



# ENERGIATUTKIMUSKES- KUKSEN AUTOMAATION LUKITUKSIEN SUUNNITTE- LU

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Matti Lehtinen			
Työn nimi Energiatutkimuskeskuksen automaation lukitusten suunnittelu			
Päiväys	21.5.2015	Sivumäärä/Liitteet	23
Ohjaaja(t) Markku Kosunen, Harri Heikura			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia			
Tiivistelmä			
<p>Työn tavoitteena oli helpottaa valitun automaation käyttöönottoa lukituskaavioiden osalta.</p> <p>Työssä laadittiin lukituskaavioiden perusmallit Savonia-ammattikorkeakoulun energiatekniikan tutkimuskeskuksen BFB-kattilan automaatioon. Työssä keskityttiin puhaltimien- ja polttoaineensyötön lukituskaavioihin.</p> <p>Puhaltimien osalta työhön toi haastavuutta kymmenen eri ajomoodia, joissa jokaisessa savukaasupellit olivat eri asennoissa. Sähköisesti ohjattuja savukaasupeltejä oli kaksikymmentäneljä kappaletta, lisäksi oli kymmenen käsi-käyttöistä savukaasupeltiä.</p> <p>Koelaitoksen lukitusketjut voivat olla ajallisesti eri pituisia riippuen ajomoodista. Lukitusketjussa laitteiden käynnistyksen/pysäytysten ajoituksilla pyritään varmistamaan laitoksen turvallinen toiminta.</p> <p>Työssä hyödynnettiin käytännön kokemusta ja käytännössä toimiviksi havaittuja malleja.</p> <p>Koska automaatiota ei ole vielä asennettu, opinnäytetyö on energiatutkimuskeskuksen koelaitoksen lukitussuunnitelma ilman käyttöönottotestausta.</p>			
Avainsanat Pakko-ohjatut lukitukset, turvalukitukset, ohjelman sisäiset lukitukset, 300 kW leijupetikattila			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Matti Lehtinen			
Title of Thesis Designing the interlockings for the automation system in Energy Research Centre			
Date	21.5.2015	Pages/Appendices	23
Supervisor(s) Markku Kosunen, Harri Heikura			
Client Organisation /Partners Savonia			
<p>Abstract</p> <p>The objective of the thesis was to facilitate implementation of the selected automation system regarding interlocking diagrams.</p> <p>In this thesis the basic models of interlocking diagrams were created for Savonia University of Applied Sciences Energy Research Centre's Bubbling Fluidized Bed (BFB) boiler automation system. This study concentrated on the interlocking diagrams of blowers and fuel feeds.</p> <p>The challenges in this study, regarding the flue gas blowers, were the ten different run modes that have different positions for each flue gas dampers. There were twenty four electronically controlled flue gas dampers and ten manually operated flue gas dampers.</p> <p>The pilot plant's interlockings can vary in length time-wise depending on the run mode. The timing of the start-up/run down of the appliances interlockings is for securing the safe operation of the plant.</p> <p>This study made use of hands-on experience and models that have been proven to be functional in practice.</p> <p>Since there has been no installed for the automation system of the research center yet, the thesis is the interlocking design for the Energy Research Centre's pilot plant without the testing phase.</p>			
Keywords Forced interlockings, safety interlockings, built-in interlockings			
300 kW fluidized bed boiler plant			

1	JOHDANTO .....	5
2	YRITYS.....	6
2.1	Savonia AMK .....	6
2.2	Energiatutkimuskeskus .....	6
3	AUTOMAATIO .....	8
3.1	TURVA-AUTOMAATIO.....	8
3.1.1	KÄYTTÖAUTOMAATIO.....	8
3.1.2	TUKES.....	9
4	LUKITUKSET .....	10
5	LEIJUPETIKATTILAN LUKITUKSET .....	11
5.1	PUHALTIMET .....	11
5.1.1	PALAMISILMAPUHALLIN P2001 .....	11
5.1.2	SAVUKAASUPUHALLIN P3001.....	13
5.1.3	SAVUKAASUPUHALLIN P3002.....	14
5.1.4	KIERTOKAASUPUHALLIN P3003.....	14
5.1.5	HÄTÄJÄÄHDYTYSPUHALLIN P3004 .....	15
5.2	PELLIT.....	15
5.2.1	SUODATTIMIEN OHITUSPELLIT .....	16
5.3	POLTTOAINEEN SYÖTTÖ .....	16
5.3.1	SULKUSYÖTIN.....	16
5.3.2	RUUVIKULJETIN .....	17
5.3.3	HOLVAUKSENESTO .....	18
5.3.4	KOLAKULJETIN.....	18
5.3.5	TANKOPURKAIN 1.....	19
5.3.6	TANKOPURKAIN 2.....	20
5.3.7	REPIJÄRULLA 1 .....	20
5.3.8	REPIJÄRULLA 2 .....	21
6	YHTEENVETO.....	22
	LÄHTEET .....	23

## 1 JOHDANTO

Savonia ammattikorkeakoulun Varkauden kampukselle rakennetaan koekattilalaitos osana energia-tutkimuskeskusta. Laitos suunnitellaan Savonian opiskelijoiden projekteina sekä opinnäytetöinä, lisäksi Savonian henkilökuntaa on mukana suunnitteluprojektissa. Tämä opinnäytetyö kuuluu koelaitoksen automaation suunnitteluprojektiin.

Työn tarkoituksena on luoda pohja leijupetikattilan automaation lukituskaavioille. Lukituskaavioiden laatimisessa on tunnettava sekä prosessin, että laitteiden toiminta sekä mille automaatiolaitteistolle kaaviot suunnitellaan. Tukesin määräykset ja säännöt pitää ottaa huomioon. Kaaviot on tehty ABB:n Control Builder Plus ohjelmistolla.

Luvussa 3 käsitellään automaatiota ja Tukesia lyhyesti.

Luvussa 4 käsitellään lukituksia yleisesti.

Luvussa 5 käydään läpi leijupetikattilaan liittyvät lukitukset.

Luvussa 6 on yhteenveto.

## 2 YRITYS

### 2.1 Savonia AMK

Savonia-ammattikorkeakoulu on yksi Suomen suurimmista ammattikorkeakouluista. Koulutusta tarjotaan kuudella eri koulutusosalalla. Koulutusyksiköt sijaitsevat Kuopiossa, Iisalmessa ja Varkaudessa. Tutkintoja voi suorittaa päivä- tai iltaopiskeluna sekä avoimessa ammattikorkeakoulussa.

