

Samu Prokkola

# 6 MW höyrykattilan säätöjen siirtäminen Metso DNA -automaatiojärjestelmään

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

12.11.2014

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Samu Prokkola 6 MW höyrykattilan säätöjen siirtäminen Metso DNA - automaatiojärjestelmään  29 sivua + 9 liitettä 12.11.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Energia-automaatio
Ohjaaja(t)	lehtori Markku Inkinen diplomi-insinööri Pasi Pönttjä
<p>Insinöörityön tarkoituksena oli suunnitella Vantaan Energia Oy:n Martinlaakson voimalaitoksen apukattilan säätöjen siirtäminen voimalaitoksen olemassa olevaan Metso DNA -automaatiojärjestelmään. Tavoitteena oli selvittää apukattilan ohjausten toiminta, suunnitella säätöjen siirtämisestä aiheutuvat sähköiset muutostyöt ja luoda niissä tarvittavat asennusdokumentit sekä täydentää apukattilan muu dokumentaatio vastaamaan voimalaitoksen yleistä tasoa.</p> <p>Apukattilan tarkoitus on varmistaa voimalaitoksen matalapainehöyryä käyttävien laitteiden höyryn saanti erityisesti muun tuotannon häiriötilanteissa. Voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalla ei ole ollut selvää käsitystä apukattilan ohjausten toteutuksista tai toiminnasta. Erilaisissa käyttötilanteissa oli tullut ilmi, että joitakin toimintoja ei ollut toteutettu olemassa olevien dokumenttien mukaisesti. Erityisesti kattilaveden pinnankorkeuden säädön toimimattomuus oli aiheuttanut ongelmia.</p> <p>Insinöörityössä selvitettiin apukattilan ohjauskeskuksen kytkennät ja toiminta, suunniteltiin apukattilan pinnansäätöventtiilin, pohjalämmitysventtiilin, savukaasupellin ja syöttövesipumppujen ohjauksien sekä pinnankorkeuden mittauksen siirtäminen voimalaitoksen Metso DNA -automaatiojärjestelmään ja päivitettiin kaikki apukattilan dokumentit vastaamaan olemassa olevia toimintoja.</p>	
Avainsanat	höyrykattilan säätö, pinnankorkeuden säätö

Author(s) Title	Samu Prokkola Migration of 6 MW Steam Boiler Controls to Metso DNA Automation System
Number of Pages Date	29 pages + 9 appendices 12 November 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation engineering
Specialisation option	Energy automation
Instructor(s)	Pasi Pönttjä, Master of Science in Engineering Markku Inkinen, Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to plan the migration of the auxiliary boiler controls to the existing Metso DNA automation system at the Martinlaakso power plant owned by Vantaa Energy Ltd. Key objectives were to determine the operation of the current boiler controls, plan the necessary electrical work caused by migration and regenerate all documents of the auxiliary boiler to meet the common requirements on the power plant. The project was commissioned by Engineering Ahti Pönttjä Ltd.</p> <p>The function of the auxiliary boiler is to ensure the availability of low pressurized steam on the power plant during failures in normal steam production. The power plant's operating personnel did not have a clear knowledge about the implementation of the auxiliary boiler controls. It had been found out in different operating conditions that some of the functions of the controls were not carried out according to the existing documentation. Especially the malfunctioning of the water level control had caused problems during operation.</p> <p>In this thesis, all wirings and functions of the auxiliary boiler controls were determined, the migration of the level control valve, bottom heat valve, flue gas damper, two feed water pumps and water level measurement to Metso DNA automation system were planned and all documents of the boiler were regenerated according to the existing functions.</p>	
Keywords	steam boiler control, water level control

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Vantaan Energia Oy	2
2.1	Yritysesittely	2
2.2	Martinlaakson voimalaitos	2
3	Yleistä höyrykattilan säädöistä	4
3.1	Kattilan pinnankorkeuden säätö	4
3.1.1	Yksipistesäätö	5
3.1.2	Kaksi- ja kolmipistesäätö	5
3.1.3	Ei-minimivaiheinen prosessi	5
3.2	Tuorehöyryn paineen säätö	6
3.3	Palamisen säätö	10
3.3.1	Palamisilman säätö	10
3.3.2	Polttoaineen säätö	12
3.3.3	Tulipesän paineen säätö	12
4	Apukattila	13
4.1	Rakenne	13
4.2	Käyttötarkoitus	14
5	Ohjausjärjestelmä	14
5.1	Polttimen ohjaus	14
5.2	Kattilan paineen säätö	16
5.3	Kattilaveden pinnankorkeuden säätö	16
5.4	Savukaasupelti	17
5.5	Kattilan turvallisuuteen liittyvä järjestelmä	18
5.5.1	Yleisesti	18
5.5.2	Apukattilan TLJ	19
5.6	Nykyisen järjestelmän ongelmat	19
6	Suunnitellut muutokset	20

6.1	Kattilaveden pinnankorkeuden säätö	21
6.2	Savukaasupellin ohjaus	22
6.3	Pohjalämmityksen säätö	23
6.4	Muut korjaukset	23
7	Järjestelmän dokumentointi	23
7.1	Säätökaavio	23
7.2	Toimintakaaviot	24
7.3	Piirikaaviot	25
7.4	Muut dokumentit	26
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

#### Liitteet

Liite 1. Savukaasupellin kytkennät ennen muutoksia

Liite 2. Turvareleen kytkennät ennen muutoksia

Liite 3. Apukattilan I/O-luettelo

Liite 4. Apukattilan kytkentäluettelo

Liite 5. Apyhöyrykattilan säätökaavio

Liite 6. Savukaasupellin ohjauspiirikaavio

Liite 7. Apukattilan ohjauskeskuksen sähkönsyöttöpiirikaavio

Liite 8. Apukattilan paikalliskäynnistysohje

Liite 9. Apukattilan riippumattomuusarvio

## Lyhenteet

CAN	Controller area network, Autoteollisuuden kehittämä automaatioväyläprotokolla.
.dxf	Drawing Exchange Format, Autodeskin kehittämä CAD-tiedostomuoto.
eas	Engineering application server, Metso DNA -järjestelmän palvelimen vakionimi.
FBC	Field Bus Controller, Metso DNA -järjestelmän kenttäväyläohjain, joka liittää I/O-kehikot prosessinohjauspalvelimeen.
I/O	Input/Output, tiedonsiirto tietokoneen ja ulkoisen laitteen välillä.
LC	Loop Circuit, Metso DNA -järjestelmän nimitys instrumenttipiirikaavioille.
PIC	Process Interface Controller, Metso DNA -järjestelmän prosessiliityntäohjain, joka yhdistää liityntäyksiköt prosessinohjauspalvelimeen.
PLU	Programmable Logic Unit, liityntäkortti, jolle pystytään ohjelmoimaan yksinkertaisia loogisia operaatioita.
RS-232	Recommend standard 232, kahden laitteen väliseen tiedonsiirtoon tarkoitettu sarjamuotoinen kommunikointiväylä.
TLJ	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä.

## 1 Johdanto

Vantaan Energia Oy tuottaa ja myy sähköä ja kaukolämpöä yksityishenkilöille ja teollisuuslaitoksille, vastaa kaukolämpöverkostojen rakentamisesta ja huollosta Vantaalla ja tarjoaa maakaasua teollisuuden tarpeisiin. Sen tärkeimpänä tuotantolaitoksena toimii Martinlaakson voimalaitos.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella Vantaan Energia Oy:n Martinlaakson voimalaitoksen apukattilan säätöjen siirtäminen voimalaitoksen olemassa olevaan Metso DNA -automaatiojärjestelmään. Apukattilan tarkoitus on varmistaa voimalaitoksen matalapainehöyryä käyttävien laitteiden höyryn saanti erityisesti muun tuotannon häiriötilanteissa. Näin ollen se on tärkeässä roolissa häiriötilanteista toipumisessa.

Voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalla ei ole selvää käsitystä apukattilan nykyisten ohjausten toteutuksista tai toiminnasta. Tämän työn tavoitteena on selvittää apukattilan nykyisten ohjausten toiminta, suunnitella säätöjen siirtämisestä aiheutuvat sähköiset muutostyöt ja luoda niissä tarvittavat asennusdokumentit sekä täydentää apukattilan muu dokumentaatio vastaamaan voimalaitoksen yleistä tasoa.

Työn on tilannut Insinööritoimisto Ahti Pönttjä Oy (IAP Oy). IAP Oy on vuonna 1975 perustettu prosessiautomaatioon ja -sähköistykseen erikoistunut suunnittelutoimisto, jonka asiakkaita ovat pääasiassa kotimaiset prosessi- ja energiateollisuuden laitokset. Sen palveluita ovat muun muassa esi- ja perussuunnittelu, toteutussuunnittelu, automaatiojärjestelmien konfigurointi, tuotannonohjauksen ja raportoinnin suunnittelu, ohjelmointityöt, asennusvalvonta, testaus ja käyttöönotto sekä tuotekehitys. IAP Oy on osa Finn-Mesco Oy:tä. [1.]

## 2 Vantaan Energia Oy

### 2.1 Yritysesittely

Vantaan Energia Oy on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä, jonka omistavat Vantaan ja Helsingin kaupungit. Yritys tuottaa ja myy sähköä ja kaukolämpöä yksityishenkilöille ja teollisuuslaitoksille, vastaa kaukolämpöverkoston rakentamisesta ja huollosta Vantaalla ja tarjoaa maakaasua teollisuuden tarpeisiin. [2.]

Vantaan Energia Oy:n päätuotantolaitoksena toimii Martinlaakson voimalaitos. Lisäksi se omistaa vuonna 2014 valmistuneen jätteenpolttolaitoksen sekä seitsemän lämpökeskusta, jotka sijaitsevat eripuolilla Vantaan kaupunkia. Vantaan Energia Oy on myös osakkaana EPV Energia Oy:ssä, jonka kautta se hankkii vesi-, tuuli- ja ydinvoimalla tuotettua sähköä useilta pohjoismaisilta voimalaitoksilta. Lisäksi se myy ja ostaa kaukolämpöä Helsingin Energia Oy:ltä ja Keravan Energia Oy:ltä. [3; 4.]

Vantaan Energia Oy:llä on kaksi tytäryhtiötä, Vantaan Energia Sähköverkot Oy ja Vantaan Aviaenergia Oy. Vantaan Energia Sähköverkot Oy vastaa Vantaan sähköverkkojen rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. Vantaan Aviaenergia Oy huolehtii Helsinki-Vantaan lentoasema-alueen kaukolämpö- ja sähkönsiirtopalveluista. Molemmat yritykset ovat täysin Vantaan Energia Oy:n omistamia. [2; 3.]

### 2.2 Martinlaakson voimalaitos

Martinlaakson voimalaitos koostuu kolmesta päätuotantoyksiköstä, Mar1, Mar2 ja Mar4 sekä apukattilasta Mar5. Mar1 ja Mar2 muodostuvat höyrykattilasta ja turbiinilaitoksesta, kun taas Mar4 kaasuturbiinista ja lämmöntalteenottokattilasta. Mar5 muodostuu vain höyrykattilasta. Kaikkien tuotantoyksiköiden oleelliset tiedot on esitetty taulukossa 1.



Taulukko 1. Martinlaakson voimalaitoksen yksiköt [5 s.10]. Taulukkoa muokattu.

	<b>Höyrykattila (Mar1)</b> - huippu- ja varavoimalaitos	<b>Höyrykattila (Mar2)</b> -perus- ja välikuormalaitos	<b>Kaasuturbiinilaitos (Mar4)</b> - peruskuormalaitos	<b>Apukattila (Mar5)</b> apukattila
Pääpolttoaine (Vara/tukipolttoaine)	Maakaasu (raskas polttoöljy)	kivihiili (maakaasu) (raskas polttoöljy)	maakaasu (kevyt polttoöljy)	maakaasu (kevyt polttoöljy)
Polttoaineteho (MW)	196	230	220 (165 + 55)	6,7
Nimellisteho (MW) - sähkö - lämpö	60 120	80 135	57 70	- 6
Tuotanto keskimäärin (GWh/a) - sähkö - lämpö	205 498	423 992	440 118	- 3
Keskimääräinen käyntiaika (h/a)	1800	6000	8500	500
Tyypillinen hyötysuhde %	n. 85	n. 85	n. 90	-
Käyttöönottovuosi Muutosvuosi	1975 1989	1982 1993	1995	2009

Kaikki kolme päätuotantoyksikköä tuottavat sähköä ja lämpöä yhteistuotantona. Niiden yhteenlaskettu sähköteho on noin 195 MW ja lämpöteho noin 330 MW. Apukattila Mar5 on tarkoitettu tuotantoprosessin apuhöyryn tarvetta varten häiriötilanteissa ja on teholtaan 6 MW. Suurin osa Vantaan Energian myymästä kaukolämmöstä ja noin puolet sähköstä tuotetaan Martinlaakson voimalaitoksella. [3.]

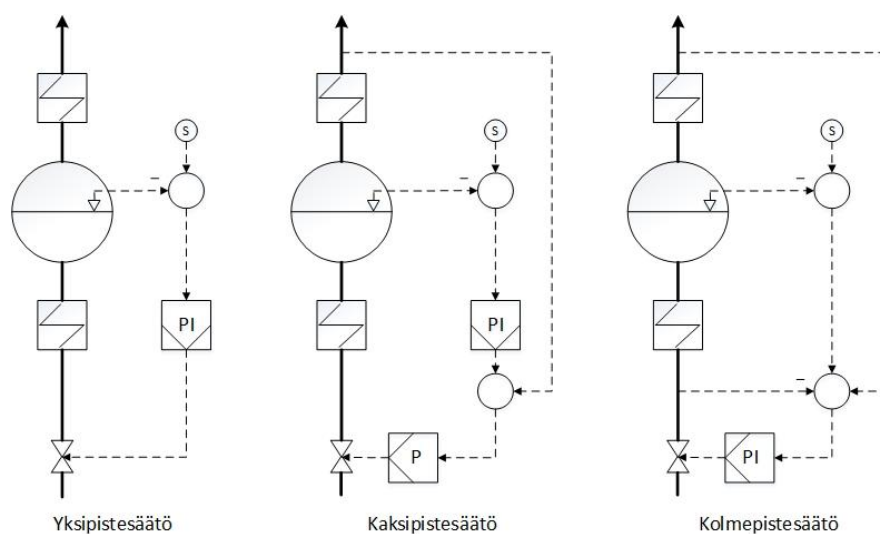
### 3 Yleistä höyrykattilan säädöistä

Matalapaineista höyryä tuottavan höyrykattilan tärkeimmät pääsädöt ovat kattilan pinnankorkeuden säätö, tuorehöyryn paineen säätö sekä palamisen säätö. Näiden säätöjen toteutukset ovat yksityiskohdiltaan hyvin paljon riippuvaisia kattilan käyttötarkoituksesta. Niihin on kuitenkin olemassa yleisiä toimiviksi havaittuja periaatteita, joita käsitellään tässä kappaleessa. Suurissa korkeapainehöyrykattiloissa on näiden lisäksi muitakin pääsäästöjä, mutta niitä ei käsitellä tässä insinööriyössä. [6, s. 147 - 148; 7, s. 262 - 263.]

#### 3.1 Kattilan pinnankorkeuden säätö

Pinnankorkeuden säädön tehtävä on pitää kattilassa oleva vesimäärä asetusarvossaan säätämällä kattilaan tulevan syöttöveden määrää. Syöttöveden virtauksen säätöön käytetään syöttövesiventtiiliä ja säädettäviä syöttövesipumppuja. Pumpun kierroksia säätämällä hoidetaan suuret muutokset syöttöveden virtauksessa, kun taas venttiilillä kompensoidaan pieniä ja nopeita häiriöitä. Käytännössä tämä toteutetaan usein siten, että syöttövesipumpuilla ylläpidetään sopivaa paine-eroa syöttövesiventtiin yli ja venttiilillä säädetään kattilaan virtaavan syöttöveden määrää. [6, s. 152.]

Varsinainen pinnankorkeuden säätöpiiri toteutetaan yleensä yksi-, kaksi-, tai kolmepistesäätönä. Kuvassa 1 on esitetty näiden säätöjen periaatteet.



Kuva 1. Pinnankorkeuden säätöjen periaatteet [6].

### 3.1.1 Yksipistesäätö

Yksipistesäädössä syöttöveden virtausta säädetään ainoastaan kattilan pinnankorkeuden mittauksen perusteella. Tätä säätötapaa käytettäessä voi kylläisen veden pinnankorkeuden ei-minimivaiheinen käyttäytyminen sekoittaa säädön. Tästä syystä yksipistesäätöä voidaan käyttää ainoastaan pienissä kattiloissa, joissa säädön tarkkuus ei ole kovin merkittävä. [6, s. 154.]

### 3.1.2 Kaksi- ja kolmipistesäätö

Kuten yllä todetaan, yksipistesäätö ei huomioi kattilaan tulevaa vesimäärää tai sieltä lähtevää höyrymäärää. Säädön toiminnan kannalta on kuitenkin tärkeää, että kattilan vesimäärä pysyy vakiona. Kaksipistesäädössä kattilan pinnankorkeustiedon lisäksi säätimelle kytketään myötäkylkentä kattilasta lähtevän höyryn virtausmittauksesta. Tämän avulla voidaan varmistaa syöttöveden säätöventtiilin oikeansuuntainen liike.

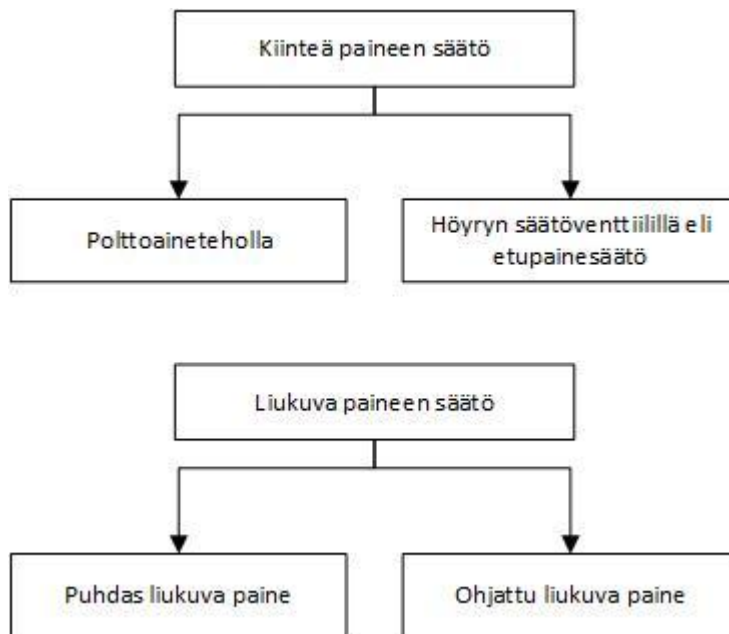
Kolmipistesäädössä mukaan otetaan myös kattilaan tulevan veden virtausmittaus. Veden- ja höyryn virtausmittauksista lasketaan erotus, jota voidaan käyttää toisena erosuureena säätimellä kattilan pinnankorkeuden lisäksi. Nämä erosuureet viritetään yleensä siten, että virtausmittauksista saatu erosuure ohjaa syöttöveden virtausta pääsääntöisesti ja pinnankorkeuden mittauksen ja asetusarvon erotus korjaa kattilassa olevan veden määrän hitaasti asetusarvoonsa. [6, s. 155 - 156.]

