yhdellä kuivaimella saadaan kuivattua 2500 m<sup>3</sup>/h ilmaa normaaliolosuhteissa. Kapasiteetin pitäisi riittää optimiolosuhteissa myös silloin, kun kaikki neljä kompressoria ovat käytössä. Ilmankuivain on sähkötoiminen ja sen keskimääräinen tehontarve on 22 kWh vuorokaudessa. Ilmankuivain on suunniteltu sijoitettavaksi sisätiloihin ja sen ympäristön lämpötila ei saa alittaa 0 °C:ta. Paineilman paine saa olla korkeintaan 10 bar. Kuivaimen teknisessä erittelyssä luvataan kuivatun ilman kastepisteksi –40 °C. Kastepiste on se lämpötila, jossa ilman suhteellinen kosteus on 100 %, eli se kuvaa ilman kosteutta. Mitä alhaisempi kastepiste, sitä kuivempaa ilma on. Jos kastepiste on sama kuin ilman lämpötila, ilmassa oleva kosteus tiivistyy. (4.)

Ilmankuivaimessa on kaksi kammiota, jotka molemmat on täytetty kahdella erilaisella kuivausaineella. Ilmankuivaimen yläosassa on kuivausaineena 180 kg Sorbeat vs:ää, joka on aktivoitua alumiinia. Aktivoitu alumiini kestää hyvin tiivistävää kosteutta, ja sen takia sillä kuivataan kosteasta ilmasta ensin enimmäkseen kosteudet pois. Alemmassa kerroksessa on 710 kg Sorbeat N:ää, joka on Silica Geliä. Kuivausaine on erittäin huokoista rautaa, jolloin sen pinta-ala on satoja neliömetrejä. Tämän ansiosta se imee tehokkaasti ilmassa olevaa kosteutta. Kuvassa 2 näkyvät rikinpoistolaitoksen ilmankuivaimet.



*KUVA 2. Rikinpoistolaitoksen ilmankuivaimet*

Ilmankuivaimen ohjelmankierto kestää n. 12 tuntia ja se voidaan jakaa kahteen jaksoon. Ensimmäisessä jaksossa vasen kammio (VK) kuivaa paineilmaa ja oikeaa elvytetään. Toisessa jaksossa oikea kammio (OK) kuivaa paineilmaa ja vasenta elvytetään. Elvytyksellä tarkoitetaan kostuneen kuivausaineen kuivatamista ja se tapahtuu kuumennetun puhallinilman avulla. Ilmankuivaimien yhteydessä on ohjauskotelo, jossa sijaitsee ohjausta ja tehonsyöttöä varten tarvittavat laitteet. Tarkempi toimintakuvaus on esitetty liitteenä olevassa tekstimuotoisessa kuvauksessa (liite 7), vuokaaviossa (liite 8) ja piirikohtaisissa toimintakuvauksissa (liite 9). Ilmankuivaimien rakenne ja instrumentointi on esitetty liitteen 5 PI-kaaviossa. (4.)

### **3 ILMANKUIVAIMIEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT**

Kuivainten ohjausjärjestelmä uusitaan, koska vanhoihin S5-logiikoihin ei ole enää helposti saatavilla varaosia ja riski vanhojen laitteiden hajoamiselle on suuri. Vanhan logiikan tekniikan tuntevia ja käytön osaavia henkilöitä ei ole enää paljoa. Suurena etuna uuteen automaatiojärjestelmään siirryttäessä on myös se, että tulevaisuudessa kuivaimien toimintaa voidaan tarkastella järjestelmän keräämien historiatietojen ja erilaisten trendien avulla.

Lähtökohtana ohjausjärjestelmän uusinnassa pidettiin sitä, että kuivaimien toiminta pidetään ennallaan ja että kuivaimet pysyvät kentälle päin samannäköisinä. Ilmankuivaimia voidaan ohjata joko kastepisteohjauksella tai aikaohjauksella. Kastepisteohjaus on energiataloudellisempi vaihtoehto, koska silloin ohjausjärjestelmä ottaa myös lähtevän ilman kosteuden huomioon, eikä tee kuiva-aineelle turhaan sähköä kuluttavaa elvytystä.

#### **3.1 Ilmankuivaimien nykyinen ohjausjärjestelmä**

Kuivaimia ohjataan nykyisin kahdella Siemens S5 -logiikalla. Lisäksi joitakin tietoja on viety automaatiojärjestelmään. Logiikoissa on kummassakin 24 tuloa ja 24 lähtöä. Kaikki lähdöt ovat käytössä ja tuloista 19 on käytössä. Järjestelmään on viety seitsemän tuloa kummaltakin kuivaimelta. Tulot ja lähdöt ovat luetteloituna liitteen 6 I/O-luettelossa.

Siemens S5 -tuoteperhe julkaistiin vuonna 1979. Logiikan käyttö oli varsin yleistä erilaisissa käyttökohteissa, koska logiikka oli ensimmäisiä kunnollisia logiikoita. Kuivainten ohjauksessa käytetyn S5-100-logiikan elinkaari loppuu vuodelle 2013, jonka jälkeen Siemens ei enää takaa varaosien saatavuutta tuotteelle.  
(5.)

S5:n seuraaja on S7-tuoteperhe. S7 tuli markkinoille vuonna 1995, jonka jälkeen S5-logiikat ovat hiljalleen vanhentuneet. Siemensin mukaan S7 on kehittynyt S5:een verrattuna CPU-nopeuksissa, I/O-osoitteiden määrässä sekä

kommunikaation ja käskyjen tehokkuudessa. Myös ohjelmoinnissa on tapahtunut kehitystä. S5-logiikkojen ohjelmoinnissa käytetään Step 5 -sovellusta ja S7-ohjelmoinnissa Step 7 -sovellusta. Step 7 on standardikäyttöjärjestelmä ja siinä on normioidut kielet, tehokas ohjelmointi ja tehokas suunnittelutyökalu. Kehitystä on siis tapahtunut, ja pelkkä logiikoiden vaihto S5:stä S7:ään olisi tässä projektissa ollut yhtenä vaihtoehtona. Hajautettu automaatiojärjestelmä (DCS) antaa kuitenkin vielä enemmän mahdollisuuksia, kuin tällainen ohjelmitava logiikka (PLC). (6.)

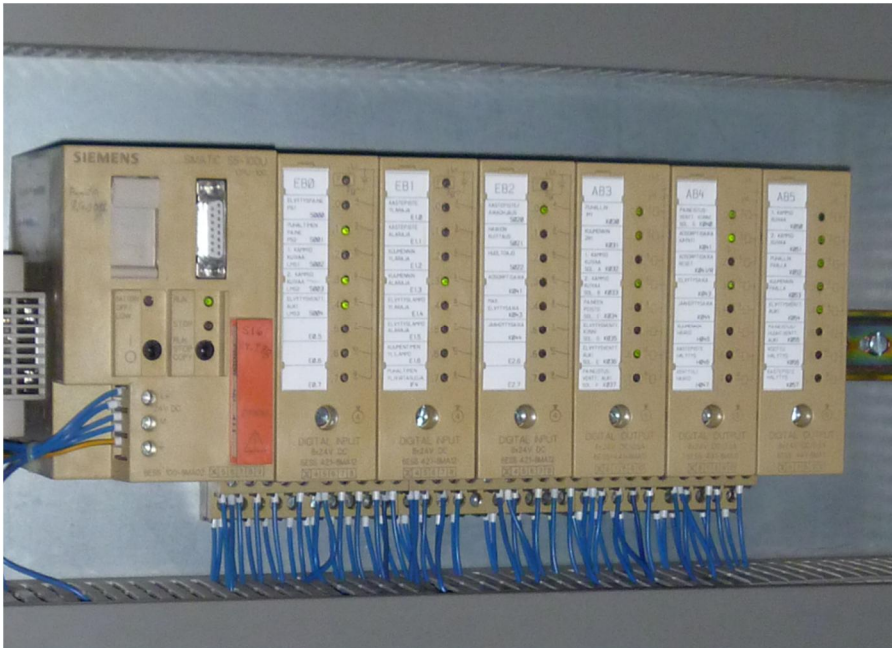
Kuivainten ohjauksessa käytettävät logiikat ovat keskitehoalueen Siemens Simatic S5-100U -logiikoita, jotka koostuvat keskusyksiköstä, väyläyksiköstä ja tulo- ja lähtömoduuleista. Tulo- ja lähtöyksiköt ovat liitetty väyläyksikköön. S5-logiikoihin on ollut saatavilla laaja valikoima I/O-yksiköitä:

- digitaaliset ja analogiset tulo- ja lähtökortit
- ex-yksiköt laitteiden asennuksiin räjähdysvaarallisille alueille
- aikayksiköt aika-arvojen asettamiseen ohjelmaa muuttamatta
- nopeat laskurit
- analogiarajojen valvontayksiköt
- yksiköt nopeaan tiedonkäsittelyyn
- diagnostiikkayksiköt logiikan I/O-väylän seurantaan
- simulaatioyksiköt ohjelman testaukseen. (7.)

S5-100U-logiikkaan voidaan kytkeä 32 I/O-yksikköä neljään kehikkoon. Kortteja voidaan lisätä väyläliitäntäyksiköiden avulla. (7.)

Molemmilla kuivaimilla logiikat ovat täsmälleen samanlaisia. Logiikkaan on liitetty kolme digitaalituloyksikköä ja kolme digitaalilähtöyksikköä. Lisäksi logiikkaan on liitetty EEPROM-muisti, muistiparisto ja kolme väyläliitäntäyksikköä. Muistiparisto estää logiikan sisäisen RAM-muistin nollautumisen sähkökatkosten aikana. Jos RAM-muisti kuitenkin nollautuu, ohjelma saadaan haettua EEPROM-muistista. I/O-kortit on kytketty väyläliityntäyksiköiden kautta keskusyksikköön.

Yhteen väyläliitântäyksikköön voidaan kytkeä kaksi I/O-korttia. Kuvassa 3 on toisen ilmankuivaimen S5-logiikka. (6.)

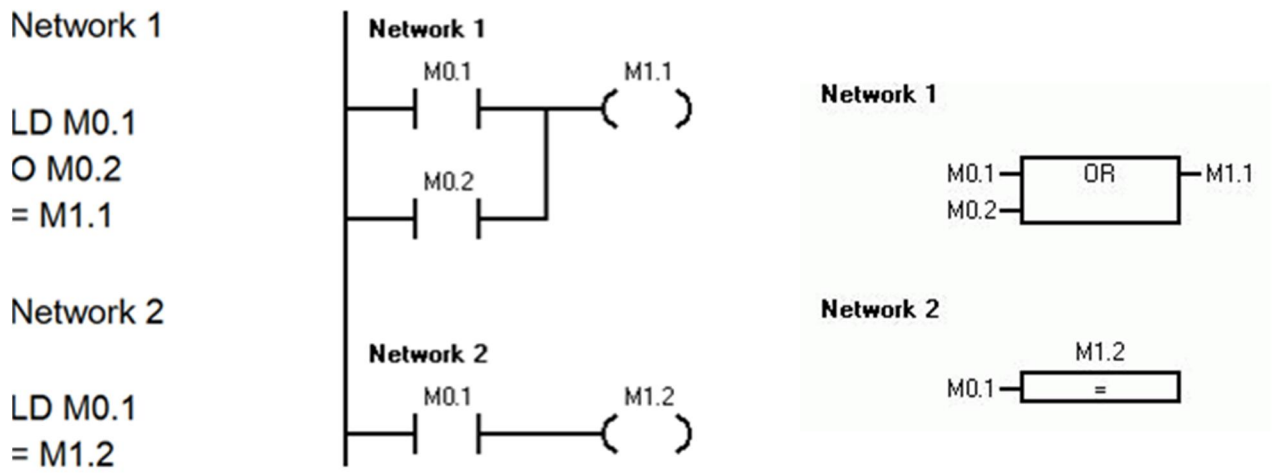


*KUVA 3. Ilmankuivaimen S5-logiikka*

Logiikkaa voidaan ohjelmoida kolmella eri esitystavalla. Esitystavat ovat:

- STL, käskylista. Nopea ohjelmointitapa, mutta vaatii ohjelmoijalta tietoa ja kokemusta. Voidaan ohjelmoida ja esittää kaikki STEP 5:llä mahdolliset toiminnot.
- LAD, kontaktikaavio. Ohjelma esitetään graafisesti ikään kuin kosketintietoina. Selkeälukuinen ja helposti ohjelmoitavissa yksinkertaisissa ohjelmissa.
- FCP, toimintakaavio. Ohjelma esitetään loogisina toimilohkoina. Selkeä esitystapa. (6.)

STEP 5-ohjelmassa voidaan vaihtaa esitystavasta toiseen. Kuitenkin on joitakin toimintoja, jotka toimivat vain käskylistamuodossa. Niitä käytettäessä graafiset esitystavat eivät toimi. Kuvassa 4 on esimerkit kustakin esitysmuodosta. (6.)



KUVA 4. Ohjelmapätkä STL- , LAD- ja FCP-muodoissa esitettynä (8)

### 3.2 Rikinpoistolaitoksen nykyinen automaatiojärjestelmä

Rikinpoistolaitoksen nykyinen automaatiojärjestelmä on Altim Control Oy:n (nykyisin Honeywell) Alcont 1. Automaatiojärjestelmä on hajautettu kokonaisautomaatiojärjestelmä, ja se koostuu järjestelmä-, raportti-, operointi- ja prosessiasemista sekä niihin liitetyistä oheislaitteista. (11.)

Prosessiasemat suorittavat kaikki mittaus-, säätö-, logiikka-, sekvenssi- ja ohjaustoiminnot. Järjestelmän I/O-tiedot ja muut prosessiliitynnät ovat kytkettynä prosessiaseman kautta Alcont-järjestelmään. Yhteen prosessiasemaan voidaan liittää yhdestä neljään I/O-kehikkoa. I/O-kehikkoon voidaan liittää soveltuvien korttien avulla analogisia ja binäärisiä tuloja ja lähtöjä, sarjaliitännöitä ja pulssituloja. Prosessiasemia ja käytönohjausasemia voidaan liittää yhteensä korkeintaan 50/järjestelmä. (11.)

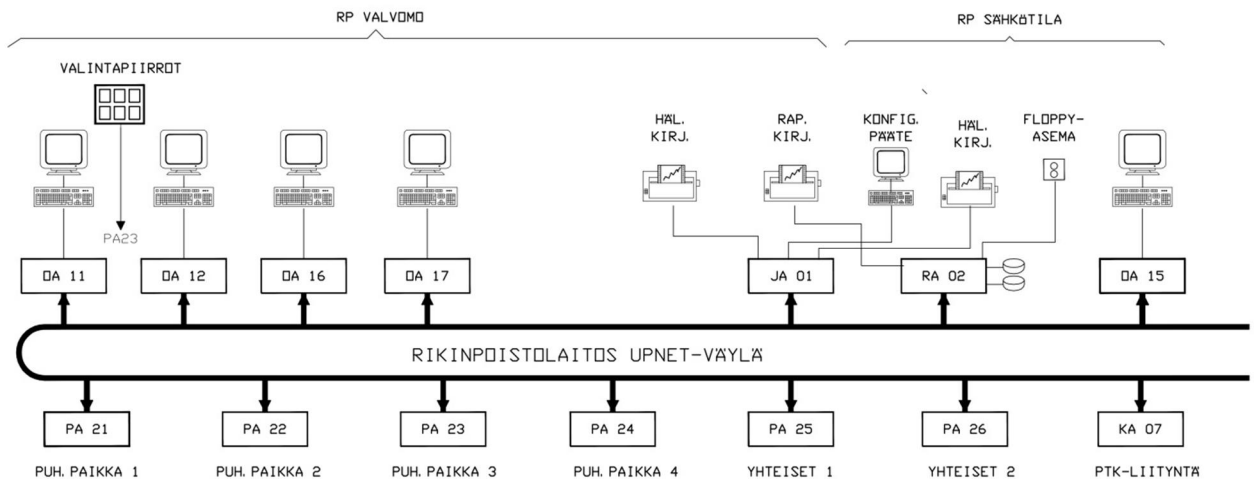
Operointiasemien kautta käyttäjä näkee prosessista tarvittavia tietoja ja voi tehdä ohjauksia aseman kautta. Operointiasema on yleensä kosketusnäyttö, johon on liitetty operointinäppäimistö. OA lähettää käyttäjän antamat pyynnöt järjestelmäselle, joka sitten lähettää komennon muille asemille. Muut asemat lähettävät sitten pyydyt tiedot OA:lle. Järjestelmään voidaan liittää korkeintaan kahdeksan operointiasemaa. (11.)

Järjestelmäaseman kautta hallitaan näyttötiedostoja ja hälytystoimintoja. Järjestelmäaseman kautta automaatiojärjestelmä on yhteydessä tehdasväylään. Asemaan on usein liitetty hälytyskirjoitin ja summeri. Järjestelmäasemia on vain yksi järjestelmässä. (11.)

Raporttiasema vastaa raportoinnin tietokannan hallinnasta, raportoinnista ja tietovarastoista. Raporttiasemalle voidaan antaa myös järjestelmäaseman tehtävät. Asemaan on liitetty raporttikirjoitin ja massamuistit. Raporttiasemalla voidaan kerätä historiatietoja erilaisilla trendeillä. Myös raporttiasemia on yksi järjestelmässä. (11.)

Käyttöohjausasema on ylemmän tason asema, jonka tehtävänä on prosessin optimoiva ja koordinoiva ohjaus. Asemalla on säätö- ja ohjausmallit asetusarvojen ja ohjausten laskentaan prosessiasemille. (11.)

Asemat ovat yhteydessä toisiinsa rikinpoistolaitoksen järjestelmäväylän Upnetin kautta. Väylässä tieto liikkuu sarjamuotoisena nopeudella 1 Mbit/s. Väylän suurin pituus on kaksi kilometriä. Rikinpoistolaitoksen nykyinen järjestelmäkaavio kuvassa 6. (11.)



KUVA 5. Rikinpoistolaitoksen nykyisen Alcont-järjestelmän järjestelmäkaavio (11)

Rikinpoistolaitoksella on yksi prosessiasema jokaiselle puhalluspaikalle ja kaksi yhteisille toiminnoille eli yhteensä kuusi. Prosessiasemiin on liitetty I/O-yksiköiden kautta yhteensä n. 1250 prosessiliityntää. Operointiasemia on yhteensä viisi, joista neljä on valvomossa ja yksi rikinpoistolaitoksen sähkötilassa. Väylään on liitetty myös sähkötilassa sijaitseva raporttiasema ja valvomossa sijaitseva järjestelmäasema.

Kuivaimilta on viety automaatiojärjestelmään nykyisin 14 digitaalituloa. Tulot on kytketty 16-kanavaiselle digitaalitulokortille ja ne ovat viety käyttöliittymiin nähtäviksi, mutta niitä ei voida operoida. Tiedot ovat luetteloituna taulukossa 1.

*TAULUKKO 1. Ilmankuivaimien automaatiojärjestelmään viedyt tiedot*

<b>KUIVAIN</b>	<b>NIMI</b>	<b>OSOITE</b>	<b>PIIRI</b>
1	VK kuivaa	PA25/213/A0	=RP.15.FOS050
1	OK kuivaa	PA25/213/A1	=RP.15.FOS050
1	Puhallin päällä	PA25/213/A2	=RP.15.-F-10
1	Kuumennin päällä	PA25/213/A3	=RP.15.-X-21
1	Elvytysventtiili auki	PA25/213/A4	=RP.15.FOS060
1	Paineistus- /huuhteluventtiili auki	PA25/213/A5	=RP.15.FOS061
1	Koottu hälytys	PA25/213/A6	=RP.15.XA001
2	VK kuivaa	PA25/213/B0	=RP.16.FOS050
2	OK kuivaa	PA25/213/B1	=RP.16.FOS050
2	Puhallin päällä	PA25/213/B2	=RP.16.-F-10
2	Kuumennin päällä	PA25/213/B3	=RP.16.-X-21
2	Elvytysventtiili auki	PA25/213/B4	=RP.16.FOS060
2	Paineistus- /huuhteluventtiili auki	PA25/213/B5	=RP.16.FOS061
2	Koottu hälytys	PA25/213/B6	=RP.16.XA001

### 3.3 Rikinpoistolaitoksen uusi automaatiojärjestelmä

Uusi automaatiojärjestelmä on Metson toimittama hajautettu kokonaisautomaatiojärjestelmä, kuten nykyinen Alcont 1. Liitteessä 7 on uuden automaatiojärjestelmän järjestelmäkaavio. Metson käyttämät lyhenteet automaatiojärjestelmän eri osista ovat seuraavat:

OPS = operointiasema

PCSR = prosessiasema

ALP = hälytysasema

CIM = historiankeruun puskuriasema

BU = backup eli varmennusasema

GTW = rautiliityntäasema

FA = fieldasessor (kenttälaitteiden parametointi työkalu) ja kunnonvalvonta

VIEW = etäkatselupalvelin

EAC = huoltoPC (toimi clienttinä EAS:lle) voi tehdä sovellusta

EAS = sovellustyöasema. (17.)

Uuden automaatiojärjestelmän laitteista osa on sijoitettu rikinpoistolaitoksen sähkötilaan ja osa masuunin sähkötilaan, koska rikinpoistolaitoksen sähkötilassa ei ollut riittävästi tilaa uudelle kaapille. Rikinpoistolaitoksen sähkötilan ja masuunin välillä on kahdennettu valokaapeliyhteys. Rikinpoistolaitoksen sähkötilassa on operointiasemat, hälytysasema, varmennusasema, historiatiedonkeruun puskuriasema ja prosessiasemat. Järjestelmässä on kaksi ACN CS prosessiasemaa, jotka molemmat ovat kahdennettuja. Prosessiasemien perään on liitetty vanhojen liityntöjen lisäksi ilmankuivaimien prosessiliitynnät ja taajuusmuuttaja Profibus DP -väylän kautta. Prosessiaseman CPU on liittimellä varustettu, joten sen voi tarvittaessa vaihtaa. Prosessiasemien perään on kytkettynä kaikki I/O-tieto kahdennetun Ethernet-verkon ja tarvittavien muuntimien kautta. Kaikki I/O-kortit ovat Hart-signaalit siirtäviä, eli älykkäistä kenttälaitteista saadaan kaikki hyöty käyttöön tarvittaessa. (16; 17.)