Energiatutkimuskeskuksen rakentamisella pyritään tukemaan Varkauden energiateknologian yritys-keskittymän toimintaedellytyksiä. Hankkeella tuetaan energiatekniikan insinöörien koulutusta alueen voimalaitoksia suunnittelevien yritysten tarpeisiin. Tutkimuskeskuksen laitteistohankinnoissa on mukana automaation ja taajuusmuuttajien osalta ABB. Entek EAKR-Teollisen mittakaavan energiateknologian kehitysympäristön ja Inpyre-hankkeiden (Inpyre - Kierrätyspolttoaineen energiahyötykäytön, pyrolyysiöljyn käytettävyyden sekä sähkön- ja lämmön yhteistuotannon kehitysympäristö -hanke.) rahoituksesta 70% on Pohjois-Savon liiton myöntämää Euroopan aluekehitysrahaston ja valtion rahoitusta, 20% kuntarahoitusta ja 10% yritysrahoitusta. (Savonia. 2015)

### 2.2 Energiatutkimuskeskus

Energiatutkimuskeskuksessa on tarkoitus tutkia erilaisten polttoaineiden palamista sekä palamisesta muodostuvia savukaasuja. Lisäksi keskuksessa tullaan testaamaan maalämpökaivojen kykyä ottaa vastaan lämpöenergiaa. Tarkoituksena on tutkia myös savukaasujen korroosiovaikutuksia.

Tutkimuskeskukseen asennetaan pieni leijupetikattila, jätelämpökattila, maalämpöpumppu sekä dieselgeneraattori sähkön tuottamiseen. Jätelämpökattilaan asennetaan myös pellettipoltin sekä pyrolyysiöljypoltin. Pyrolyysiöljypoltin asennetaan siten, että jätelämpökattilaa voidaan käyttää joko leijupetikattilan tai pyrolyysiöljypoltin kanssa. Dieselgeneraattorin yhteyteen rakennetaan lämmön-siirtimien testausympäristö.



Kuva 1. Energiatutkimuskeskus. Kuva ulkopuolelta.

### 3 AUTOMAATIO

Automaatio (kreik. Automatos) tarkoittaa itsetoimivaa laitetta tai järjestelmää. Nykyisin teollisuusautomaatio tarkoittaa usein tietokoneen käyttämistä koneiden ja tuotantoprosessien ohjaamisessa.

Tuotantotekniikan osana teollisuusautomaatio on kehittyneempi aste mekanisaatiosta, jossa ihmiset käyttävät koneita työnsä apuna. Tunnetuin automaation alue on teollisuusrobotiikka. Automaation joitakin hyötyjä ovat toistettavuus, tiukempi laadunhallinta, jätteiden vähentyminen, integraatio yrityksen muiden järjestelmien kanssa, kasvanut tuotanto ja pienentynyt työvoiman tarve. Joitakin haittapuolia ovat korkeat alkukustannukset ja suurempi riippuvuus kunnossapidosta.

Automaatiolla tarkoitetaan laitteen tai prosessin ohjausta, joka kykenee toimimaan itsenäisesti normaalitilanteissa, ei siis tarvitse ihmisen jatkuvaa ohjausta.

Useimmissa tapauksissa käytetään erityisesti automaatiota varten tehtyjä tietokoneita, ohjelmoitavia logiikoita (PLC, Programmable Logic Control), ohjaamaan järjestelmän toimilaitteita sensoreilta saatujen tietojen perusteella. Ohjelmoitavan logiikan avulla voidaan hallita koneen tai prosessin toimintoja tarkasti. (Wikipedia. 2015)

Ihmisen ja ohjelmoitavan logiikan välisessä kommunikaatiossa käytettävästä käyttöliittymästä käytetään termiä HMI (Human-Machine Interface). HMI voidaan toteuttaa logiikkaan liittyvillä näyttölaitteilla tai PC-valvomo-ohjelmistojen avulla. Käyttöliittymän kautta voidaan esimerkiksi syöttää ja valvoa haluttua lämpötilaa tai painetta, jota logiikan pitää ylläpitää prosessissa. (Wikipedia. 2015)

Toinen automaation muoto on testausautomaatio, jossa tietokone ohjelmoidaan matkimaan ihmisen toimintaa tietokoneohjelmistojen manuaalisen testauksen aikana. Työssä käytetään erityisiä testausautomaatio-ohjelmistoja, jonka tuottaman ohjelman avulla testaajan työ voidaan toistaa täsmälleen samalla tavalla uudelleen myöhemmin. (Wikipedia. 2015)

Energiatutkimuskeskuksen automaatio toteutetaan ABB:n AC500 logiikalla sekä Symphony Plus valvomo-ohjelmistolla.

#### 3.1 TURVA-AUTOMAATIO

Turva-automaatio on erillinen järjestelmä, johon käyttöautomaatio ei saa vaikuttaa. Turva-automaation tehtävä on pysäyttää tai ajaa turvalliseen tilaan prosessi tai laite siinä tapauksessa kun muu järjestelmä pettää tai ihminen tekee virheen.

##### 3.1.1 KÄYTTÖAUTOMAATIO

Käyttöautomaatio ohjaa laitteen tai prosessin normaalia toimintaa ja siihen on usein mahdollista vaikuttaa käytön aikana, esim. asetusarvon muuttaminen yms. Käyttöautomaation on siis tarkoitus suorittaa kaikki ohjaukset ja säädöt normaalitilanteessa.



### 3.1.2 TUKES

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo ja edistää teknistä turvallisuutta ja vaatimustenmukaisuutta sekä kuluttaja- ja kemikaaliturvallisuutta Suomessa.

Tukes on se viranomainen, joka säätää määräykset ja säännöt turva-automaation toiminnalle ja osaltaan myös prosessin tai laitteen turvalliselle käyttämiselle. Tukesin määräykset ja säännöt tulit ottaa huomioon automaatiota suunniteltaessa. (Tukes. 2015)