### 3.1.3 Ei-minimivaiheinen prosessi

Ei-minimivaiheisella prosessilla tarkoitetaan käyttäytymistä, jossa muutos aiheuttaa mittasuureeseen ensin päinvastaisen vaikutuksen lopulliseen vaikutussuuntaan nähdessä. Tällainen ilmiö on nähtävissä höyrykattilassa, vesihöyryseoksen ollessa kylläisessä tilassa. Kun kattilasta otetaan höyryä, kattilan paine laskee, jolloin kylläinen vesi alkaa höyrystyä, kunnes saavuttaa uuden kylläisen pisteen. Höyrystymistä tapahtuu kaikkialla vesimassassa, jolloin se kuohuu. Tämä kuohuminen aiheuttaa hetkellisesti pinnankorkeuden nousemisen, vaikka todellisuudessa kasvanut höyryn kulutus aiheuttaa vesimäärän pienenemisen kattilassa. Tämä ilmiö on huomioitava pinnankorkeuden säätöä viritettäessä. [6, s. 153.]

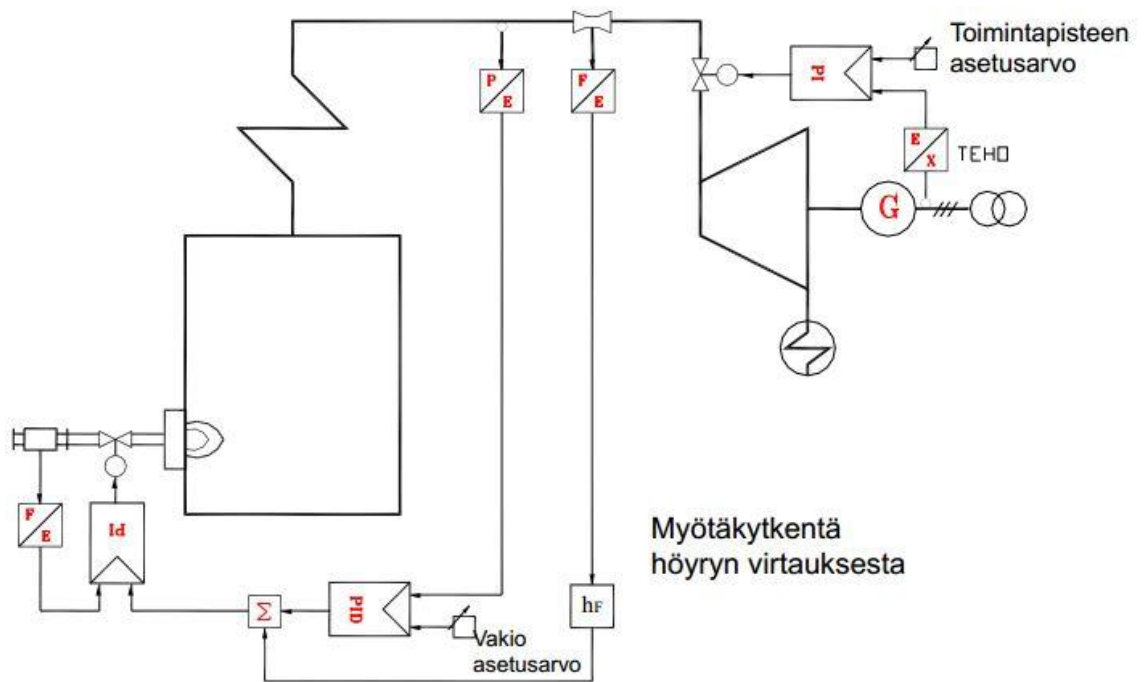
### 3.2 Tuorehöyryn paineen säätö

Höyrykattilan tuottaman höyryn paineen säätötavat voidaan jakaa kiinteään paineen säätöön ja liukuvaan paineen säätöön. Kiinteässä paineen säädössä tuorehöyryn paine pidetään lähes vakiona säätämällä joko polttoainetehoa tai höyryä käyttävän laitteen tehoa. Liukuvassa paineensäädössä tuorehöyryn paine muuttuu kattilan tehon mukaan. Kattilan tehoa säädetään käyttökohteessa tarvittavalla höyryn painella. Periaatteellinen säätöjen erottelu on esitetty kuvassa 2.



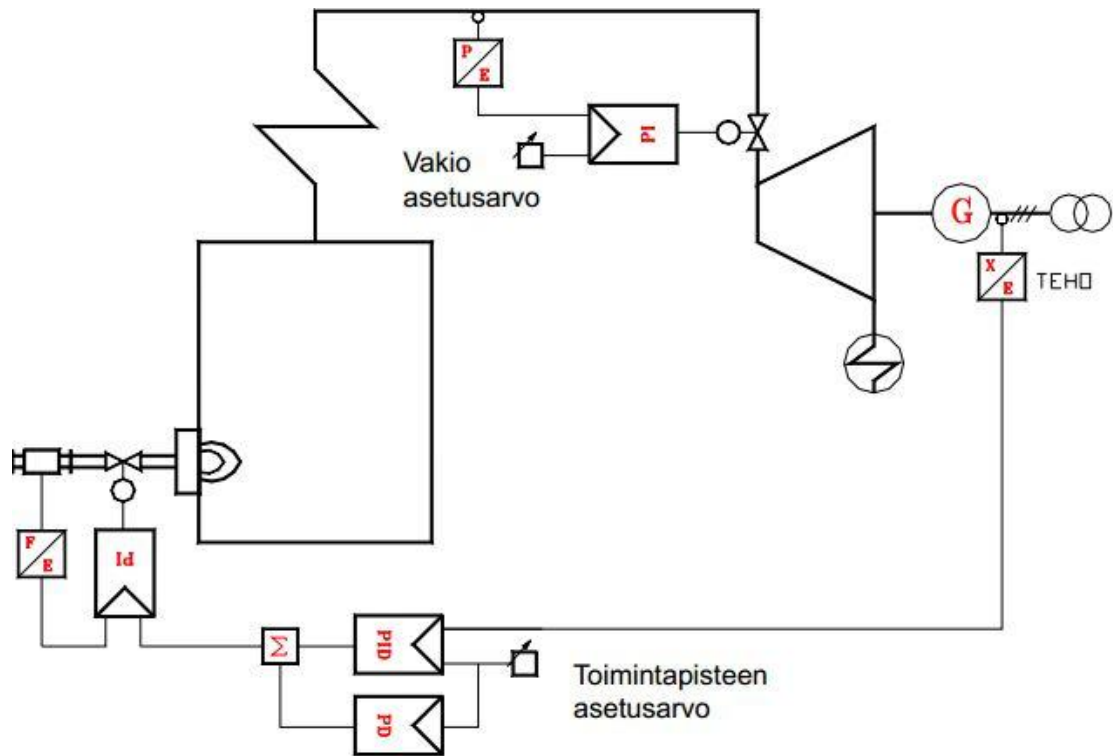
Kuva 2. Tuorehöyryn paineen säätötavat

Käytettäessä kiinteää paineen säätöä polttoaineteholla (kuva 3) tuorehöyryn paine kattilan jälkeen vaikuttaa suoraan kattilan tehon säätimeen. Kun paine kattilan jälkeen laskee, tehon säädin ohjaa kattilan tehoa suuremmaksi, jotta paine saadaan nousemaan takaisin asetusarvoonsa. Tätä säätöä käytetään yleensä pienissä yksi tai kaksipolttimisissa kattiloissa, joissa polttoaineen määrää voidaan muuttaa nopeasti ja sillä vaikuttaa kattilan tehoon melko nopeasti eikä tuorehöyryn paineen pieni vaihtelu haittaa prosessia.



Kuva 3. Kiinteä paineen säätö polttoaineella [7, s.16].

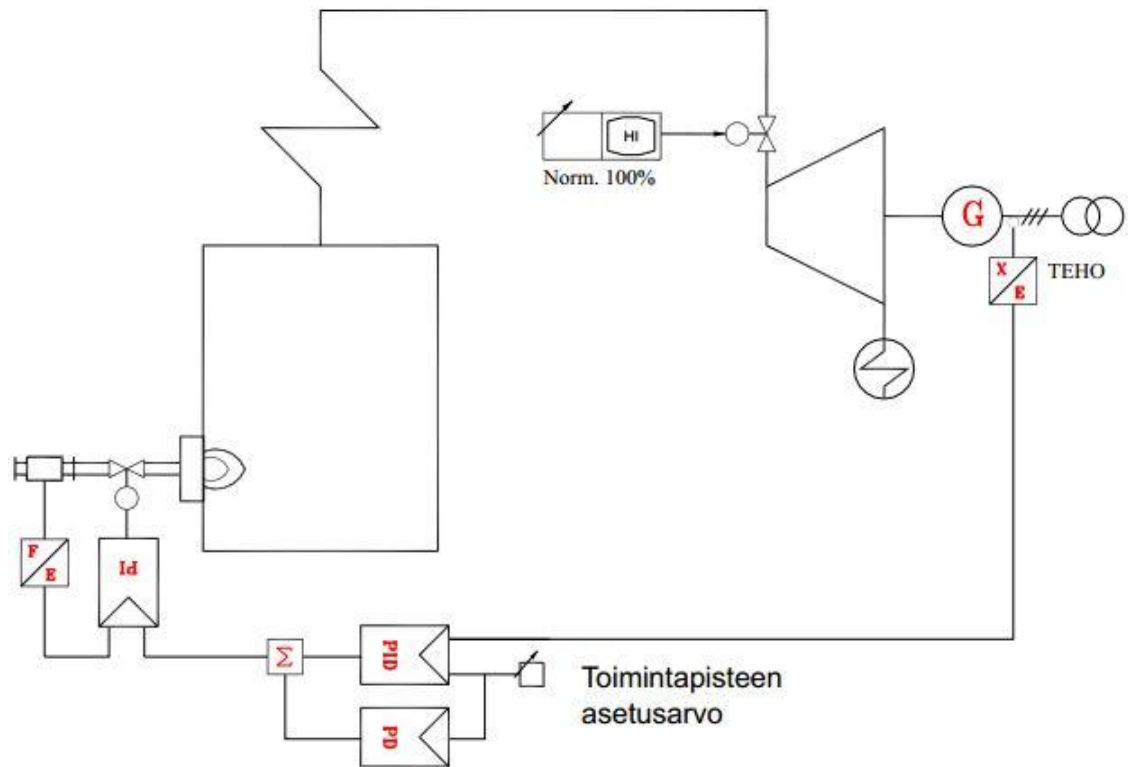
Käytettäessä kiinteää paineen säätöä etupaineensäätönä (kuva 4), paine kattilan jälkeen pidetään vakiona höyrynsäätöventtiilin avulla. Kun paine kattilan jälkeen pyrkii nousemaan, avataan höyrynsäätöventtiiliä, jolloin kulutus kasvaa, höyryä käyttävän laitteen teho kasvaa ja paine pysyy asetusarvossaan. Kun höyryn paine pyrkii laskemaan, suljetaan höyrynsäätöventtiiliä, jolloin höyryn kulutus ja sitä käyttävän laitteen teho laskevat ja höyryn paine kattilan jälkeen pysyy asetusarvossaan. [8, s. 263.]



Kuva 4. Kiinteä paineen säätö turbiinin säätöventtiilillä eli etupainesäätö [7, s. 18].

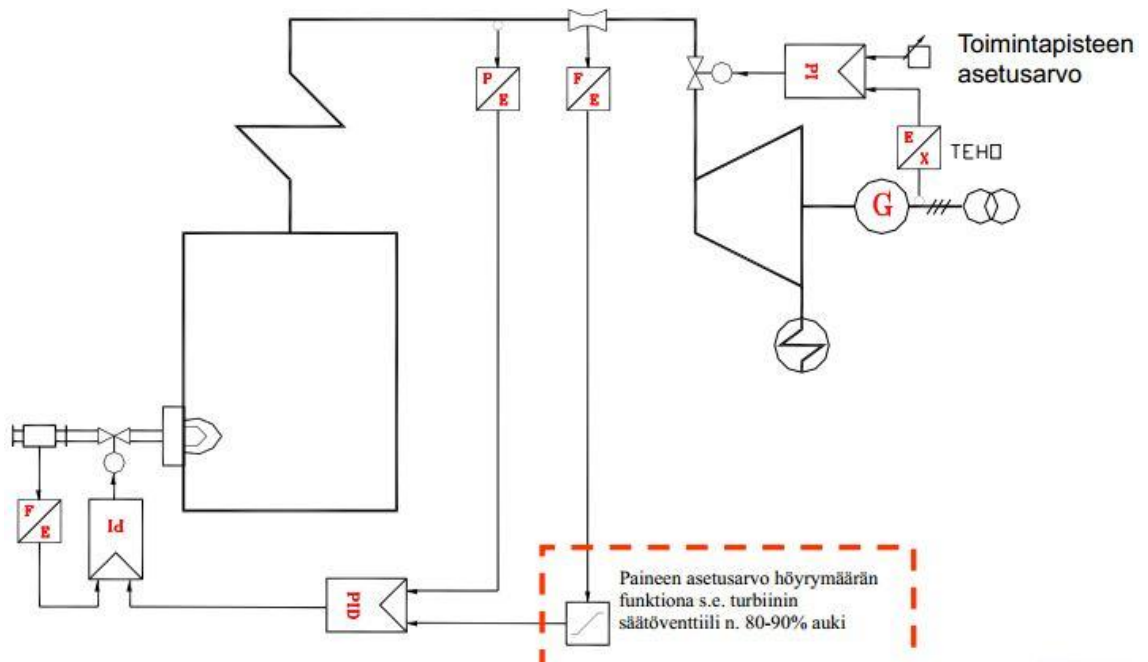
Prosesseissa, joissa kattilaa ei haluta ajaa tasaisella kuormalla ja tehon muutokset ovat hitaita, kiinteän paineen säädön käyttäminen ei ole kannattavaa. Etupainesäädössä höyryn virtauksen kuristaminen huonontaa prosessin hyötysuhdetta. Polttoainete-hon mukaan säädettäessä muutokset höyryn paineessa vaikuttavat suoraan kattilan tehon asetusarvoon. Jos höyryä käyttävän laitteen teho vaihtelee paljon, aiheuttaa se myös kattilalle jatkuvaa tehon vaihtelua, mikä ei yleensä ole toivottua suurissa kattilois-sa.

Liukuvan paineen säädöstä puhuttaessa käytetään termejä puhdas liukuvan paineen säätö ja ohjattu liukuvan paineen säätö. Puhtaan liukuvan paineen säädöllä tarkoi-taan säätötapaa, jossa tarvittava höyryn paine ohjaa suoraan kattilan tehoa (kuva 5). Siinä kattilan jälkeen oleva höyrynsäätöventtiili pidetään täysin auki.



Kuva 5. Puhdas liukuvan paineen säätö [7, s. 21].

Kuvassa 6 on esitetty ohjatun liukuvan paineen säädön toimintaperiaate. Siinä kattilan tehon säädön lisäksi höydynnetään höyrynsäätöventtiiliä. Kuorman kasvaessa voidaan säätöventtiiliä avata, jolloin kattilasta saadaan lisää höyryä jo ennen kuin säätö ehtii nostaa polttotehoa. [8, s. 264 - 266.]



Kuva 6. Ohjattu liukuva paineen säätö [7, s. 22].

Liukuva paineen säätö soveltuu kiinteää paineen säätöä paremmin kattiloille, joita käytetään vaihtelevalla höyrynpaineella. Liukuva paineen säätö mahdollistaa esimerkiksi turbiini-generaattoriyhdistelmän käynnistämisen huomattavasti pienemmällä kattilan teholla kuin kiinteä paineen säätö. Liukuva paineen säätö mahdollistaa myös osakuormalla ajamisen hyvällä hyötysuhteella. [8, s. 265.]

### 3.3 Palamisen säätö

Palamisen säädön tehtävä on pitää kattilan polttoteho riittävänä tarvittavan höyrymäärän tuottamiseksi sekä optimoida kattilan höytysuhde. Sen voidaan ajatella sisältävän polttoaineen säädön, palamisilman säädön ja tulipesän paineen säädön, jotka kuitenkin ovat erillisiä toisiinsa kytkettyjä säätöpiirejä. [6, s. 159 - 160.]

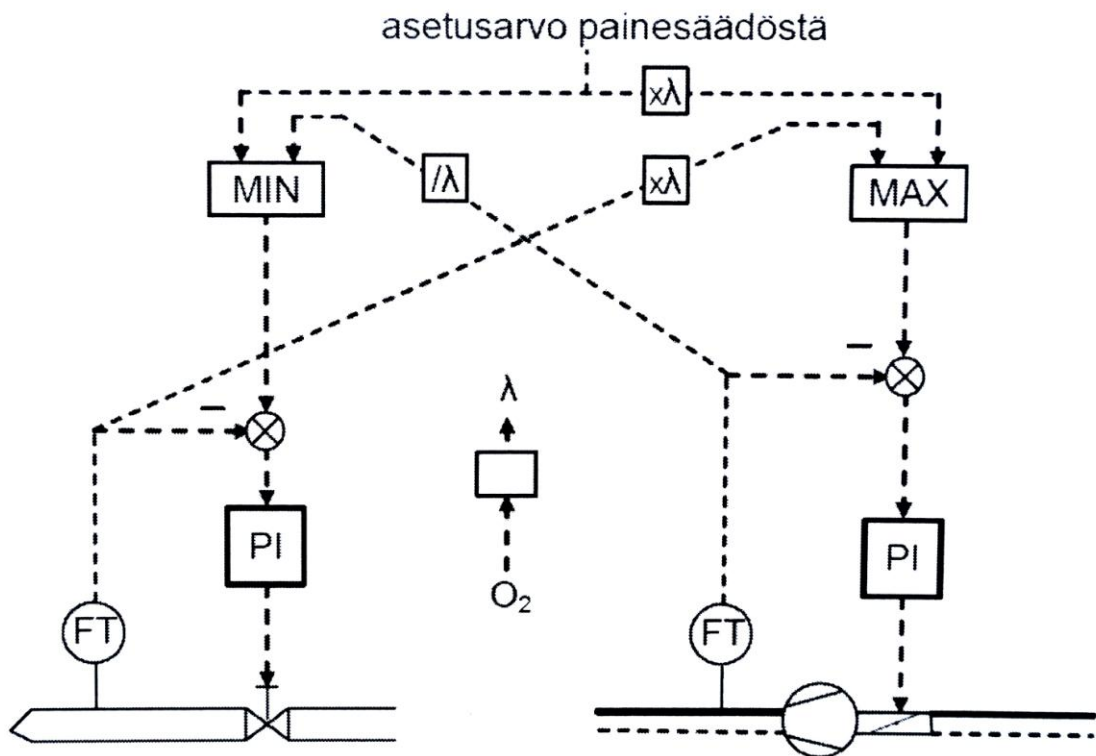
#### 3.3.1 Palamisilman säätö

Palamisilman säädön tehtävä on huolehtia kattilaan syötettävän palamisilman riittävästä. Riittäväällä ilmamäärällä varmistetaan polttoaineen mahdollisimman täydellinen palaminen. Jos ilmaa syötetään liikaa, savukaasuhäviöt kasvavat ja kattilan hyötysuh-



de huononee. Niinpä palamisilman säädön pääkriteereinä ovat kattilaan syötetyn polttoaineen määrä ja savukaasujen happipitoisuus.