Operointia varten on kaksi operointiasemaa, joihin kumpaankin on kytketty kaksi LCD näyttöä. Käyttöliittymän ohjelmisto on DNA Operate. Valvomönäytöt saadaan VIEW-aseman kautta myös toimistoverkon PC-laitteille sekä EAS ja EAC näytöille, mutta niitä ei voida operoida PC:ltä. Yhtäaikaisten käyttäjien määrä on rajoitettu lisenssillä kymmeneen. Hälytysasema ALP kerää tietoa prosessin tapahtumista ja välittää ne valvomoon. Historiankeruun puskuriasema CIM toimii historiatiedon keruun puskuriasemana masuunilla olevan INFO-aseman ja automaatiojärjestelmän välillä. Jos rikinpoistolaitoksen ja masuunin välisessä yhteydessä tulee jotain ongelmia, tieto tallentuu CIM:lle ja yhteyden tullessa kuntoon INFO-asema poimii tiedot CIM:ltä. Kaikki sovelluksen muutokset ladataan varmennusaseman (BU) kautta. Varmennusasemalla säilytetään väylään liitettyjen asemien asetukset. Vikatilanteessa ja aseman uudelleenkäynnistyksen yhteydessä asetukset ladataan automaattisesti uudelleen automaattisen varmennustoiminnon avulla. (16; 17.)

Masuunin sähkötilassa on Fieldasessor-asema (FA) , gateway (GTW) ja view-asema. Automaatiojärjestelmä liittyy Rauti-tietojärjestelmäsasemaan ja Rauke-kehitysasemaan gatewayn avulla. Rauti on raudanvalmistuksessa käytettävä ylätasolla oleva tietojärjestelmä, jonka kautta kulkee esimerkiksi tieto rikkipitoisuuden tavoitteesta sulaton ja rikinpoiston järjestelmien välillä. Rauke on myös ylätasolla ja sen tehtävänä on toimia kehitysasema Rautille. Rauti ja Rauke – asemien ja automaatiojärjestelmän välillä liikkuu ASCII-sanomaliikennettä, joka toteutettu XDiLog ja Carel-IPC -protokollien avulla. FA:n avulla voidaan parametroida Hart- ja Profibusliitäntäisiä kenttälaitteita ja hyödyntää kunnonvalvontaa. Asema käy ajastetusti kysymässä Hart-laitteilta niiden tilaa ja ylläpitää kyselyiden perusteella listaa laitteiden tiloista. Tarvittaessa laitteen antama vikailmoitus voidaan välittää sähköpostilla suoraan tarvittaville henkilöille. EAS on sovellustyöasema, jolla voidaan tehdä ja muokata sovelluksia tarvittaessa. Työasemalla voidaan tehdä myös piirikohtaiset toimintakuvaukset ja lukituskaaviot ja ne säilytetään siellä. EAC on huolto-PC, joka toimii Clientinä EAS:lle. EAC:llä voidaan tehdä samat asiat kuin EAS:llä ja niitä voi olla useita järjestelmässä. (16; 17.)

Rikinpoistolaitoksen uusi automaatiojärjestelmä hyödyntää masuunin automaatiojärjestelmässä olevaa INFOa. INFO kerää kaikki tiedot järjestelmän tapahtumista, mittauksista ja hälytyksistä. Aseman avulla nähdään mm. operointitapahtumien historiatiedot ja mittausten historiatiedot. INFO tallentaa tällä hetkellä masuunien mittaustiedot 10 sekunnin välein noin kahden vuoden ajalta. Rikinpoistosta olisi tarkoitus kerätä historia yhden sekunnin syklillä. Mittaustietoja voidaan ottaa tarvittaessa myös tarkempaan seurantaan, jolloin mittauksen talletusväliksi voidaan asettaa nopeimmillaan 20 ms, mutta tällöin myös seuranta-aika lyhenee huomattavasti. Tapahtumatiedot tallennetaan noin kolmen kuukauden ajalta. Rikinpoiston automaatioprojektin yhteydessä tapahtumatietokantaa laajennetaan, jotta tapahtumatiedot nähdään edelleen riittävän pitkältä ajalta. INFO:n avulla myös näyttöjen kuvia voidaan selata taaksepäin, jolloin nähdään prosessin tai prosessin osan eri mittausten ja laitteiden tilat eri aikoina. Ominaisuuksien avulla vikatilanteiden selvitys helpottuu huomattavasti, koska historiatietojen avulla nähdään kaikki vikatilanteeseen johtaneet tapahtumat. Infon keräämien tietojen avulla erilaisten raporttien teko on helppoa. Raportteja voidaan esimerkiksi lähettää sähköpostilla tiettyyn aikaan tai jossain määrätysissä prosessin tilanteessa. (16; 17.)

## 4 TOIMINTAKUVAUKSET JA PROSESSILIITYNNÄT

Opinnäytetyö liittyy rikinpoistolaitoksen automaation uusintaprojektiin, jossa korvataan rikinpoistolaitoksen vanha automaatiojärjestelmä uudella. Perinteisellä I/O-tekniikalla toteutettu kenttä pidetään ennallaan.

### 4.1 Automaatioprojekti

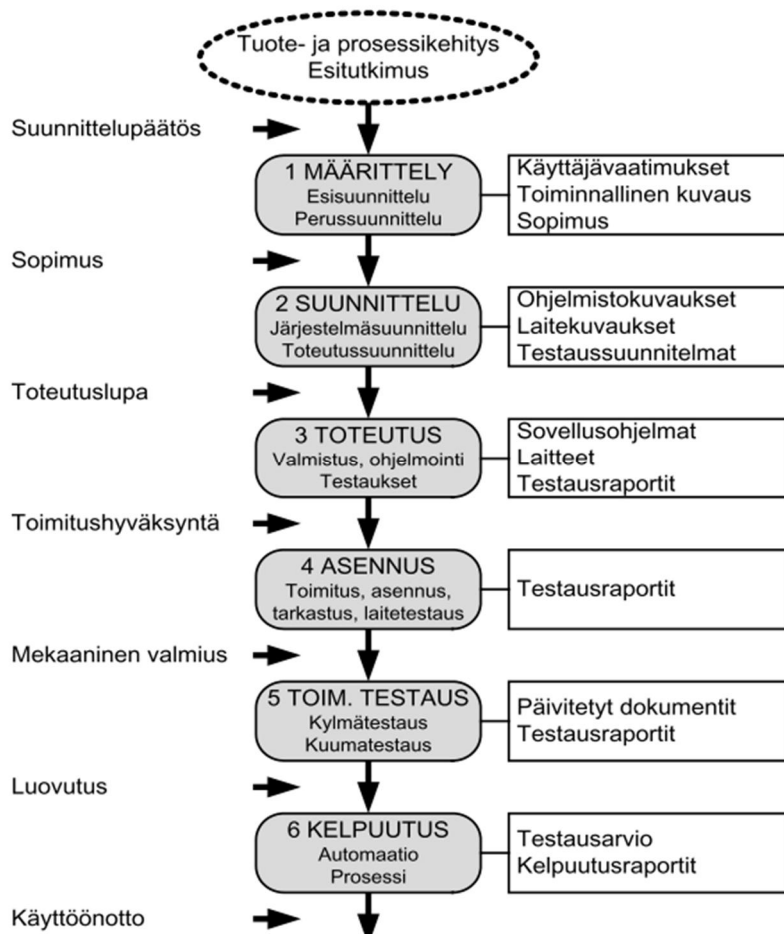
Automaatioprojektilla tarkoitetaan automaatiolaitteiden uusimista yhteistyössä tilaajan, laitetoimittajan ja suunnittelijoiden kanssa. Automaatioprojektin tarkoitus on automaatiojärjestelmän toteutuksen ja sen suunnittelun lisäksi tuottaa tarvittavat tiedot järjestelmän asennukseen, käyttöön ja ylläpitoon. (13.)

Automaatioprojektissa tarvitaan varsinaisten automaatiojärjestelmän suunnittelijoiden lisäksi ainakin mm. projektin vetäjiä, dokumentoijia, käyttäjiä, ostajia ja sihteereitä. Projektin taustalla on aina vaikuttamassa myös liiketoiminnasta vastaavia henkilöitä, koska projektien toteutuksen perimmäinen tarkoitus on taloudellisten hyötyjen saaminen.

Automaatioprojekti voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen:

- määrittely
- suunnittelu
- toteutus
- asennus
- toiminnallinen testaus
- kelpuutus. (13.)

Kuvassa 6 on esitetty automaatioprojektin vaiheet kaaviona. Kaaviosta ilmenevät myös eri vaiheiden väliset etapit ja tärkeimmät tulokset. (13.)



KUVA 6. Automaatioprojektin vaiheet (13)

Automaatioprojektin kaikissa vaiheissa on tärkeää, että projektin perusasiat ovat kunnossa. Heti projektin aluksi kaikille tulee olla selvää oma ja toisten osapuolten tehtävä projektissa. Tiedotuksen tulee toimia sujuvasti. Rikinpoiston projektissa pidettiin tärkeänä, että tieto kulkee eri toimijoiden välillä vain tiettyjen yhdys henkilöiden kautta. Aikataulu tulee suunnitella huolellisesti ja siten, että tehtävät on jaettu järkevästi ja käytettävissä olevien resurssien mukaan eri osapuolille.

Kun tarve automaatiojärjestelmän uusimille on todettu ja päätös automaatioprojektin suunnittelun aloittamisesta tehty, alkaa **määrittelyvaihe**. Määrittelyvaiheesta vastaa tilaaja, ja vaiheen tarkoituksena on kuvata automaatiokohde

suunnittelua varten riittävällä tarkkuudella. Määrittelyvaihe voidaan jakaa esisuunnitteluvaiheeseen ja perussuunnitteluvaiheeseen. Esisuunnitteluvaiheessa tilaaja määrittelee järjestelmän käyttäjävaatimukset ja tekee alustavan kelpuutussuunnitelman. Käyttäjävaatimuksia suunniteltaessa tulee muistaa kiinnittää riittävästi huomiota järjestelmän elinkaaren aikaisiin kehittämismahdollisuuksiin. Perussuunnitteluvaiheessa tilaaja ja toimittaja tekevät automaatiojärjestelmän toiminnoista yleisen tason kuvaukset tarkempaa suunnittelua, toteutusta ja sopimusta varten. Tässä vaiheessa saadaan kirjattua käyttäjävaatimukset ja toiminnalliset kuvaukset. Myös hankintasopimus tehdään automaatiotoimittajan kanssa. (13; 14.)

**Suunnitteluvaiheessa** tehdään järjestelmäsuunnittelu ja toteutussuunnittelu, joissa tarkennetaan määrittelyvaiheen tuloksia. Tässä vaiheessa projektia käydään läpi prosessin toiminta ajotapapalavereissa ja tehdään piirikohtaiset toimintakuvaukset. Kun ohjelmistokuvaukset, laitekuvaukset ja testaussuunnitelmat ovat tehtynä, voidaan antaa toteutuslupa laitetoimittajalle. Suunnitteluvaiheesta vastaa automaatiotoimittaja. (13; 14.)

**Toteutusvaiheessa** valmistetaan automaatiolaitteet, tehdään ohjelmat ja testataan ne tehdastesteillä (FAT). Rikinpoiston automaatioprojektissa tehdään yleisestä käytännöstä poiketen tehdastesti tilaajan tiloissa eli Rautaruukin tehtaalla. Tehtaalla on koulutuskäyttöön hankittu demo-laitteisto, jonka avulla rikinpoistoon käyttöön tuleva sovellus voidaan testata. Demo-laitteisto saadaan liitettyä tarvittaviin tehtaan järjestelmiin verkon kautta. Myös toteutusvaihe on automaatiotoimittajan vastuulla. Testien jälkeen tilaaja antaa toimittajalle luvan toimittaa laitteet tehtaalle. (13; 14.)

**Asennusvaiheessa** laitetoimittaja toimittaa automaatiolaitteet tehtaalle. Tässä vaiheessa prosessiliityntöjen suunnittelu tulee olla tehtynä eli piirikaaviot piirretty ja suunnitelmat kaapeloinneista, kytkennöistä ja ristikytkennöistä tehtynä. Laitteet asennetaan, kaapeloinnit vedetään ja muut laitteiden toimintakuntoon saamiseen tarvittavat toimenpiteet suoritetaan. Rikinpoiston projektissa asennusvaihe joudutaan suorittamaan vaiheissa, koska uusi automaatiojärjestelmä

asennetaan samoihin kaappeihin kuin vanha järjestelmä. Vanhaa järjestelmää ei saa purkaa, ennen kuin uuden järjestelmän toimivuus on todettu. Laitteet tarkastetaan ja lopuksi testataan. Myös laitetestauksista tehdään raportit. Vaiheen päättyessä laitteet ovat valmiina automaatiojärjestelmän testausta varten. (13.)

**Toiminnallisessa testausvaiheessa** tehdään kylmä- ja kuumatestaukset. Kylmätestauksessa automaatiojärjestelmän toiminta testataan mahdollisuuksien mukaan ilman että prosessissa kulkee prosessiaineet. Rikinpoiston projektissa kylmätestausta ei voida tehdä, koska automaatiojärjestelmän vaihto tehdään käyvään laitokseen, eikä prosessissa sallita tuntia pidempää seisakkaa. Kuuma-testauksessa järjestelmän toiminta testataan siten, että prosessi on tuotannossa. Toimittaja osoittaa testien avulla tilaajalle, että järjestelmä on toiminnallisten kuvausten ja sopimusten mukainen. Dokumentit päivitetään jos päivityksille on tarvetta ja testauksista tehdään raportit. (13.)

**Kelpuutusvaiheeseen** kuuluu automaation tekninen loppukelpuutus ja prosessikelpuutus. Tämä vaihe on tärkeä erityisesti kohteissa, joissa turvallisuus on ensisijaisen tärkeää ja joissa turvajärjestelmien luotettavuudesta on oltava tarkat dokumentit. Tekninen loppukelpuutus sisältää automaatiojärjestelmän teknistä osaa koskevat testit ja vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen tarvittavien dokumenttien kasaamisen. Prosessikelpuutus sisältää prosessin vaatimuksenmukaisuuden osoittamisen kokonaisuutena, eli esimerkiksi sen että prosessin lopputuote täyttää laatuvaatimukset. Kelpuutusvaiheen jälkeen tuotanto voidaan aloittaa. (13; 14.)

Edellä mainittujen vaiheiden lisäksi automaatioprojektiin kuuluu myös henkilöstön koulutus. Koulutukseen kannattaa panostaa, jotta uuden automaatiojärjestelmän mahdollisuudet osataan käyttää hyödyksi ja ettei osaamattomuuden takia seuraa ongelmia.

## 4.2 Ilmankuivaimien toiminnan selvittäminen

Kuivaimien toiminnan selvitystä aloitettaessa tiedettiin, että toiminnasta kertovia dokumentteja löytyy huonosti, eikä kuivaimien tarkka toiminta ole kellään tiedossa. Varsinkaan ohjausjärjestelmän rakenteesta ja toiminnasta ei tiedetty, eikä siitä myöskään löytynyt kunnollista dokumentaatiota. Suurimpana apuna toimintaa selvitettäessä olivat S5-logiikan kommentoimaton ohjelma, laitetoimittajan tekemä tekninen erittely, piirikaaviot ja eräästä mapista löytynyt toisen kuivaimen kommentoitu ohjelma. Myös tehtaalta löytyi apuja mm. käyttäjien kertomana, logiikan korttien nimityksistä ja laitetyypeistä. Tietoa ilmankuivaimista saatiin jonkin verran myös tehtaan korjaamalla toimivalta kompressorihuollolta.

Toiminnan selvittäminen aloitettiin kuivaintoimittajan aikoinaan toimittaman dokumentin avulla, josta saatiin hyvä yleiskuva kuivaimien toiminnasta. Dokumentissa on eritelty kuivaimen tekniset tiedot, kuvattu sanallisesti laitteen osat ja laitteen toiminta, kerrottu asennus- ja huolto ohjeet sekä annettu ohjeet vianhaakuun. Dokumentissa on myös ohjeet erilaisiin tilanteisiin, mm. normaaliin pysäytykseen ja pysäytykseen huoltoa varten.

Paikan päältä saatiin selville eri laitteiden tyyppejä, sijainteja ja kytkentöjä ja samalla saatiin poimittua kuviin kuivaimen mittausten arvot ja merkkilamppujen tilat eri toimintavaiheissa. Logiikan kortteihin nimettyjen tulojen ja lähtöjen avulla saatiin selvitettyä logiikalta ladatussa ohjelmassa käytetyt tulot, lähdöt ja väliuistipaikat (merkkerit). Tein Excel-taulukon, jossa on kerrottu mm. logiikan I/O-tiedot (liite 6).

Piirikaaviosta nähtiin, mitä mikäkin lähdön perässä on ja mitä kautta tietoja on tuotu logiikan tuloihin. Lisäsin Excel-taulukkoon I/O-tietoihin tarkennukseksi, miltä laitteelta tulotieto on saatu tai mitä laitetta lähdöllä ohjataan. Piirikaavioiden ja ohjelman avulla selvisi mm. sellainenkin asia, että järjestelmään viedyt eri venttiilien tilatiedot ovat logiikan lähtötietoja. Osalla venttiileistä oli rajakytkimet, jolloin todellisempi tieto venttiilien asennoista olisi saatu niiden kautta. Oh-

jausjärjestelmän uusinnan yhteydessä venttiilien asentotiedot otetaan niiden rajoilta.

Logiikan ohjelman kulku ja eri virtapiirien tarkoitus aukeni hiljalleen, kun ohjelmaa käytiin läpi aikaisemmin kerättyjen tietojen pohjalta. Ohjelman esitysmuoto oli osittain tikapuukaaviota ja osittain käskylistää. Muutin käskylistamuodossa olevat virtapiirit tikapuukaavioiksi, jotta ohjelman luku helpottuu. Ohjelmassa oli käytetty runsaasti merkkereitä, joiden merkitys piti selvittää ohjelman virtapiirien toimintojen avulla. Apua saatiin hieman toisen saman toimittajan ilmankuivaimen kommentoidusta ohjelmasta. Siinä merkkereille oli annettu selitys, ja osa merkkereistä oli vastaavassa käytössä tässä ohjelmassa. Merkkereiden ja myös ohjelman kokonaisuuden selvittäminen vaati runsaasti työtä, koska yhtäkään lähtöä ei ohjelmassa ohjata suoraan tulotietojen perusteella, vaan lähdön ohjausehtoina oli monesti lähes kymmenen eri merkkiä, joiden jokaisen takana omat virtapiirinsä ja muita merkkereitä. Kun kaikkien ohjelmassa käytettyjen tulojen, lähtöjen, merkkerien, ajastimien ja laskureiden merkitys selvisi, pääsi selvittämään varsinaista ohjelman kulkua ja eri lähtöjen toimintaehtoja. Kuivaimien toiminnasta tehtiin vuokaavio, sanallinen toimintaselostus ja piirikohtaiset toimintakuvaukset.

Tehtaan korjaamalla toimivalta kompressorihuollolta kyseltiin myös kuivaimien toiminnasta ja tekniikasta ja niissä ilmenneistä ongelmista. Heidän kauttaan selvisi kuivaimen lämpötilojen, kastepisteen ja aikojen nykyiset asetusarvot. He myös ehdottivat joitakin muutoksia asetusarvoihin paremman kuivaustehon hakemiseksi. Selvittelytyön aikana selvisi, ettei kompressorihuollollakaan ole selvillä kuivainten tarkka toiminta. Työn aikana tehtävistä kuivaimien toimintaa kuvaavista dokumenteista on varmasti hyötyä myös heille.

### **4.3 Piirikohtaisten toimintakuvausten teko**

Opinnäytetyöhön sisällytettiin myös ilmankuivaimien piirikohtaisten toimintakuvausten teko. Vastuu toimintakuvauksista on tässä projektissa automaatiotoimit-

tajalla, mutta tarkoituksena oli tehdä ilmankuivaimien toimintakuvaukset valmiiksi.

Piirikohtaisilla toimintakuvauksilla tarkoitetaan Word-pohjaisia tiedostoja, joissa kerrotaan piirin toiminta ja sen vaikutukset muihin piireihin sekä muiden piirien vaikutus kyseiseen piiriin. Toimintakuvauksissa on myös kerrottu piiriin liittyvät häilytykset ja muuta olennaista tietoa. Toimintakuvaus linkitetään valvomon ope-  
rointinäytöllä näkyvään käyttöliittymään, josta se saadaan auki kyseisen piirin laitetta klikkaamalla.