## 4 LUKITUKSET

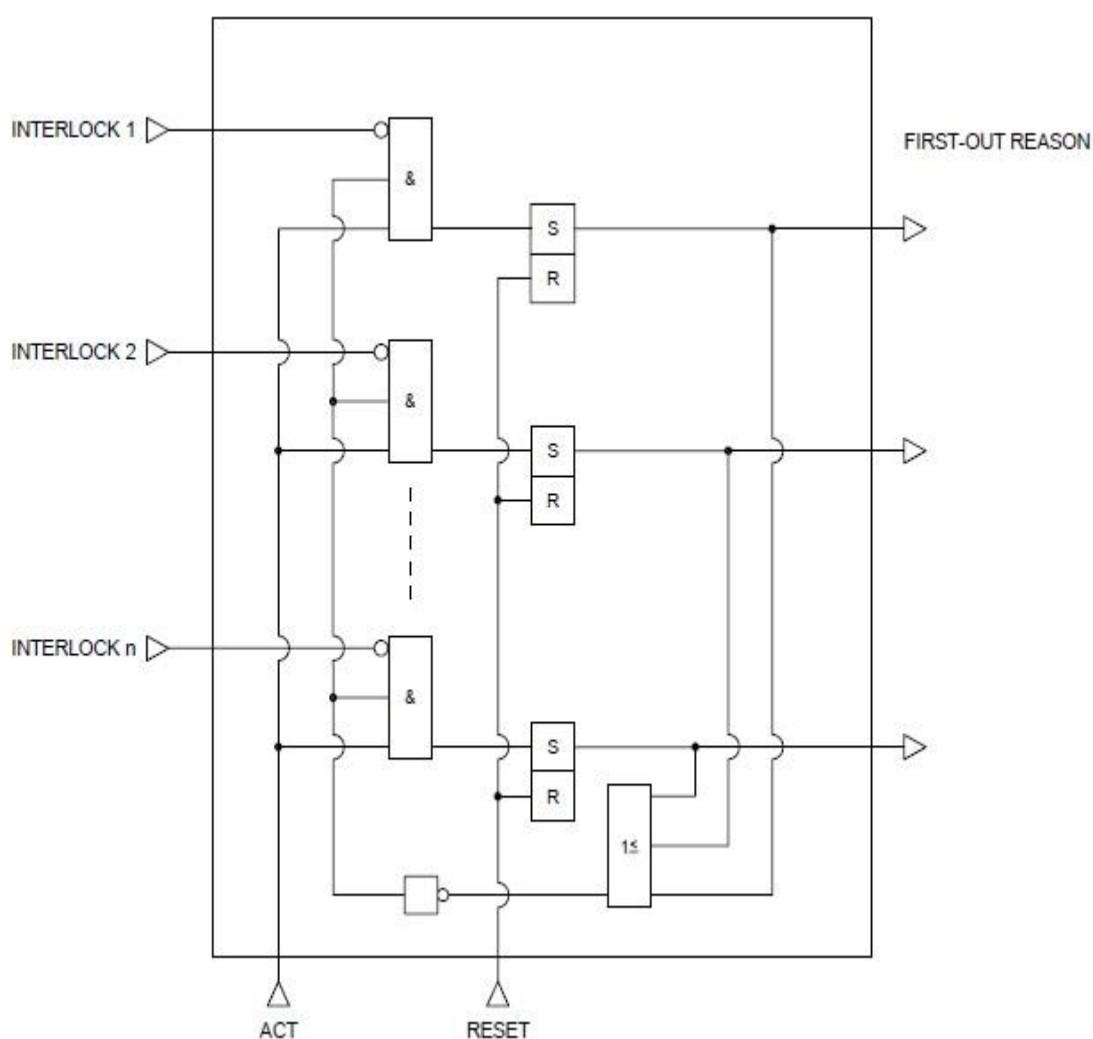
Lukituksilla tarkoitetaan tapahtumien riippuvuussuhteita, eli mitä pitää olla tai ei saa olla tapahtunut että lukitus toteutuu. Perinteinen logiikkaohjelmointi onkin enimmäkseen riippuvuussuhteiden määrittelyä. Lukitus ei aina estä jotain tapahtumaa vaan voi käynnistää sen.

Lukituksia voidaan ketjuttaa peräkkäisiksi tapahtumiksi, joissa edellinen lukitus on ehtona seuraavalle, tätä kutsutaan askeltavaksi ohjelmoinniksi.

Lukituksissa on käytettävissä hyvinkin tarkat aikatoiminnot. Ajastuksilla varmistetaan toimintojen tapahtuminen säädettyssä ajassa tai estetään jonkin toiminnon tapahtuminen liian aikaisin esim. suunnanvaihtoviive.

Usein lukituksiksi käsitetään vain todelliset, ei siis logiikan sisäiset tapahtumat, esim. pumpun käymisen ehtona oleva säiliön pintavahti, jolla estetään pumpun tyhjänä käyttäminen tai säiliön ylitäyttö.

Kuvassa 2 periaate piiristä, joka paljastaa ensin lauenneen lukituksen.



Kuva 2: First-out.

## 5 LEIJUPETIKATTILAN LUKITUKSET

Leijupetikattila on kattila, jossa polttoaine poltetaan leijupetihiekan seassa. Hiekkapetiä leijutetaan alhaalta puhallettavalla ilmalla.

Leijupetikattilan lukituksia käsitellään seuraavassa käytettävissä olevien tietojen perusteella, mutta laitteiston kokoonpano elää vielä suunnittelun edetessä. Suunnittelussa tulevien muutosten ja käyttöönoton yhteydessä tulee suunniteltuihin lukituksiin todennäköisesti muutoksia.

### 5.1 PUHALTIMET

Leijupetikattilaan liittyy viisi puhallinta, P2001-palamisilmapuhallin, P3001-savukaasupuhallin 1, P3002-savukaasupuhallin 2, P3003-kiertokaasupuhallin ja P3004-hätäjäähdytyspuhallin, jotka tulen esittelemään myöhemmin tässä luvussa.

Savukaasupuhaltimien osalta tulee vielä miettiä Tukesin vaatimusta siitä, että savukaasuille pitää olla aina auki poistumisreitti ajomoodista riippumatta, ettei häkää eikä muita vaarallisia kaasuja vuotaisi sisäilmaan.