Palamisilmamäärällä on myös oleellinen osa kattilan turvallisuudessa. Jos palamisilmaa syötetään kattilaan liian vähän suhteessa polttoaineen määrään, voi kattilaan jäädä palamatonta polttoainetta, joka aiheuttaa räjähdysvaaran. Tästä syystä polttotehoa nostettaessa nostetaan ensin palamisilman määrää ja polttoaineen määrä seuraa sitä (kuva 7). Vastaavasti polttotehoa laskettaessa lasketaan ensin polttoaineen määrää ja ilmamäärä seuraa. Ilmamäärälle on myös asetettu minimitaso, jonka alle se ei saa laskea polttimen käydessä. [6, s. 162.]



Kuva 7. Periaatekaavio palamisen säädöstä [6, s. 160]. Muokattu.

Varsinainen ilmamäärän säätö tapahtuu ilmapuhaltimen kierrosluku- tai johtosiipisäätönä tai ilmapellillä kuristussäätönä. Suurissa polttoaineenaan hiilipölyä käyttävissä kattiloissa käytetään usein myös niin sanottua sekundaari-ilmapuhallinta, jolla hoidetaan ilmamäärän hienosäätö. [8, s. 267 - 268.]

### 3.3.2 Polttoaineen säätö

Polttoaineen säädön tehtävä on säätää kattilaan menevän polttoaineen määrää kattilan tehon asetusarvon ja palamisilmamäärän mukaan. Säädön toteutustapa riippuu olennaisesti käytettävästä polttoaineesta. Öljy- ja kaasupolttimilla säätö toteutetaan yleensä säätöventtiilin avulla, joka rajoittaa polttoaineen virtausta polttimelle. Hiilipolttimilla ainoa mahdollisuus säätää polttoaineen määrää on muuttaa hiilen jakajien pyörimisnopeutta. Hiilenjakajilla annostellaan hiiltä hiilimyllyihin, joissa se jauhetaan pölyksi. Myllyistä hiili puhalletaan kattilaan kantoilmapuhaltimilla.

Kattilatehon säätäminen hiilen määrää säätämällä on hyvin hidasta ja epätarkkaa, koska se ei huomioi esimerkiksi hiilen kosteutta. Tämän takia hiilikattiloissa on usein mahdollista käyttää joko öljyä tai kaasua säätävänä polttoaineena. Tällöin hiiltä polttamalla synnytetään niin sanottu perusteho ja muutostilanteissa sitä täydennetään kaasua tai öljyä polttamalla. [8, s. 266 - 267.]

### 3.3.3 Tulipesän paineen säätö

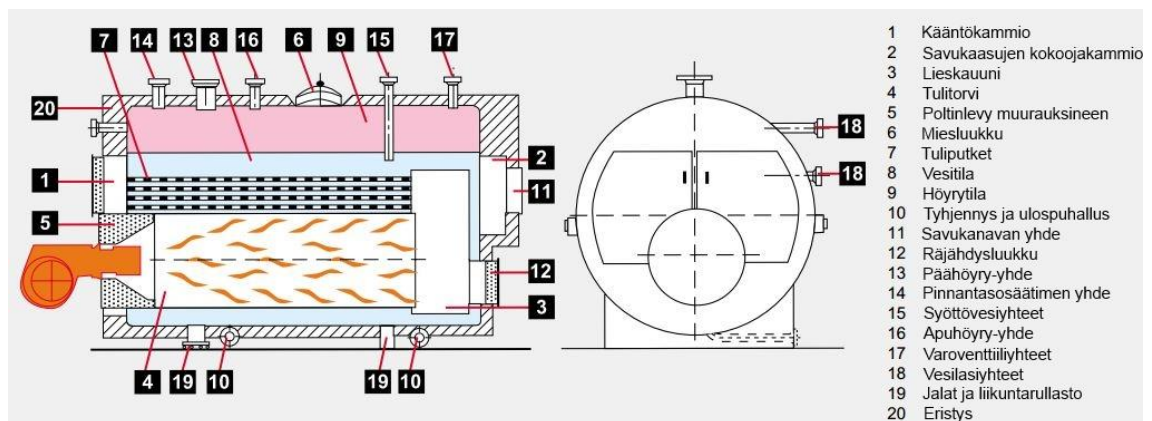
Suurissa höyrykattiloissa tulipesän paineen säädön tehtävä on pitää tulipesässä pientä alipainetta, jotta savukaasut eivät vuotaisi kattilahalliin. Alipaine synnytetään tulipesään savukaasupuhaltimilla, jotka nimensä mukaisesti imevät savukaasut tulipesästä ja puhaltavat ne piippuun.

Pienemmissä, rakenteeltaan kaasutiiviissä kattiloissa tulipesässä pidetään pientä ylipainetta palamisilmapuhaltimen avulla, jolloin savukaasut poistuvat tulipesästä piippuun ylipaineen ansiosta. [6, s. 164.]

## 4 Apukattila

### 4.1 Rakenne

Martinlaakson voimalaitoksen apukattila on rakenteeltaan kolmivetoinen tulitorvikattila, jonka on valmistanut Vapor oy. Se on varustettu yhdellä Oilon GKP-600 M yhdistelmäpolttimella, joka voi käyttää polttoaineena joko maakaasua tai kevyttä polttoöljyä. Kattilan rakenne on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Vapor TTK-200 tulitorvikattilan rakenne [9]. Suomennettu.

Polttimen lisäksi kattilaa lämmitetään pohjalämmityslinjan avulla. Pohjalämmityslinjan tarkoitus on pitää kattila lämpimänä ja paineellisena silloin, kun kattila ei ole tuotannossa. Lämmitykseen käytettävä höyry otetaan voimalaitoksen 10 barin höyrytukista. Linjassa on säätöventtiili, jolla säädetään höyryn virtausta. Venttilin ohjauksesta vastaa apukattilan ohjauskeskuksessa oleva paikallissäädin ohjaussuureenaan kattilan paine.

Kattilan puhtaanapitämiseksi se on varustettu pohjapuhalluksella. Pohjapuhalluksen tarkoitus on poistaa kattilasta sinne kertyviä suoloja ja muita kuona-aineita päästämällä pienimäärä kattilassa olevaa vettä ulos kattilan pohjalta [10, s. 20]. Pohjapuhallusta ohjaa kattilan ohjauskeskuksessa oleva ajastin, joka aukaisee pohjapuhallusventtiilin 50 minuutin välein noin minuutiksi.

## 4.2 Käyttötarkoitus

Apukattilaa käytetään laitoksen prosesseissa tarvittavan matalapainehöyryn tuotantoon laitoksen normaalien tuotantoprosessien ollessa pois käytöstä. Näin ollen sen normaali tuotantokausi on lyhyt ja ajoittuu yleensä kesään. Talvisin, kun voimalaitoksen pääyksiköt ovat jatkuvassa tuotannossa, apukattila pidetään paineellisena ja toimintavalmiina tuotantohäiriöiden varalle.

Apukattilassa tuotettu höyry johdetaan takaiskuventtiilin läpi joko voimalaitoksen 10 Barin höyrytukkiin, 3 Barin höyrytukkiin tai suoraan kaukolämpöakkuun [11]. Höyrytukeista höyry jaetaan käyttökohteisiinsa tarpeen mukaan. Takaiskuventtiili mahdollistaa sen, että kun höyrytukin paine laskee alle apukattilassa pidettävän höyryn paineen, höyryvirtaa kattilasta tukkiin. Kun tukin paine nousee yli kattilassa vallitsevan paineen, höyryn virtaus pysähtyy ja takaiskuventtiili estää virtauksen takaisin kattilaan.

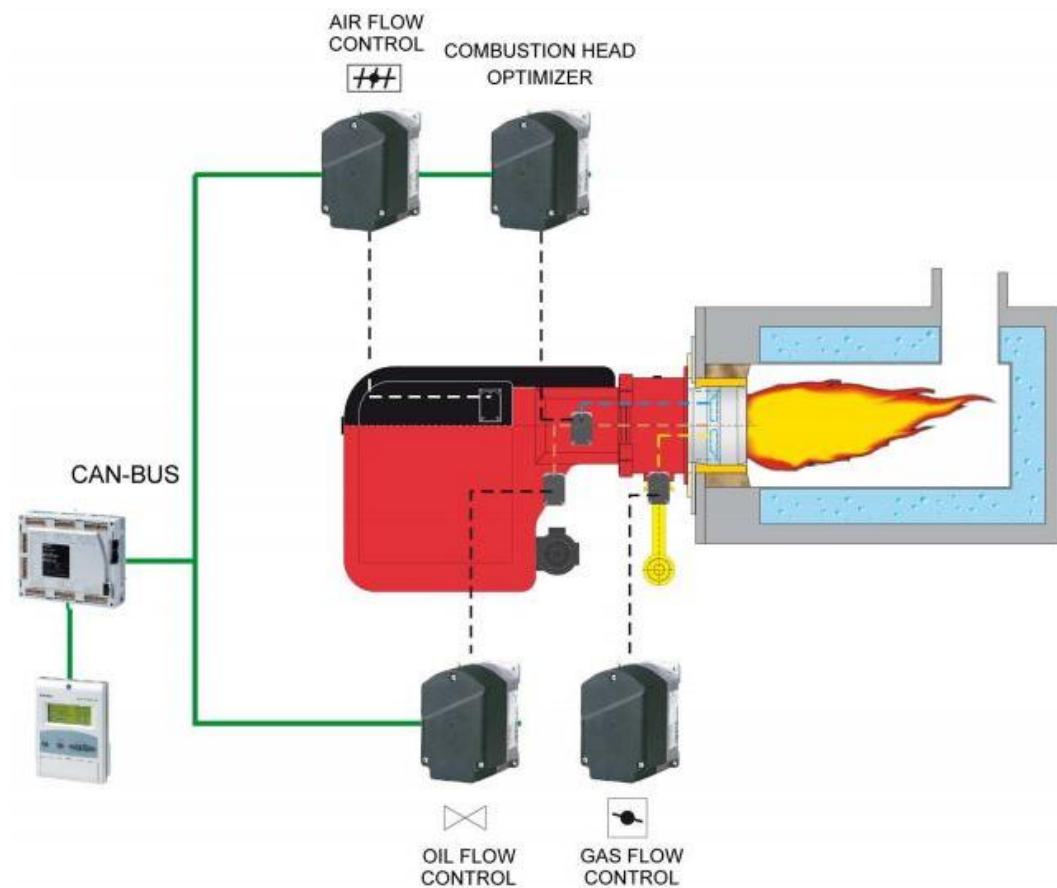
## 5 Ohjausjärjestelmä

Apukattilan nykyinen ohjausjärjestelmä koostuu Oilon WiseDrive 100 poltinohjausyksiköstä, 230 VAC. jännitteisellä releistyksellä toteutetusta turvalogiikasta, kahdesta Spirax Sarcon valmistamasta yksikkösäätimestä, ABB ACS550 taajuusmuuttajasta sekä ohjauskeskuksessa olevista paikalliskytkimistä.

### 5.1 Polttimen ohjaus

Apukattilassa olevaa yhdistelmäpoltinta ohjataan Oilon WiseDrive 100 poltinohjausyksiköllä. Ohjausyksikkö koostuu ohjauspaneelistä, keskusyksiköstä sekä neljästä säätömootorista, joilla säädellään polttimelle tulevan öljyn ja kaasun määrää, paloilmamäärää sekä polttimen palopään asentoa (kuva 9).

Ohjauspaneelin avulla on mahdollista tarkastella ja muokata poltinohjausyksikön parametreja ja toimintalokeja. Niitä pystytään tarkastelemaan vapaasti, mutta parametrien muokkaaminen on salasanasuojattu.



Kuva 9. Apukattilan poltinhajausyksikkö Oilon WiseDrive 100 [12, s. 7].

Keskusyksikkö kommunikoi säätömoottoreiden kanssa CAN-väylän ja ohjauspaneelin kanssa RS-232 väylän avulla. Näiden lisäksi keskusyksikköön on kytketty turvallisuuden liittyviä kytkintietoja turvareleen kautta ja paikalliskytkimiltä sekä analogiviesteinä ulkoinen asetusarvo, paineenmittauksen signaali sekä polttimen tehon osoituksen signaali.

Poltinhajausyksikkö on itsenäisesti toimiva ohjelmoitava logiikka, joka on toimitettu ohjelmoituna polttimen mukana. Sen muistissa on polttimen käynnistys-, pysäytys- ja testaussekvenssit sekä turvalukitukset. Sekvenssien toimintakuvaukset on sisällytetty polttimen käyttöohjeeseen.

## 5.2 Kattilan paineen säätö

Poltinohjausyksikkö vastaa kattilan paineen säädöstä. Paineen laskiessa alle asetusarvon yksikkö käynnistää polttimen ja säätää sen tehoa paineen mittauksen mukaan. Poltinohjausyksiköltä tulee käynnistys-, käynti-, liekki-, häiriö- ja polttimen tehotiedot automaatiojärjestelmään. Kattilan tehotieto tulee keskusyksikön konfiguroitavasta analogilähdöstä, johon on mahdollista konfiguroida myös kattilan painetieto. Automaatiojärjestelmässä tehotieto on nimetty virheellisesti kattilan paineeksi.

Kattilan ollessa valmiustilassa sen painetta säädetään pohjalämmityksellä. Tällä pyritään säästämään polttoainekustannuksissa lämmittämällä kattilaa voimalaitoksen muissa yksiköissä tuotetulla höyryllä, jolloin kattilan omaa poltinta ei tarvitsisi käyttää. Samalla pidetään myös kattilassa olevan veden lämpötila tasaisena koko vesitilan alueella. [11.]

Pohjalämmityslinjassa on säätöventtiili, jota ohjataan kattilan paikallisohjauskeskuksessa olevalla erillisellä yksikkösäätimellä. Säädin saa takaisinkytkennän kattilan paineen mittauksesta. Käytännössä säätöventtiili on koko ajan täysin auki, koska pohjalämmityslinja on alimitoitettu, eikä sen lämmitysteho riitä kattilan paineen ylläpitämiseksi [13].

## 5.3 Kattilaveden pinnankorkeuden säätö

Apukattilan veden pinnankorkeuden säätö koostuu Spirax Sarco LC2610 pinnansäätimestä, Spirax Sarco LP20 pinnanmittausanturista ja PA20 vahvistimesta, pinnansäätöventtiilistä ja taajuusmuuttajalla säädettävästä syöttövesipumpusta. Järjestelmä on suunniteltu toimimaan siten, että syöttövesipumppua ohjataan voimalaitoksen automaatiojärjestelmässä toteutetulla syöttöveden paineensäätöpiirillä ja pinnankorkeuden säätöventtiiliä apukattilan ohjauskeskuksessa olevalla pinnankorkeuden säätimellä.

Voimalaitoksen käyttöhenkilökunnan elokuussa 2012 tekemien testausten mukaan asetettaessa syöttövesipumppu kaukokäytölle ohjautuvat sen kierrokset hyvin alas, vaikka pinnankorkeuden säätöventtiili aukeaa kokonaan ja kattilan veden pinta laskee [14]. Automaatiojärjestelmässä olevan syöttövesipumpun säätimen parametrien tutkimuksessa syyksi tälle toiminnalle osoittautui säätimelle syötettävä takaisinkytkentä, joka oli

otettu kattilan höyryn paineenmittauksesta syöttöveden paineenmittauksen sijaan. Höyryn paineen pysyessä asetusarvossaan ohjasi säädin syöttövesipumpun kierrokset alas.

Ilmeisesti yllä mainittujen havaintojen seurauksena ohjausjärjestelmän kytkennät on muutettu siten, että ohjauskeskuksessa oleva pinnankorkeuden säädin ohjaa suoraan syöttövesipumpun taajuusmuuttajan lähtötaajuutta, eikä pinnankorkeuden säätöventtiiliä ohjata ollenkaan, vaan se on jätetty noin 77 % auki. Myöskään automaatiojärjestelmässä oleva syöttöveden paineensäätöpiiri ei ole käytössä ollenkaan.

Pinnankorkeuden mittaus suoritetaan Spirax sarco LP20 anturilla ja PA20 vahvistimella. Vahvistin mittaa anturin ja kattilan kuoren välistä kapasitanssia. Kattilan veden pinnan noustessa kapasitanssi kasvaa. Vahvistin muuttaa kapasitanssin arvon 1 - 6 V tasajänniteviestiksi, jonka se lähettää pinnansäätimelle. [15.]

#### 5.4 Savukaasupelti

Apukattilan savukaasupellin ohjaus on toteutettu langoitettulla logiikalla poltinohjausyksikön ”poltin käynnistetty” signaalista. Signaali ohjaa apurelettä K31, jonka vaihtokoskettimen kautta annetaan ohjausjännite joko savukaasupellin auki tai kiinni suunnan kontaktorille (Liite 1). Ohjausjännite on johdotettu pellin toimilaitteen rajakytkimien kautta siten, että kytkimen toimiessa ohjauspiiri kyseiseen suuntaan katkeaa. Samojen rajakytkimien kautta on johdotettu ohjaus apureleelle K33, joka indikoi savukaasupellin auki -rajaa poltinlogiikalle. Voimalaitoksen käyttö- ja kunnossapitohenkilöstö oli huomannut, että rele K31 vioittui säännöllisesti kattilaa käytettäessä ja aiheutti näin ongelmia savukaasupellin toiminnassa. Ongelmaksi paljastui kahden erivaiheisen jännitteen sekoittuminen venttiilin rajakytkimillä, jolloin releen K31 koskettimella esiintyi hetkellisesti 400 VAC jännite releen nimellisjännitteen ollessa 230 VAC. Vaiheiden sekoittumisen taustalla on RK100 ja OK100 -kaappien ohjausjännitteet, jotka on otettu eri vaiheista.