Piirejä on yhteensä 14 kpl yhdellä kuivaimella, joten toimintakuvauksia tulee tehdä yhteensä 28 kpl. Ylimääräiset piirit poistettiin, koska niissä ei ollut mitään sähköisiä liityntöjä. Toimintakuvauksiin otettiin mallia tehtaan masuuneille ja koksaamolle muutama vuosi sitten tehdyistä toimintakuvauksista. Mallit olivat nopeasti tehtyjä ja monesti puutteellisiakin, joten niistä ei suurta apua saanut. Alun perin tarkoituksena oli tehdä kattavat toimintakuvaukset, joista löytyy kaikki tarvittava tieto selkeästi ilmaistuna. Niitä tehdessä kuitenkin voitiin todeta, että toimintakuvauksia ei saa tehtyä tarkasti ilman tarkempia tietoja uudessa sovel-  
luksessa tehtävistä ratkaisuksista automaatiotoimittajalta. Toimintakuvaukset tehtiinkin vain sillä tarkkuudella, kuin se tässä vaiheessa ja saatavissa olevilla tie-  
doilla oli mahdollista, ja niiden viimeistely jätettiin automaatiotoimittajan tehtäväksi. Tarkennuksia toimintakuvauksiin tuli ajotapalavereissa, ja niitä tarken-  
netaan vielä myöhemmissäkin projektin vaiheissa, jos nähdään tarpeelliseksi. Liitteessä 10 on esimerkkinä piirin =RP.15.MI071 (kastepistemittaus) toiminta-  
kuvaus.

#### **4.4 Prosessiliityntöjen suunnittelu**

Prosessiliityntöjen suunnittelu sisältää tarvittavien lähtötietojen keräämisen, do-  
kumentoinnin teon ALMAan, vanhojen piirikaavioiden muutokset ja uusien piiri-  
kaavioiden luonnin. Piirikaavioiden luonnissa oli alun perin tarkoitus käyttää se-  
kä AutoCad-ohjelmistoa että ALMAN generointiominaisuutta. ALMAN generointi-

työkalua ei kuitenkaan voitu tässä tapauksessa käyttää, joten kaikki piirikaaviot tehtiin AutoCadilla. Piirin =RP.15.FOS050 piirikaavio on liitteessä 12.

#### **4.4.1 Lähtötietojen selvittäminen**

Ennen kuin mitään varsinaisesti aletaan tehdä, tulee selvittää tarvittavia lähtötietoja, joiden avulla saadaan yleiskäsitys prosessiliityntöjen laajuudesta ja muu-  
tostarpeista. Tässä tapauksessa olin ilmankuivaimien toimintaa selvittäessä perehtynyt kuivaimien rakenteeseen ja toimintaan melko syvällisesti, mikä hel-  
potti ja nopeutti prosessiliityntöjen suunnittelua. Selvitettäviä asioita ovat:

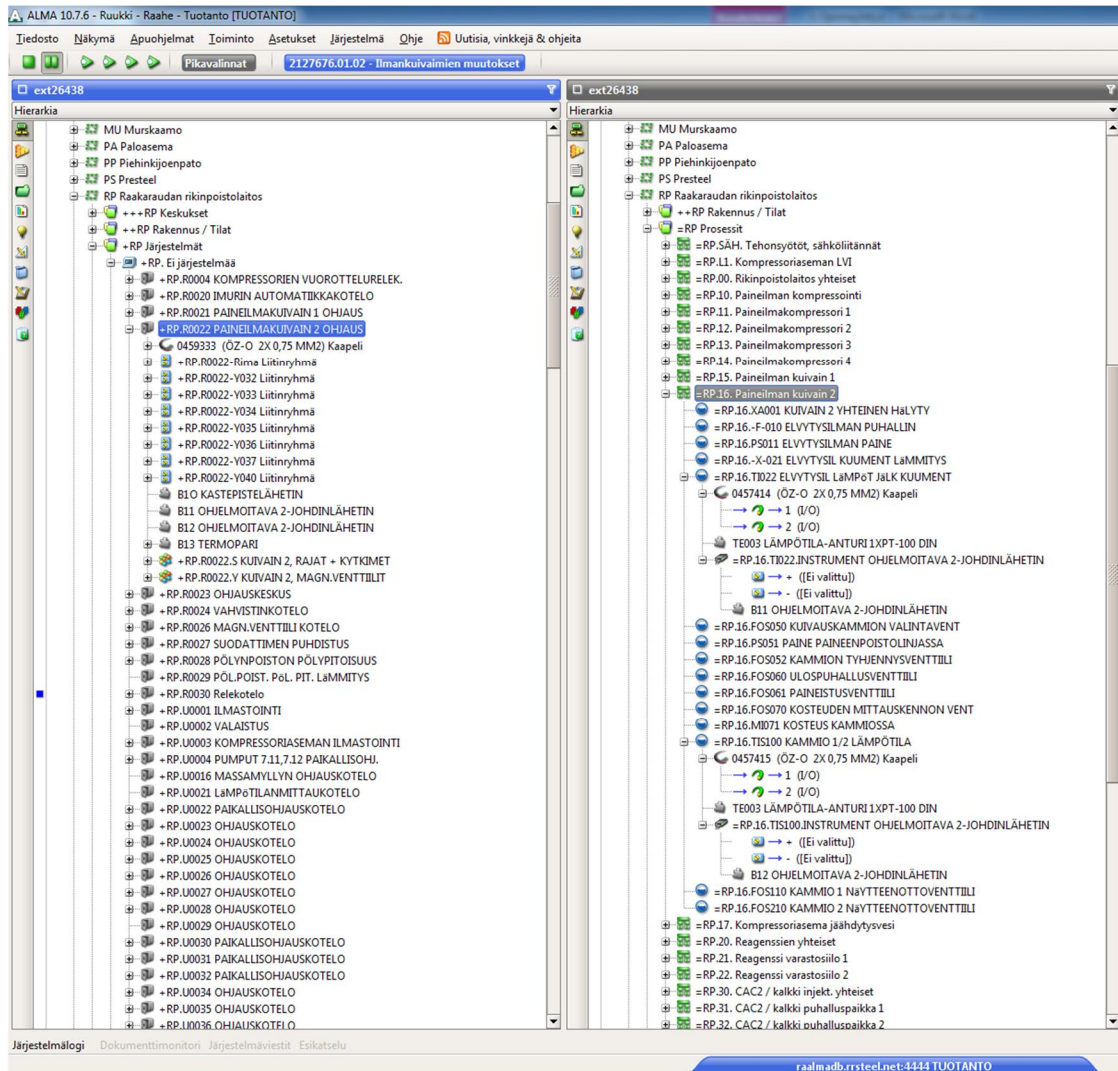
- ilmankuivaimiin liittyvät kotelot, ristikytkentäkaapit, I/O-kaapit ja proses-  
siasemat
- ilmankuivaimien nykyiset kaapeloinnit
- tarvittava järjestelmään vietävä I/O määrä
- käytöstä poistettavien I/O-tietojen määrä
- kaapeleille asetetut vaatimukset
- maadoitusjärjestelyt
- nykyisen dokumentoinnin tarkkuus ja laajuus ALMAssa ja piirustuksissa
- tarvittavat muutokset kaappien kalustuksiin
- muut huomioitavat asiat.

Lähtötiedot kannattaa selvittää riittävällä tarkkuudella ja kokonaisuus kerrallaan, jotta vältytään ylimääräiseltä työltä. Projektin yhteydessä käytöstä poistuvan kaapeloinnin ja mahdollisesti käyttämättömänä olleiden kaapeleiden käyttö-  
mahdollisuudet kannattaa selvittää. Kun lähtötiedot ovat selvillä, voidaan aloit-  
taa piirien tietojen dokumentointi ALMAan.

#### **4.4.2 Dokumentoinnin teko ALMAan**

Ilmankuivaimien nykyinen dokumentaatio oli aikanaan tehty TP-  
tietojärjestelmässä ja siirretty sieltä ALMAan, mutta se oli pahasti puutteellinen. Piirien alla ei ollut juuri mitään, vaan suurin osa laitteista ja kaapeista oli perus-  
tettu ohjauskoteloiden alle. Osa laitteista puuttui kokonaan. Ohjauskotelon alle

ei kuulu laittaa kuin ohjauskotelossa olevat laitteet, ja kaikki kentällä olevat anturit, kaapelit yms. on perustettava piirin alle. Piirin alle linkitetään myös ohjauskotelossa olevat laitteet, jotka kuuluvat kyseiseen piiriin. Näin piirin alta nähdään suoraan, mitä laitteita piiriin kuuluu. Opinnäytetyön yhteydessä ilman-kuivaimien dokumentointi laitettiin myös ALMAsta kuntoon. Kuvasta 7 nähdään ALMAssa oleva tilanne ennen muutoksia.



KUVA 7. Paineilmakuivaimen 1 hierarkiapuut ALMAssa ennen muutoksia

Prosessiliityntöjen suunnittelu aloitettiin lisäämällä ALMAan kaikki kuivaimien laitteet ja kaapelit sekä niille tarvittavat tiedot. Laitteiden tunnuksia oli tehtävä

piirikaavioiden mukaan, vaikka niissä käytetty positiointitapa ei ole nykyisen ohjeistuksen mukainen. Muutokset positiotunnuksiin olisivat aiheuttaneet muutoksia kentälle ja kaikkiin tietokantoihin, joissa tunnus esiintyy.

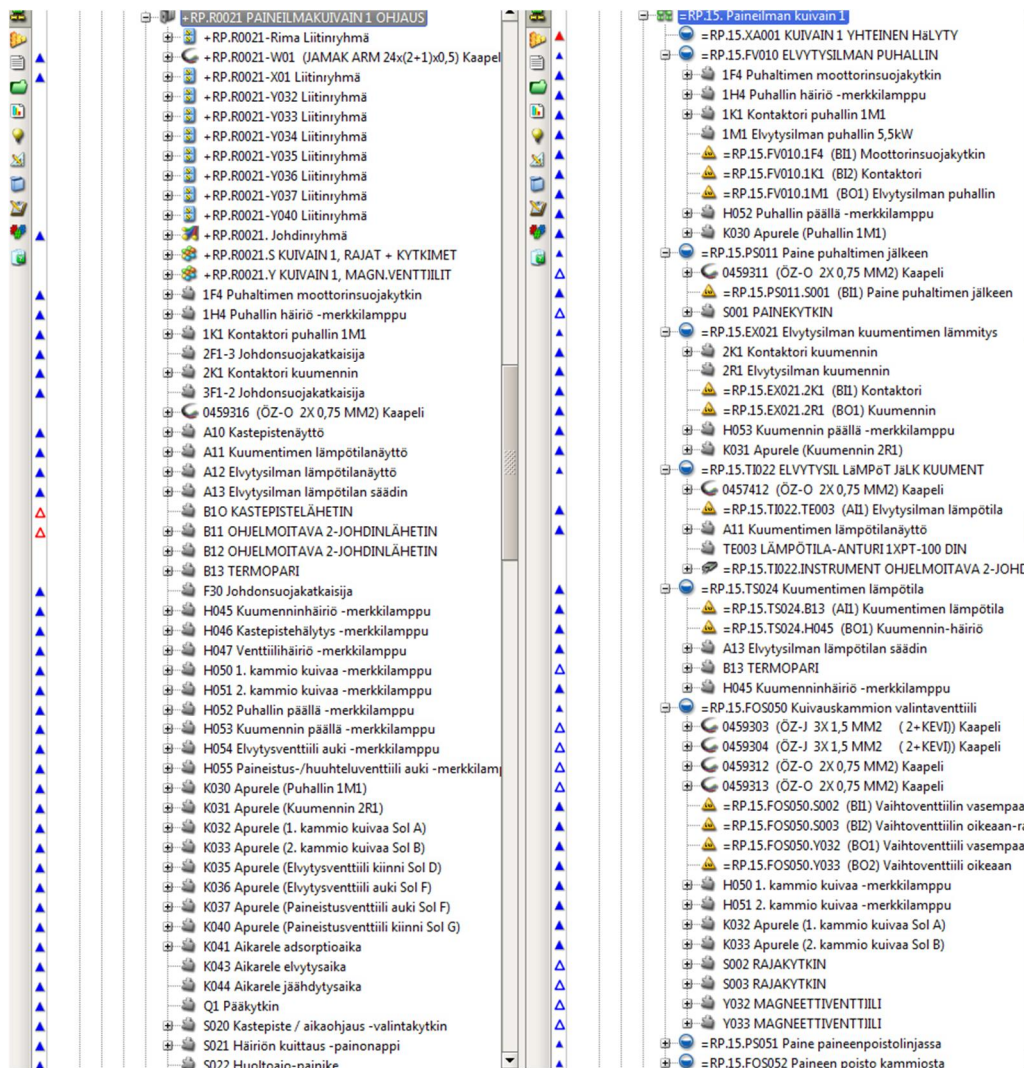
Ilmankuivaimen alla olevista piireistä poistettiin sellaiset, jotka eivät olleet liitetynä sähköjärjestelmiin. Elvytysilman lämmittimen ohjauspiiri ja lämmittimen jälkeinen lämpötilanmittauspiiri yhdistettiin yhdeksi elvytyslämpötilan säätöpiiriksi. Mihinkään piiriin kuulumattomille hälytyksille ja painikkeille tehtiin uusi piiri. Lopuksi piirejä oli siis 14 kappaletta.

ALMA-dokumentaatiosta jätettiin tekemättä tarkemmat tyyppitykset ja kytkennät, joihin ei tule muutoksia, koska sen ei ajateltu olevan järkevää vanhaan prosessiin. Vaihtuventtiilin piiriin (=RP.15.FOS050) laitteille jouduttiin lisäämään attribuutteja, koska sen piirikaavio tehtiin generoimalla. ALMAan tehtävän dokumentoinnin vaiheita:

- laitteiden ja kaapeleiden siirto ja lisäys piirien ja ohjauskotelon alle
- poistuvien laitteiden poisto
- tarvittavien liittimien perustaminen laitteiden alle
- hierarkialinkit laitteille, jotka ovat ohjauskotelossa, mutta kuuluvat johonkin piiriin
- runkokaapelin kytkentä ohjauskotelosta ristikytkentäkaappiin
- laitteiden kytkentä runkokaapelin riviliittimelle
- I/O-varausten teko
- ristikytkennän teko.

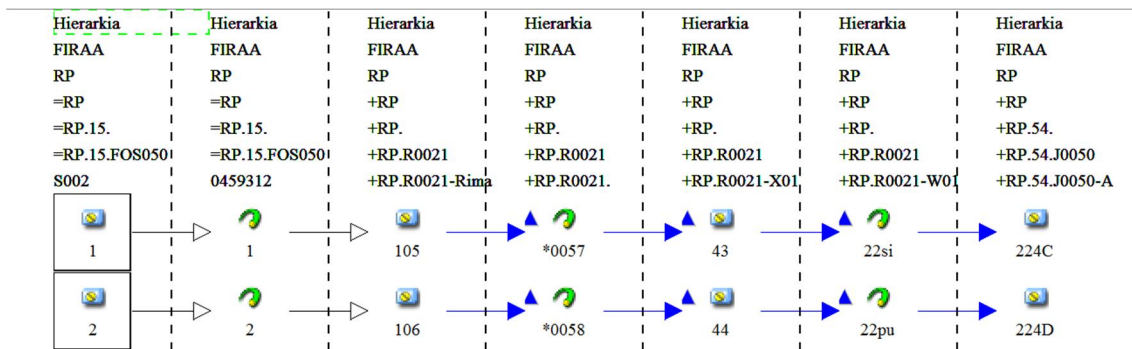
ALMAssa kytkennät tulee tehdä aina kentältä järjestelmään päin. Kytkentä voidaan tehdä joko automaattikytkennällä tai kytkentälinkeillä. Automaattikytkentää varten johtimien ja liittimien kytkentäryhmien on oltava samat. I/O-varaukset voidaan tehdä myös automaattilla eli siten, että otetaan käyttöön ensimmäinen vapaa kanava. Tällöin kortilla ja laitteella on oltava sama signaalityyppi ja järjestelmäliityntälaji. Jos I/O-varaus halutaan tehdä tiettyyn paikkaan, I/O-positiolla

on hyvä määritellä kaikki tiedot. Kuvasta 8 nähdään ALMAN hierarkiaa, kun dokumentaatio on tehty.



*KUVA 8. Paineilmakuivaimen 1 hierarkiaa ALMAssa, kun dokumentaatio on valmis*

Kun tarvittava dokumentointi ja kytkennät on tehty ALMAan, voidaan aloittaa piirikaavioiden teko. ALMAan tehdyistä kytkennöistä on suuri apu piirikaavioiden teossa, jos käyttää hyväksi ALMAN kaavionäkymää. Kuvassa 9 on esimerkkinä laitteen =RP.15.FOS050-S002 kytkennästä ristikytkentäkaapille.



KUVA 9. Kytkenät ALMAN kaavionäkymässä

Kaavionäkymän perusteella piirikaavioiden teko on nopeaa, kun kaikki liittinnumerot ja kaapelitunnukset ovat koko ajan esillä. Kun tehdään uutta piirikaaviota, sille tulee varata piirustusnumero ALMAN varausryhmä-puusta. Kun piirustusnumero on varattu, luodaan dokumenttikortti. Dokumenttikortti luodaan klikkaamalla piirin päällä hiiren oikeaa ja valitsemalla Lisää dokumentti, jolloin ALMA kysyy dokumentin tyyppiä ja tietovarastoa. Dokumenttikorttiin lisätään varattu piirustusnumero, nimi, tiedostonimi ja muut tarvittavat tiedot. Joitakin tietoja generoituu dokumenttikorttiin itsestään piirustuksen luontivaiheessa. Kun dokumenttikortti on luotu, mennään piirin dokumenttilinkki-välilehdelle ja vedetään hakemistoon tehty piirustusnumerolla nimetty piirikaavio dokumentin päälle. Esiin tulevasta valintaikkunasta valitaan Päivitä, jolloin piirikaavio tallentuu ALMAan.

#### 4.4.3 Dokumenttien generointi

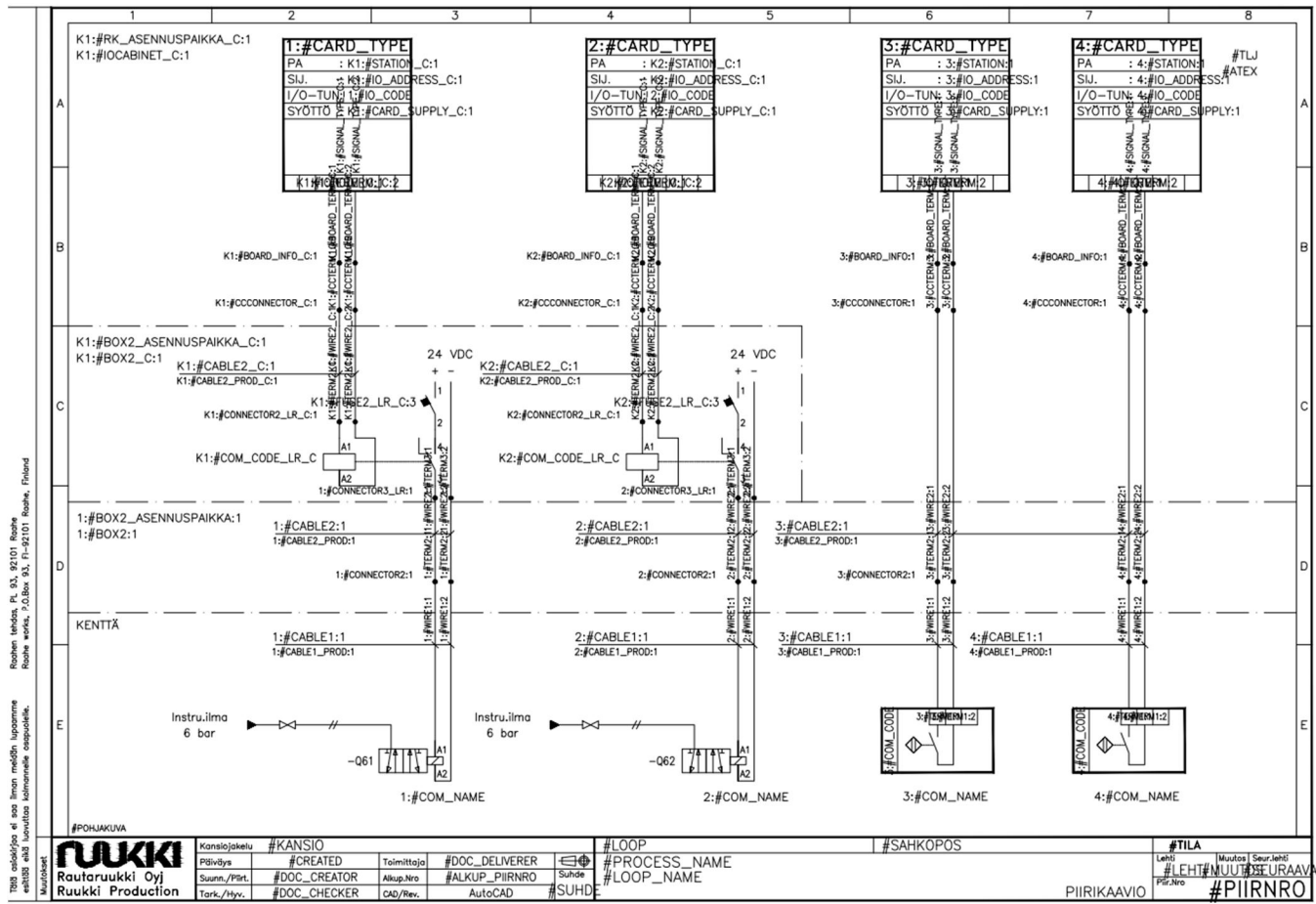
Piirikaaviot tehdään yleensä AutoCadilla. Apuna voidaan käyttää ALMAsta löytyvää generointiominaisuutta, jolla saadaan luotua piirikaavio ALMAan tehdyn dokumentaation ja sopivan dxf-muotoisen dokumenttipohjan avulla. Piirikaaviot on tehty logiikkaohjauksen takia sellaisella rakenteella, että samaan piiriin kuuluvia asioita oli monessa kuvassa. Tein uudet piirikaaviot siten, että yksi piirikaavio esittää yhden piirin kytkenät ja liittynät automaatiojärjestelmään. Myös ohjauskaappien layout-kuvat päivitettiin ja päävirtakaavioon tuli muutoksia.