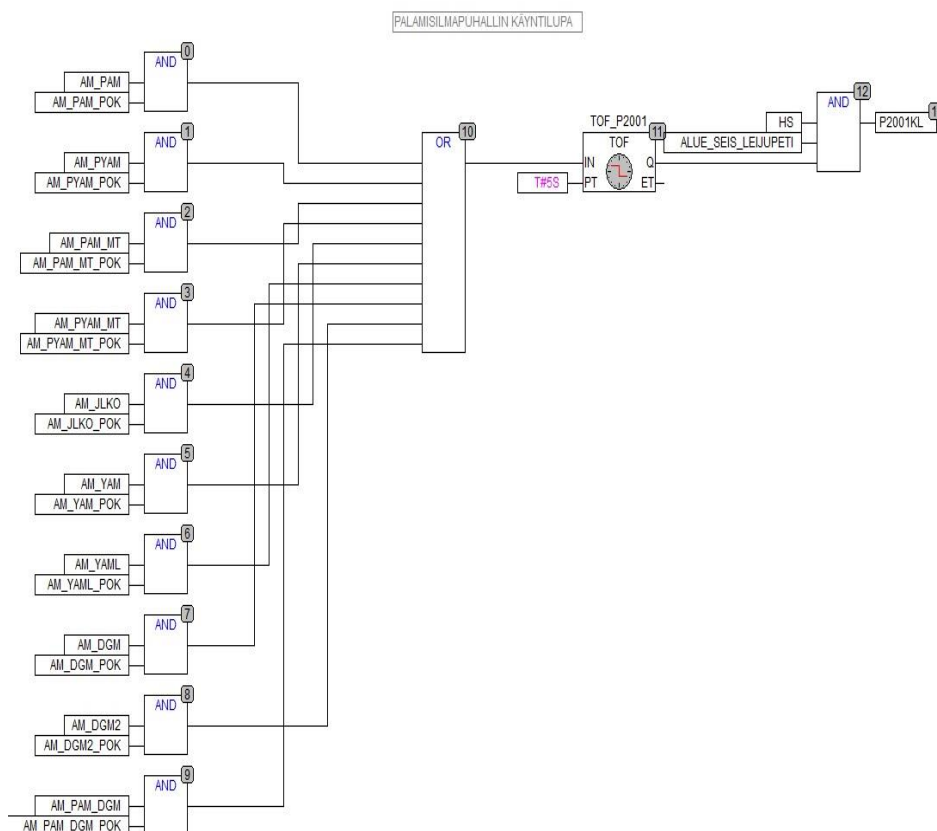
Savukaasupuhaltimet siis tuottavat riittävän alipaineen tulipesälle. Alipainetta tarvitaan haitallisten kaasujen pitämiseksi savukaasukanavissa, sekä parantamaan palamista.

#### 5.1.1 PALAMISILMAPUHALLIN P2001

Palamisilmapuhaltimen tehtävä on syöttää tarvittava palamisilma tulipesään ja tässä tapauksessa tuottaa myös riittävä ilmanpaine leijupedin leijutukseen. Leijutuksella tarkoitetaan hiekkapedin pitämistä ilmassa, jolloin sen sisälle pääsee polttoainetta. Leijupedin varastoima lämpöenergia auttaa palamista, jolloin polttoaineena voidaan käyttää huonomminkin palavaa materiaalia.

Palamisilmapuhaltimen käyntiehtoja, eli lukituksia ovat hätä-seis, tulipesän alipaine, savukaasupuhaltimet, savukaasupellit, kattilan paine, kattilan lämpö, takapalotermostaatti sekä tietyst puhaltimen omat turvajärjestelmät, kuten taajuusmuuttajan häiriö, turvakatkaisija sekä termistori. Seuraavassa kuvassa (Kuva 3, P2001 käyntilupa) ei ole näitä kaikkia koska osa vaikuttaa hätä-seis piirin kautta ja osan toteutustapaa ei ole vielä päätetty.

Kuvassa näkyy kuitenkin kuinka paljon määrittelyä vaativat savukaasupellit, koska laitteistossa on useita eri ajomoodeja, joissa savukaasupellit ovat eri asennoissa.



Kuva 3: P2001 käyntilupa.

Kuvassa oleva TOF\_P2001 aikatoiminto on päästöhidastettu aikarele jonka tehtävänä on suodattaa pois pienikestoiset häiriöt jotka muuten pysäyttäsivät laitoksen. OR-lohko kokoaa yhteen kaikki AND-lohkot joista voi olla toimineena vain yksi kerrallaan koska useampia ajomodeja ei ole päällä yhtäaikaan. Ensimmäiset AND-lohkot varmistavat että halutulla ajomoodilla ovat tarvittavat pellit oikeassa asennossa. Viimeinen AND-lohko liittää piiriin hätä-seis, alue-seis ja taajuusmuuttajaan liittyvät lukitukset, joista kuvassa ei näy taajuusmuuttajaan eikä moottorinsuojakatkaisijoihin liittyviä lukituksia. Taajuusmuuttajaa luetaan väylän kautta joten taajuusmuuttajahäiriön liittämiseksi tähän pitäisi tietää miten se on nimetty taajuusmuuttajaa lukevassa ohjelmassa. Kyseessä ei myöskään ole käynnistyksen hallintapiiri vaan pelkkä käyntilupa juuri tuosta väyläatkaisusta johtuen.

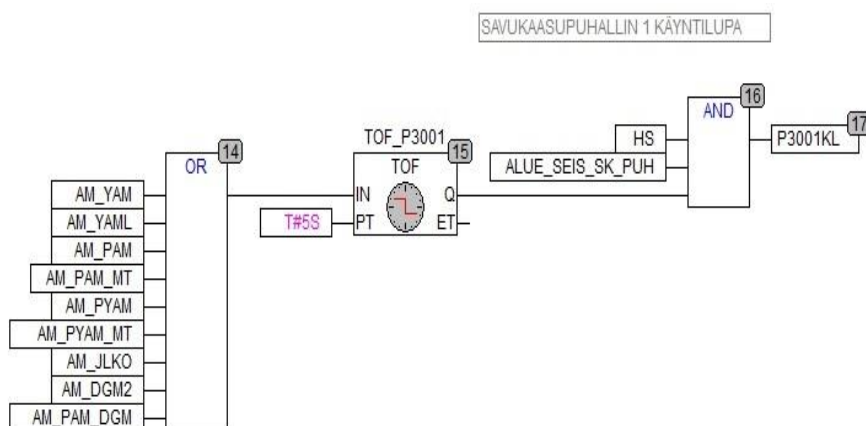


Kuva 4: Palamisilmapuhallin P2001.

### 5.1.2 SAVUKAASUPUHALLIN P3001

Savukaasupuhaltimen tehtävänä on poistaa savukaasut järjestelmästä, sekä ylläpitää riittävää alipainetta tulipesässä sekä savukaasukanavissa. Alipainetta tarvitaan estämään savukaasujen karkaaminen savukaasukanavista kattilahuoneeseen. Savukaasuissa voi olla häkää sekä muita vaarallisia aineita, joten ihmiset eivät saa altistua savukaasuille. Ylipaine aiheuttaa räjähdys ja tulipalovaarann.

Savukaasupuhallin 1 lukitukset riippuvat ajomoodista.



Kuva 5: P3001 käyntilupa.

TOF\_P3001 on häiriönsuodatus kuten edellisessä kuvassa. OR-lohkoon on koottu kaikki ajomoodit joissa käytetään savukaasupuhallinta P3001. AND-lohkossa liitetään piiriin alue-seis sekä hätä-seis. Kuvaan kuuluisi myös taajuusmuuttajahäiriö sekä esim. turvakytkin, mutta niitä ei ole tähän laitettu koska niiden nimet eivät ole tiedossa tässä vaiheessa. Tämä ei ole puhaltimen käynnistyspiiri vaan ainoastaan käyntilupa, joka otetaan käyttöön käynnistys/pysäytys piirissä ehtona käynnistykselle. Puhaltimien pysäyttämiseen muussa kuin hätä-seis tilanteessa tarvitaan myös viive. Käynnistyspiire-

jä ei suunniteltu, koska työhön kuuluu vain käynnistysehdot eli lukitukset eikä niinkään itse ohjaus-  
tenhallinta.