## 5.5 Kattilan turvallisuuteen liittyvä järjestelmä

### 5.5.1 Yleisesti

Turvallisuuteen liittyvän järjestelmän (TLJ) tarkoitus on estää kattilan joutuminen vaaralliseen tilaan tai ohjata se turvalliseen tilaan vaarallisessa tilanteessa. Kattilalaitosten turvallisuuskomitean suojeluohjeessa KLTK 10 määrittellään TLJ:lle seuraavat edellytykset:

- sen tulee pysäyttää kattila tai saattaa kattila muuten turvalliseen tilaan vakavan prosessi- tai muun häiriön sattuessa, eikä se saa aiheuttaa turvallisuutta tai kattilaa vaarantavia tarpeettomia pysäytyksiä.
- sen on toimittava erittäin suurella todennäköisyydellä virheettömästi sellaisessa vaaratilanteessa, joka voi sattua ehkä vain kerran laitoksen koko elinkaaren aikana. [14, s. 77.]

TLJ sisältää kaikki laitteet, kaapeloinnit ja asennukset, joita turvatoimintojen toteuttamiseen tarvitaan. Sen on oltava muusta automaatiojärjestelmästä riittävän erillinen, jotta turvallisuus voidaan taata. Logiikkaosan perusohjelmistoinen on oltava turvallisuuskäyttöön tyyppihyväksytty tai tapauskohtaisesti erikseen hyväksytty. I/O-liityntöjen on oltava galvanisesti erotettuja keskusyksiköstä ja binääriohjausten on kestettävä oikosulku. Lisäksi koko TLJ:n sähkönsyöttö on oltava varmennettu vähintään niin, että syötön katketessa kattila saadaan ajettua turvalliseen tilaan. [16.]

TLJ:n sisältämät turvatoiminnot tulisi aina toteuttaa lepovirtaperiaatteella. Lepovirtaperiaate tarkoittaa, että apuenergian syötön katkeaminen aiheuttaa turvatoiminnon siirtymisen turvalliseen tilaan. Erikoistapauksissa voidaan käyttää myös työvirtaperiaatetta, joka on lepovirtaperiaatteen vastakohta. Työvirtaperiaate edellyttää varmennetun syötön lisäksi myös johdonkatkosvalvontaa. [16.]

Vaatimukset toteutettaville turvatoiminnoille ja niiden turvallisuuden eheyden tasoille (TET) saadaan kyseisen kattilan vaara- ja riskianalysistä. Tämä analyysi tulisi tehdä kattilan suunnitteluvaiheessa ennen automaatiohankintaa yhdessä kattilan käyttöhenkilökunnan ja kattila- ja automaatioasiantuntijan kanssa huomioiden kattilan asennusympäristön. [16, s. 91.]



### 5.5.2 Apukattilan TLJ

Apukattilan TLJ:n logiikkaosana toimii Oilon WiseDrive 100 poltinohjausyksikkö. Sen turvatoimintoina on polttoainesyötön katkaiseminen, polttimen pysäyttäminen ja käynnistyksen estäminen, mikäli jokin turvatoimintojen ehdoista ei täyty. Polttimen ohjauksiin ja polttoaineen syöttöön liittyvät lukitusehdot on tuotu omina piireinään ohjausyksikölle. Näiden lisäksi ohjauskeskukseen on lisätty Pilz PNOZ 16 turvarele, joka valvoo muita apukattilan paineastia-asiakirjoissa määriteltyjä lukitusehtoja. Turvareleeseen valvontapiiriin (Liite 2) kuuluvat kuivakiehuntasuoja 1, kuivakiehuntasuoja 2, kattilaveden pinta korkea, kattilan höyryn paine korkea ja kattilan räjähdysluukun ja miesluukun rajakytkimet. Turvarele on langoitettu automaattisesti kuittaavaksi, jolloin valvontapiiriin palauduttua ehyeksi rele siirtyy takaisin hyvään tilaan. Kuitenkin valvontapiirissä oleva kattilan höyryn paineen painekeytkin on lukittuvaa mallia, joka täytyy kuitata mekaanisesti, jos höyryn paine nousee sen kytkentärajan yli.

Kaikki turvallisuuteen liittyvät piirit, joista on haluttu tehdä erillinen hälytys voimalaitoksen automaatiojärjestelmään, on toteutettu lisäämällä turvalogiikan ja turvalaitteen toimivan kenttälaitteen välille välirele. Kaikki välireleet on toteutettu lepovirtaperiaatteella. Tällainen järjestely lisää vikaantuvien komponenttien määrää, mikä puolestaan huonontaa kyseisten toimintojen turvallisuuden eheystasoa. Koska apukattilan TLJ on kuitenkin läpäissyt kattilan käyttöönottotarkastuksen ja vuosittaiset käyttötarkastukset, oletetaan turvajärjestelmän olevan vaatimuksien mukainen. Syvempi perehtyminen turvatoimintoihin rajattiin tämän työn ulkopuolelle.

### 5.6 Nykyisen järjestelmän ongelmat

Nykyisessä ohjausjärjestelmässä on useita epäselviä alueita, joiden selvittäminen oli olennainen osa tätä insinööriötä. Selvitystyö tehtiin perustuen olemassa oleviin piiri-kaavioihin ja laitteiden asennus- ja käyttöohjeisiin. Aluksi keskityttiin piireihin, joiden toiminta poikkesi selvästi kuvissa ja selostuksissa esitetystä, jonka jälkeen käytiin läpi myös muut piirit. Kaikista piireistä tarkastettiin ensin kytkennät silmämääräisesti ja tarvittaessa yleismittarin avulla. Tämän jälkeen tutkittiin laitteiden asennus- ja käyttöohjeista mahdolliset toimintavaihtoehdot olemassa olevilla kytkennöillä, jonka jälkeen tutkittiin mahdollisuuksien mukaan laitteisiin asetettuja parametreja. Apukattila oli koko selvitystyön ajan käyttövalmiudessa, mikä esti toimintojen varmistamisen testaamalla. Tästä johtuen muun muassa ohjauskeskuksen kaukokäytölle asettamisesta aiheutu-

neet muutokset toiminnassa eivät täysin selvinneet. Voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalta kuultiin jonkin verran kokemuksia kaukokäytöstä ja sen aiheuttamista ongelmista, mutta tiedot olivat hyvin epämääräisiä, eivätkä juurikaan auttaneet tarkan toiminnan selvittämisessä.

## 6 Suunnitellut muutokset

Kattilan ohjausjärjestelmän muutosten lähtökohtana oli parantaa kattilan käytettävyyttä voimalaitoksen valvomosta käsin sekä helpottaa kunnossapitotöiden tekemistä ohjauskeskuksessa. Kaikki uudet automaatiojärjestelmään tulevat signaalit päätettiin lisätä AP03 aseman FBC2 I/O-kehikon liityntäyksiköihin PIC9 ja PIC10, koska näillä on jo ennestään apukattilaan liittyviä signaaleja (Liite 3). Myös näiden liityntäyksiköiden ristikytkentä on valmiiksi kaapeloitu apukattilan ohjauskeskukseen ja sen vieressä olevaan kenttäkoteloon. Runkokaapeleita ristikytkennästä apukattilalle on yhteensä 5 kappaletta, joista kolme on tyypiltään Nomak-E 24x2x0,5+0,5 ja kaksi Nomak-E 12x2x0,5+0,5. Ohjauskeskuksessa tehtävien muutosten seurauksena näissä kaapeleissa olevia vapaita johdinpareja voidaan hyödyntää uusissa signaaleissa, joten uusia runkokaapeleita ei tarvita. Signaalien sijoittelu kaapeleihin sekä kaapeleiden kytkennät on esitetty liitteessä 4.

Syöttövesipumppujen ohjauksien uudet signaalit voidaan toteuttaa olemassa olevien I/O-korttien vapailla kanavilla. Molempien venttiilien sekä savukaasupellin ohjaukset päätettiin toteuttaa Metson PLU1 I/O-korteilla, joita lisätään yksi kappale PIC9 ja kaksi kappaletta PIC10 liityntäyksikköön. Kattilaveden pinnankorkeuden mittauksen signaali tuodaan PIC10 liityntäyksikköön lisättävälle AIU4I-kortille, jolla muodostetaan pinnan yläraja. Raja välitetään laajennusväylän kautta samaan yksikköön lisättävälle PLU2-kortille, joka välittää signaalin turvareleen valvontapiiriin. Näin turvapiiri toimii itsenäisesti riippumatta AP03-aseman tilasta.

PLU eli Programmable Logic Unit on liityntäkortti, jolle pystytään ohjelmoimaan yksinkertaisia loogisia operaatioita, joita suoritetaan kortin omalla prosessorilla riippumatta sitä ohjaavan prosessiaseman tilasta. Tällä saavutetaan nopea vaste tulojen ja lähtöjen välille. Kortille voidaan kytkeä maksimissaan 8 binäärituloa ja 4 binäärilähtöä. Lisäksi kortin ohjelmalle voidaan antaa 14 ohjelmallista binäärituloa ja siltä voidaan lukea 15 ohjelmallista binäärilähtöä prosessiasemalle. PLU1-korttien käyttöön päädyttiin, koska

niitä käytetään suurimmassa osassa voimalaitoksen venttiiliohjauksia. Niinpä apukattilan ohjaukset saadaan yhdenmukaisiksi voimalaitoksen muiden vastaavien ohjauksien kanssa, mikä osaltaan helpottaa niiden kunnossapitoa.

Apukattilan ohjauskaapeissa olevan hyvin rajallisen tilan takia ja venttiiliohjauksien yksinkertaistamiseksi niissä käytetyt kolmivaihe kontaktorit päätettiin vaihtaa puolijohde suunnanvaihtoyksiköihin. Sopivaksi malliksi valikoitui Phoenix Contactin malli ELR W3-24DC/500AC- 2. Tässä mallissa on sisäänrakennettuna ohjaukset molempiin suuntiin, lämpösuoja sekä häiriön ilmaisurele. Niinpä tilan säästö kolmen venttiilin osalta on merkittävä, kun kaksi kontaktoria, lämpösuoja ja ohjausreleet korvautuvat yhdellä komponentilla.

### 6.1 Kattilaveden pinnankorkeuden säätö

Kattilaveden pinnankorkeuden säätö päätettiin siirtää kokonaisuudessaan Metso DNA automaatiojärjestelmään. Niinpä apukattilan ohjauskeskuksessa oleva pinnansäätöyksikkö poistetaan käytöstä kokonaan. Samalla vaihdetaan myös kattilaveden pinnankorkeuden mittauksen vahvistin, koska vanhan vahvistimen lähettämä 1 - 6 VDC signaali ei ole Metson I/O-korttien tukemaa muotoa. Uudeksi vahvistimeksi valittiin Spirax sarcon malli PA420, joka on muilta ominaisuuksiltaan vanhaa vahvistinta vastaava, mutta lähettää 4 - 20 mA signaalia.

Syöttövesipumppujen ohjauksista poistetaan apukattilakeskuksessa olevat paikalliskytkimet kokonaan. Lisäksi pumpun 2 automaattinen käynnistyminen taajuusmuuttajan häiriöstä poistetaan purkamalla kytkennät. Molempien pumppujen ohjaukset siirretään kokonaan Metso DNA -automaatiojärjestelmään. Syöttövesipumppu 1:n taajuusmuuttajaa ohjataan käyntiin ja seis binaareilla ja 4 - 20 mA virtaviestillä. Taajuusmuuttajan parametreja muutetaan siten, että käyntiin ja seis -ohjaukset voidaan tehdä pulsseilla. Käynnistyspulssi käynnistää taajuusmuuttajan nousevalla reunalla, jos pysäytyspiiri on kytketty. Pysäytyspulssi katkaisee pysäytyspiirin laskevalla reunalla, jolloin taajuusmuuttaja pysähtyy.

Syöttövesipumppu 2:sta ohjataan pelkästään käyntiin ja seis binaareilla. Koska se on suorakäyttöinen pumppu, toteutetaan sen ohjaukset apureleiden avulla. Apureleinä käytetään Phoenix Contactin mallia DEK-REL-G24/21, joka on varustettu 24 VDC ke-

lalla ja yhdellä vaihtokoskettimella. Koska toinen pumpuista on taajuusmuuttajalla säädettävä ja toinen suorakäyttöinen, päätettiin automaattinen vaihto-ohjaus jättää kokonaan toteuttamatta.

Automaatiojärjestelmään ohjelmoidaan kaksi säätöpiiriä, jotka on esitetty liitteessä 5. Ensimmäinen säätää kattilaveden pinnankorkeutta ohjaamalla syöttövesipumpun nopeutta. Koska apukattilan syöttövesilinjassa ei ole määrämittausta, mutta kattilasta lähtevässä höyrylinjassa on, voidaan pinnankorkeuden säätö toteuttaa vain 1- tai 2-pistesäätönä.

Toinen säädin säätää kattilaveden pinnankorkeutta ohjaamalla syöttöveden säätöventtiiliä. Tämän säätimen tarkoitus on rajoittaa syöttöveden virtausta, jos kattilaveden pinnankorkeus alkaa nousemaan syöttövesipumpun ollessa minimikierroksilla. Säätimen asetusarvo muodostetaan lisäämällä ensimmäisen säätimen asetusarvoon vakiosuure, esimerkiksi 20 mm. Vakiosuure asetetaan sopivalle tasolle testauksien yhteydessä.

Mikäli kattila pidetään tasaisessa tuotannossa tai 10 barin valmiustilassa, pinnansäätöventtiili pysyy täysin auki ja pintaa säädetään ainoastaan syöttövesipumpulla. Jos kattilan valmiustilan paine lasketaan 3 bariin, ei pumppusäädöllä pystytä rajoittamaan virtausta, koska syöttövesipumppujen imupaine on noin 3 bar. Tässä tapauksessa syöttöveden säätöventtiiliä tarvitaan rajoittamaan virtausta.

## 6.2 Savukaasupellin ohjaus

Savukaasupelti päätettiin siirtää automaatiojärjestelmästä ohjattavaksi nykyisessä toteutuksessa ilmenneiden ongelmien vuoksi. Pelti ohjelmoidaan toimimaan siten, että ”poltin käynnistetty” signaali käynnistää pellin ”auki”-ohjauksen automaattisesti. Pellin ”auki”-rajatiedosta annetaan automaattisesti binaariohjaus paikallislogiikalle, joka sallii käynnistyssekvenssin jatkamisen. Savukaasupellin ohjauspiirikaavio on esitetty liitteessä 6.

### 6.3 Pohjalämmityksen säätö

Apukattilakeskuksessa oleva pohjalämmityssäädin poistetaan kokonaan käytöstä. Koska pohjalämmityslinjan mitoitus on todettu riittämättömäksi, päätettiin linjassa oleva venttiili muuttaa toimimaan sulkuventtiilinä ohjauksen yksinkertaistamiseksi. Venttiilille ei anneta ohjauksia automaattisesti, vaan operaattori pystyy valvomonäytöltä ohjaamaan venttiilin auki tai kiinni.

### 6.4 Muut korjaukset

Selvityksen aikana kävi ilmi, että apukattilakeskuksen sähkön syöttö tulee varmentamattomasta sähkökeskuksesta. Koska kattilan on tarkoitus toimia myös äkillisissä tuotannon häiriötilanteissa, päätettiin syöttö siirtää varmennettuun sähkökeskukseen. varmennetun keskuksen ollessa varmentamattoman alapuolella alemmassa kerroksessa, tämä olisi voitu toteuttaa kääntämällä vanha kaapeli varmistettuun keskukseen, mutta koska vaihtamisesta aiheutuva tuotantokatkos haluttiin pitää mahdollisimman lyhyenä, päätettiin uusi syöttö kaapeloida valmiiksi ennen virran katkaisua.

## 7 Järjestelmän dokumentointi

Yleisesti minkä tahansa järjestelmän toimintojen tekninen dokumentointi on erittäin tärkeää järjestelmän mielekkään käytön ja kunnossapidon mahdollistamiseksi. Prosessilaitosten kunnossapidon tärkeimpiä työkaluja ovat PI-kaaviot, säätökaaviot ja -selostukset, piirikaaviot sekä toimintakaaviot ja -selostukset. Tämän insinööriyön yhtenä tavoitteena on päivittää apukattilan dokumentaatio vastaamaan Martinlaakson voimalaitoksen yleistä dokumentointitasoa, joka käsittää kaikki yllämainitut dokumentit. Lisäksi suunniteltujen kytkentämuutosten tekemiseksi tehdään niin sanottu asennusdokumentaatio, johon kuuluvat purku- ja asennuspiirikaaviot sekä kytkentäluettelot.

### 7.1 Säätökaavio

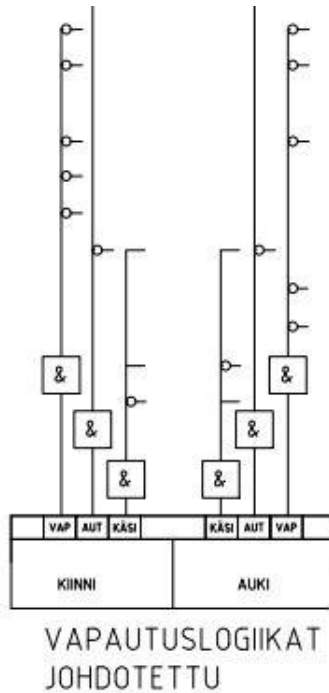
Säätökaaviossa kuvataan järjestelmä säätimien toiminnan näkökulmasta. Siinä esitetään säätimet, mahdollisuuksien mukaan niiden säätöparametrit ja raja-arvot, takaisin-

kytkennät, säädettävät kohteet sekä niihin oleellisesti liittyvät putkistot ja muut komponentit. Säättökaaviot piirretään yleensä säätöselostusten perusteella. Säättöselostuksessa kuvataan yksittäisen säätimen toiminta mahdollisimman tarkasti ja yksiselitteisesti. Apukattilan säättökaavio on esitetty liitteessä 5.

## 7.2 Toimintakaaviot

Toimintakaaviossa esitetään tarkka kuvaus jonkin laitteen tai ohjauspiirin toiminnasta. Siinä kuvataan kaikki yksittäiset signaalit, joita kyseisen laitteen ohjaukseen käytetään ja jotka sen toiminnasta syntyvät. Toimintakaavioita käytetään usein vianselvityksessä, koska siitä saadaan nopeasti käsitys piirin toiminnasta ja voidaan paikantaa tiettyjen signaalien käyttökohteet ja niiden aiheuttamat toiminnot.

Toimintakaaviossa esitetään yleensä vain ohjelmallisesti toteutetut toiminnot. Siihen voidaan kuitenkin merkitä myös langoitetun releistyksen signaaleja, mikäli ne ovat merkittäviä tai niiden osuus kaikista signaaleista on merkittävä. Ne tulisi kuitenkin merkitä selvästi ohjelman ulkopuolisiksi signaaleiksi. Esimerkiksi kuvassa 10 on esitetty osa apukattilan pohjalämmityslinjan säätöventtiilin toimintakaaviosta ennen säätömuutoksen tekemistä. Kaavion alla oleva teksti osoittaa, että ohjauksien vapautussignaalit eivät ole ohjelmallisesti muodostettuja.