Generointiominaisuuden etuna on piirikaavion nopean luonnin lisäksi se, että piirikaavio voidaan päivittää piiriin tehtävien muutoksien yhteydessä generaattorin Päivitä-painikkeella. Tämä kuitenkin edellyttää, että muutokset ovat sellaisia joihin käy sama pohjakuva, jolla piirikaavio on luotu.

Alun perin tarkoituksena oli tehdä ainakin kaikki magneettiventtiilien ohjauspiirit generoimalla. Sopivaa dokumenttipohjaa ei ollut kuitenkaan yhdellekään piirille ja uusien dokumenttipohjien tekeminen olisi huomattavasti työläämpää kuin piirikaavioiden tekeminen AutoCadilla. Kuvassa 10 on esimerkki dokumenttipohjasta. Dokumenttipohja näyttää nopeasti katsottuna sopivalta vaihtoventtiilin piirikaavioksi, mutta tarkemmin katsottuna siitä löytyy useita kohtia, joiden takia dokumenttipohja ei käy piirille:

- dokumenttipohjassa on yksi kenttäkotelo liikaa
- ristikytkentäkaappi puuttuu
- merkkivalot apureleiden rinnalta puuttuvat
- magneettiventtiileillä on väärät tunnuksset
- magneettiventtiilin syöttöjännite on väärä ja sulaketta ei ole
- syöttöliittimille 11 ja N menevää kaapelia ei ole, vaan väli on johdotettu.
- rajakytkimet kytketään useamman pisteen kautta.

Magneettiventtiilien tunnuksset ovat turhaan kirjoitettuna suoraan pohjakuvaan, koska ne voitaisiin yhtä hyvin hakea myös risuaitamuuttujien avulla.



KUVA 10. Dokumenttipohja, jota oli tarkoitus käyttää piirin FOS050 piirikaavion generoinnissa

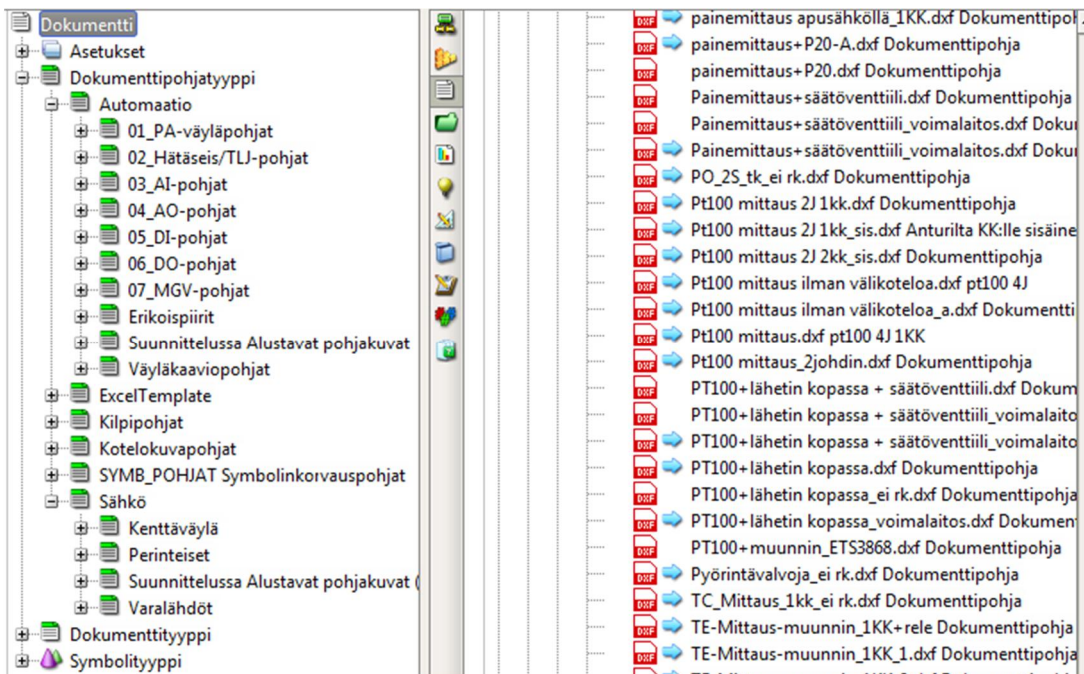
Dokumenttien generointi etenee seuraavien vaiheiden mukaisesti:

- sopivan dokumenttipohjan valitseminen tai luominen
- dokumentoinnin teko ALMAan dokumenttipohjan vaatimalla tavalla
- dokumenttipohjan linkitys piirille
- dokumentin lisäys piirille ja dokumentin tyyppin valinta
- dokumenttikortin luonti lisätylle dokumentille
- piirikaavion generointi.

Kun on päätetty, että piirikaavio luodaan generoimalla ja suunnitellun piirin rakenne, osat ja kytkennät ovat selvillä, etsitään ensimmäiseksi sopiva dokument-

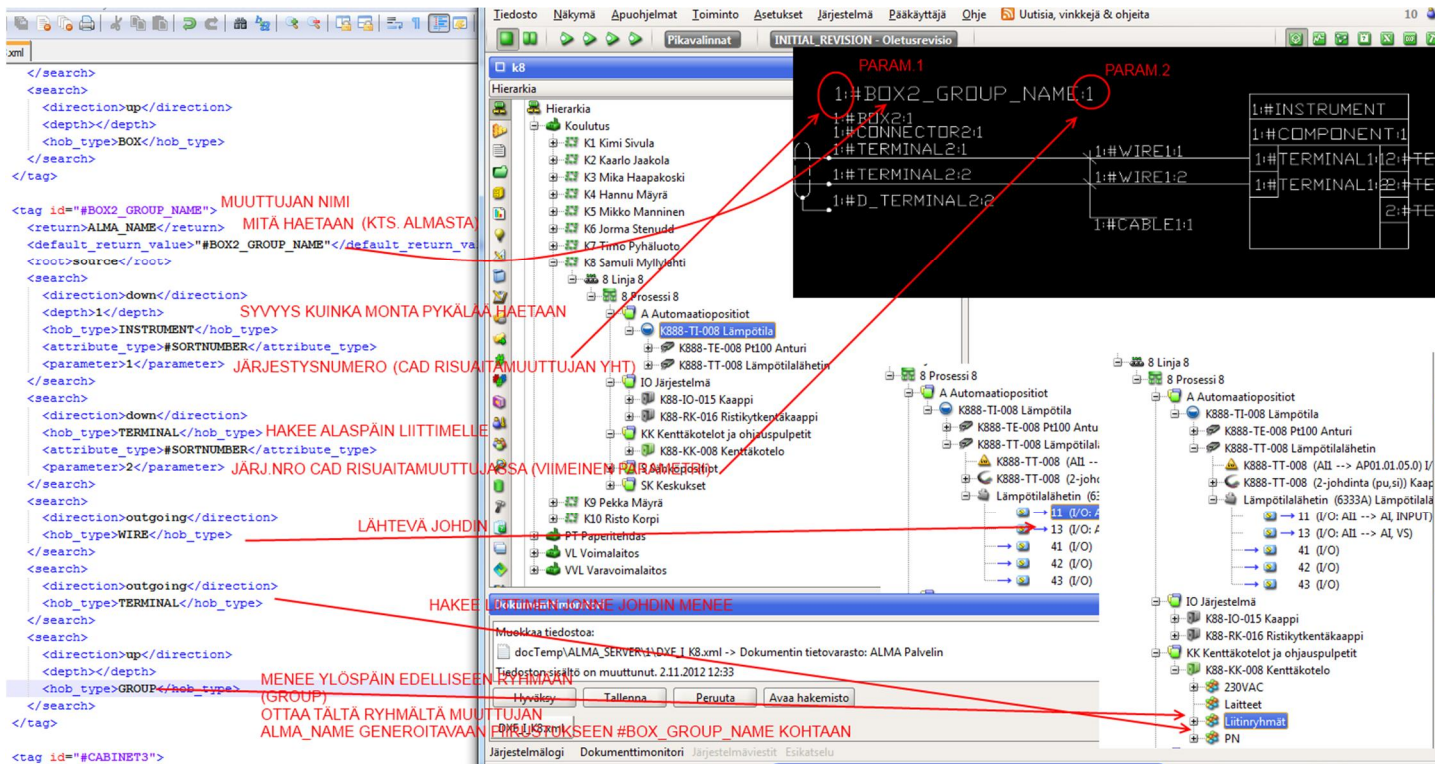
tipohja. Dokumenttipohjiin on piirretty valmiiksi symbolit ja kaapeloinnit, mutta kaikkien tunnuksien tilalla on ns. risuaitamuuttujia.

Sopivan dokumenttipohjan etsimistä helpottaa se, että ALMAssa toimii esikatse- lu dxf-muodossa oleville dokumenteille. Ruukki on tehnyt dokumenttipohjia jaot- telemalla ne automaatio- ja sähköosastoihin. Automaatio-osaston alla olevat dokumenttipohjat ovat jaoteltu lisäksi 10 eri osastoon ja sähköosaston alla ole- vat neljään eri osastoon. Jo pelkästään automaatio-osaston alla on n. 700 kpl erilaisia dokumenttipohjia, jotka pyritti nimeämään käyttötarkoituksen mukaan. Kuvassa 11 on esitetty Ruukilla käytössä oleva dokumenttipohjatyypien jaotte- lu ja dokumenttipohjien nimeämiskäytäntö.



KUVA 11. Dokumenttipohjien jaottelu ja nimeäminen Ruukilla

Dokumentoinnin teko ALMAan on selvästi työläämpää silloin, kun piirikaavio luodaan generoimalla. ALMAan tehdystä dokumentoinnista tulisi löytyä kaikki dokumenttipohjassa käytetyt risuaitamuuttujat ja attribuutit, joiden avulla generaattori poimii tiedot dokumenttipohjaan. Risuaitamuuttujien avulla dokumenttipohjaan poimitaan ALMAsta haluttu tieto. Paikka, josta tieto ALMAssa poimitaan, selviää DXF-asetustiedoston kautta. Asetustiedoston avulla ohjelma käy dokumenttipohjan risuaitamuuttujat läpi ja poimii pohjaan risuaitamuuttujia vastaavat tiedot ALMAsta. Ruukilla asetustiedoston muokkaamiseen on oikeus vain ALMAN pääkäyttäjällä. Asetustiedosto on tehty niin valmiiksi ja laajaksi, että tarvetta muokkaamiselle ei pitäisi olla. Alla olevassa kuvassa 12 on esitetty, miten tiedot dokumenttipohjaan haetaan.



KUVA 12. Tietojen haku dokumenttipohjaan (12)

Kuvan 10 dokumenttipohjassa kaapelitunnus haetaan dokumenttipohjan mukaan risuaitamuuttujan #CABLE avulla. Paikka, josta tieto ALMAssa poimitaan, selviää generointiasetustiedoston kautta (kuva 13).

```

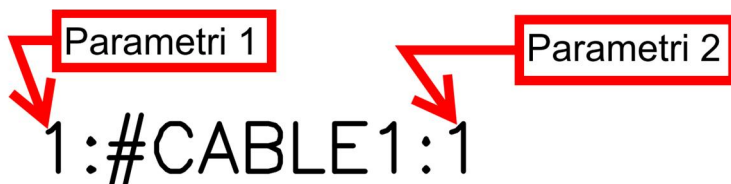
<tag id="#CABLE1">
  <return>OBJECT_CODE</return>
  <default_return_value>#CABLE1</default_return_value>
  <root>source</root>
  <search>
    <direction>down</direction>
    <depth></depth>
    <hob_type>COMPONENT</hob_type>
    <attribute_type>#SORTNUMBER</attribute_type>
    <parameter>1</parameter>
  </search>
  <search>
    <direction>down</direction>
    <depth />
    <hob_type>TERMINAL</hob_type>
    <attribute_type>#SORTNUMBER</attribute_type>
    <parameter>2</parameter>
  </search>
  <search>
    <direction>outgoing</direction>
    <depth />
    <hob_type>WIRE</hob_type>
    <attribute_type />
    <parameter />
  </search>
  <search>
    <direction>up</direction>
    <hob_type>CABLE</hob_type>
  </search>
</tag>

<tag id="#CABLE1_CAB">
  <return>OBJECT_CODE</return>
  <default_return_value>#CABLE1_CAB</default_return_value>
  <root>source</root>

```

KUVA 13. Risuaitamuuttujan #CABLE1 asetukset

Asetustiedoston risuaitamuuttujien määrittelyssä alkutilanne on aina se, että ollaan piirin juurella. Ohjelman alussa on kerrottu, että tieto luetaan ALMAN kentästä OBJECT\_CODE eli yksilöivä tunnus. Silloin kun tietoa ei löydy asetusten mukaisesta polusta, generaattori palauttaa tekstin #CABLE1. Ohjelma hakee ensin osan, jonka parametri 1 on dokumenttipohjan mukainen. Parametri 1 on osan järjestysnumero ja se on määriteltyinä dokumenttipohjassa ennen kaksoispistettä (kuva 14).

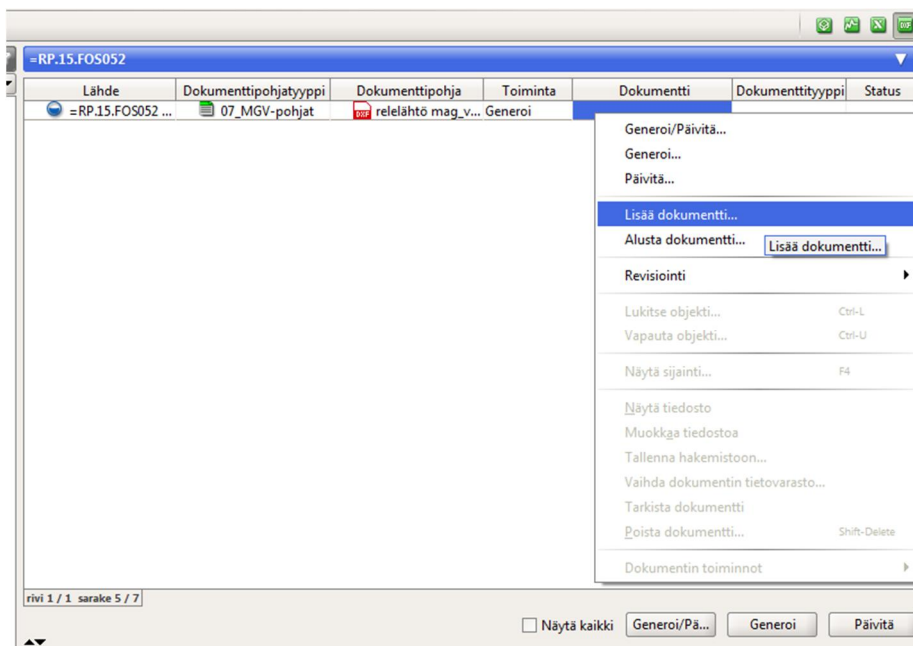


KUVA 14. Tiedot dokumenttipohjassa, joiden perusteella kaapelitunnus haetaan

Osan alta ohjelma hakee osan liittimen, jonka parametri 2 vastaa dokumenttipohjassa määriteltyä arvoa. Parametri 2 on esim. liittimen järjestysnumero ja se on määritelty dokumenttipohjassa risuaitamuuttujan jälkeisen kaksoispisteen jälkeen. Liittimeltä lähtevän johtimen mukaan etsitään seuraava liitinryhmä ja liitinryhmän liitin. Liittimeltä lähtevän kaapelin tunnus poimitaan piirikaavioon.

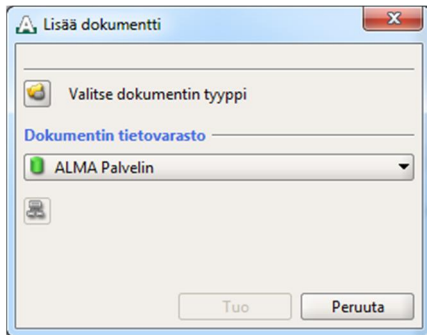
Dokumenttipohjassa olevien risuaitamuuttujien toiminta tulee selvittää ja varmistaa, että ALMAan tehty dokumentointi on tehty dokumenttipohjan vaatimalla tavalla. Usein risuaitamuuttujien poluissa käytetään osien järjestysnumeroita. Myös sellaisia attribuutteja saattaa olla käytössä, jolloin attribuutit tulee lisätä ALMAN attribuuttiryhmä-puusta. Risuaitamuuttuja saattaa poimia tiedon myös piiriltä lähtevien linkkien perusteella. Esimerkin dokumenttipohjassa risuaitamuuttuja #kansio poimii tiedon piiriltä mappiin tehdyn linkin perusteella.

Piirille tulee aluksi linkittää valittu dokumenttipohja. Kun linkki on tehty, dokumenttipohja löytyy ALMAN DXF-generaattori-välilehdeltä. Sieltä dokumentti lisätään piirille klikkaamalla dokumenttisaraketta hiiren oikealla ja valitsemalla Lisää dokumentti (kuva 15).



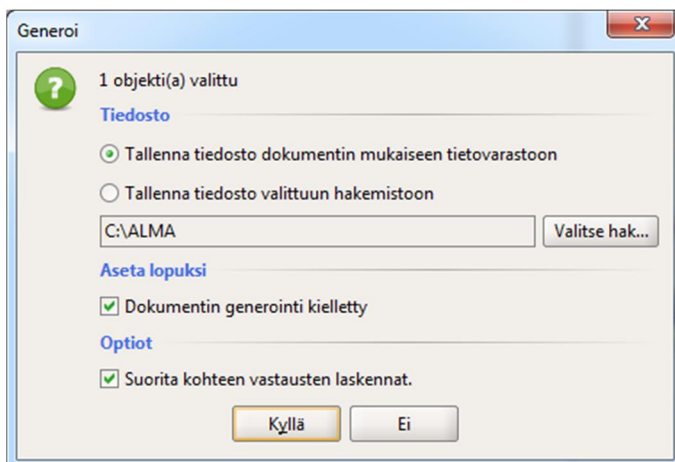
*KUVA 15. Dokumentin lisäys piirille*

Seuraavaksi ALMA kysyy dokumentin tyyppiä ja dokumentin tietovarastoa. Ruukilla tietovarastoksi voidaan valita vain ALMA Palvelin, mutta dokumentin tyyppiä on paljon vaihtoehtoja. Yksi usein tarvittava tyyppi on 42 eli piirikaavio (kuva 16).



*KUVA 16. Dokumentin tyyppin valinta*

Tässä vaiheessa tulee luoda dokumenttikortti samoin, kuin se luotiin AutoCadilla piirretyille kuville. Kun dokumenttikortti on luotu, voidaan suorittaa generointi klikkaamalla dokumenttipohjaa hiiren oikealla ja valitsemalla Generoi. Avautuvalla ikkunalla tehdään kuvan 17 mukaiset valinnat ja klikataan Kyllä.



*KUVA 17. Dokumentin generointi*

Generoitu tiedosto voidaan tallentaa joko aikaisemmin valittuun tietovarastoon (ALMAan), tai omaan hakemistoon. Omaan hakemistoon tallennettaessa ALMAan ei tallennu mitään tietoa generoinnista. Ominaisuutta voi hyödyntää generointia testatessa. ALMAan tallennettaessa piirikaavioita voidaan myöhemmin päivittää generaattorin päivitä-toiminnolla. Dokumenttia päivitettäessä on tärkeää muistaa, että tallennusmuodon on oltava oikea. Päivitys-ominaisuus ei toimi ainakaan tällä hetkellä Ruukin ALMAssa uusimpaan muotoon (2013) tallennettaessa.

Generoitua dokumenttia voidaan tarvittaessa muokata myös käsin. Muutokset pysyvät, vaikka kuvaa päivitetään, mutta katoavat, jos dokumentti generoidaan uudelleen. Tämän takia kannattaa laittaa dokumenttikortille heti generoinnin jälkeen esto uudelleen generoinnille. Lähtökohtana on, että kaikki generoitavissa oleva tieto tuotaisiin piirikaavioon generoimalla, jotta piirikaavioon ei tarvitsisi tehdä muutoksia enää generoinnin jälkeen.

Yleensä samalla dokumenttipohjalla generoidaan suuria määriä dokumentteja. Silloin dokumenttipohja muokataan tarkoitukseen sopivaksi siten, että sama dokumenttipohja käy suurelle määrälle piirikaavioita, mutta on kuitenkin niin tarkka, ettei suurimpaan osaan piirikaavioista tarvitse tehdä muutoksia generoinnin jälkeen. Silloin myös ALMAssa tarvittavat järjestysnumerot ja muut attributit voidaan helpommin muokata kaikkiin piireihin valmiiksi, eikä itse generoinnissa tarvitse enää tehdä mitään ylimääräistä.

Dokumenttipohjien muokkaaminen tehdään DXF-asetustiedoston pohjalta. Kun generointipohjaan halutaan jokin tieto, sopiva risuaitamuuttuja tulee etsiä asetustiedostosta ja se lisätään dokumenttipohjaan. Jos asetustiedosto olisi muokattavissa, tarvittavan risuaitamuuttujan ja sille tarvittavan koodin voisi tehdä itsekkin ottamalla mallia muiden risuaitamuuttujien koodeista. Haastetta sopivan risuaitamuuttujan etsimiseen lisää se, että Ruukin asetustiedostossa on lähes 30 000 riviä koodia, joka sisältää pelkästään erilaisten risuaitamuuttujien ase-

tuksia. Risuaitamuuttujien nimeämisessä on kuitenkin pyritty käyttämään jonkinlaista logiikkaa, jolloin sopiva risuaitamuuttuja voi löytyä haku-toiminnolla.