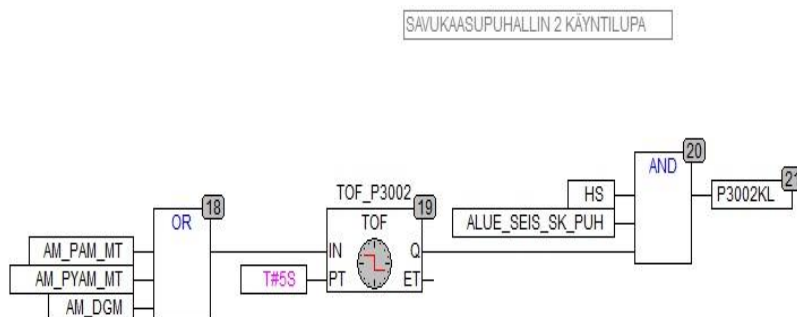


Kuva 6: Savukaasupuhaltimet.

### 5.1.3 SAVUKAASUPUHALLIN P3002

Savukaasupuhallinta P3002 tarvitaan vain kun ajetaan materiaalintestausajoa tai dieselgeneraatto-  
ria. Voi olla tarpeen pyörittää puhallinta miniminopeudella ajomoodista riippumatta, jos halutaan  
tehdä savunpoistosta mahdollisimman turvallinen. Tukes saattaa vaatia tätä.

Savukaasupuhallin 2 lukitukset riippuvat ajomoodista.



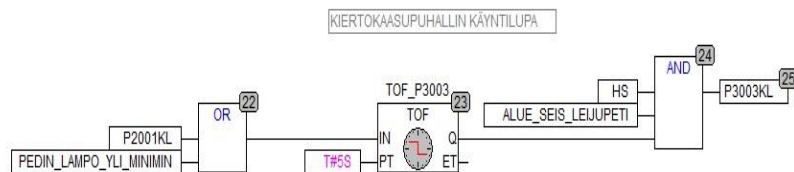
Kuva 7: Savukaasupuhallin 2 käyntilupa.

Savukaasupuhallin 2 eroaa puhaltimesta 1 vain ajomoodien osalta.

### 5.1.4 KIERTOKAASUPUHALLIN P3003

Kiertokaasupuhaltimen tehtävänä on alentaa palamislämpötilaa puhaltamalla savukaasua takaisin tu-  
lipesään. Tällä palamislämpötilan alentamisella vaikutetaan typpipäästöihin. Kiertokaasupuhallin oh-  
jataan yleensä päälle vasta kun pedin lämpötila on riittävä. Tässä tapauksessa voi olla että kierto-

kaasupuhallinta tarvitaan myös ylösajossa lämpiämisenopeuden rajoittamiseen. Kattila ei saa lämmentä nopeammin kuin 2°C minuutissa, jos pedin lämpötila on <600°C.



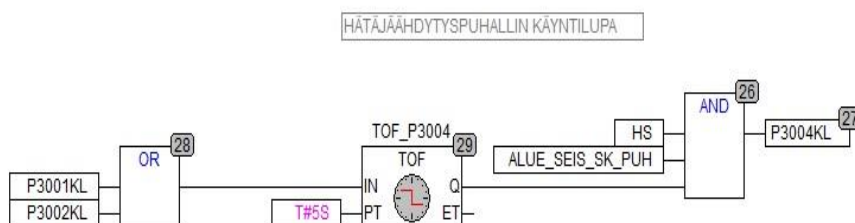
Kuva 8: P3003 kiertokaasupuhallin käyntilupa.

Piirissä on häiriönsuodatus TOF\_P3003 sekä pedin lämpötilan valvonta. Pedin lämpötilan tulee olla riittävä että kierto kaasupuhallin saa käynnistyä. Hätä-seis sekä alue-seis liitetään tässä käyntilupaan. Tässä kuvassa ei näy taajuusmuuttajahäiriötä eikä etukojevalvontaa mutta ne liitetään viimeiseen AND-lohkoon. Tämä piiri ei huolehdi puhaltimen käynnistämisestä eikä pysäyttämistä. P3003KL liitetään käynnistykseenhallintapiiriin siten että sen tulee olla päällä (luk=1) kun puhallin saa käynnistyä.

#### 5.1.5 HÄTÄJÄÄHDYTYSPUHALLIN P3004

Hätäjäähdytyspuhaltimella suojellaan savukaasupuhaltimia ohjaamalla viileää ilmaa savukaasukanavaan. Savukaasupuhaltimet kestävät korkeintaan 250°C lämpötilan. Lisäksi hätäjäähdytyspuhaltimella suojellaan suotimia, jotka eivät kestä kuin 200°C lämpötilan.

Hätäjäähdytyspuhallinta käytetään myös tuhkan jäähdytyksen tuhkanpoistoyksikössä.



Kuva 9: P3004 hätäjäähdytyspuhallin käyntilupa.

Koska kyseessä ei ole käynnistykseenhallinta, käyntilupa ei ole laitettu lämpötilaehtoja, koska ne kuuluvat käynnistykseenhallinnan piiriin. Tämä piiri on ainoastaan tieto käynnistykseen hallinnalle siitä että puhallin voidaan käynnistää. Tässä piirissä ei ole myskään taajuusmuuttajahäiriö eikä etukojevalvontaa liittyen niemeämsiin.