51	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI MOMENTTI	KIINNI	1RQ175001	S1
52	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI MOMENTTI	AUKI	1RQ175001	S2
53				
54				
55				
56				
57	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI HÄIRIÖ	PÄÄLLÄ	1RQ175001	F1
58				
59	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI KIINNI-RAJA	PÄÄLLÄ	1RQ175001	S3
60	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI AUKI-OHJAUS	PÄÄLLÄ	1RQ175001	9K2
61				
62	POHJALÄM. SÄÄDIN KÄSI-OHJAUS	PÄÄLLÄ	5NP18C001	
63				
64	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI KIINNI-OHJAUS	PÄÄLLÄ	1RQ175001	9K1
65				
66	POHJALÄM. SÄÄTÖVENTTIILI AUKI-RAJA	PÄÄLLÄ	1RQ175001	S4
67				
68	POHJALÄM. SÄÄDIN KÄSI-OHJAUS	KIINNI	5NP18C001	
69				
70	POHJALÄM. SÄÄDIN KÄSI-OHJAUS	AUKI	5NP18C001	
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				

Kuva 10. Esimerkki toimintakaaviosta, jossa on esitetty ohjelman ulkopuolisia signaaleja.

Toimintakaaviot laaditaan toimintaselostusten mukaan. Toimintaselostus on sanallinen kuvaus laitteen toiminnasta. Siinä kuvataan kaikki ehdot, joiden täyttymistä tietyn toiminnon suorittaminen edellyttää.

### 7.3 Piirikaaviot

Piirikaavioissa esitetään kaikki järjestelmän sähköiset kytkennät. Martinlaakson voimalaitoksella piirikaaviot jaetaan kahteen ryhmään, instrumenttipiirikaavioihin ja sähköpiirikaavioihin.

Instrumenttipiirikaavioissa esitetään automaatiojärjestelmään kytkettyjen mittausten ja ohjausten kytkennät. Tyypillisesti yhdessä kaaviossa esitetään aina yksi mittauspiiri tai esimerkiksi yhteen venttiiliin liittyvät ohjaus- ja mittauspiirit. Näin ollen kaaviot voidaan nimetä kyseisen mittauksen position mukaisesti lisäämällä position eteen liite LC\_. LC\_ tulee sanoista Loop Circuit, joka on Metso DNA -automaatiojärjestelmän käyttämä nimitys instrumenttipiirikaavioille. Käyttämällä tätä nimeämiskäytäntöä yhdessä .dxf tiedostomuodon kanssa, voidaan piirikaavioiden position mukainen haku yksinkertaistaa suoritettavaksi suoraan Metso DNA -automaatiojärjestelmään sisällytetyn Loop Circuit CAD ohjelman kautta. Tämä edellyttää myös kaikkien instrumenttipiirikaavioiden tallen-

tamista samaan kansioon. Esimerkki sulkupellin ohjauspiirikaaviosta on esitetty liitteessä 6.

Sähköpiirikaavioissa esitetään sähkönsyöttöön ja jakeluun liittyvät piirit. Nämä kaaviot jaetaan ja nimetään tyypillisesti syöttävän sähkökeskuksen lähtöyksiköiden mukaan. Liitteessä 7 on esitetty apukattilakeskuksen syöttöpiirikaavio.

#### 7.4 Muut dokumentit

Apukattilan erityisesti häiriötilanteissa välttämättömän toimivuuden takia kirjoitettiin sille paikalliskäynnistysohje (Liite 8). Siinä kerrotaan vaihe vaiheelta kaikki ne toimenpiteet, jotka vaaditaan apukattilan käynnistämiseksi silloin, kun voimalaitoksen automaatiojärjestelmä ei ole käytettävissä. Ohjeen on tarkoitus olla niin yksiselitteinen, että kattilan käynnistäminen ja operoiminen paikallisesti on mahdollista ilman aiempaa kokemusta käynnistämisestä tai erityistä tuntemusta itse kattilasta. Ohje on kuitenkin tarkoitettu voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalle, joten heillä oletetaan olevan jonkinlainen yleistietämys höyrykattilaprosessista.

Samasta syystä selvityksen yhteydessä tehtiin myös niin sanottu riippumattomuusarvio (Liite 9), jossa kerrotaan sanallisesti kaikki ne järjestelmät, joiden toiminta on edellytyksenä apukattilan toiminnalle. Jos apukattilan käynnistämisessä tai käynnissä ilmenee ongelmia, voidaan riippumattomuusarviota käyttää tarkastuslistana, jolla ulkoiset häiriöt suljetaan pois.

## 8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Vantaan Energia Oy:n Martinlaakson voimalaitoksen apukattilan säätöjen siirtäminen voimalaitoksen olemassa olevaan Metso DNA -automaatiojärjestelmään. Ennen työn alottamista voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalla ei ollut selvää käsitystä apukattilan ohjausten toteutuksista tai toiminnasta. Erityisesti kattilaveden pinnankorkeuden säädön toimimattomuus on hankaloittanut kattilan ajamista pienellä, noin 3 barin paineella. Työn tavoitteena oli selvittää apukattilan nykyisten ohjausten toiminta, suunnitella säätöjen siirtämisestä aiheutuvat



sähköiset muutostyöt ja luoda niissä tarvittavat asennusdokumentit sekä täydentää apukattilan muu dokumentaatio vastaamaan voimalaitoksen yleistä tasoa.

Selvitystyön aikana apukattilan ohjausjärjestelmästä paljastui useita puutteita ja virheitä, jotka huononsivat oleellisesti kattilan käytettävyyttä tietyissä ajotilanteissa. Kattilan pinnansäätöventtiilin ohjaukseen tarkoitettu yksikkösäädin oli kytketty ohjaamaan syöttövesipumppua, eikä säätöventtiiliä ohjattu lainkaan. Automaatiojärjestelmässä ollut syöttöveden paineensäädin oli ohitettu kenttäkotelolla sen viallisen toiminnan takia. Viaksi paljastui säätimen väärä takaisinkytkentäsignaali. Myös apukattilakeskuksen piirikaavioissa oli runsaasti virheitä, jotka hankaloittivat erityisesti kunnossapitohenkilökunnan työskentelyä kattilalla.

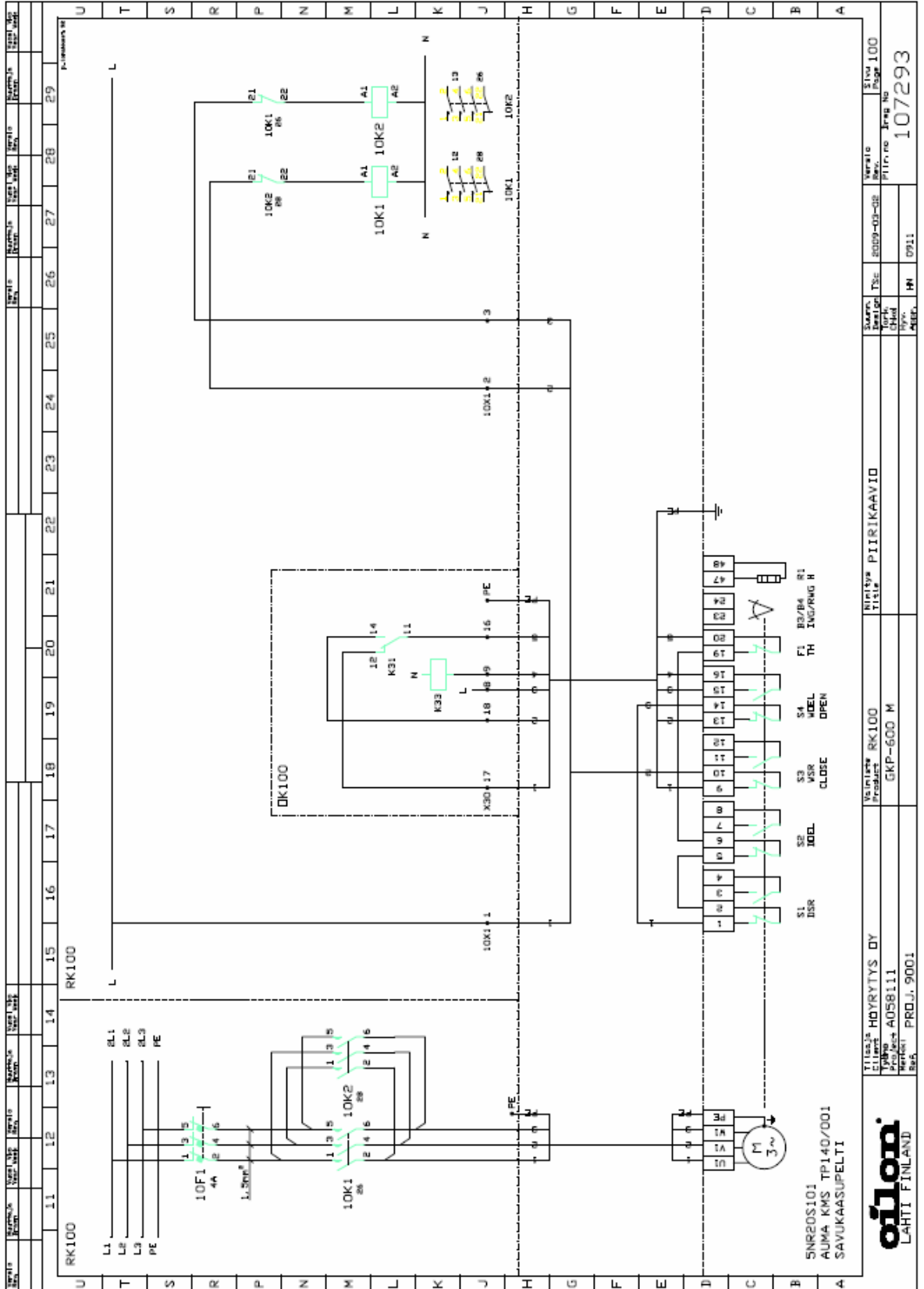
Insinööriyön tuloksena saatiin suunnitelmat apukattilan pinnansäätöventtiilin, pohjalämmitysventtiilin, savukaasupellin ja syöttövesipumppujen ohjauksien sekä pinnankorkeuden mittauksen siirtämiseksi voimalaitoksen Metso DNA -automaatiojärjestelmään. Suunnitelmien perusteella Vantaan Energia pystyy tilaamaan tarvittavat komponentit ja kaapelit asennuksia varten sekä automaatiojärjestelmään siirrettävien toimintojen vaatiman ohjelmointityön. Lisäksi työssä selvitettiin apukattilan ohjauskeskuksen ja sähkökeskuksen kytkennät ja päivitettiin niiden piirikaaviot kytkentöjen mukaiseksi. Selvitystyksen perusteella myös koko apukattilakeskuksen sähkönsyöttö siirrettiin varmennettuun sähkökeskukseen.

## Lähteet

- 1 Insinööritoimisto Ahti Päänttjä Oy:n nettisivut. 2012. Insinööritoimisto Ahti Päänttjä Oy. <<http://iap.fi/index.php>>. Luettu 30.3.2014.
- 2 Vantaan Energia – energiaa elämään. 2014. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy. <<http://www.vantaanenergia.fi/FI/TIETOAKONSERNISTA/Sivut/default.aspx>>. Luettu 8.2.2014.
- 3 Energian lähteillä. 2014. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy. <<http://yhteiskuntavastuu2012.vantaanenergia.fi/EnergiaJaYmparisto/energialahteilla/Sivut/default.aspx>>. Luettu 8.2.2014.
- 4 Tuotantolaitokset ja verkot. 2014. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy. <<http://www.vantaanenergia.fi/fi/TietoaKonsernista/tietoakonsernista/Sivut/Tuotantolaitoksetjaverkostot.aspx>>. Luettu 8.2.2014.
- 5 LSY-2007-Y-180. Päätös lupamääräysten tarkistamisesta. 2008. Verkkodokumentti. Länsi-Suomen Ympäristölupavirasto. <<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB325799F-88A3-40CD-AB13-C7F975B2F3BE%7D/83785>>. luettu 13.10.2014.
- 6 Voimalaitosautomaatio. 2007. Suomen Automaatioseura ry. Helsinki: Copy-Set Oy.
- 7 Majanne, Yrjö. Välisuo, Martti. Voimalaitosprosessien ohjaus. Verkkodokumentti. Tampereen teknillinen yliopisto. <[https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as-84.3134/luennot/AS-84\\_3134\\_prosessien\\_ohjaus\\_2.pdf](https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as-84.3134/luennot/AS-84_3134_prosessien_ohjaus_2.pdf)>. luettu 13.10.2014.
- 8 Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Edita Proma Oy.
- 9 Vapor Steam Boilers. 2004. Verkkodokumentti. Höyrytys Oy. <<http://www.filter.lv/extensions/filter/brochures/206-9701.pdf>>. luettu 30.3.2014.
- 10 Vapor höyrykattila, asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. 2009. Vapor Finland Oy.
- 11 Björkbacka, Samuli. Käyttöinsinööri. Vantaan Energia Oy. Vantaa. Keskustelu. 9.9.2014.
- 12 Käyttö- ja huolto-ohjeet, GKP-300 M...-700 M-II, WD100. 2008. Oilon Oy.
- 13 Pulkkinen, Kari. Lomittava vuoropäällikkö. Vantaan Energia Oy. Vantaa. Keskustelu. 18.12.2013.

- 14 Harju, R. 2012. Apukattilan syöttövesipumppu 1:n työhistoria. PowerMaint kunnossapitojärjestelmä. Vantaan Energia Oy.
- 15 LP20 kapasitiivinen pinta-anturi, Asennus- ja huolto-ohje. 2000. Verkkodokumentti. Spirax Oy.  
<[http://www.spiraxsarco.com/fi/fin/pdfs/fin/ABCO%5CIM%5CP402\\_37%5Ciss\\_6%5Cp402\\_37.pdf](http://www.spiraxsarco.com/fi/fin/pdfs/fin/ABCO%5CIM%5CP402_37%5Ciss_6%5Cp402_37.pdf)>. Luettu 17.3.2014.
- 16 Kattilalaitosten turvallisuusohjeet. 2007. Kattilalaitosten turvallisuuskomitea.

Savukaasupellin kytkennät ennen muutoksia



107293

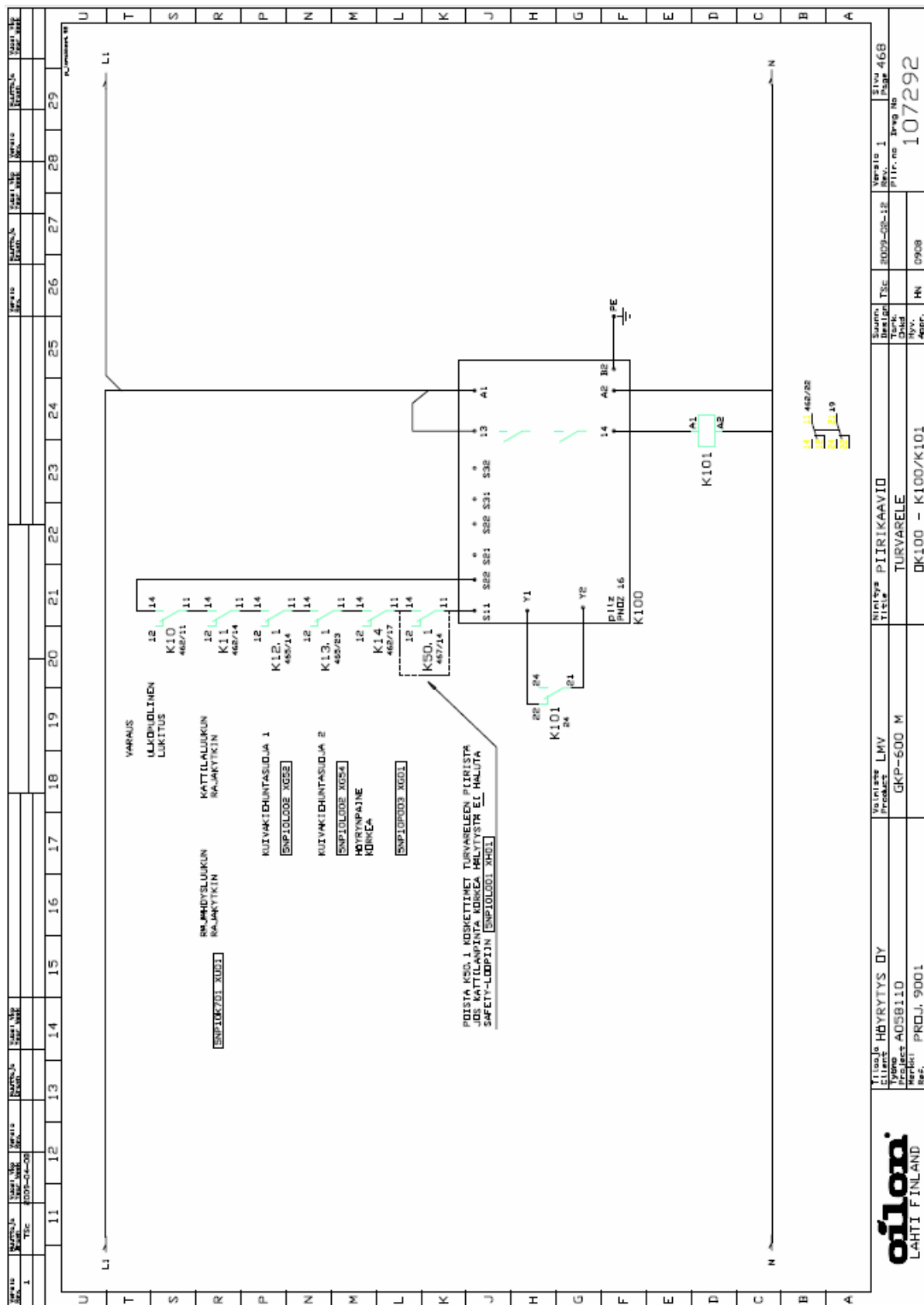
Verkkoyhtiö: PIRIKAAVID  
 Tekijä: M  
 Tarkastaja: M  
 Pääsuojan nro: 0911