## 5 KEHITYSKOhteet

Opinnäytetyötä aloitettaessa ja aihealuetta määriteltäessä ei havaittu tarvetta kehityskohteiden selvittämiseksi. Työtä tehdessä tuli kuitenkin vastaan joitakin asioita, joissa olisi selvästi kehitettävää. Kehityskohteet ovat ilmankuivaimien toiminnassa ja ALMAN generointiominaisuuden käytössä.

### 5.1 Ilmankuivainten toiminnan kehitys

Ilmankuivaimien toiminta on ollut heikkoa jo pidempään. Suurin ongelma ilmankuivaimien toiminnassa on se, että kuivaimet eivät kesäolosuhteissa kuivaa paineilmaa riittävän kuivaksi. Kuivaimien toimittajan mukaan niiden kapasiteetti pitäisi kuitenkin riittää kuivaamaan optimiolosuhteissa kaikkien neljän kompressorin tuottaman paineilman. Laskin kompressorien teknisten tietojen perusteella niiden yhteistuotoksi n. 4900 m<sup>3</sup>/h ja kuivaimien yhteiskapasiteetiksi 5000 m<sup>3</sup>/h. Kuivaimien kapasiteetti on ilmoitettu tulolämpötilan ollessa 35 °C ja paineen 7 bar. Rikinpoistolaitoksella paineilman paine pidetään 6 barissa ja talvella tuloilman lämpötila on n. 30 °C.

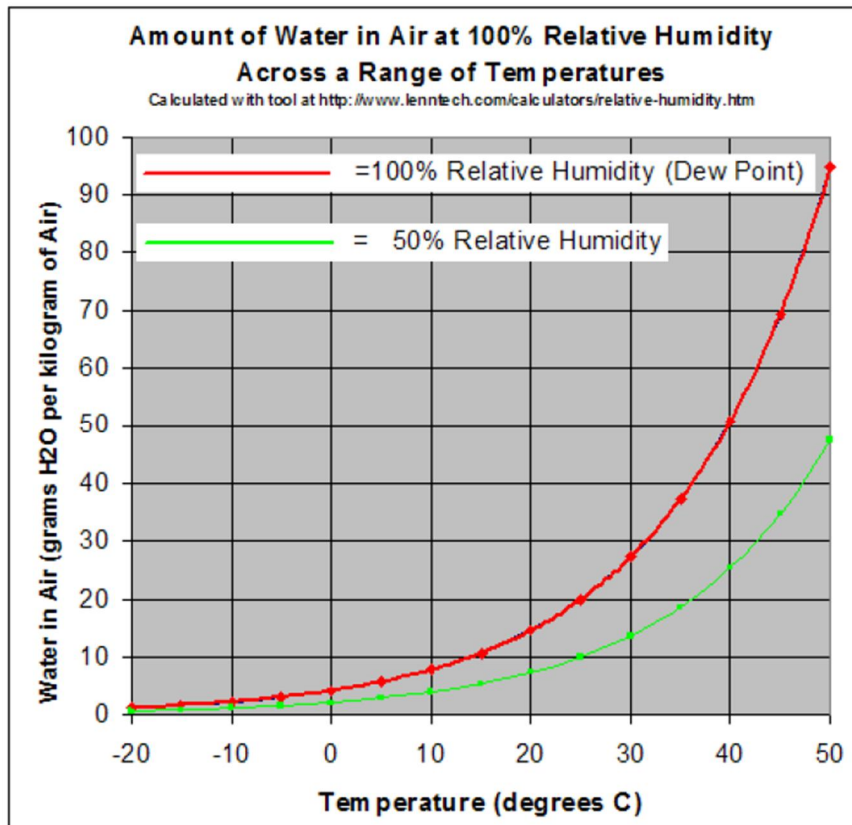
Todellisuudessa paineilman kulutus ei ole lähelläkään kuivaimien maksimikapasiteettia. Taulukossa 2 on esitetty paineilman kulutukset eri tilanteissa. Kulutukset ovat eri tilanteiden maksimiarvoja rikinpoistolaitoksen valvomonäytölle tuodun mittauksen mukaan.

TAULUKKO 2. Paineilman kulutuksia eri tilanteissa.

TILANNE	PAINEILMAN KULUTUS
Lanssien jäähdytys	600 m <sup>3</sup> /h
Puhallus päällä	780 m <sup>3</sup> /h
Täyttö varastosiilosta injektiosiiloon	1800 m <sup>3</sup> /h
Täyttö säiliöautosta varastosiiloon	1380 m <sup>3</sup> /h
Max. kulutus edellisten perusteella	2760 m <sup>3</sup> /h

Haastattelin kehityskohteita varten rikinpoistolaitoksen käyttäjiä, kompressorihuollon työnjohtajaa sekä kompressorihuollon työsuunnittelijaa, jotka kaikki tiesivät ilmankuivaimiin liittyvän ongelman. Ongelmaan ei ajatella olevan muuta ratkaisua kuin kuivaimien lisääminen tai kuivan paineilman ottaminen muualta. Selvitin kuitenkin ohjauksella saavutettavat mahdollisuuden kuivaimien kapasiteetin nostamiseen.

Kuivaimien kuiva-aineen kosteudenimukyky on sitä parempi, mitä korkeampi tuloilman paine on ja mitä matalampi tuloilman lämpötila on. Kuivaimien kapasiteetin riittämättömyys kesäkelillä johtuu myös siitä, että lämpimän ilman kosteussisältö on huomattavasti suurempi kuin kylmän ilman. Kuvassa 18 esitetään ilman kosteussisältö lämpötilan funktiona. Punainen kuvaaja esittää ilman kosteussisältöä, kun suhteellinen kosteus on 100 %, ja vihreä, kun suhteellinen kosteus on 50 %.



KUVA 18. Ilmankosteus lämpötilan funktiona (18)

Ilmankuivaimen toiminnassa on havaittu sellainen toimintahäiriö, että vaihdon jälkeen kastepiste käy joitakin minutteja lähellä nollaa astetta. Kastepiste laskee adsorptiovaiheen ajan alaspäin, ja on loppuvaiheessa ehkä  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  asteessa. Todennäköisesti tämä johtuu siitä, että kuivausaine on jäänyt elvytysjakson jäljiltä liian kuumaksi eikä sen takia kykene alkuvaiheessa imemään kosteutta. Adsorptiovaiheen aikana kuivausaine jäähtyy ja imee loppua kohden kosteutta paremmin. Tämä voisi selittää myös kuivaimen toiminnan aliteholla.

Kuivaimien parametrit on tarkoitus virittää kuntoon uuden automaatiojärjestelmän avulla. Automaatiojärjestelmä mahdollistaa historiatietojen seurannan, jonka avulla kuivaimen viritys helpottuu huomattavasti. Kastepisteen käyttäytymisen perusteella voidaan tehdä erilaisia muutoksia parametreihin, jotta toiminta saadaan halutunlaiseksi. Jos ilmankuivaimien toimintaa saadaan tehostettua

niin, että kuivaimien kapasiteetti riittää myös kesällä, säästetään huomattavia määriä kunnossapitokustannuksissa ja energiankulutuksessa. Säästöjä tulee myös rikinpoistoprosessin luotettavuuden paranemisesta ja häiriöiden väheneemisestä. Suunnitelmissa on ollut myös rikinpoistolaitoksen liittäminen tehtaan paineilmaverkkoon, mutta jos ilmankuivaimien toiminta saadaan riittävän hyväksi virittämällä, voidaan tämäkin investointi unohtaa. Mahdollisesti myös kuivausaineen vaihtoväliä voidaan pidentää.

Kunnossapitokustannuksista tulevat säästöt johtuvat siitä, että kostean ilman aiheuttamat häiriöt rikinpoistoprosessissa vähenevät ja ilmankuivaimien aiheuttamat kastepistehälytykset poistuvat. Energiaa säästetään, kun ohjaustapana voidaan käyttää kastepistehajausta ja elvytysjaksojen väli kasvaa. Ilmankuivain ei kuluta juuri lainkaan sähköä kuivausvaiheessa, mutta elvytysjakson kuumentusvaiheessa 35 kW sähkövastus kuluttaa sähköä reilusti. Kun rikinpoistoprosessin häiriöt vähenevät, operaattorit voivat keskittyä prosessissa olennaisempiin asioihin, eikä heidän tarvitse soittaa niin useasti apua masuunin puolelta. Jos kuivausaineen vaihtoväliä saadaan pidennettyä, säästetään edelleen rahaa ja kompressorihuollon resursseja. Kuivausaineet yhteen kuivaimeen maksavat n. 13 000 euroa, joten säästö voi olla sitäkin kautta merkittävä.

Alla on selvitettyä kaikkien parametrien tehtävä kuivaimen ohjauksessa ja ehdotuksia parametrien muuttamiseen, jotta kuivaimien toiminta saataisiin tehokkaammaksi. Kuivaimien ohjausparametrit ovat:

- Elvytysilman lämpötila kammion jälkeen
- Elvytysilman lämpötila kuumentimen jälkeen
- Kastepisteen yläraja, milloin kammion vaihto tehdään
- Adsorptioaika
- Jäähdytysaika
- Huuhteluaika
- Maksimielvytysaika

**Elvytysilman lämpötilaa** mitataan elvytettävän kammion jälkeen piirillä TI100. Tällä hetkellä elvytysilman lämpötilan alaraja on 35 °C ja yläraja 80 °C. Lämpötilan nousun avulla havaitaan, milloin kuiva-aine on kuivunut riittävästi. Jos alarajaa lasketaan alaspäin, tarvittava jäähdytysaika pitenee. Jos sitä nostetaan, kuivausaine jää kuumemmaksi, mutta jäähdytysaika lyhenee. Ylärajan laskulla saataisiin kuivausaineen lämpötila pysymään elvytysjakson jälkeen matalampana, mutta tällöin siitä ei välttämättä ehdi haihtua kaikki kosteus pois. Jos kuumennin varaa lämpöä vielä pitkään kuumennusvaiheen jälkeen, voisi olla järkevää laskea ylärajaa alemmaksi, jotta kuumennusvaihe olisi hieman lyhyempi ja jäähdytykselle jäisi enemmän aikaa. Ylärajan nostaminen ei ole vaihtoehto, koska kuivaimen valmistaja on määritellyt korkeimmaksi lämpötilaksi 80 °C. Kompressorihuollon toiveena oli nostaa lämpötilan alarajaa 45–50 °C:seen, jotta kuivain ehtisi olla kauemmin lepotilassa paineistettuna ja jäähtyä siten.

**Kuumentimen lämpötilalla** tarkoitetaan kuumentimen jälkeisen ilman lämpötilaa. Lämpötilaa mitataan piirillä TI022. Lämpötilan ylärajaksi on nykyisin asetettu 180 °C ja alarajaksi 150 °C. Laitetoimittajan dokumentissa on määritelty kuumentimen jälkeisen ilman korkeimmaksi lämpötilaksi 200 °C, jotta kuivausaine ei kärsi. Jotta kuiva-aineen elpyminen olisi mahdollisimman tehokasta, elvytysilman paineen tulisi olla mahdollisimman matala ja lämpötilan mahdollisimman korkea. Toisaalta elvyttäminen liian kuumalla ilmalla voi aiheuttaa sen, että kuiva-aine ei ehdi jäähtyä ennen uutta kuivausvaihetta, eikä siten kuivausvaiheen alussa poista kosteutta riittävästi. Yksi vaihtoehto elvytyslämpötilan säädölle on se, että lämpötilaa pidettäisiin elvytysjakson alussa 200 °C:ssa puolen tunnin ajan, sitten 170 °C puoli tuntia ja elvytysjakson loppuajan 140 °C:ssa. Tällöin kosteus poistuisi kuumennusjakson alkuvaiheessa tehokkaasti, mutta kuivausaine ei olisi kuitenkaan liian kuumaa kuumennusvaiheen loputtua.

**Kastepisteen** alarajoina oli tällä hetkellä toisella kuivaimella –10 °C ja toisella –15 °C. Ylärajat olivat –5 °C:ssa. Alaraja on kammion vaihdon asetusarvo kastepisteohjauksella, eli kun ilman kosteus nousee ja kastepiste ylittää alarajan, suoritetaan kammion vaihto. Jos kastepiste pääsee nousemaan ylärajalle, an-

netaan hälytys. Kuivaimen toimittajan tekemässä dokumentissa sopivat arvot kastepisteen rajoiksi ovat  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Oma näkemykseni on se, että kastepisteen rajat tulisi asettaa laitetoimittajan suositusten mukaisiksi ja pyrkiä viritämään kuivaimen muut arvot siten, että kuivain toimii kyseisillä kastepistevea- timuksilla. Tällöin ilman kosteus pysyisi riittävän alhaisena.

**Adsorptioajalla** tarkoitetaan aikaa, jonka kammio vähintään pysyy kuivausvaiheessa. Aika on asetettu tällä hetkellä 6 tuntiin 31 minuuttiin. Kompressorihuollon mukaan aika on ollut toimiva tuollaisena. Adsorptioajan pidentämisessä on se riski, että kuivain ei enää adsorptiovaiheen lopussa kykene pitämään ilmaa riittävän kuivana. Toisaalta pidemmällä adsorptioajalla kuivaimen elvytyksessä oleva kammio ehtisi paremmin jäähtyä ennen uutta adsorptiovaihetta.

**Jäähdytysajalla** tarkoitetaan aikaa, joka käytetään elvytettävän kammion jäähdyttämiseen kuumentamattomalla ilmalla. Nykyisin jäähdytysaika on 1 h. Jäähdytysajan pidentäminen voisi olla järkevää tässä tapauksessa, koska epäillään, että kuivausaine jää elvytysvaiheen jälkeen liian kuumaksi.

**Huuhtelu-aika** on jäähdytysvaiheen jälkeinen aika, jolloin kuivausainetta huuhtellaan kuivatulla paineilmalla. Huuhtelu-aika on asetettu 30 minuuttiin. Vaihe lopetetaan myös silloin, jos kammion jälkeinen lämpötila laskee alle  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n. Huuhteluvaiheen pidentäminen voisi myös olla järkevää, jotta kuiva-aine saataisiin jäähtymään kunnolla. Huuhteluvaiheessa osa kuivatusta paineilmasta menee hukkaan, mutta paineilmajärjestelmässä on ylimääräistä kapasiteettia niin paljon, ettei hävikistä pitäisi olla haittaa. Jos kammion jälkeisen ilman jäähtymisnopeus jäähdytysvaiheessa on huuhteluvaiheessa nopeampaa, kuin jäähdytysvaiheessa, huuhtelu-aikaa kannattaa pidentää.

**Maksimielvytysajalla** tarkoitetaan aikaa, joka maksimissaan käytetään elvyttämiseen kuumennetulla puhallinilmalla. Elvytys lopetetaan normaalitilanteessa silloin, kun kammion jälkeinen lämpötila nousee yli asetetun rajan ( $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Nykyisin aika on asetettu 10 tuntiin. Elvytysajan ei pitäisi olla koskaan noin pitkä,

mutta jos on, kuumennusilman lämpötilan nostamista ainakin kuumennusjakson alkuvaiheessa kannattaa miettiä.

Ilmankuivaimien ohjaukset on asetettu aikaohjaukselle kompressorihuollon mukaan siksi, koska kastepisteohjausta käytettäessä on vaarana, että elvytettävä kammio ei koskaan saavuta haluttua kastepistettä. Tästä voidaan todeta, että kuivaimien tarkka toiminta ei ole edes kompressorihuollolla vielä tiedossa. Jos kastepisteen asetusarvot ovat kastepisteohjauksella oikein, kuivaimen ei tarvitsekaan vaihtaa kammiota niin kauan, kun kuivaimelta lähtevän ilman kastepiste on alle asetusarvon. Nyt kastepisteen asetusarvot olivat kuitenkin niin korkeat, että vaihtoa ei sen takia ole tapahtunut kastepisteohjausta käytettäessä.

Ilmankuivaimien ajastukset on tehty mekaanisilla ajastimilla, mutta ne poistetaan ja ajastukset toteutetaan automaatiojärjestelmässä ohjelmallisesti. Näin ohjaamosta päästään näkemään, missä vaiheessa ajastus on menossa, eikä ajastimien rikkoontumisen vaaraa enää ole. Samalla saadaan historiatietojen ja trendien piirron avulla seurattua kuivaimen toimintaa tarkasti. Ajastimien poistosta käytiin keskustelua kompressorihuollon kanssa, koska heillä olisi tarvetta saada trimmattua kuivaimien ohjausparametrit kuntoon. Parametrien muuttaminen on kuitenkin mahdollista valvomon näytöstä, joten asia ei ole ongelma.

## **5.2 Dokumenttien generoinnin ongelmat**

ALMAssa oleva generointimahdollisuus vaikuttaa todella kätevältä, sillä piirikaavion saa luotua nappia painamalla. Kuitenkin täytyy muistaa, että ennen nappipainallusta on tehtävä paljon erilaisia asioita. Myös generoinnin käyttömahdollisuuksia rajoittavia tekijöitä on useita. Generointiominaisuudesta löytyy myös kehitettävää.

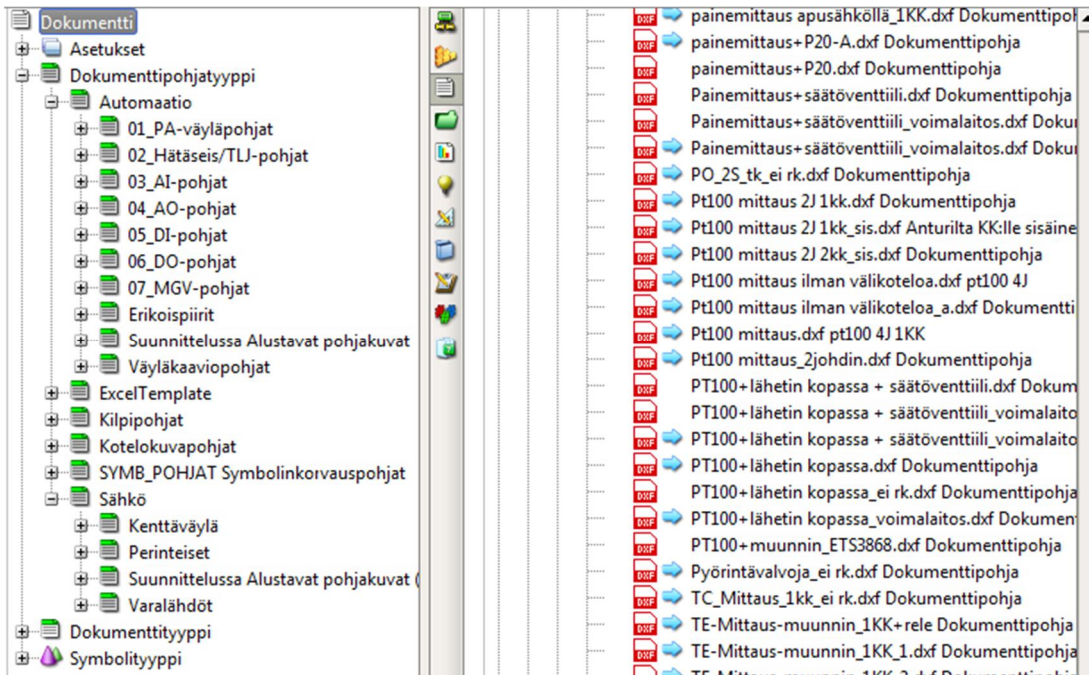
Yksi asia, johon tulisi kehittää toimivat käytännöt, on dokumenttipohjien määrän rajaaminen järkeväksi. Jos dokumenttipohjia tehdään niin paljon, että jokaiseen tilanteeseen löytyy suoraan sopiva dokumenttipohja, niitä täytyy olla todella paljon. Esimerkiksi lämpötilanmittaukseen käytettäviä dokumenttipohjia tulee olla useita kymmeniä, jotta eri tilanteisiin löydetään sopiva pohja. Ruukin ALMAssa

on tällä hetkellä nimen perusteella katsottuna PT100-mittauksille tarkoitettuja dokumenttipohjia yli 20 kpl, eikä määrä riitä tarvittaviin erilaisiin tilanteisiin. Piirikaavioissa olevia eroja, jotka lisäävät tarvittavien dokumenttipohjien määrää:

- erilaiset automaatiojärjestelmät ja niissä valikoima erilaisia kortteja
- kenttäkoteloiden määrä
- erot kenttälaitteissa
- piirissä olevat lisälaitteet, esim. paikallisnäytöt
- samassa piirissä esitettyä useampia mittauksia ja ohjauksia
- piirikaaviosta liityntöjä ja viittauksia toisiin piirikaavioihin.

Jonkin verran generointipohjien määrää tällä hetkellä lisää myös se, että kaikista generointipohjista ei ole tehty riittävän yleispäteviä, vaan niissä on liian yksityiskohtaista tietoa. Itse pohjassa ei saisi olla mitään ylimääräistä kiinteää tietoa, vaan tietoa tulisi hakea risuaitamuuttujien avulla ALMAan tehdystä dokumentoinnista mahdollisimman paljon. Tarvittaessa tarkentavia tietoja voitaisiin lisätä piirikaavioon generoinnin jälkeen.

Ruukki on tehnyt dokumenttipohjia jaottelemalla ne automaatio- ja sähköosastoihin. Automaatio-osaston alla olevat dokumenttipohjat on jaoteltu lisäksi 10 eri osastoon ja sähkö-osaston alla olevat neljään eri osastoon. Jo pelkästään automaatio-osaston alla on n. 700 kpl erilaisia dokumenttipohjia, jotka pyritty nimeämään käyttötarkoituksen mukaan. Kuvassa 19 on esitetty Ruukilla käytössä oleva dokumenttipohjatyypien jaottelu ja dokumenttipohjien nimeämiskäytäntö.