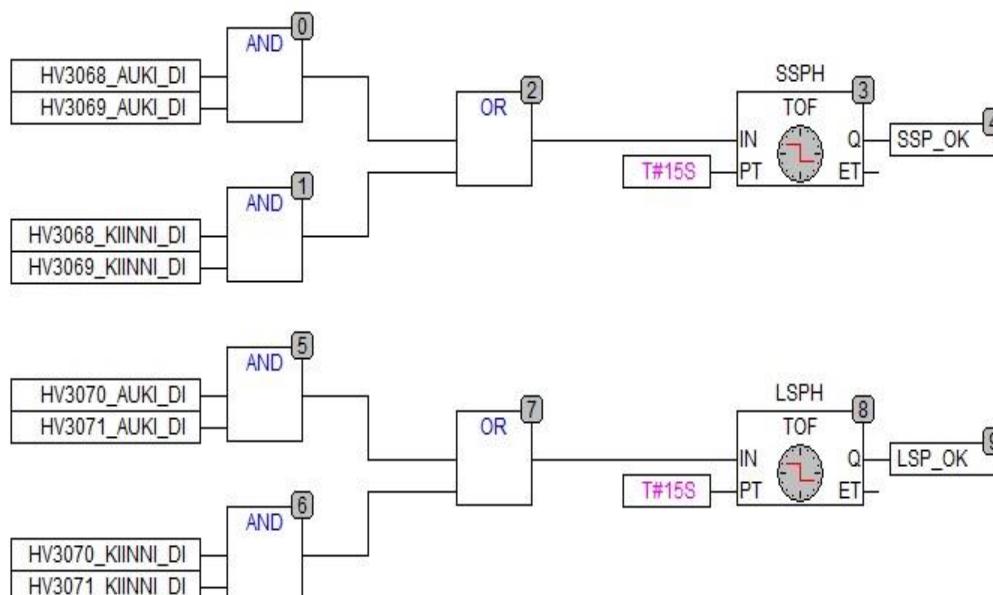
## 5.2 PELLIT

Peltien tehtävänä on ohjata savukaasut oikeaa reittiä savukaasupuhaltimille. Tutkimuskeskuksen kattilajärjestelmälle on kymmenen erilaista ajomoodia, joissa peltien pitää olla ajomoodin mukaisesti auki tai kiinni. Koska osasta peltejä ei ole saatavissa rajakytkimien antamaa tietoa siitä, onko pelti auki vai kiinni, pitää niiden peltien osalta luottaa analogiseen takaisinkytkentään. Tässä vaiheessa ei

ole tietoa tuleeko turva-automaatioon analogiakortti. Tukes vaatii, että savukaasuille on oltava aina reitti auki savukaasupuhaltimille, joten analogiakortti turva-automaatiolle tai rajakytkimet kyseisille pelleille vaadittaneen. On ollut tarkoitus, että ajomoodia voisi vaihtaa kesken ajon, mutta se kaatuu Tukesin vaatimuksiin.

### 5.2.1 SUODATTIMIEN OHITUSPELLIT

Suodattimien ohituspelleillä ohjataan savukaasut suodattimien ohi häiriötilanteissa, sekä siinä tapauksessa kun ajetaan dieselgeneraattorin savukaasuja suodattimien läpi. Sähkösuotimen valmistaja kieltää ajamasta sähkösuotimeen dieselin savukaasua. Ohitus otetaan käyttöön myös, jos savukaasujen lämpötila ylittää suositukset. Koska pellit voivat käänntyä ajon aikana lämpötilan vaikutuksesta, on pakko rakentaa viive, jolla estetään laitteiston alasajo.



Kuva 10: Ohituspellit, OK.

Savukaasusuodattimen ohituspeltien tulee olla samassa asennossa että savukaasukanava pysyisi auki, sama pätee letkusuodattimen ohituspelteihin. Piirissä tarkkaillaan ovatko molemmat pellit auki tai kiinni, mikäli näin ei ole niin piiri putoaa pois päältä. Piirissä on viidentoista sekunnin poistohidastettu viive että pellit ehtisivät käänntyä laitteiston pysähtymättä. Tähän piiriin sisältyy melkoinen riski savukaasukanavan tukkeutumisen suhteen sillä jos pelleistä toinen on kokonaan kiinni ja toinen kokonaan auki on savukaasukanava tukossa.

## 5.3 POLTTOAINEEN SYÖTÖ

### 5.3.1 SULKUSYÖTIN



Sulkusyöttimen tehtävä on annostella tulipesään menevän polttoaineen määrää. Polttoaineen syöttöä säädetään sulkusyöttimen pyörimisnopeutta muuttamalla. Pyörimisnopeuden tarpeen laskee monimutkainen säätöjärjestelmä, mutta pääsäätonä toimii jätelämpökattilan veden lämpötila. Käyntilupa tulee vaikuttamaan myös takapalotermostaatti.



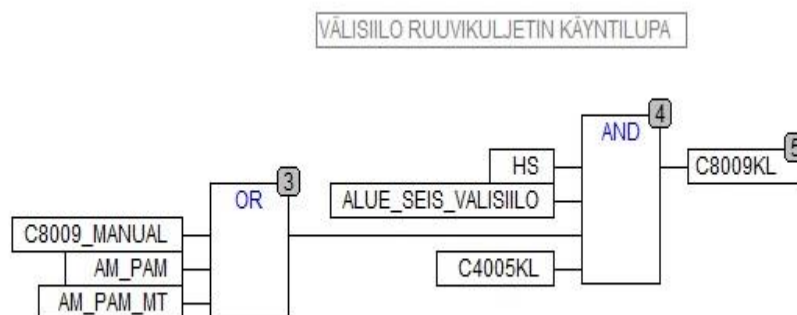
Kuva 11: Välisiilon sulkusyötin, käyntilupa.

Kuvassa ei ole taajuusmuuttajahäiriö eikä etukojevalvontaa, koska niiden nimeäminen on vielä tekemättä, ne liitetään AND-lohkoon kun nimeäminen on valmis. Tässä ei voi käyttää myöskään pedin lämpötilan valvontaa koska se estäisi syöttimen pyörittämisen käsiajollakin pedin ollessa kylmä. Lämpötilavalvonnat pitää tehdä käynnistyksenhallinnn piiriin. Piiri ei tarvitse häiriösuodatusta, koska siinä ei ole rajatietoja, jotka voisivat aiheuttaa pieniä häiriöitä väärin säädettyinä. Kyseessä on pelkkä käyntilupa, ei siis käynnistyksenhallinta. OR-lohkossa ovat ajomoodit, joissa sulkusyötintä käytetään sekä käsiajovalinta. AND-lohkossa ovat kaikki pysäyttämiseen liittyvät lukitukset.

### 5.3.2 RUUVIKULJETIN

Ruuvikuljetin syöttää välisiilosta polttoainetta sulkusyöttimelle. Ruuvikuljettimen tulee syöttää polttoainetta sulkusyöttimelle juuri oikea määrä, ettei väliputki tukkeennu. Toisaalta sulkusyötin ei voi annostella polttoainetta oikein jollei se saa tarpeeksi syötettä itselleen.

Ruuvikuljettimen lukitukset noudattavat sulkusyöttimen lukituksia sillä lisäyksellä, että sulkusyöttimen tulee pyöriä käyntiluvan saamiseksi.



Kuva 12: Välisiilon ruuvikuljetin, käyntilupa.

Käyntiluvan ehdot ovat muutoin samat kuin sulkusyöttimellä sillä lisäksi että myös sulkusyöttimen tulee olla käynnissä.