Verkkoyhtiö: RK100  
 Tuotteen nimi: GKP-600 M  
 Projekti: PROJ. 9001

Verkkoyhtiö: HOYRYTYYS DY  
 Tuotteen nimi: AUMA\_KMS\_TPL40/001  
 Projekti: A058111

oilon  
 LAHTI FINLAND

# Apukattilan turvareleen kytkennät ennen muutoksia



## Apukattilan I/O-luettelo

Plink OK	Posiio	Signaali	Nimitys	I/O-vyöry			RK			Viesti	Mitta-alue/ ohjausalue				
				BI	BO	AI	AO	ASema	I/O			KORTTI	AXJ	X	LIITTIMET
Isrk	M1RO12F001	-XJ01	PÄÄHÖYRYN VIRTtaus APUKATTILALTA			1		AP03	9:11:5	AU8	19	17	17,18	4...20 mA	VANHA
Isrk	M1RO12P001	-XJ01	PÄÄHÖYRYN PAINe APUKATTILAN JÄLKEEN			1		AP03	9:11:6	AU8	19	17	19,20	4...20 mA	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XB01	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI AJUK			1		AP03	9:14:0	PLU1	20	12	1,2	NO	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XB02	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI KINN			1		AP03	9:14:1	PLU1	20	12	3	NO	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XB55	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI AJUK-MOMENTTI			1		AP03	9:14:2	PLU1	20	12	5	NC	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XB56	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI KINN-MOMENTTI			1		AP03	9:14:3	PLU1	20	12	7	NC	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XJ01	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILIN ASENTO			1		AP03	9:10:1	AU4I	19	16	6,8	4...20 mA	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XM20	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI KESKUSHÄIRÖ			1		AP03	9:14:4	PLU1	20	12	9,10		VANHA
Isrk	M1RO12S101	-YB11	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI AJUK-OHJAUS			1		AP03	9:14:8	PLU1	20	12	17,18		VANHA
Isrk	M1RO12S101	-YB12	APUKATTILAN PÄÄHÖRYRYVENTTILI KINN-OHJAUS			1		AP03	9:14:9	PLU1	20	12	20		VANHA
Isrk	M1RO12T001	-XJ01	PÄÄHÖYRYN LÄMPÖTILA APUKATTILAN JÄLKEEN			1		AP03	9:11:7	AU8	19	17	23,24	4...20 mA	VANHA
Isrk	M1RO12S101	-XJ01	APUKATTILAN POHJALÄMMITYKSEN SUKUV ASENTO			1		AP03	9:11:1	AU8	19	17	5,6	4...16 mA	0-100%
Isrk	M1RO17S101	-XB01	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE AJUK-RAJA			1		AP03	10:17:0	PLU1	22	15	1,2	NO	JUIS
Isrk	M1RO17S101	-XB02	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE KINN-RAJA			1		AP03	10:17:1	PLU1	22	15	3	NO	JUIS
Isrk	M1RO17S101	-XB55	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE AJUK-MOMENTTI			1		AP03	10:17:2	PLU1	22	15	5	NC	JUIS
Isrk	M1RO17S101	-XB56	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE KINN-MOMENTTI			1		AP03	10:17:3	PLU1	22	15	7	NC	JUIS
Isrk	M1RO17S101	-XM20	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE KESKUSHÄIRÖ			1		AP03	10:17:4	PLU1	22	15	15,16	NC	JUIS
Isrk	M1RO17S101	-YB11	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE AJUK-OHJAUS			1		AP03	10:17:8	PLU1	22	15	18		JUIS
Isrk	M1RO17S101	-YB12	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE KINN-OHJAUS			1		AP03	10:17:9	PLU1	22	15	20		JUIS
Isrk	M5NN10F001	-XJ01	APUKATTILAN POHJALÄMMITYS SUVE SV-YKS. SYÖTTÖ			1		AP03	10:17:10	PLU1	22	15	21,22		JUIS
Isrk	M5NN10P001	-XJ01	MAAKAASUN VIRTtaus APUKATTILALLE			1		AP03	9:11:2	AU8	19	17	7,10	4...20 mA	VANHA
Isrk	M5NN10P003	-XG01	MAAKAASUN PAINe APUKATTILALLE			1		AP03	9:11:3	AU8	19	17	11,12	4...20 mA	VANHA
Isrk	M5NN10P004	-XG52	APUKATTILAN KAASUNPAINe KORKEA >MAX			1		AP03	9:6:8	BC12	19	12	17,18	NO	VANHA
Isrk	M5NN10T001	-XJ01	APUKATTILAN KAASUNPAINe MATALA <MIN			1		AP03	9:6:7	BC12	19	12	15,16	NO	VANHA
Isrk	M5NP10K002	-YJ01	MAAKAASUN LÄMPÖTILA APUKATTILALLE			1		AP03	9:11:4	AU8	19	17	13,14	4...20 mA	VANHA
Isrk	M5NP10K001	-YB01	APUKATTILAN PAINeEN ASETUSARVO			1		AP03	9:13:0	AU4	20	11	1,2	4...20 mA	VANHA
Isrk	M5NP10K002	-YB15	APUKATTILAN KATTILASUOJA PÄÄLE			1		AP03	9:8:2	BOUB	19	14	7,10		VANHA
Isrk	M5NP10K003	-YB11	APUKATTILAN KAUKOKUITTAUSLUKITUS			1		AP03	9:8:1	BOUB	19	14	1,4		VANHA
Isrk	M5NP10K004	-XF49	APUKATTILAN KÄYNTILUPA VALVOMOSTA			1		AP03	9:8:1	BOUB	19	14	3,5		VANHA
x	M5NP10K007	-XG51	KATTILASUOJA PÄÄLE H/S-PAINIKE KENTÄLTÄ			1		AP03	9:7:0	BC12	19	13	1,2	NO	VANHA
Isrk	M5NP10K008	-XG51	KATTILASUOJA PÄÄLE H/S-PAINIKE KENTÄLTÄ			1		AP03	9:15:0	BIL4	20	13	1,2,3	NO	VANHA
Isrk	M5NP10L001	-XJ01	APUKATTILAN LUKUKILJA AJUK			1		AP03	9:16:1	BIL4					VANHA
Isrk	M5NP10L002	-XJ01	APUKATTILAN PINTA			1		AP03	10:19:0	AU4I	22	17	2,4	4...20 mA	-150-150mm
Isrk	M5NP10L001	-YH51	KATTILAVEDEN PINTA >MAX KATTILASUOJAAN			1		AP03	10:20:0	PLU2	22	18	17,18		JUIS
Isrk	M5NP10L002	-XG52	APUKATTILAN KUIVAKUEHUNTAUSUOJA 1 <MINI			1		AP03	9:6:3	BC12	19	12	7,8		VANHA
Isrk	M5NP10P001	-XJ01	APUKATTILAN KUIVAKUEHUNTAUSUOJA 2 <MINZ			1		AP03	9:6:4	BC12	19	12	9,10		VANHA
Isrk	M5NP10P003	-XG01	APUKATTILAN PAINe			1		AP03	9:9:1	AU4I	19	15	8,9	4...20 mA	0-16 bar
Isrk	M5NP10R001	-XG01	APUKATTILAN HÖYRYN PAINe KORKEA >MAX			1		AP03	9:6:5	BC12	19	12	11,12	NO	VANHA
Isrk	M5NP10R001	-XG02	APUKATTILAN KAASUJEKKI PÄÄLLÄ			1		AP03	9:6:10	BC12	19	12	21,22	NO	VANHA
Isrk	M5NP20S101	-XB01	APUKATTILAN ÖLJYLIEKKI PÄÄLLÄ			1		AP03	9:6:9	BC12	19	12	19,20	NO	VANHA
Isrk	M5NP20S101	-XB02	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI AJUK-RAJA			1		AP03	9:20:0	PLU1	20	18	1,2	NO	JUIS
Isrk	M5NP20S101	-XB55	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI KINN-RAJA			1		AP03	9:20:1	PLU1	20	18	3	NO	JUIS
Isrk	M5NP20S101	-XB56	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI AJUK-MOMENTTI			1		AP03	9:20:2	PLU1	20	18	5	NC	JUIS
Isrk	M5NP20S101	-XM20	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI KINN-MOMENTTI			1		AP03	9:20:3	PLU1	20	18	7	NC	JUIS
Isrk	M5NP20S101	-YB01	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI KESKUSHÄIRÖ			1		AP03	9:20:7	PLU1	20	18	15,16	NC	JUIS
Isrk	M5NP20S101	-YB11	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI AJUK POLTINLOIHKIALLE			1		AP03	9:20:11	PLU1	20	18	23,24		JUIS
Isrk	M5NP20S101	-YB11	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI AJUK-OHJAUS			1		AP03	9:20:8	PLU1	20	18	18		JUIS

Plink. OK	Positio	Signaali	Nimitys	I/O-tyyppi			RK				Mitta-alue/ ohjauksalue				
				BI	BO	AI	AO	Asema	IO	KORTTI		AX.J	X	LIITTIMET	Viesti
lark	M5NR20S101	-YB12	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI KIINNI-OHJAUS	1				AP03	9:20:9	PLU1	20	18	20		UUSI
lark	M5NR20S101	-XB01	APUKATTILAN SAVUKAASUPELTI SV.YKS. SYÖTTÖ	1				AP03	9:20:10	PLU1	20	18	21,22		UUSI
lark	M5NS10B001	-XB01	APUKATTILAN POLTIN KÄYNNISTETTY	1				AP03	9:6:1	BC12	19	12	3,4	NO	VANHA
lark	M5NS10B001	-XM20	APUKATTILAN POLTIN HÄIRIÖSSÄ	1				AP03	9:6:0	BC12	19	12	1,2	NO	VANHA
lark	M5NS10Q001	-XJ01	APUKATTILAN POLTIMEN TEHO	1				AP03	9:9:0	AU4I	19	15	3,4	4...20 mA	VANHA
lark	M5RL01C001	-YJ01	APUKATTILAN SYVEPUMPPU 1 ASETUSARVO INVERTTERILLE	1			1	AP03	9:13:2	AOU4	20	11	7,8	4...20 mA	VANHA
lark	M5RL01D001	-XB01	APUKATTILAN SYVEPUMPPU 1 KÄY	1				AP03	9:7:1	BC12	19	13	3,4	NO	VANHA
lark	M5RL01D001	-XJ01	APUKATTILAN SYVEPUMPPU 1 TAJUUS	1			1	AP03	9:10:3	AU4I	19	16	18,19	4...20 mA	UUSI
lark	M5RL01D001	-XM20	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 1 HÄIRIÖ	1				AP03	10:16:3	BC12	22	14	7,8	NO	UUSI
lark	M5RL01D001	-YB11	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 1 KÄYNNISTYS	1				AP03	9:12:2	BOU8	19	18	7,10	NO	UUSI
lark	M5RL01D001	-YB12	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 1 PYSÄYTYS	1				AP03	9:8:3	BOU8	19	14	9,11	NO	VANHA
lark	M5RL01P001	-XJ01	APUKATTILAN SYVEPUMPPUJEN MUUPAIN	1			1	AP03	9:9:3	AU4I	19	15	16,18	4...20 mA	VANHA
lark	M5RL02D001	-XB01	APUKATTILAN SYVEPUMPPU 2 KÄY	1				AP03	10:16:4	BC12	22	14	9,10	NO	VANHA
lark	M5RL02D001	-XM20	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 2 KESKUSHÄIRIÖ	1				AP03	10:16:5	BC12	22	14	11,12	NO	UUSI
lark	M5RL02D001	-YB11	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 2 KÄYNTIIN-OHJAUS	1				AP03	10:14:2	BOU8	22	12	7,10	NO	UUSI
lark	M5RL02D001	-YB12	APUKATTILAN SYÖTTÖVESIPUMPPU 2 SEIS-OHJAUS	1				AP03	10:14:3	BOU8	22	12	11	NO	UUSI
lark	M5RL04P001	-XJ01	APUKATTILAN SYVEPUMPPUJEN JÄLK.PAIN	1			1	AP03	9:10:0	AU4I	19	16	1,3	4...20 mA	VANHA
lark	M5RL04S001	-XB01	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN AUKI-RAJA	1				AP03	10:18:0	PLU1	22	16	1,2	NO	UUSI
lark	M5RL04S001	-XB02	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN KIINNI-RAJA	1				AP03	10:18:1	PLU1	22	16	3	NO	UUSI
lark	M5RL04S001	-XB55	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN AUKI-MOMENTTI	1				AP03	10:18:2	PLU1	22	16	5	NC	UUSI
lark	M5RL04S001	-XB56	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN KIINNI-MOMENTTI	1				AP03	10:18:3	PLU1	22	16	7	NC	UUSI
lark	M5RL04S001	-XJ01	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN ASENTO	1			1	AP03	9:11:0	AU8	19	17	1,2	4...20 mA	VANHA
lark	M5RL04S001	-XM20	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN KESKUSHÄIRIÖ	1				AP03	10:18:7	PLU1	22	16	15,16	NC	UUSI
lark	M5RL04S001	-YB11	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN AUKI-OHJAUS	1				AP03	10:18:8	PLU1	22	16	18	NO	UUSI
lark	M5RL04S001	-YB12	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN KIINNI-OHJAUS	1				AP03	10:18:9	PLU1	22	16	20	NO	UUSI
lark	M5RL04S001	-XG01	APUKATTILAN PINNANSÄÄTÖVENTTIILIN SV.YKS. SYÖTTÖ	1				AP03	10:18:10	PLU1	22	16	21,22	NO	UUSI
lark	M5RR50S101	-XG01	POHJAPUHALLUKSEN VENTTIILIN AUKI	1				AP03	9:7:3	BC12	19	13	7,8	NO	VANHA
lark	M5RR50S101	-YB21	POHJAPUHALLUKSEN VENTTIILIN AUKI-OHJAUS	1				AP03	9:12:3	BOU8	19	18	10,11	NO	UUSI

## Apukattilan kytkentäluettelo

Kenttilälaite		Kenttiläkaappi			Kenttiläotelo			Runkokaappi			RK-Kaappi			Huom.
Pliripositio	Sign	Lit.	Turnus	Tyyppi	Johd.	Positio	Rima	Lit.	Turnus	Tyyppi	Johd.	Kaappi	XC	Lit.
5RL01C001YJ01	OUT	2	1OK6004	Nomak-E2x2	1si	OK100	X50	1	1JB6544	Nomak-E2x2	1si	1JB12	XL35	1
5RL01C001YJ01	COM	3	1OK6004		1pu	OK100	X50	2	1JB6544	Nomak-E2x2	1pu	1JB12	XL35	2
5RL01D001XJ01	VS	7	1OK6004		1ha	OK100	X50	3	1JB6544	Nomak-E2x2	1ha	1JB12	XL35	3
5RL01D001XJ01	IN	9	1OK6004		1ke	OK100	X50	4	1JB6544	Nomak-E2x2	1ke	1JB12	XL35	4
5RL01D001XB01	VS	22	1OK6004		1vi	OK100	X50	5	1JB6544	Nomak-E2x2	1vi	1JB12	XL35	5
5RL01D001XB01	IN	24	1OK6004		1ru	OK100	X50	6	1JB6544	Nomak-E2x2	1ru	1JB12	XL35	6
5RL01D001XM20	VS	19	1OK6004		1va	OK100	X50	7	1JB6544	Nomak-E2x2	1va	1JB12	XL35	7
5RL01D001XM20	IN	21	1OK6004		1mu	OK100	X50	8	1JB6544	Nomak-E2x2	1mu	1JB12	XL35	8
5RL01D001YB11	OUT	13	1OK6004		2si	OK100	X50	9	1JB6544	Nomak-E2x2	2si	1JB12	XL35	9
5RL01D001YB11	COM	12	1OK6004		2pu	OK100	X50	10	1JB6544	Nomak-E2x2	2pu	1JB12	XL35	10
5RL01D001YB12	OUT	14	1OK6004		2ha	OK100	X50	11	1JB6544	Nomak-E2x2	2ha	1JB12	XL35	11
5RL01D001YB12	COM	12	1OK6004		2ke	OK100	X50	12	1JB6544	Nomak-E2x2	2ke	1JB12	XL35	12
5RL01D001XM20	VS		1OK6005	Nomak-E 2x2	1si	OK100	X50	13	1JB6544	Nomak-E2x2	2vi	1JB12	XL35	13
5RL01D001XM20	VS		1OK6005		1pu	OK100	X50	14	1JB6544	Nomak-E2x2	2ru	1JB12	XL35	14
5NP10L001	+24V	1	1OK6006	Nomak 2x2	1or	OK100	X50	15	1JB6544	Nomak-E2x2	2va	1JB12	XL35	15
5NP10L001	0V	-	1OK6006		1va	OK100	X50	16	1JB6544	Nomak-E2x2	2mu	1JB12	XL35	16
5NP10L001	IN	2	1OK6006		2or	OK100	X50	17	1JB6544	Nomak-E2x2	3si	1JB12	XL35	17
5NP10L001	COM	-	1OK6006		2va	OK100	X50	18	1JB6544	Nomak-E2x2	3pu	1JB12	XL35	18
5NP10L001YH51	OUT	A1	-			OK100	X50	19	1JB6544	Nomak-E2x2	3ha	1JB12	XL35	19
5NP10L001YH51	COM	A2	-			OK100	X50	20	1JB6544	Nomak-E2x2	3ke	1JB12	XL35	20
5RR50S101YB21	OUT	A1	-			OK100	X50	21	1JB6544	Nomak-E2x2	3vi	1JB12	XL35	21
5RR50S101YB21	COM	A2	-			OK100	X50	22	1JB6544	Nomak-E2x2	3ru	1JB12	XL35	22
5NR20S101XB01	VS	15	1OK6007	Nomak-E 4x2	1si	OK100	X50	23	1JB6544	Nomak-E2x2	3va	1JB12	XL35	23
5NR20S101XB01	IN	16	1OK6007		1pu	OK100	X50	24	1JB6544	Nomak-E2x2	3mu	1JB12	XL35	24
5NR20S101XB02	IN	12	1OK6007		1ha	OK100	X50	25	1JB6544	Nomak-E2x2	4si	1JB12	XL35	25
5NR20S101XB55	IN	6	1OK6007		1ke	OK100	X50	26	1JB6544	Nomak-E2x2	4pu	1JB12	XL35	26
5NR20S101XB56	IN	2	1OK6007		1vi	OK100	X50	27	1JB6544	Nomak-E2x2	4ha	1JB12	XL35	27
5NR20S101	+24V		1OK6008	Nomak-E 4x2	1ru	OK100	X50	28	1JB6544	Nomak-E2x2	4ke	1JB12	XL35	28
5NR20S101	COM		1OK6008		1si	OK100	X50	29	1JB6544	Nomak-E2x2	4vi	1JB12	XL35	29
5NR20S101YB11	OUT		1OK6008		1pu	OK100	X50	30	1JB6544	Nomak-E2x2	4ru	1JB12	XL35	30
5NR20S101YB12	OUT		1OK6008		1ha	OK100	X50	31	1JB6544	Nomak-E2x2	4va	1JB12	XL35	31
5NR20S101XM20	VS		1OK6008		1ke	OK100	X50	32	1JB6544	Nomak-E2x2	4mu	1JB12	XL35	32
5NR20S101XM20	IN		1OK6008		1vi	OK100	X50	33	1JB6544	Nomak-E2x2	5si	1JB12	XL35	33
5NR20S101YB01	OUT	A1	-			OK100	X50	34	1JB6544	Nomak-E2x2	5pu	1JB12	XL35	34
						OK100	X50	35	1JB6544	Nomak-E2x2	5ha	1JB12	XL35	35

Turvakytöimellä XL35: 14, inventarille  
Inventarilla järjestelmään  
Turvakytöimellä, jumpti -> XL35; 7 liittimeen  
välirele K50 OK100 kotelossa  
sähkökuva 107292 s.468  
välirele K40 OK100 kotelossa