KUVA 19. Dokumenttipohjien jaottelu ja nimeäminen Ruukilla

Tarvittavien pohjakuvien määrän laskeminen on vaikeaa, koska tietyn tyyppisillä piireillä jokin aikaisemmin luetelluista tekijöistä pysyy samana ja toisen tyyppisillä piireillä jostain tekijästä täytyy olla valittavissa kaikki mahdolliset vaihtoehdot. Dokumenttipohjien määrää ei ole järkevää kasvattaa niin suureksi, että niitä voitaisiin suoraan käyttää jokaiseen eri tilanteeseen. Ruukilla periaatteena on, että pohjakuva lisätään ALMAan vain silloin, kun tarvitaan suuri määrä samantyyppisiä piirikaavioita ja arvioidaan, että dokumenttipohjalle voisi olla myöhemmin käyttöä.

Uusia dokumenttipohjia voi ottaa Ruukilla käyttöön vain ALMAN pääkäyttäjä. Dokumenttipohjien käyttö helpottuisi, jos generointia suorittava henkilö voisi etsiä lähelle sopivan dokumenttipohjan, tehdä siihen tarvittavat muutokset, viedä ALMAan, luoda tarvittavat piirikaaviot ja poistaa dokumenttipohja. Näin dokumenttipohjia ei tarvitsisi olla ALMAssa niin suurta määrää. Vapaissa käyttöoikeuksissa olisi kuitenkin suuri riski dokumenttipohjakirjastojen sekavuuteen ja erilaisiin vahinkoihin.

Erilaisten dokumenttipohjien tarvetta saataisiin myös vähennettyä käyttämällä symbolikorvausta. Symbolikorvausta käytetään siten, että dokumenttipohjasta jätetään erillisellä symbolilla korvattava kohta tyhjäksi ja tuodaan symboli erillisestä dxf-tiedostosta. Symboli on piirrettynä oikeassa mittakaavassa ja se kohdistetaan dokumenttipohjaan kohdistuspisteiden (placeholder) avulla. Symbolikorvauksen ideana on, että laitteille olisi tuotteistusvaiheessa lisätty symboli, jolloin symbolia ei tarvitsisi joka kerta erikseen piirtää. Symbolikorvausta käytettäessä voitaisiin jättää dokumenttipohjasta pois ainakin automaatiojärjestelmän liityntäkortti ja kenttälaite, jolloin erilaisten dokumenttipohjien määrä pienenesi selvästi.

Joka tapauksessa dokumenttipohjia tarvitaan niin paljon, että niille olisi järkevää kehittää jonkinlainen sujuvasti toimiva arkistointimenetelmä. Pohjakuvien etsintää helpottaisi jo se, että nykyisiin valikoihin lisättäisiin muutamia alavalikoita, esim. lämpötilamittaukset ja painemittaukset. Lämpötilamittaukset-valikon alla olevat pohjat voitaisiin tarvittaessa vielä jaotella erityyppisten mittausten kesken. Dokumenttipohjien nimeämiseenkin kannattaisi miettiä jokin ohjeistus. Nimeäminen voitaisiin tehdä esimerkiksi numerosarjalla, joista jokainen numero tarkoittaa pohjakuvan rakenteeseen liittyviä asioita. Esimerkkinä numerosarja 112321, voisi tarkoittaa esimerkiksi seuraavia asioita:

- 1 = metson automaatiojärjestelmä
- 1 = korttityyppi analogiatulo
- 2 = kaksi kenttäkoteloa kentän ja järjestelmän välillä
- 3 = piirin tyyppi lämpötilanmittaus
- 2 = osa: anturi PT100
- 1 = ei lisälaitteita.

Tämäntyyppistä numerosarjaa käytettäessä ohjeistus sarjan luontia ja lukua varten tulisi olla helposti saatavilla. Tarvittaessa pohjakuvista voisi tehdä vielä eri versioita, esim. 12321a ja 12321b, koska todennäköisesti piirikaavioissa on aina myös sellaista sisältöä, joille ei ole varattu lukua ohjeistuksessa. Toinen vaihtoehto dokumenttipohjien arkistointiin olisi sovellus, joka kyselee tarvittavat

asiat ja ehdottaa sopivia pohjakuvia. Tällaiseen uhrautuisi hieman enemmän aikaa ja rahaa, mutta hyvin tehtynä sen käytettävyys olisi parempi kuin aikaisemmin ehdotetulla numerosarjamenetelmällä. Toisaalta numerosarjamenetelmää käytettäessä on riski, että numerosarjoihin tulee kirjoitusvirheitä, jolloin tehdyt dokumenttipohjat tallentuvat hakemistoihin, mutta jäävät käyttämättä. Pitkällä aikavälillä kirjoitusvirheiden kautta syntyneitä virheellisesti nimettyjä dokumenttipohjia saattaisi olla riesaksi asti.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tarkka toimintakuvaus ilmankuivaimien toiminnasta ja suunnitella ilmankuivaimien prosessiliitynnät uuteen automaatiojärjestelmään. Tavoitteena oli myös saada selkeä kuva rikinpoistolaitoksen automaatiojärjestelmän rakenteesta. Tavoitteet toteutuivat hyvin, koska työssä saatiin tavoitteiden lisäksi etsittyä ratkaisuja ilmankuivaimien toiminnan kehittämiseen ja ALMAN generointiominaisuuden kehittämiseen. Opinnäytetyön vaiheissa syntyi useita dokumentteja, joista on hyötyä eri osapuolille:

- ilmankuivaimien toiminta tekstimuodossa (liite 8)
- ilmankuivaimien toiminta vuokaaviona (liite 9)
- piirikohtaiset toimintakuvaukset (liite 10)
- kuivaimien S5 logiikan ohjelmaan kommentit
- prosessiliitynnät ALMAssa
- piirikaaviot ja layout-päivitykset (liitteet 11 ja 12)
- piirikaavioiden generoinnissa olevien ongelmien selvittely ja ehdotukset niiden korjaamiseksi
- ilmankuivaimien ohjausparametrien vaikutukset kuivaimien toimintaan ja ehdotukset toiminnan parantamiseksi.

Ilmankuivaimien toimintaselostuksista on hyötyä sekä automaatiojärjestelmän toimittajalle Metsolle että ilmankuivaimien kanssa tekemisissä oleville henkilöille. Metso hyötyi myös kuivaimien kommentoidusta ohjelmasta, sillä he pystyivät sen avulla käymään ohjelmasta itse tarvittavia asioita läpi. Prosessiliityntöjen suunnittelu ja piirikaavioiden teko olisi ollut ALTE:n tehtävä, joten niiden osalta heidän työmääränsä väheni. Piirikaavioiden generoinnin ongelmien ja kehityskohteiden pohtiminen on hyödyksi sekä ALTElle että Ruukille. Ilmankuivaimen eri ohjausparametrien vaikutus kuivaimien toimintaan helpottaa huomattavasti edessä olevaa kuivaimien toiminnan kehittämistä ja ohjausparametrien viritystä. Tietojen ansiosta uusien henkilöiden ei tarvitse itse selvittää kuivaimien toiminta-

taa oman tutkimustyön kautta, vaan opinnäytetyö tarjoaa riittävät tiedot ilman-  
kuivaimien parametrien säätöön.

## LÄHTEET

1. Ruukin esittelymateriaali, Rautaruukki Oyj. 2010. Saatavissa: Raahen terästehtaan sisäinen verkko.
2. Alte Group –konsernin esittely. Saatavissa: <http://www.alte.fi/fi/alte-group/konserni.html>. Hakupäivä: 17.12.2012.
3. Raakaraudan rikinpoistolaitoksen toiminnankuvaus. 2012. Rautaruukki Oyj. Sisäinen dokumentti.
4. Paineilmakuivaimien tekninen erittely. Rautaruukki Oyj. Sisäinen dokumentti.
5. Siemens Simatic S5 -esittely. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic/s5.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s5.htm). Hakupäivä 17.12.2012.
6. Siemens. 1997. Automaatiokoulutus Siemens Upgrade S5-S7. Koulutusmateriaali.
7. Siemens. 1997. Siemens S5/PC/PI505 Automation systems, Catalog ST50.
8. Siemens Industry Online Support. 2008. Step 7 Micro/Win – Working with projects - creating and editing projects. Saatavissa: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/23486117?func=ll&objId=23486117&objAction=csView&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=content>. Hakupäivä 17.12.2012.

9. Automaatiotekniikka 1. 2006. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: [http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1\\_s2006u.htm](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm). Hakupäivä 18.2.2013.
10. Ylikunnari, J. 2003. Oppimateriaali v.1.0.0 kurssiin automaatiojärjestelmät. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.tekniikka.oamk.fi/~timohei/TL603Z/aineisto/automaatiojarjestelmat.pdf>. Hakupäivä 18.2.2013.
11. Rautaruukki Oyj. 1998. Raakaraudan Rikinpoistolaitos. Alcont-järjestelmävyöly. Sisäinen dokumentti.
12. Alcont 1-automaatiojärjestelmä, 1987. Esite. Altim Control Oy.
13. Automaatiosuunnittelun prosessimalli, 2007. Suomen Automaatioseura ry. Saatavissa: <http://www.automaatioseura.com/automaatioseura/tiedostot/viewcategory/17>. Hakupäivä 20.2.2013.
14. VTT vuosiseminaari. 2005. Kunnossapito ja prognostiikka. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2005/S239.pdf>. Hakupäivä 20.2.2013.
15. Myllylahti, S. 2013. Muistiinpanot Alma-kurssilta, 5.11.2012.
16. Tarjous rikinpoistolaitoksen automaatiojärjestelmästä. 18.1.2013. Laati Metso, tilaaja Rautaruukki Oyj.
17. Pottala, J. 2013. Automaatioinsinööri, Ruukki Metals Oy, Masuuni. Esitelmä uudesta automaatiojärjestelmästä, J.Pottalan toimisto, 20.3.2013.

18. Wikipedia. 2008. Relative Humidity. Saatavissa:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Relative\\_Humidity.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Relative_Humidity.png). Hakupäivä  
8.3.2012.

## **LIITTEET**

Liite 1 Rautaruukin Raahen tehtaan prosessikaavio

Liite 2 Raudanvalmistuksen prosessikaavio

Liite 3 Raakaraudan rikinpoistokaavio

Liite 4 Rikinpoistolaitoksen paineilmatuotannon PI-kaavio

Liite 5 Paineilmankuivaimien PI-kaavio

Liite 6 Logiikan I/O-luettelo

Liite 7 Uuden automaatiojärjestelmän järjestelmäkaavio

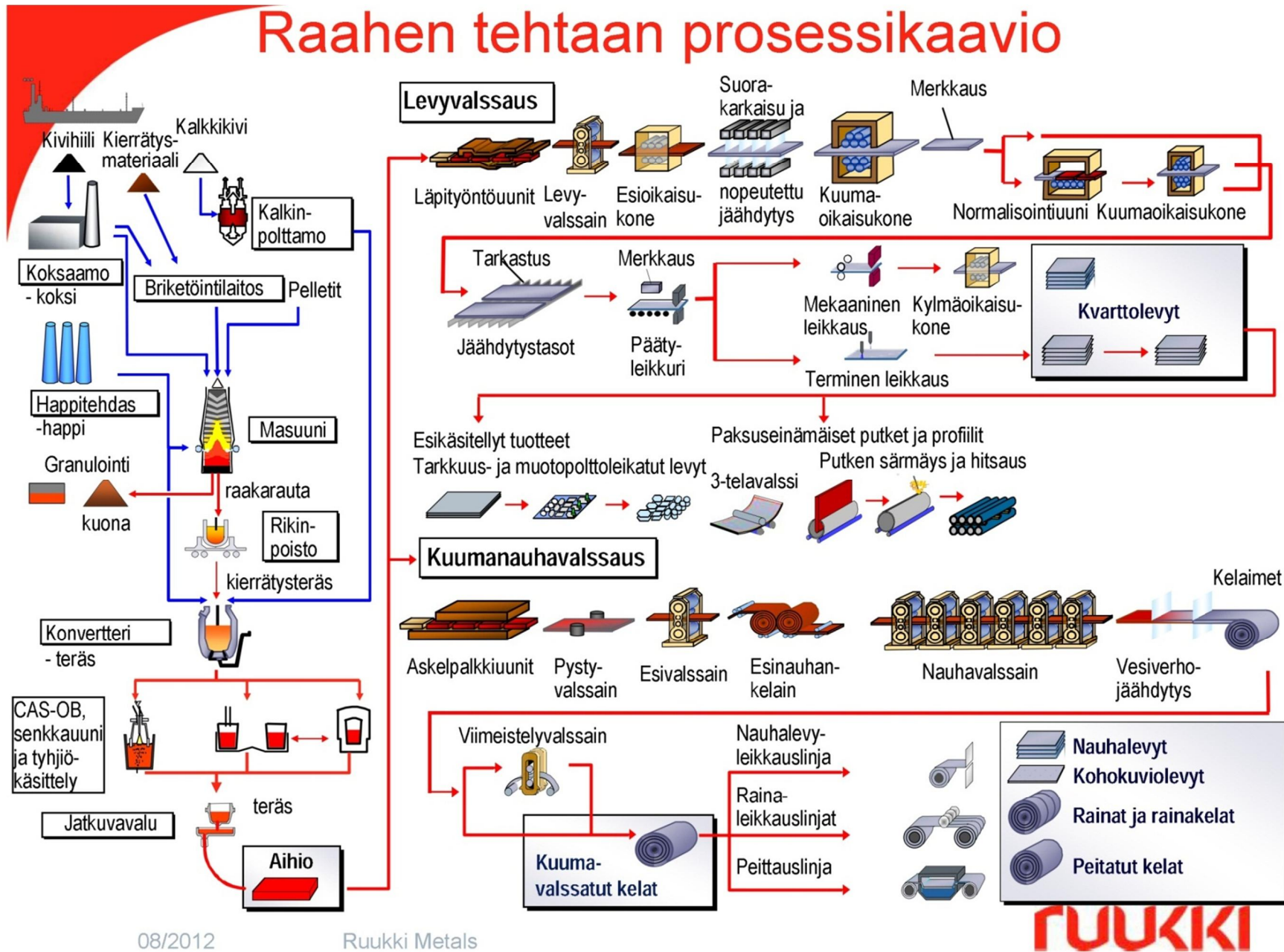
Liite 8 Ilmankuivaimen toiminta tekstimuodossa

Liite 9 Ilmankuivaimen toiminta kaaviona

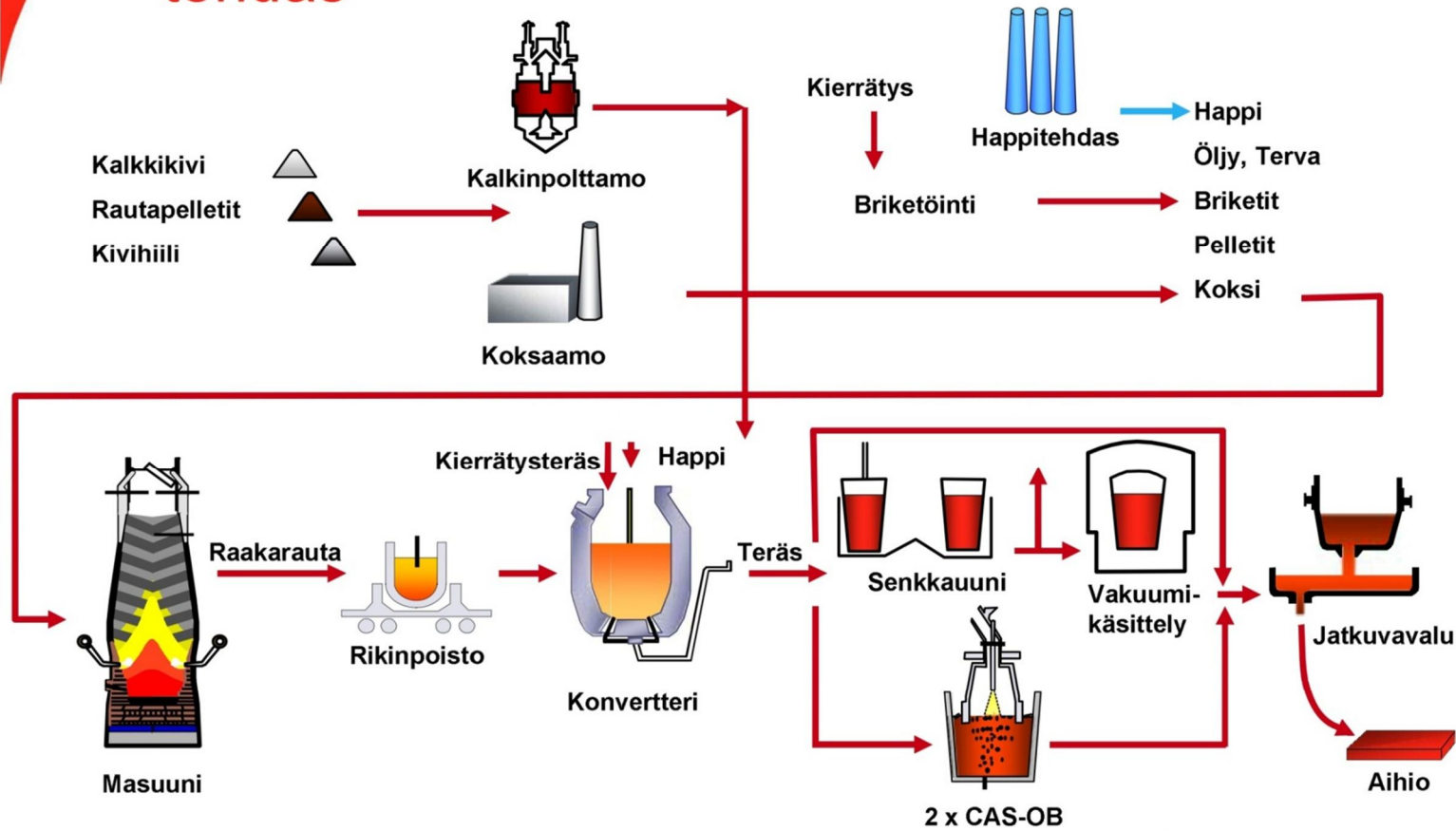
Liite 10 Piirikohtainen toimintakuvaus

Liite 11 Piirin FOS050 piirikaavio

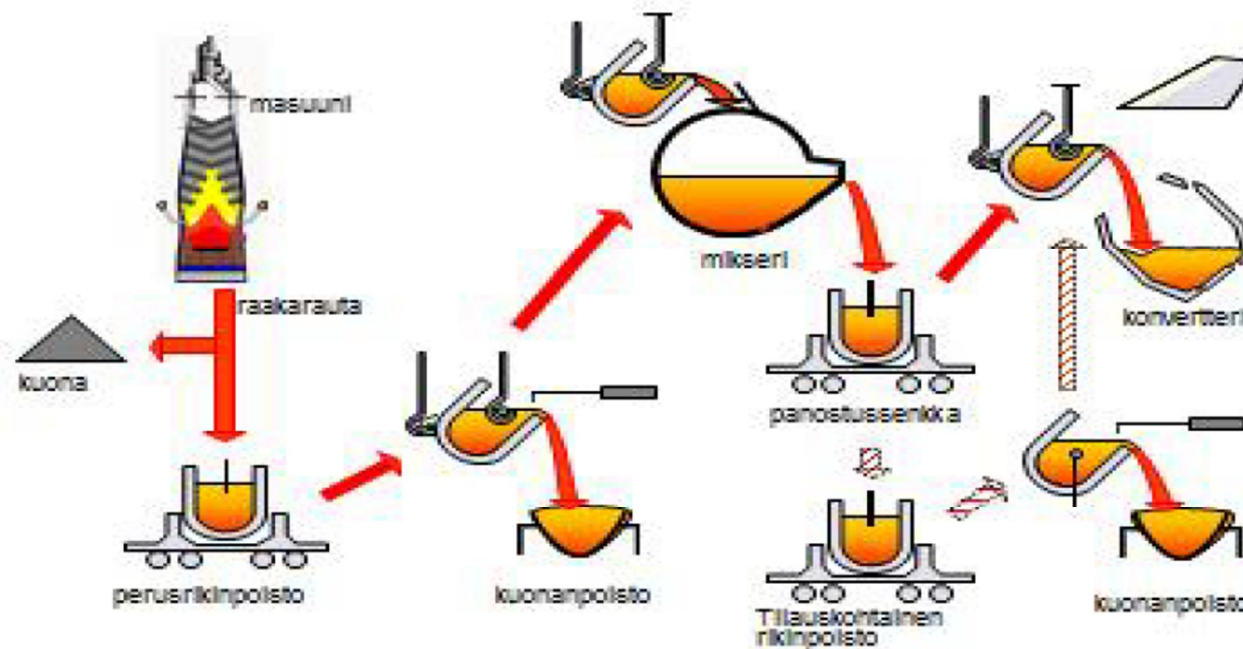
Liite 12 Kuivaimen ohjauskotelon sijoituspiirustus