### 5.3.3 HOLVAUKSENESTO

Holvaukseneston tarkoituksena on estää polttoaineen holvautuminen välisiilossa. Holvauksen estona toimii pyörivä lapa joka pitää polttoaineen liikkeessä siilon sisällä. Holvauksenesto saa toimia periaatteessa aina, ainoastaan hätä-seis ja alue-seis sekä käyttöön liittyvät häiriöt pysäyttävät sen.

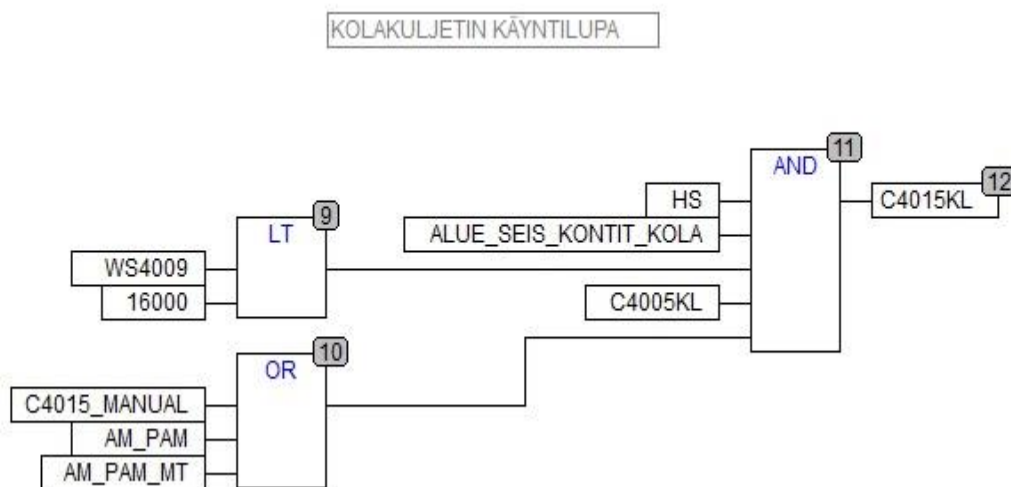


Kuva 13: Holvauksenesto, käyntilupa.

Käyntilupa on päällä (luk=1) jos käsiajo on valittu tai ajomoodina on perusajo/materiaalintestaus ajo eivätkä seispiirit ole lauenneena. Tässä piirissä ei ole mukana taajuusmuuttajahäiriötä eikä etukojevalvontaa nimeämisperusteista johtuen. Lukituspiiri ei ole käynnistyksestä huolehtiva piiri vaan ainoastaan käynnistyslupa.

### 5.3.4 KOLAKULJETIN

Kolakuljettimen tehtävä on kuljettaa polttoainetta polttoainevarastoilta välisiilolle. Käyntilupa tulee vaituksen perusteella. Mittaus WS-4009 punnitsee välisiilon painoa, josta päätellään välisiilon täyttöaste. Välisiilon ylipaino estää käyntiluvan. Todennäköisesti ohjauksessa tulee olemaan jokin painomäärä joka vähennettynä ylipainosta sallii käyntiluvan.



Kuva 14: Kolakuljetin, käyntilupa.

Piirissä vertaillaan LT-lohkolla vaaitusta maksimipainoon, eli painon tulee olla vähemmän kuin maksimi. OR-lohkoissa varmistetaan että on oikea ajomoodi tai käsiajo valittuna. AND-lohkoon liitetään myöhemmin taajuusmuuttajahäiriö sekä etukojevalvonta. Piirissä varmistetaan myös että sulkusyötin on käynnissä. Tämä saattaa olla tarpeetonta vaituksen vuoksi, mutta se on vielä mukana kuitenkin.

### 5.3.5 TANKOPURKAIN 1

Tankopurkaimen 1 tehtävänä on purkaa polttoainetta polttoainevarastosta 1 kolakuljettimelle. Käyntilupa vaatii kolakuljettimen pyörimisen. Tankopurkaimet toimivat valitun polttoaineseoksen vaatimusten mukaisesti, eli jos tarvitaan polttoainetta vain kontista 1, ei tankopurkain kontissa 2 toimi.

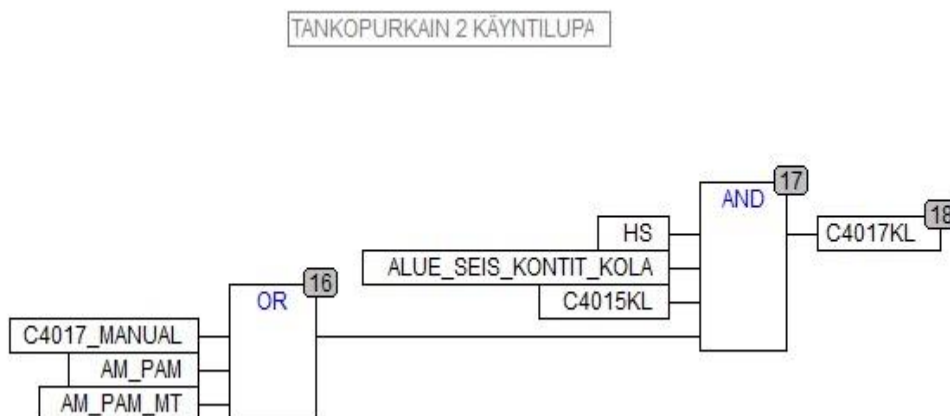


Kuva 15: Tankopurkain 1, käyntilupa.

Piirissä varmistetaan että oikea ajomoodi tai käsiajo on valittuna. Kolakuljettimen on oltava käynnissä että tankopurkain saa toimia.

### 5.3.6 TANKOPURKAIN 2

Tankopurkaimen 2 tehtävänä on purkaa polttoainetta polttoainevarastosta 2 kolakuljettimelle. Käynti-tilupa vaatii kolakuljettimen pyörimisen. Käynnistyksenhallinnassa tulee huomioida tarvitaanko tältä kontilta polttoainetta.

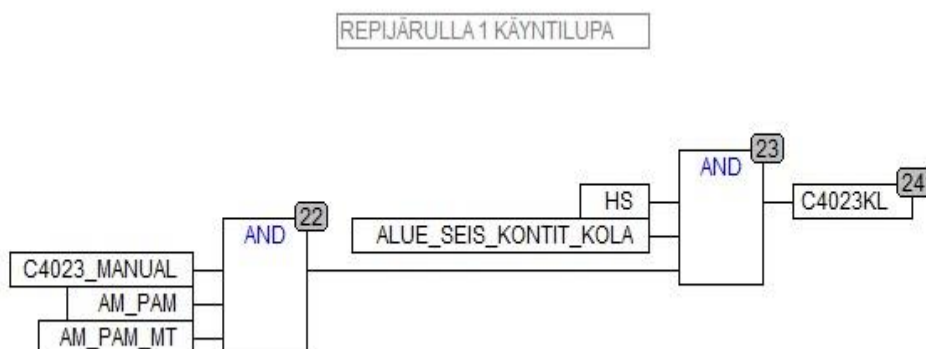


Kuva 16: Tankopurkain 2, käyntilupa.