Kenttäläite	Kenttäkaapeli			Kenttäkotelot			Runkokaapeli			RK-Kaapeli			Huom.	
	Sign.	Lit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Positio	Rima	Lit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Kaapeli		XC
Piiripositio														
5NR20S101YB01	COM	A2	-			OK100	X50	36	1JB6544	Nomak-E24x2	5ke	1JB12	XL35	36
						OK100	X50	37	1JB6544	Nomak-E24x2	5vi	1JB12	XL35	37
						OK100	X50	38	1JB6544	Nomak-E24x2	5ru	1JB12	XL35	38
						OK100	X50	39	1JB6544	Nomak-E24x2	5va	1JB12	XL35	39
						OK100	X50	40	1JB6544	Nomak-E24x2	5mu	1JB12	XL35	40
						OK100	X50	41	1JB6544	Nomak-E24x2	6si	1JB12	XL35	41
						OK100	X50	42	1JB6544	Nomak-E24x2	6pu	1JB12	XL35	42
						OK100	X50	43	1JB6544	Nomak-E24x2	6ha	1JB12	XL35	43
						OK100	X50	44	1JB6544	Nomak-E24x2	6ke	1JB12	XL35	44
						OK100	X50	45	1JB6544	Nomak-E24x2	6vi	1JB12	XL35	45
						OK100	X50	46	1JB6544	Nomak-E24x2	6ru	1JB12	XL35	46
						OK100	X50	47	1JB6544	Nomak-E24x2	6va	1JB12	XL35	47
						OK100	X50	48	1JB6544	Nomak-E24x2	6mu	1JB12	XL35	48
5NS10B001XM20	VS	21				OK100	X30	101	1JB6545	Nomak-E24x2	1si	1JB12	XL36	1 sähkökuva 107292 s. 351
5NS10B001XM20	IN	24				OK100	X30	102	1JB6545	Nomak-E24x2	1pu	1JB12	XL36	2
5NS10B001XB01	VS	21				OK100	X30	104	1JB6545	Nomak-E24x2	1ha	1JB12	XL36	3 Sähkökuva 107292 s. 462
5NS10B001XB01	IN	24				OK100	X30	105	1JB6545	Nomak-E24x2	1ke	1JB12	XL36	4
						OK100	X30	107	1JB6545	Nomak-E24x2	1vi	1JB12	XL36	5
						OK100	X30	108	1JB6545	Nomak-E24x2	1ru	1JB12	XL36	6
						OK100	X30	109	1JB6545	Nomak-E24x2	1va	1JB12	XL36	7
5NP10K701XU01	VS	21				OK100	X30	110	1JB6545	Nomak-E24x2	1mu	1JB12	XL36	8 Sähkökuva 107292 s. 463
5NP10K701XU01	IN	24				OK100	X30	111	1JB6545	Nomak-E24x2	2si	1JB12	XL36	9
5NP10L002XG52	VS	21				OK100	X30	113	1JB6545	Nomak-E24x2	2pu	1JB12	XL36	10 Sähkökuva 107292 s. 465
5NP10L002XG52	IN	24				OK100	X30	114	1JB6545	Nomak-E24x2	2ha	1JB12	XL36	11
5NP10L002XG54	VS	21				OK100	X30	116	1JB6545	Nomak-E24x2	2ke	1JB12	XL36	12 Sähkökuva 107292 s. 465
5NP10L002XG54	IN	24				OK100	X30	117	1JB6545	Nomak-E24x2	2vi	1JB12	XL36	13
5NP10P003XG01	VS	21				OK100	X30	119	1JB6545	Nomak-E24x2	2ru	1JB12	XL36	14 Sähkökuva 107292 s. 463
5NP10P003XG01	IN	24				OK100	X30	120	1JB6545	Nomak-E24x2	2va	1JB12	XL36	15
						OK100	X30	122	1JB6545	Nomak-E24x2	2mu	1JB12	XL36	16
						OK100	X30	123	1JB6545	Nomak-E24x2	3si	1JB12	XL36	17
5NN10P004XG52	VS	21				OK100	X30	125	1JB6545	Nomak-E24x2	3pu	1JB12	XL36	18 Sähkökuva 107292 s. 421
5NN10P004XG52	IN	24				OK100	X30	126	1JB6545	Nomak-E24x2	3ha	1JB12	XL36	19
5NN10P003XG01	VS	21				OK100	X30	128	1JB6545	Nomak-E24x2	3ke	1JB12	XL36	20 Sähkökuva 107292 s. 421
5NN10P003XG01	IN	24				OK100	X30	129	1JB6545	Nomak-E24x2	3vi	1JB12	XL36	21
5NP10R001XG02	VS	21				OK100	X30	131	1JB6545	Nomak-E24x2	3ru	1JB12	XL36	22 Sähkökuva 107292 s. 390
5NP10R001XG02	IN	24				OK100	X30	132	1JB6545	Nomak-E24x2	3va	1JB12	XL36	23

Kenttäläite		Kenttäkaapeli		Kenttäkotelot		Runkokaapeli			RK-Kaapeli		Huom.		
Sign	Liit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Positio	Rima	Liit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Kaapeli	XC	Liit.
SNP10R001XG01	VS				OK100	X30	134	1JB6545	Nomak-E24x2	3mu	1JB12	XL36	24
SNP10R001XG01	IN				OK100	X30	135	1JB6545	Nomak-E24x2	4si	1JB12	XL36	25
					OK100	X30	137	1JB6545	Nomak-E24x2	4pu	1JB12	XL36	26
					OK100	X30	138	1JB6545	Nomak-E24x2	4ha	1JB12	XL36	27
					OK100	X30	139	1JB6545	Nomak-E24x2	4ke	1JB12	XL36	28
					OK100	X30	140	1JB6545	Nomak-E24x2	4vi	1JB12	XL36	29
					OK100	X30	141	1JB6545	Nomak-E24x2	4ru	1JB12	XL36	30
					OK100	X30	143	1JB6545	Nomak-E24x2	4va	1JB12	XL36	31
					OK100	X30	144	1JB6545	Nomak-E24x2	4mu	1JB12	XL36	32
SNP10C002YJ01	OUT				OK100	X30	145	1JB6545	Nomak-E24x2	5si	1JB12	XL36	33
SNP10C002YJ01	TERM				OK100	X30	146	1JB6545	Nomak-E24x2	5pu	1JB12	XL36	34
SNP10Q001XJ01	IN				OK100	X30	147	1JB6545	Nomak-E24x2	5ha	1JB12	XL36	35
SNP10Q001XJ01	COM				OK100	X30	148	1JB6545	Nomak-E24x2	5ke	1JB12	XL36	36
SNP10K004XF49	VS				OK100	X30	149	1JB6545	Nomak-E24x2	5vi	1JB12	XL36	37
SNP10K004XF49	IN				OK100	X30	150	1JB6545	Nomak-E24x2	5ru	1JB12	XL36	38
					OK100	X30	151	1JB6545	Nomak-E24x2	5va	1JB12	XL36	39
					OK100	X30	152	1JB6545	Nomak-E24x2	5mu	1JB12	XL36	40
SNP10K002YB15	OUT				OK100	X30	153	1JB6545	Nomak-E24x2	6si	1JB12	XL36	41
SNP10K002YB15	TERM				OK100	X30	154	1JB6545	Nomak-E24x2	6pu	1JB12	XL36	42
SNP10K001YB01	OUT				OK100	X30	155	1JB6545	Nomak-E24x2	6ha	1JB12	XL36	43
SNP10K001YB01	TERM				OK100	X30	156	1JB6545	Nomak-E24x2	6ke	1JB12	XL36	44
SNP10K003YB11	OUT				OK100	X30	157	1JB6545	Nomak-E24x2	6vi	1JB12	XL36	45
SNP10K003YB11	TERM				OK100	X30	158	1JB6545	Nomak-E24x2	6ru	1JB12	XL36	46
					OK100	X30	159	1JB6545	Nomak-E24x2	6va	1JB12	XL36	47
					OK100	X30	160	1JB6545	Nomak-E24x2	6mu	1JB12	XL36	48
5RR50S101XG01	VS				OK100	X40	101	1JB6546	Nomak-E12x2	1si	1JB12	XL37	1
5RR50S101XG01	IN				OK100	X40	102	1JB6546	Nomak-E12x2	1pu	1JB12	XL37	2
SNP10P0001XJ01	IN				OK100	X40	103	1JB6546	Nomak-E12x2	1ha	1JB12	XL37	3
SNP10P0001XJ01	COM				OK100	X40	104	1JB6546	Nomak-E12x2	1ke	1JB12	XL37	4
					OK100	X40	105	1JB6546	Nomak-E12x2	1vi	1JB12	XL37	5
					OK100	X40	106	1JB6546	Nomak-E12x2	1ru	1JB12	XL37	6
					OK100	X40	107	1JB6546	Nomak-E12x2	1va	1JB12	XL37	7
					OK100	X40	108	1JB6546	Nomak-E12x2	1mu	1JB12	XL37	8
								1JB6546	Nomak-E12x2	2si	1JB12	XL37	9
								1JB6546	Nomak-E12x2	2pu	1JB12	XL37	10
								1JB6546	Nomak-E12x2	2ha	1JB12	XL37	11

Sähkökuva 107292 s. 421

Sähkökuva 107292 s. 469

Galv erotin XL-rinnan jälk. 107292/s. 471

107292/s. 471

107292/s. 462

107292/s. 462

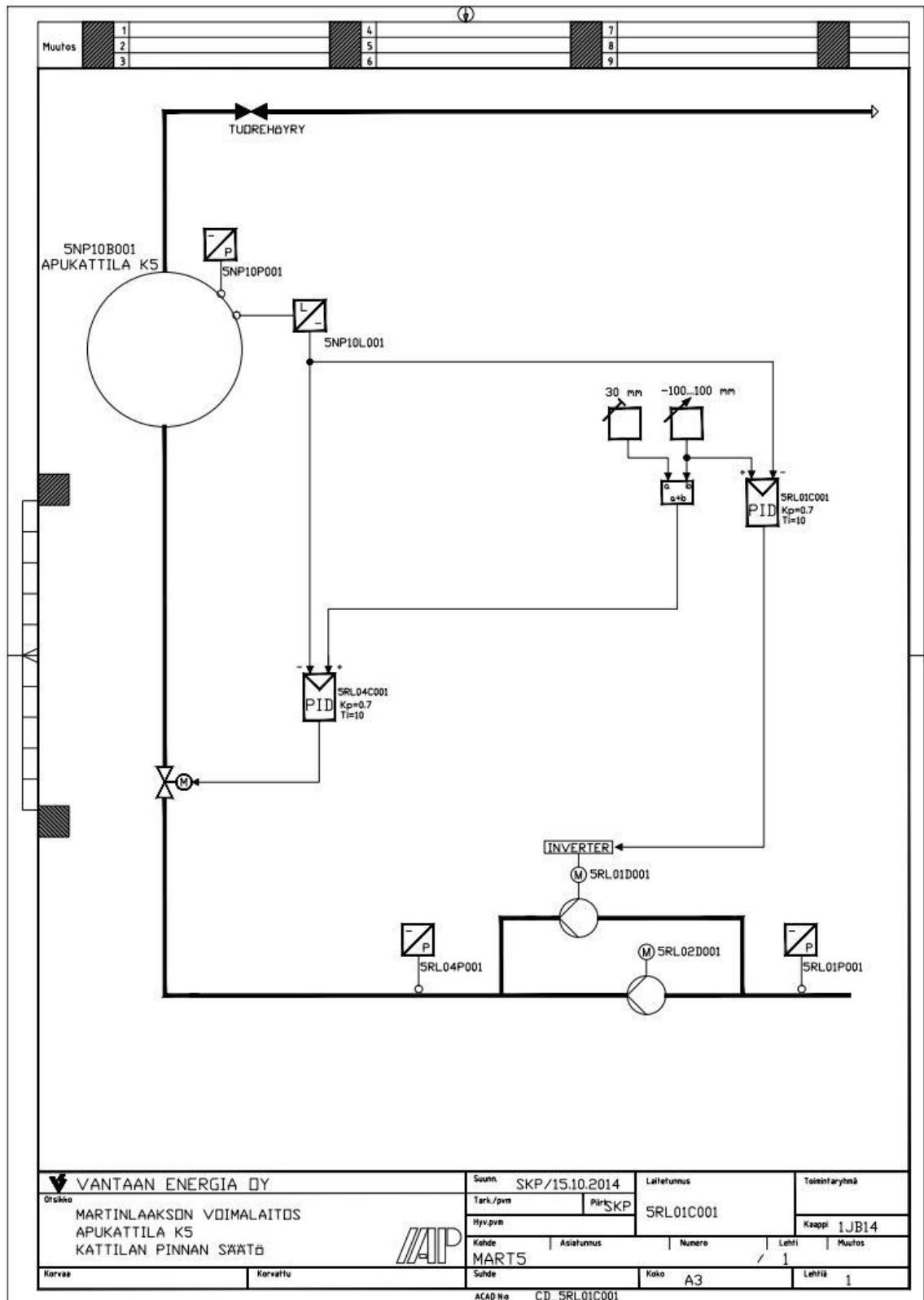
107292/s. 462



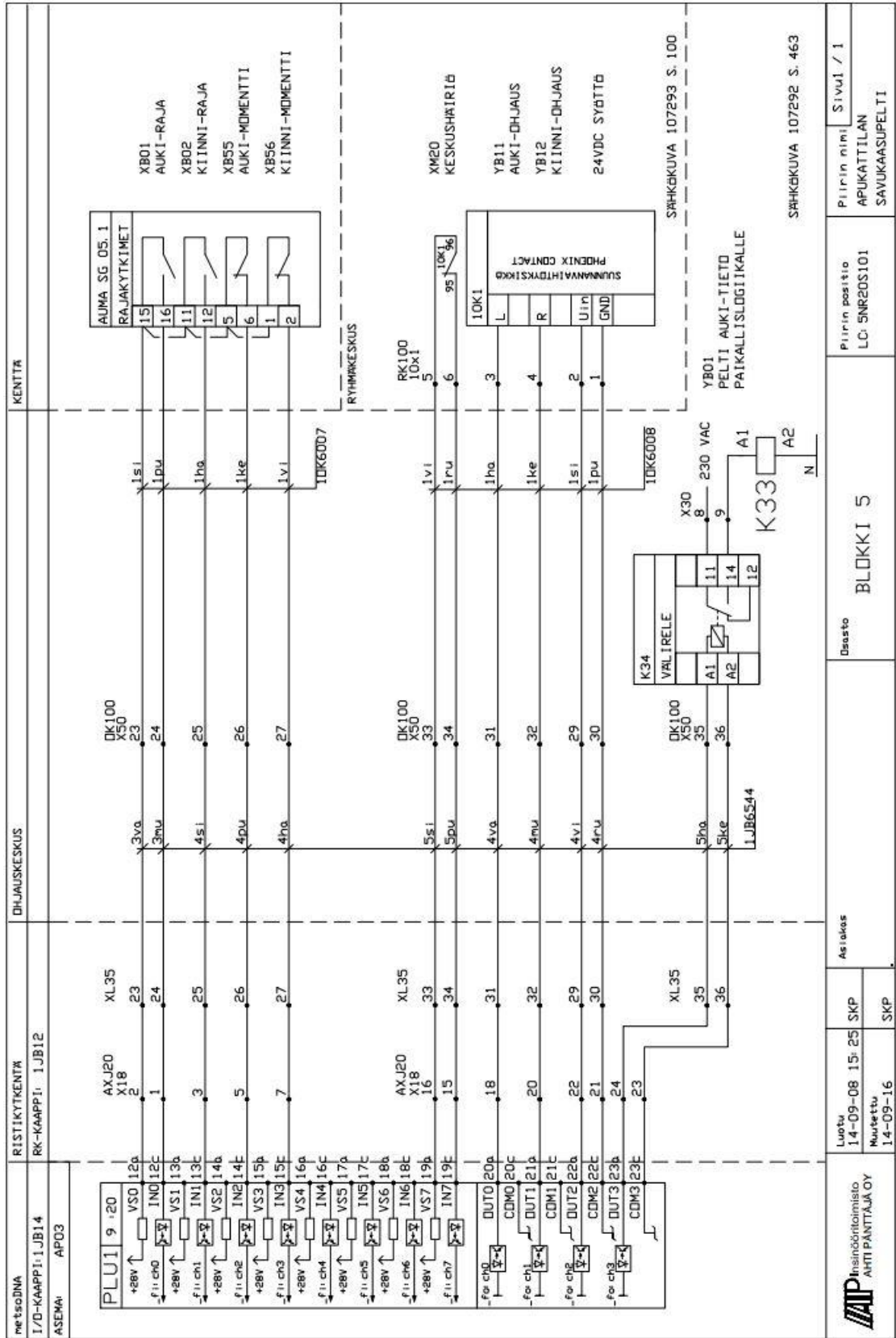
Kenttälaite		Kenttäkaapeli			Kenttäkotelo			Runkokaapeli			RK-Kaapeli		Huom.	
Piiripositio	Sign	Liit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Positio	Rima	Liit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Kaapeli	XC	Liit.
5NN10F001	IN	6	1KF7001	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	1	1JB6548	Nomak-E12x2	3mu	1JB12	XL37	48
5NN10F001	COM	3	1KF7001	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	2	1JB6548	Nomak-E24x2	1si	1JB12	XL38	1 Kenttäkoteloissa F/I-muunnin
5NN10P001			1KF7002	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	3	1JB6548	Nomak-E24x2	1ha	1JB12	XL38	2
5NN10P001			1KF7002	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	4	1JB6548	Nomak-E24x2	1ke	1JB12	XL38	4
5NN10T001			1KF7003	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	5	1JB6548	Nomak-E24x2	1vi	1JB12	XL38	5
5NN10T001			1KF7003	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	6	1JB6548	Nomak-E24x2	1ru	1JB12	XL38	6
1RQ12F001			1KF7004	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	7	1JB6548	Nomak-E24x2	1va	1JB12	XL38	7
1RQ12F001			1KF7004	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	8	1JB6548	Nomak-E24x2	1mu	1JB12	XL38	8
1RQ12P001			1KF7005	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	9	1JB6548	Nomak-E24x2	2si	1JB12	XL38	9
1RQ12P001			1KF7005	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	10	1JB6548	Nomak-E24x2	2pu	1JB12	XL38	10
1RQ12T001			1KF7006	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	11	1JB6548	Nomak-E24x2	2ha	1JB12	XL38	11
1RQ12T001			1KF7006	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	12	1JB6548	Nomak-E24x2	2ke	1JB12	XL38	12
5RL01P001XJ01	VS	+	1KF7007	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	13	1JB6548	Nomak-E24x2	2vi	1JB12	XL38	13
5RL01P001XJ01	IN	-	1KF7007	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	14	1JB6548	Nomak-E24x2	2ru	1JB12	XL38	14
5RL04P001XJ01	VS	+	1KF7008	Nomak-E2x2	1si	1KF41	X01	15	1JB6548	Nomak-E24x2	2va	1JB12	XL38	15
5RL04P001XJ01	IN	-	1KF7008	Nomak-E2x2	1pu	1KF41	X01	16	1JB6548	Nomak-E24x2	2mu	1JB12	XL38	16
1RQ12S101XB01	VS	15	1KF7009	Nomak-E4x2	1si	1KF41	X01	17	1JB6548	Nomak-E24x2	3si	1JB12	XL38	17
1RQ12S101XB01	IN	16	1KF7009	Nomak-E4x2	1pu	1KF41	X01	18	1JB6548	Nomak-E24x2	3pu	1JB12	XL38	18
1RQ12S101XB02	IN	12	1KF7009	Nomak-E4x2	1ha	1KF41	X01	19	1JB6548	Nomak-E24x2	3ha	1JB12	XL38	19
1RQ12S101XB55	IN	6	1KF7009	Nomak-E4x2	1ke	1KF41	X01	20	1JB6548	Nomak-E24x2	3ke	1JB12	XL38	20
1RQ12S101XB56	IN	2	1KF7009	Nomak-E4x2	1vi	1KF41	X01	21	1JB6548	Nomak-E24x2	3vi	1JB12	XL38	21
1RQ12S101XJ01	VS		1KF7009	Nomak-E4x2	1ru	1KF41	X01	22	1JB6548	Nomak-E24x2	3ru	1JB12	XL38	22
1RQ12S101XJ01	IN		1KF7009	Nomak-E4x2	1va	1KF41	X01	23	1JB6548	Nomak-E24x2	3va	1JB12	XL38	23
1RQ12S101XJ01	IN		1KF7009	Nomak-E4x2	1mu	1KF41	X01	24	1JB6548	Nomak-E24x2	3mu	1JB12	XL38	24
5RL04S001XJ01	VS		1KF7010	Nomak-E4x2	1si	1KF41	X01	25	1JB6548	Nomak-E24x2	4si	1JB12	XL38	25 Sähkökuva 107293 s. 80
5RL04S001XJ01	IN		1KF7010	Nomak-E4x2	1pu	1KF41	X01	26	1JB6548	Nomak-E24x2	4pu	1JB12	XL38	26
1RQ17S101XJ01	VS		1KF7011	Nomak-E4x2	1si	1KF41	X01	27	1JB6548	Nomak-E24x2	4ha	1JB12	XL38	27 Sähkökuva 107293 s. 90
1RQ17S101XJ01	IN		1KF7011	Nomak-E4x2	1pu	1KF41	X01	28	1JB6548	Nomak-E24x2	4ke	1JB12	XL38	28
5NP10K007XG51	VS					1KF41	X01	29	1JB6548	Nomak-E24x2	4vi	1JB12	XL38	29
5NP10K007XG51	IN					1KF41	X01	30	1JB6548	Nomak-E24x2	4ru	1JB12	XL38	30
5NP10K007XG51	IN					1KF41	X01	31	1JB6548	Nomak-E24x2	4va	1JB12	XL38	31
5NP10K007XG51	IN					1KF41	X01	32	1JB6548	Nomak-E24x2	4mu	1JB12	XL38	32
						1KF41	X01	33	1JB6548	Nomak-E24x2	5si	1JB12	XL38	33
						1KF41	X01	34	1JB6548	Nomak-E24x2	5pu	1JB12	XL38	34
5NN10F001						1KF41	X01	35	1JB6548	Nomak-E24x2	5ha	1JB12	XL38	35 1JB11 F01: 24VDC Signaalimuunnin syötö