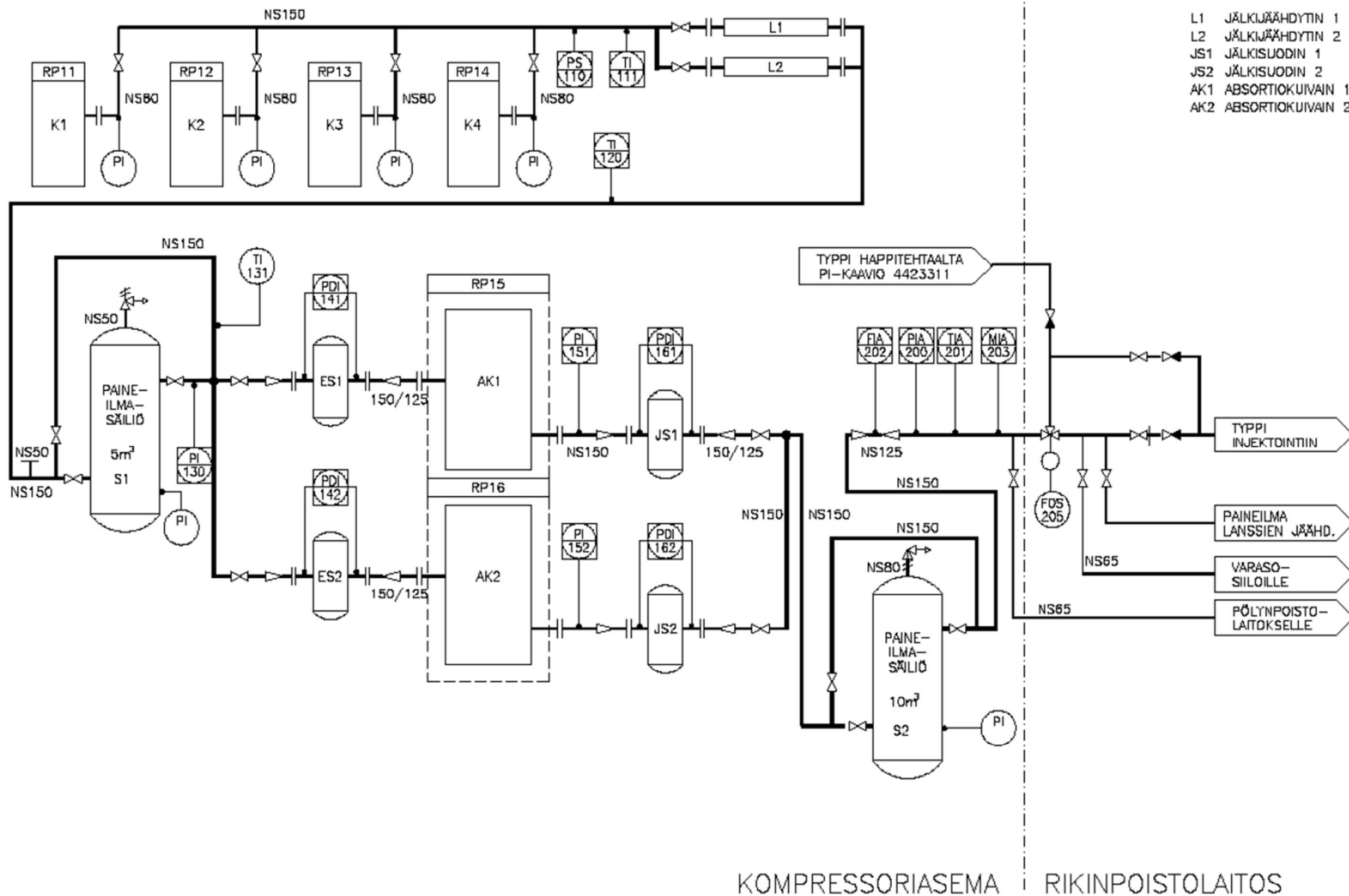


# Raudan- ja teräksenvalmistus – Raahen tehdas

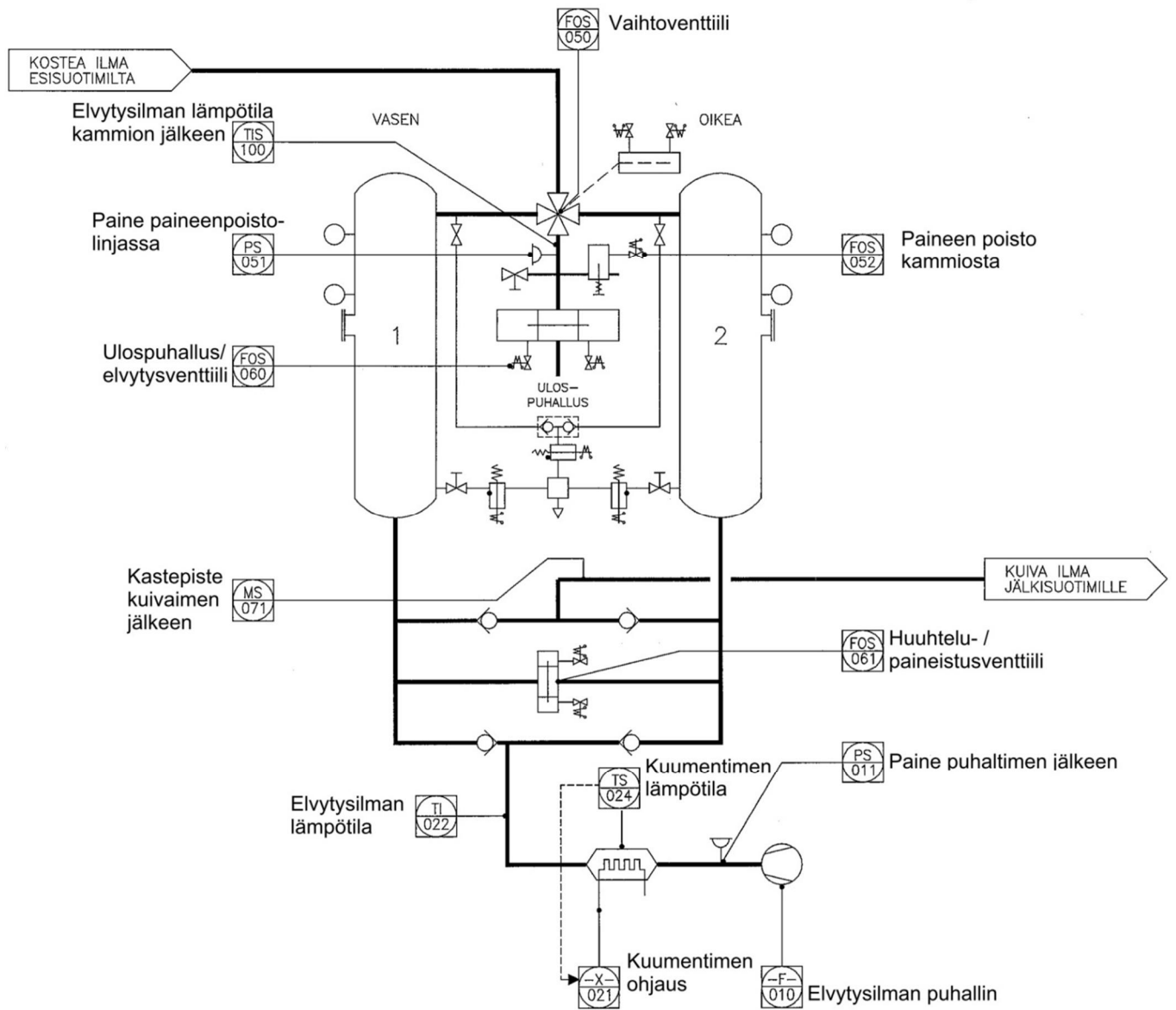


## Raakaraudan rikinpoistokaavio





- L1 JÄLKIJÄÄHDYTYN 1
- L2 JÄLKIJÄÄHDYTYN 2
- JS1 JÄLKISUODIN 1
- JS2 JÄLKISUODIN 2
- AK1 ABSORTIOKUIVAIN 1
- AK2 ABSORTIOKUIVAIN 2



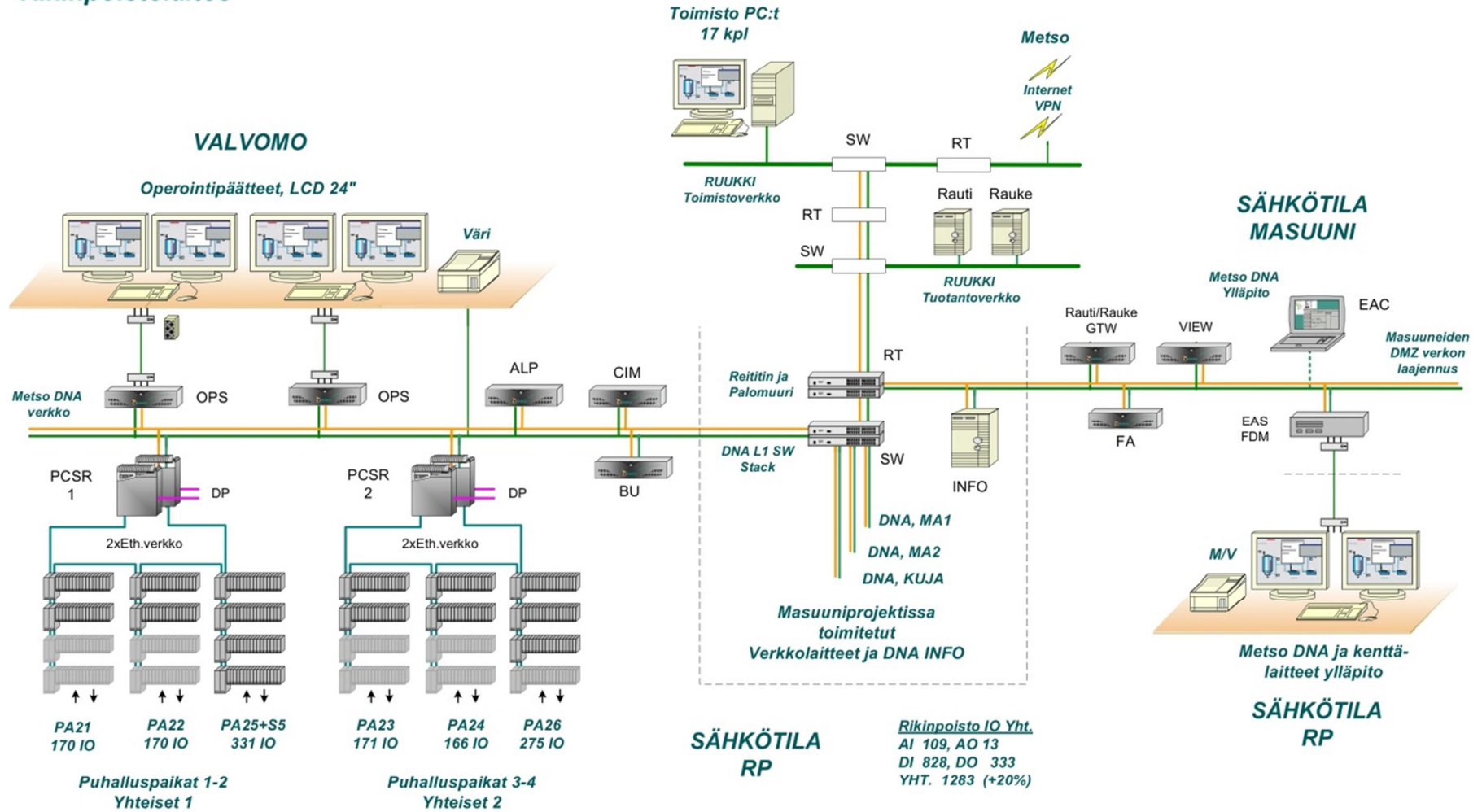
**RIKINPOISTOLAITOS, ILMANKUIVAIMET**  
**S5- LOGIIKOIDEN NYKYINEN OHJELMA**  
**I/O:t, muistipaikat, ajastimet, laskurit**

Tulot E		Lähdöt A		Merkkerit		Ajat		Laskurit			
0.0	S000	Elvytyspaine PS051	3.0	K030	Puhallin 1M1 päälle	1.0	1, kun MW10 = 0	T0	Vaihdon väli aika 60s	Z 2	Adsorption max aika (200)
0.1	S001	Puhaltimen paine PS011	3.1	K031	Kuumennin 2R1 päälle			T1	Paineenpoisto aika (10min)		
0.2	S002	VK kuivaa raja LMS1	3.2	K032	VK kuivaa ohjaus Sol A	4.0	Tilanvaihto 5s välein	T3	Elvytyslämpö ollut ylärajalla 30s		
0.3	S003	OK kuivaa raja LMS2	3.3	K033	OK kuivaa ohjaus Sol B	4.1	Pulssi tunnin välein	T4	Elvytyslämpö ei alarajalla 30s		
0.4	S004	Elvytysventtiili aukiraja LMS3	3.4	K034	Paineenpoistventtiili kiinniohjaus Sol C	4.3	Adsorption max. aika kesken	T5	Huuhteluaika 30min		
			3.5	K035	Elvytysventtiilin kiinniohjaus Sol D			T6	Paineistus aika (10min)		
1.0		Kastepiste yläraja	3.6	K036	Elvytysventtiilin aukiohjaus Sol E	5.1	Paineenpoisto häiriö	T7	Kastepiste ollut alarajalla 60s		
1.1		Kastepiste alaraja	3.7	K037	Paineistusventtiilin aukiohjaus Sol F	5.2	Kuittauspulssi	T8	Elvytysventtiili häiriö 60s		
1.2		Kuumennin yläraja				5.3	Kuittauspainikkeen tila	T9	M4.0 asetus 5s viiveellä		
1.3		Kuumennin alaraja	4.0	K040	Paineistusventtiilin kiinniohjaus, Sol G			T10	M4.0 resetointi 5s viiveellä		
1.4		Elvytyslämpö yläraja	4.1	K041	Adsorptio aika käynti	6.3	Paineistuksen häiriö	T11	Laskurin ajastin 1h		
1.5		Elvytyslämpö alaraja	4.2	K041/R	Adsorptio aika reset	6.4	Yliämpö häiriö	T12	Puhallin paine (PS2) ei nouse 60s		
1.6		Kuumentimen yliämpö	4.3	K043	Elvytys aika	6.6	Vaihtventtiilihäiriö				
1.7	1F4	Puhaltimen ylivirtasuojat	4.4	K044	Jäähdytys aika	6.7	Elvytysventtiili ei ole auennus 60s				
			4.5	H045	Kuumennin häiriö						
2.0	S020	Kastepiste(0)/aikaohjaus(1)	4.6	H046	Kastepistehälytys	7.0	Huoltokäyttö pulssi				
2.1	S021	Häiriön kuittauspainike	4.7	H047	Venttiili häiriö	7.1	Huoltokäyttö pulssin derivointi				
2.2	S022	Huoltoajopainike				7.2	Paineenpoisto ajan ohitus pulssi				
2.3	K041	Adsorptio aika kulunut	5.0	K050	VK kuivaa	7.3	Elvytyslämmön ohitus pulssi				
2.4	K043	Max elvytys aika kulunut	5.1	K051	OK kuivaa	7.4	Jäähdytys ajan ohitus pulssi				
2.5	K044	Jäähdytys aika kulunut	5.2	K052	Puhallin päällä	7.5	Adsorptio ajan ohitus pulssi				
			5.3	K053	Kuumennin päällä	7.6	Paineistus ajan ohitus pulssi				
			5.4	K054	Elvytysventtiili auki	7.7	Kammion vaihtopulssi				
			5.5	K055	Paineistus/Huuht.venttiili auki						
			5.6	K056	Koottu hälytys	10.0	Vaihtolupa vasen (ehdotus)				
			5.7	K057	Kastepistehälytys	10.1	Vaihto vasen (komento)				
						10.2	Syöttö auki oikea				
						10.3	Syöttö kiinni vasen				
						10.4	Paineen poisto vasen				
						10.5	Elvytys päälle vasen				
						10.6	Puhallin päälle vasen				
						11.0	Vaihtolupa oikea (ehdotus)				
						11.1	Vaihto oikea (komento)				
						11.2	Syöttö auki vasen				
						11.3	Syöttö kiinni oikea				
						11.4	Paineen poisto oikea				
						11.5	Elvytys päälle oikea				
						11.6	Puhallin päälle oikea				

**Ruukki Metals Oy, Raahе**

**Metso DNA**

**Rikinpoistolaitos**



11.3.2013 K.Sivula

**RIKINPOISTOLAITOS, ILMANKUIVAIMET****Toiminnan kuvaus**

Alkutilanne: Oikea kammio kuivaa, vasen kammio on valmiiksi paineistettuna ja valmiina vaihtoon. Vaihtoventtiili (FOS050) on ohjattu siten, että kostea ilma virtaa vasempaan kammioon. Vaihtoa ei ole kuitenkaan vielä tapahtunut. Mikään häiriö ei ole päällä.

Vaihtoventtiilillä on rajat molemmissa asennoissaan, joiden avulla vaihdon tapahtumista voidaan valvoa. Kun vaihtoventtiili on muuttanut asentoaan, kostea ilma virtaa vasempaan kammioon, kuivaa siellä ja ohjautuu paineilmaverkostoon. Jos vaihtoventtiili ei muuta asentoaan 60 s aikana, annetaan vaihtoventtiilihäiriö (venttiilihäiriö Alcontissa). Oikeassa kammiossa alkaa elvytysvaihe.

Elvytysvaiheen aluksi kammioista poistetaan paine paineenpoistoventtiilin (FOS052) kautta. Paineenpoistoventtiilillä ei ole rajoja. Kuitenkin paineenpoistoa seurataan siten, että jos paine ei laske alle elvytyksen painekeytkimen PS051 kytkentäpisteen kymmenen minuutin aikana, annetaan paineenpoistohäiriö. Häiriö on viety Alcontiin venttiilihäiriönä. Paineenpoistoventtiiliä pidetään auki 10 min, vaikka paine laskisi riittävän alas jo aikaisemmin. Paineenpoistovaihe voidaan ohittaa huoltokäyttöpainiketta painamalla.

Kun paineenpoisto on tehty tai ohitettu, elvytysventtiili (FOS060) ohjataan auki. Samalla paineenpoistoventtiili ohjataan kiinni (ja paineistusventtiilin (FOS061) kiinniohjaus päästää). Jos elvytysventtiili ei avaudu 60s aikana, annetaan elvytysventtiilihäiriö (venttiilihäiriö).

Kun elvytysventtiili on auki(aukiraja=1), puhallin (-F-010-1M1) käynnistyy. Puhallinpaine lähtee nousemaan, ja sen tullessa painekeytkimen PS2(PS011) kytkentärajalle, myös kuumennin (TICA022-2R1) käynnistyy. Jos paine ei nouse riittävästi, annetaan paineistushäiriö (venttiilihäiriö) (ja kuumenninhäiriö 5 s pulsseina). Kuumennin ohjataan tehdään siten, että lämpötilan (TICA022-TE003) ollessa alarajalla kuumennin käynnistyy ja tullessa ylärajalle kuumennin sammuu. Raja-arvot ovat aseteltuina paikallisnäyttöihin ja muodostettuina ohjelmallisesti alcontissa hälytyksiä varten.

Kuumennin lämpötilaa (TS024-B13) seurataan seuraavasti: jos lämpötila nousee yli lämpötilasäätimellä TS024-A13 asetetun arvon yli, annetaan hälytys ja kuumenninhäiriövalo palaa. Myös puhallinmoottorin toimintaa valvotaan. Jos lämpörele laukeaa, annetaan puhallinhäiriö.

Kun elvytysilman lämpötila (TI100-TE003) elvytettävän kammion jälkeen nousee yli paikallisnäytölle asetetun arvon tai asetettu elvytyksen maksimiaika (10 h) on kulunut, kuumennus päättyy. Puhallin jatkaa vielä toimintaansa asetetun ajan(1 h). Aika voidaan ohittaa huoltokäyttöpainiketta painamalla.

11.3.2013 K.Sivula

Kun aika on kulunut, paineistusventtiili aukeaa. Kuumennettua kuivausainetta huuhdellaan kuivatulla paineilmalla asetetun ajan (30 min) ja niin kauan, että elvytysilman asetettu lämpötila (TIS100) alitetaan tai adsorptioaika (6 h 31 min) on kulunut. Huuhtelun jälkeen kammio paineistetaan; elvytysventtiili sulkeutuu ja paineistusventtiili pysyy auki, jolloin paine kammiossa nousee. Jos paine ei nouse PS051 kytkentäräjälle 10 min kuluessa, annetaan paineistushäiriö (venttiilihäiriö). Huoltokäyttöpainikkeella voidaan ohittaa myös paineistusvaihe. Kammio pidetään paineistettuna (paineistusventtiili auki) niin kauan, että vaihto tapahtuu.

Aikaohjauksella vaihto tehdään, kun adsorptioaika on kulunut ja kastepisteohjauksella sitten kun adsorptioaika on kulunut ja kastepiste on noussut asetusarvon yläpuolelle tai edellisestä vaihdosta on kulunut yli 200 h. Vaihdon jälkeen kuivain käy samat vaiheet läpi, eli oikea kuivaa ja vasen kammio elvytetään eri vaiheissa.