Tankopurkaimen 2 käyntilupa noudattaa samaa periaatetta kuin tankopurkaimen 1.

### 5.3.7 REPIJÄRULLA 1

Repijärullan 1 tehtävä on repiä polttoaine pieniksi paloiksi, koska se voi olla paakkuuntunutta. Käyntilupaa estävät vain hätä-seis ja alue-seis. Alue-seis on erillinen seispiiri. Jokaiselle alueelle on oma piirinsä. Alue-seis ei pysäytä koko laitosta kuten hätä-seis piiri tekee.

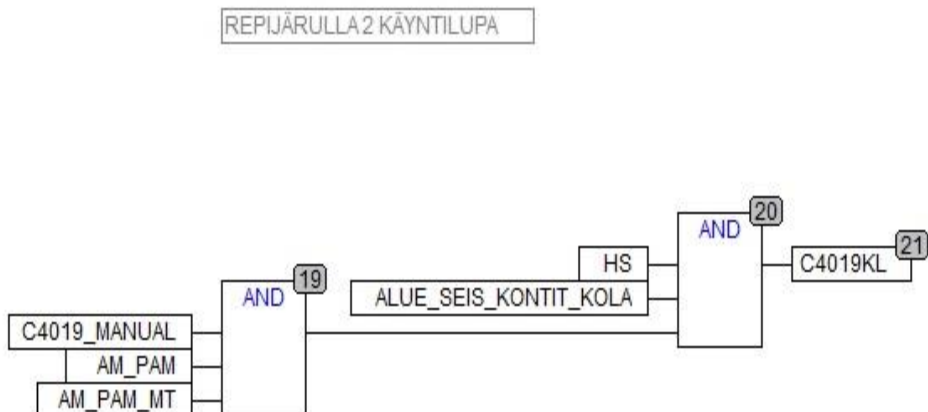


Kuva 17: Repijärulla 1, käyntilupa.

Piirissä varmistetaan että oikea ajomoodi tai käsiajo on valittuna. Kun seis-piirit eivät ole lauenneet ja AND-lohko on toteutunut (luk=1) sallitaan käyntilupa.

## 5.3.8 REPIJÄRULLA 2

Repijärullan 2 tehtävä on repiä polttoaine pieniksi paloiksi, koska se voi olla paakkuuntunutta. Käyntilupaa estävät vain hätä-seis ja alue-seis.



Kuva 18: Repijärulla 2, käyntilupa.

Piiri noudattaa repijärullan 1 piiriä.

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda pohja leijupetikattilan lukituksille puhaltimien ja polttoaineensyötön osalta.

Työn tekemistä vaikeutti oleellisesti se että suunnitelmat laitteiston erityisesti PI-kaavoiden osalta muuttuivat koko ajan. Työn aloittaminen viivästyi, koska logiikka valittiin vasta pitkän kilpailutuksen jälkeen. Työ tahdottiin tehdä käyttäen piirikaavioiden tekoon samaa logiikkaa kuin itse ohjelman tekoon. Valituksi tuli ABB:n AC500. Valvomo-ohjelmistoksi valittiin ABB:n Symphony Plus. Osaltaan työtä helpotti AC500 logiikan ohjelmointiin käytettävän Control Builder Plus-ohjelmiston helppokäyttöisyys. Pientä ristiriitaa oli myös siinä mitä lukituksilta vaadittiin, eli käytännössä tehtiin vain käyttiluvat, mutta oli myös tarvetta tehdä ohjauksia, joista luovuttiin koska laitteisto ei ollut vielä siinä valmiudessa, että ne olisi voitu toteuttaa.

Työn aluksi piti rajata alue, joille lukitukset suunnitellaan, alueiksi tulivat puhaltimet ja polttoaineensyöttö. Ennekuin ohjelmaa voitiin ruveta tekemään, piti myös päättää miten logiikan käyttämät muuttujat nimitään. Järjestelmässä ei voitu käyttää suoraa I/O osoitusta vaan kaikki analogia sekä digitaalitulot ja-lähdöt oli nimettävä muuttujiksi, joita ohjelmassa käytettiin. Ohjelmassa ei siis käytetty absoluuttiosoitteita ollenkaan.

Koska ohjelmaa ei ollut vielä tehty tai edes suunniteltu ei tässä vaiheessa voinut vielä ottaa huomioon ohjelman sisäisiä muuttujia joita olisi tarvittu käynnistyksenhallinnan ohjelmointiin. Ratkaisu oli, että ohjaukset jätettiin pois ja tehtiin vain käyttiluvat. Ongelmaksi olisi muodostunut taas tuo muuttujien nimeäminen sillä samoja muuttujia olisi pitänyt käyttää myös muissa ohjelmalohkoissa. Sisäisten muuttujien nimeäminen olisi voinut olla harhaanjohtavaa ja niihin viittaaminen muuta ohjelmaa tehdessä olisi muodostunut ongelmaksi.

Seuraava vaihe oli selvittää laitteiden keskinäiset riippuvuussuhteet eli mitä pitää olla toiminnassa että jokin muu laite saa toimia, tai onko jonkin laitteen oltava poissa toiminnasta toisen laitteen käyttämiseksi. Lainsäädännölliset pakotteet joita Tukes määrää tuli myös selvittää, niiltä osin jäi joitain epäselvyyksiä. Suunnitteluun oli siis käytettävä aikaa moninkymmenkertaisesti verrattuna ohjelman kirjoittamiseen.

Viimeinen vaihe olikin sitten ohjelman kirjoittaminen joka oli työn helpoin osuus. Ohjelmasta ei tullut valmista, mutta tarkoituksena olikin luoda pohja tulevalle ohjelmalle.

## LÄHTEET

HUHTINEN, Markku, KORHONEN, Risto, PIMIÄ, Tuomo, URPALAINEN, Samu 2008. Voimalaitostekniikka. Keuruu: Opetushallitus.

Savonia kotisivu. [Viitattu 23.04.2015] Saatavissa:

<https://uusiutuvaenergia.savonia.fi/hankkeet/inpyre-hanke>

Turvallisuus ja kemikaalivirasto, Tukes. [Viitattu 23.04.2015] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/>

Wikipedia. [Viitattu 23.04.2015] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Automaatio>