Kenttälaite		Kenttäkaapeli			Kenttäkotelo			Runkokaapeli			Huom.			
Piiri/positio	Sign	Lit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Positio	Rima	Lit.	Tunnus	Tyyppi	Johd.	Kaapeli	XC	Lit.
5NN10F001						1KF41	X01	36	1JB6548	Nomak-E24x2	5ke	1JB12	XL38	36
5RL04S001XB01	VS	15	1KF7010	Nomak-E4x2	1ha	1KF41	X01	37	1JB6548	Nomak-E24x2	5vi	1JB12	XL38	37
5RL04S001XB02	IN	16	1KF7010	Nomak-E4x2	1ke	1KF41	X01	38	1JB6548	Nomak-E24x2	5ru	1JB12	XL38	38
5RL04S001XB02	IN	12	1KF7010	Nomak-E4x2	1v	1KF41	X01	39	1JB6548	Nomak-E24x2	5va	1JB12	XL38	39
5RL04S001XB55	IN	6	1KF7010	Nomak-E4x2	1ru	1KF41	X01	40	1JB6548	Nomak-E24x2	5mu	1JB12	XL38	40
5RL04S001XB56	IN	2	1KF7010	Nomak-E4x2	1va	1KF41	X01	41	1JB6548	Nomak-E24x2	6sl	1JB12	XL38	41
			1KF7010	Nomak-E4x2	1ru	1KF41	X01	42	1JB6548	Nomak-E24x2	6pu	1JB12	XL38	42
1RQ17S101XB01	VS	15	1KF7011	Nomak-E4x2	1ha	1KF41	X01	43	1JB6548	Nomak-E24x2	6ha	1JB12	XL38	43
1RQ17S101XB01	IN	16	1KF7011	Nomak-E4x2	1ke	1KF41	X01	44	1JB6548	Nomak-E24x2	6ke	1JB12	XL38	44
1RQ17S101XB02	IN	12	1KF7011	Nomak-E4x2	1v	1KF41	X01	45	1JB6548	Nomak-E24x2	6vi	1JB12	XL38	45
1RQ17S101XB55	IN	6	1KF7011	Nomak-E4x2	1ru	1KF41	X01	46	1JB6548	Nomak-E24x2	6ru	1JB12	XL38	46
1RQ17S101XB56	IN	2	1KF7011	Nomak-E4x2	1va	1KF41	X01	47	1JB6548	Nomak-E24x2	6va	1JB12	XL38	47
			1KF7011	Nomak-E4x2	1ru	1KF41	X01	48	1JB6548	Nomak-E24x2	6mu	1JB12	XL38	48

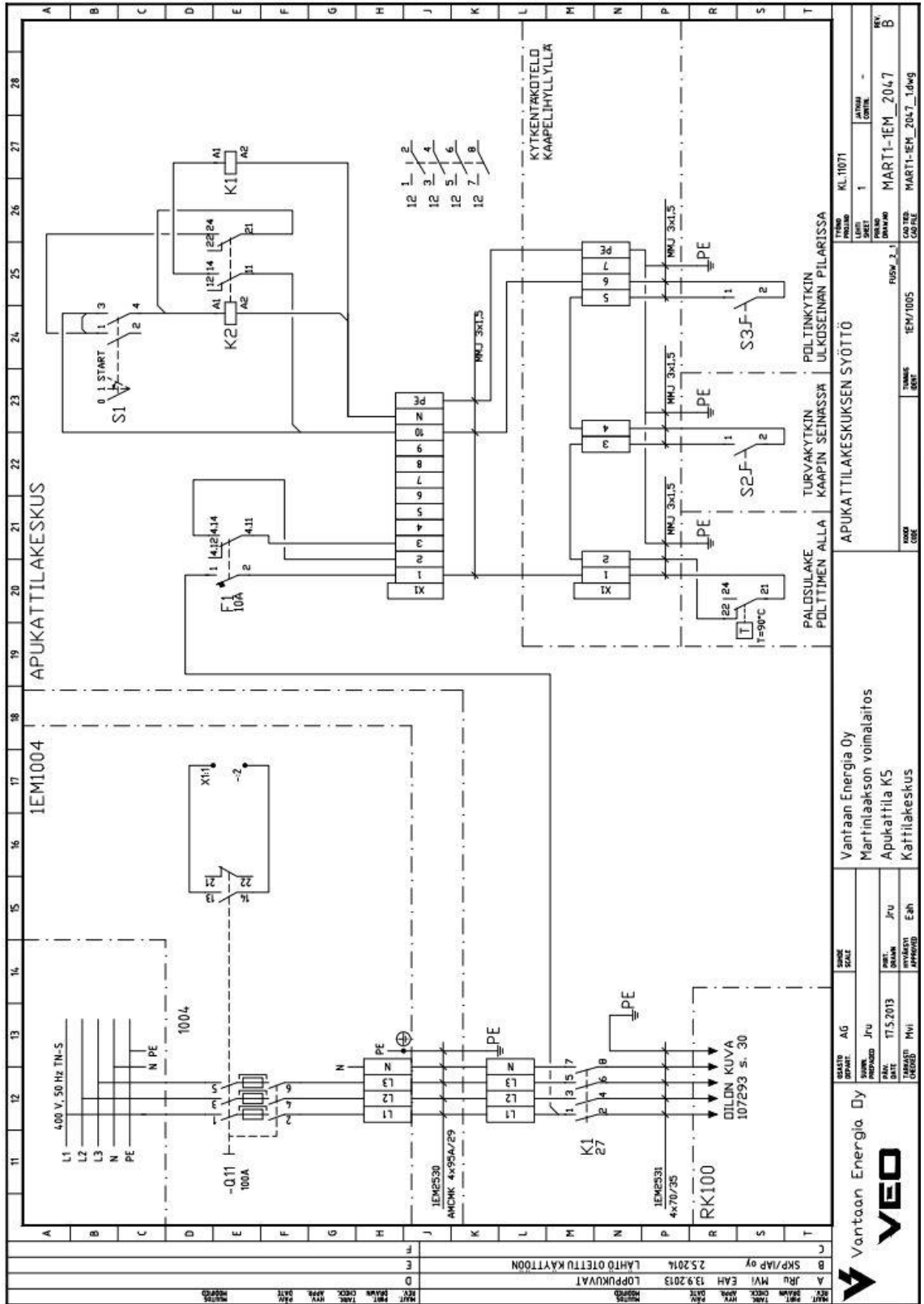
Apukattilan säätökaavio



Savukaasupellin ohjauspiirikaavio



Apukattilan ohjauskeskuksen sähkön syöttöpiirikaavio



Vantaan Energia Oy  
Marttilaakson voimalaitos  
Apukattila K5  
Kattilakeskus

QUALITY  
DRAWN: Jru  
DATE: 11.5.2013  
CHECKED: Mvi

Vantaan Energia Oy  
SCALE: AG  
DATE: 11.5.2013  
CHECKED: Mvi



Vantaan Energia Oy  
Marttilaakson voimalaitos  
Apukattila K5  
Kattilakeskus

KL.11071  
JAVIM  
CONTIN.



## Apukattilan paikalliskäynnistysohje

### Martinlaakson voimalaitoksen apukattilan K5 käynnistäminen ilman ohjauksia Metso DNA:sta

Apukattilan pinnansäädön siirryttyä Metso DNA automaatiojärjestelmään, sen käynnistäminen paikallisesti vaatii seuraavat toimenpiteet. Toimenpiteiden suorittamiseen ja kattilan säätämiseen vaaditaan ainakin kaksi henkilöä.

#### 1. Polttimen käynnistäminen:

- Jotta poltin voidaan käynnistää, täytyy kattilan märkäkeittosuojaa indikoivan K50 releen olla vetäneenä. Suojan valvonta on toteutettu Metson I/O-kortilla prosessiasemasta riippumattomana piirinä 5NP10L001YH51. Mikäli kattila halutaan käynnistää ilman märkäkeittosuojaa, täytyy releen K50 liittimet 11 ja 14 jumpittaa yhteen. **TÄMÄN JÄLKEEN PINNANKORKEUTTA TÄYTYY JATKUVASTI VALVOA VESILASISTA!**
  1. Käännä OK100 kaapin ovessa oleva kytkin S60 asentoon "1-paikalliskäyttö"
  2. Valitse haluttu polttoaine kytkimellä S4.
  3. Aseta Siemens – operointipaneelista kattilan paineen asetusarvo
    - ➔ Valikko aukeaa "esc" -näppäimestä
    - ➔ Valikoita selataan painamalla Select -/+ -näppäimiä. Haluttuun alavalikkoon pääsee painamalla kyseisessä kohdassa Enter -näppäintä. Takaisin palataan painamalla Esc -näppäintä.
    - ➔ Selaa kohtaan "Käyttö", valitse painamalla "Enter"
    - ➔ Selaa kohtaan "Kattilan asetus", valitse painamalla "Enter"
    - ➔ Selaa kohtaan "Asetusarvo W1", valitse painamalla "Enter"
    - ➔ aseta haluttu asetusarvo, tallenna painamalla "Enter"
  4. Käännä OK100 kaapin ovessa oleva kytkin S3 asentoon "1-käy"
    - ➔ Polttimen käynnistyssekvenssi alkaa, kun paine laskee 2 % alle tämän asetusarvon. Eli esimerkiksi asetusarvon ollessa 10 bar poltin käynnistyy, kun paine on  $10 - 0,02 * 10 = 9,8$  bar.

#### 2. Syöttövesi pumpun 5RL01D001 käynnistäminen

Syöttövesipumppua operoidaan paikallisesti suoraan apukattilan vieressä olevan taajuusmuuttajan ohjauspaneelista.

1. Tarkasta, että syöttövesilinjan käsiventtiilit ovat auki ja että syöttöveden paine ennen syöttövesipumppuja (5RL01P001) on yli 1 bar
  - ➔ Painelähetin sijaitsee syöttövesipumppujen vieressä betonipilarissa.
2. Ota taajuusmuuttaja paikallisohjaukselle painamalla nappia "LOC/REM"
  - ➔ Ohjauspaneelin näytön vasempaan yläkulmaan vaihtuu teksti "LOC"
3. Aseta taajuus nuolinäppäimillä haluttuun arvoon
  - ➔ Näytön yläreunassa näkyy lähtötaajuus, esim. "10 Hz". Lukema muuttuu, kun painat nuolta ylös- tai alaspäin. Taajuutta voi säätää välillä 10 - 50 Hz.
  - ➔ Taajuutta voi muuttaa myös pumpun käydessä samalla tavalla.
4. Paina ohjauspaneelin "Start" -nappia

- ➔ Pumppu käynnistyy
- ➔ Ohjauspaneelin vasemmassa yläreunassa näkyvä nuoli alkaa pyöriä
  - Jos nuoli on piirretty katkoviivalla, moottori ei ole saavuttanut asetettua taajuutta.

### 3. Syöttöveden säätöventtiilin 5RL04S001 avaaminen

Syöttöveden säätöventtiili sijaitsee apukattilan päällä.

1. Avaa varovasti syöttöveden säätöventtiiliä käsipyörästä.

➔ 30 kierroksella venttiili avautuu noin 60 %.

### 4. Apukattilan päänhöyryventtiilin 1RQ12S101 avaaminen

Päänhöyryventtiili sijaitsee polttimelta katsottuna apukattilan vasemmalla puolella kattilan yläreunan korkeudella. Venttiilillä on ritilätaso.

1. Avaa päänhöyryventtiili kääntämällä käsipyörästä se täysin auki.

### 5. Käynnin valvonta

1. Tarkkaile kattilan pinnan korkeutta kattilan vesilaseista. Pinnan ala- ja ylärajat on merkitty tussilla vesilaseihin. Lisäksi alaraja on merkitty vesilasien väliin kattilan kylkeen hitsattuun levyyn viivalla ja kirjaimilla "LW"(Low Water). Normaalipinnan korkeus on noin 5-10 cm tämän merkin yläpuolella, eli noin vesilasien puolivälissä. Veden pinta ei saisi nousta yli ylärajamerkin (= 15 cm alarajamerkin yläpuolelle), koska tällöin vaarana on veden ajautuminen höyryputkistoon.

Kattilan pintaa voidaan säätää syöttövesipumpun taajuutta muuttamalla tai avaamalla tai sulkemalla syöttöveden säätöventtiiliä. Varmista syöttöveden virtaus kattilaan säätämällä pumpun kierroksen niin ylös, että syöttöveden paine 5RL04P001 on yli kattilan paineen.



Kuva 1. Apukattilan ohjauskeskus.

Kuva 2. Vesilasi.

## Apukattilan riippumattomuusarvio

### Martinlaakson voimalaitoksen apukattilan K5 riippumattomuusarvio

1. Koko apukattilan sähköistys tapahtuu paikallisen pääkytkimen kautta, jolle syötetään 400 VAC keskukselta 1EM1004, joka on dieselvarmennettu keskus. Kaikki apukattilakeskuksen syöttö- ja ohjausjännitteet muodostetaan tästä syötöstä.
2. Kevytöljyn saantia varten tarvitaan yllä mainittu sähkönsyöttö sekä kahden käsiventtiilin avaaminen. Myös kevytöljyn paluulinja säiliölle täytyy olla auki öljypolton ollessa käytössä.
3. Kaasun tulo polttimelle riippuu yllä mainitusta sähkönsyötöstä, paloventtiilistä 1NN10S101 ja sulkuventtiilistä 1NN10S102. Paloventtiilin sähkönsyöttö tulee keskukselta 1EM0709 ja sulkuventtiilin sähkönsyöttö keskukselta 1EN04E1. Nämä keskuksat on varmennettu varavoimakoneella 1EY.
4. Polttimen paloilma otetaan kattilahallista polttimessa itsessään olevalla puhaltimella.
5. Apukattilalla on kaksi omaa syöttövesipumppua, joiden sähkönsyöttö tulee apukattilan omasta paikallisesta sähkökeskuksesta. Pumppu 1(5RL01D001) on taajuusmuuttajakäyttöinen ja pumppu 2(5RL02D001) suoraikäyttöinen. Pumppua 1 voidaan ajaa paikallisesti taajuusmuuttajan ohjauspaneelista.  
Syve-pumppujen jälkeen on kattilan pinnansäätöventtiili 5RL04S001, jonka sähkönsyöttö tulee myös apukattilan paikallisesta keskukselta. Venttiilin toimilaitteessa on myös käsipyörä.  
Syöttövesi otetaan joko K1 lisävesisäiliöstä 1RH44B001 tai syöttövesisäiliöstä 1RH52B001. Näissä linjoissa ei ole sähköisesti ohjattuja venttiileitä tai pumppuja ennen apukattilan syöttövesipumppuja.
6. Apukattilan päänhöyryventtiilin 1RQ12S101 sähkönsyöttö tulee keskukselta 1DA09F1, jota ei ole varmennettu. Venttiilin toimilaitteessa on käsipyörä.
7. Kaikki apukattilan polttimen ohjaukseen ja polttoaineen syöttöön liittyvät ohjaukset suoritetaan apukattilan paikallislogiikasta.
8. Apukattilan kattilasuojatoiminnot on märkäkeittosuoja lukuun ottamatta toteutettu paikallislogiikassa. Märkäkeittosuoja on toteutettu Metso DNA:n AIU4I -kortilla ylärajavalvontana, joka välitetään binääritietona paikallislogiikan turvapiiriin.
9. Kaikki muut ohjaukset suoritetaan Metso DNA automaatiojärjestelmästä. Automaatiojärjestelmän häiriötilanteissa apukattilaa voidaan käyttää paikallisesti erillisen paikalliskäynnistysohjeen mukaisesti edellyttäen, että apukattilakeskuksen sähkönsyöttö on kunnossa.