RIKINPOISTON ILMANKUIVAIMIEN TOIMINTA VUOKAAVIONA

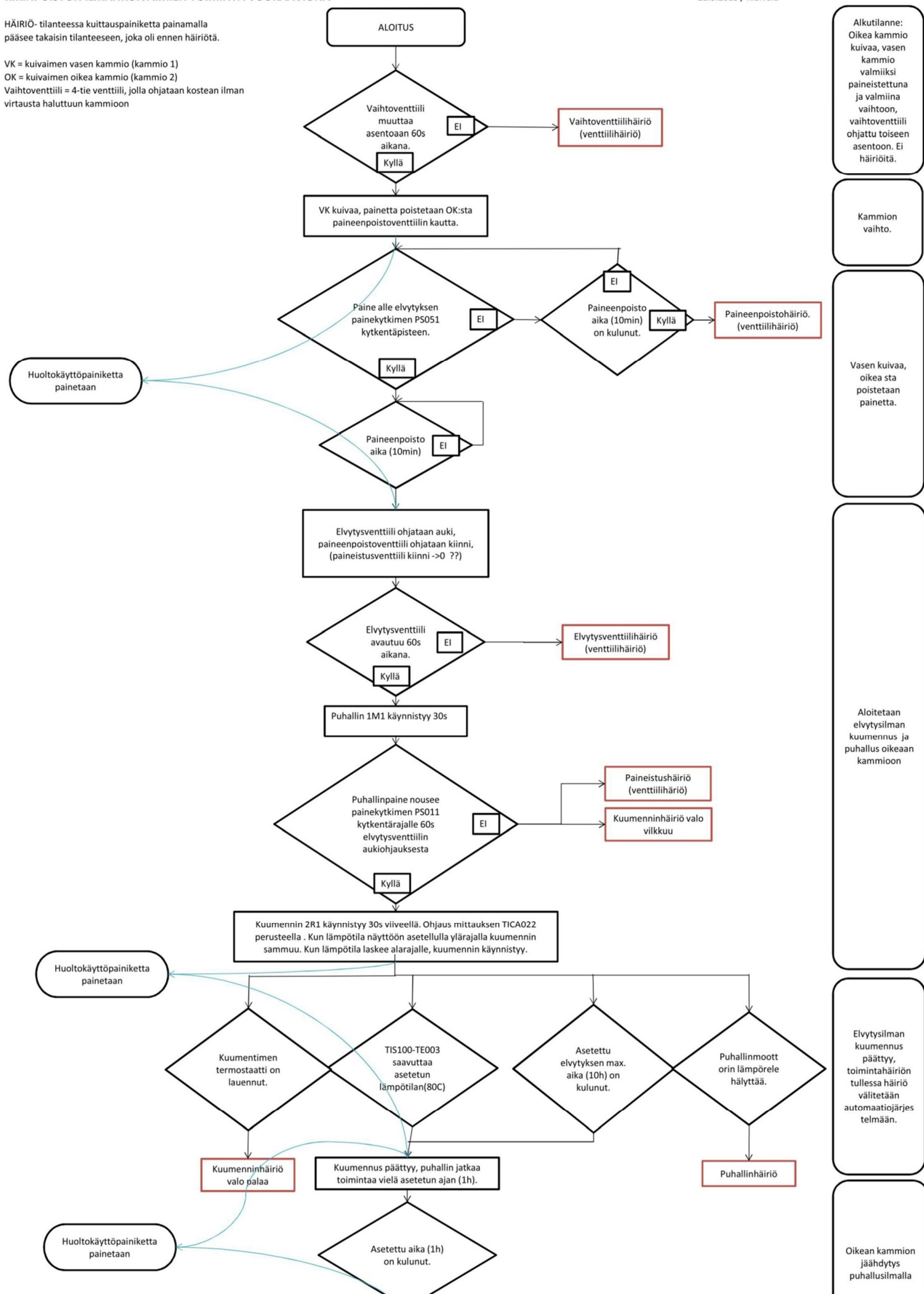
11.3.2013 / K.Sivula

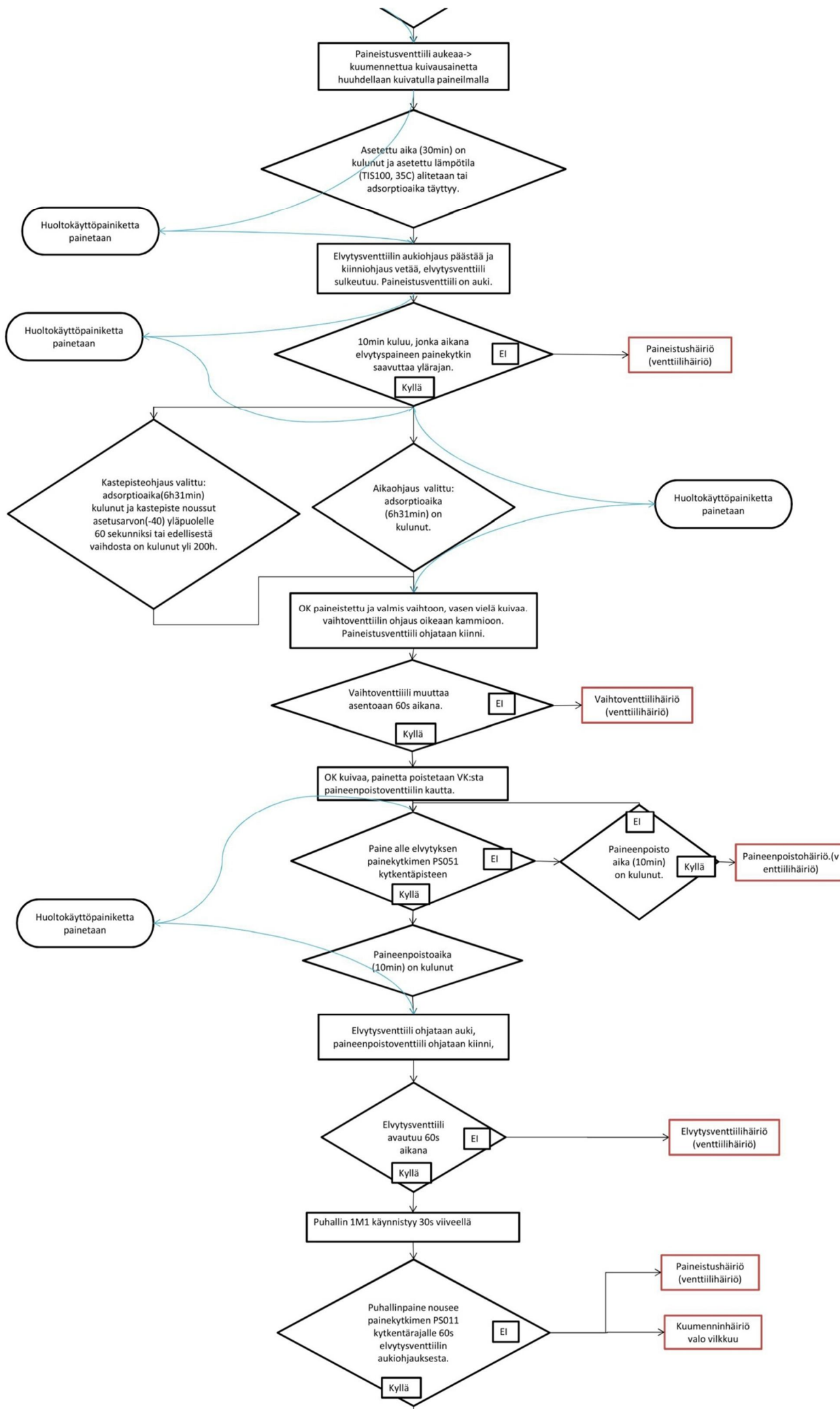
HÄIRIÖ- tilanteessa kuitauspainiketta painamalla pääsee takaisin tilanteeseen, joka oli ennen häiriötä.

VK = kuivaimen vasen kammio (kammio 1)

OK = kuivaimen oikea kammio (kammio 2)

Vaihtoventtiili = 4-tie venttiili, jolla ohjataan kostean ilman virtausta haluttuun kammioon





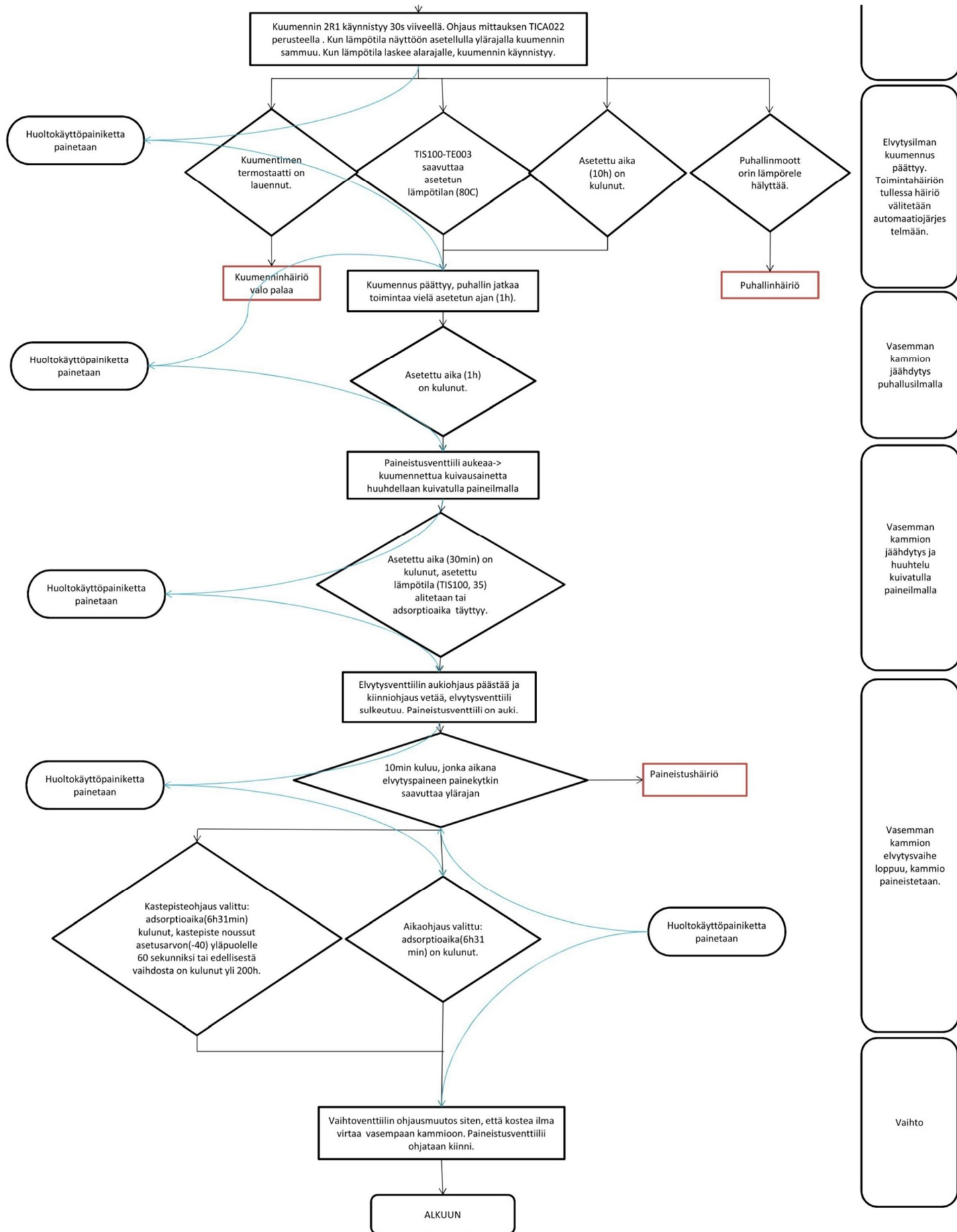
Oikean kammion jäähdytys ja huuhtelu kuivatulla paineilmalla

Oikean kammion elvytysvaihe loppuu ja se paineistetaan. Vasen kammio kuivaa.

Vaihto

Oikea kammio kuivaa, vasemmasta poistetaan painetta.

Aloitetaan elvytysilman puhallus vasempaan kammioon. Elvytyspaineen noustessa elvytysilman kuumennus käynnistyy.



Elvytysilman kuumennus päättyy. Toimintahäiriön tullessa häiriö välitetään automaatiojärjestelmään.

Vasemman kammion jäädytys puhallusilmalla

Vasemman kammion jäädytys ja huuhtelu kuivatulla paineilmalla

Vasemman kammion elvytysvaihe loppuu, kammio paineistetaan.

Vaihto

**RP15MI071****Rikinpoistolaitos, kompressoriaseman ilmankuivain 1****Kosteus kuivaimen jälkeen**

Mittaus

**Käyttö:**

Piirillä mitataan ilmankuivaimen jälkeisen ilman kosteutta. Piiriin kuuluu analogiatulo kastepistemittaukselle, binäärilähtö merkkivalolle ja binääritulo kastepiste/aikaohjausvalintakytkimelle.

**Toiminta:**

Mitattu kastepiste näytetään paikallinäytöllä +RP.R0021-A10(kovo). Kun kastepiste on yli ylärajan (-15 °C) tehdään kammion vaihto jos muut ehdot sallivat ja kuivain on kastepisteohjauksella. Jos kastepiste nousee yläylärajalta, annetaan kastepistehälytys. Mittausalue: -90 °C...+10 °C

E1.0 yläraja (logiikan kautta järjestelmän kastepistehälytykseksi)

E1.1 alaraja

A4.6 (merkkivalo H46) kastepistehälytys

**Tulevat lukitukset:**

-

**Lähtevät lukitukset:**

-

**Hälytykset:**

Kastepistehälytys: Annetaan, kun kastepiste ylittää määritellyn yläylärajan (-5 °C). Hälytys on kuitattava kuitauspainikkeella.

**Muut tiedot:**

Instrumenttipositio: =RP.15.MI071

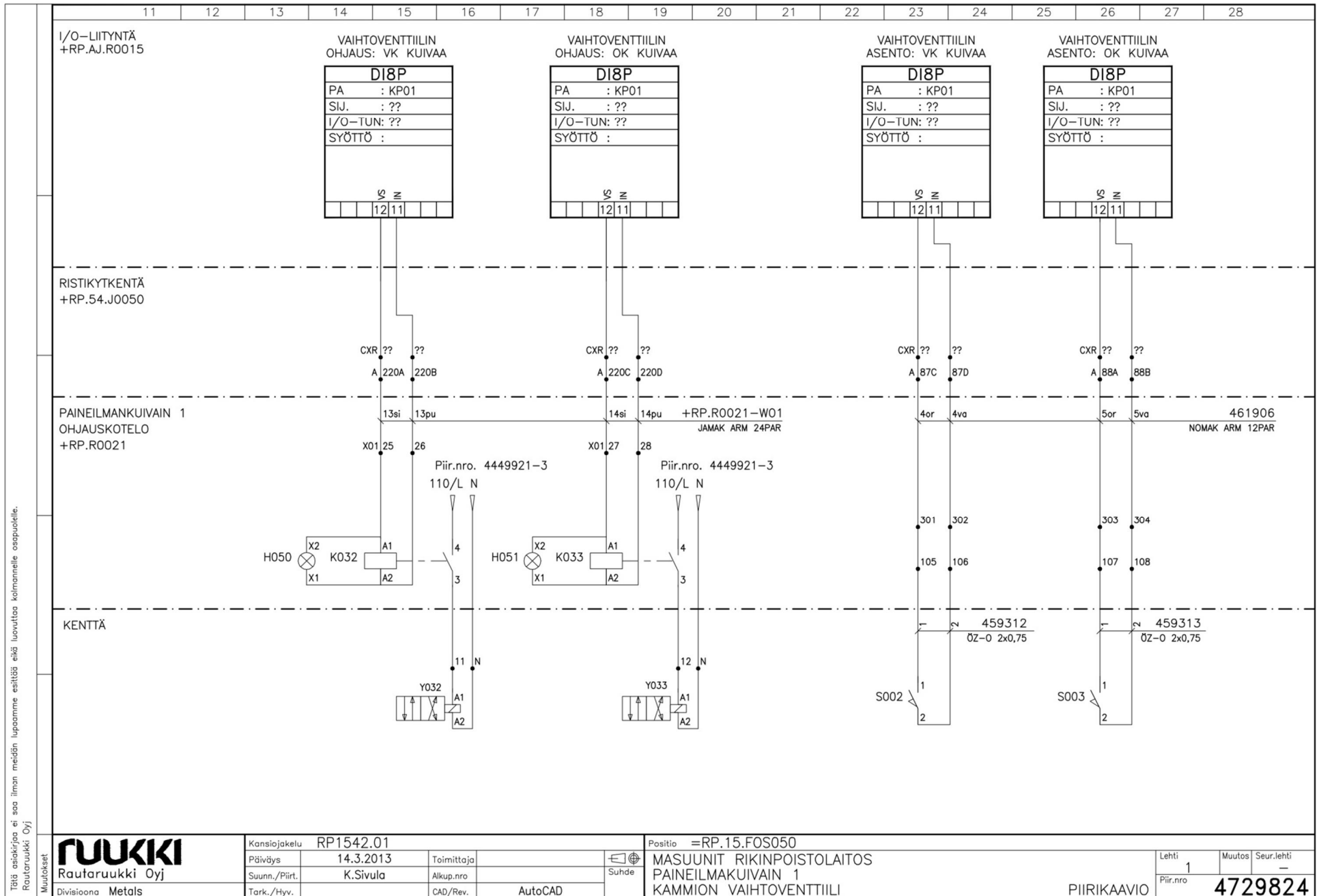
Piirikaavionumero: 4449881

Kansiojaku: RP1542.01

Prosessiasema: PA25

**Kytkenät muihin järjestelmiin:**

-



Tämä asiakirja ei saa ilman meidän lupamme esittää eikä luovuttaa kolmannelle osapuolelle.  
Rautaruukki Oy  
Muutokset:

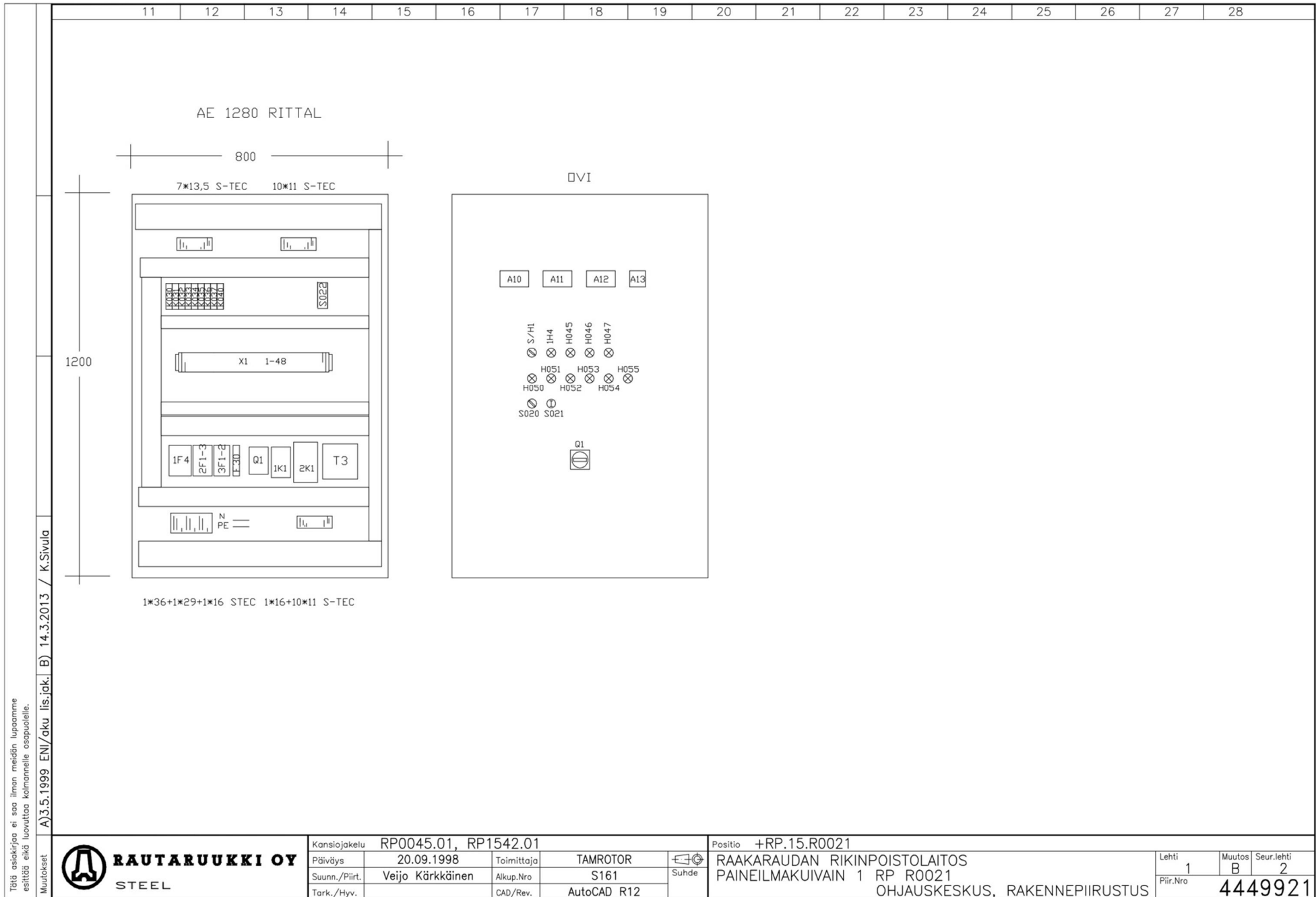


Kansiojaku	RP1542.01	Toimittaja	
Päiväys	14.3.2013	Alkup.nro	
Suunn./Piirt.	K.Sivula	CAD/Rev.	AutoCAD
Tark./Hyv.			

Positio	=RP.15.FOS050
MASUUNIT RIKINPOISTOLAITOS	
PAINELMAKUIVAIN 1	
KAMMION VAIHTOVENTTIILI	

Lehti	1	Muutos		Seur.lehti	-
Piir.nro	4729824				

PIIRIKAAVIO



Tämä asiakirja ei saa ilman meidän lupoaamme esittää eikä luovuttaa kolmannelle osapuolelle.  
Muutokset:

A) 3.5.1999 ENI/aku lis.iok. B) 14.3.2013 / K.Sivula



Kansiojaku	RP0045.01, RP1542.01	Toimittaja	TAMROTOR
Päiväys	20.09.1998	Alkup.Nro	S161
Suunn./Piirt.	Veijo Kärkkäinen	CAD/Rev.	AutoCAD R12
Tark./Hyv.			

Positio	+RP.15.R0021
RAAKARAUDAN RIKINPOISTOLAITOS	
PAINELMAKUIVAIN 1 RP R0021	
OHJAUSKESKUS, RAKENNEPIIRUSTUS	

Lehti	1	Muutos	Seur.lehti
Piir.Nro		B	2
		4449921	