

Kemin Energia Oy:n lämpökeskuksen pohjatuhkan pudotuksen ja
suljetun vesikierron toimintakuvaukset

Matti Uusitalo

Tekniikan opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Haluan erityisesti kiittää Kemin Energia Oy:n automaatioinsinööriä Janne Petäjäjärveä opinnäytetyö mahdollisuudesta sekä työn suorittamisen aikana saamastani ohjauksesta ja palautteesta. Suuret kiitokset kuuluvat myös opinnäytetyön ohjaajalle Tapani Ruokaselle.

Lisäksi haluan kiittää avopuolisoani, perhettäni sekä ystäviäni työn aikana saadusta tuesta ja kannustuksesta.

Kemissä 19.3.2014

Matti Uusitalo

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Matti Uusitalo
Opinnäytetyön nimi:	Kemin Energia Oy:n lämpökeskuksen pohjatuhkan pudotuksen ja suljetun vesikierron toimintakuvaukset
Sivuja (joista liitesivuja):	68 (33)
Päiväys:	19.3.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	DI Tapani Ruokanen, Lapin AMK Ins. Aila Petäjäjärvi, Lapin AMK Ins. Janne Petäjäjärvi, Kemin Energia Oy
<p>Tämä työ suoritettiin Kemin Energia Oy:lle ja siihen kuuluvalla Karjalahden lämpölaitokselle. Työn tavoitteena oli luoda yrityksen käyttöön toimintaselostukset kahdelle puuttuvalle osaprosessille. Toimintakuvaukset helpottavat mm. prosessissa esiintyvien vikatilanteiden selvittämistä ja säästävät näin ollen aikaa ja resursseja, joten niiden tarpeellisuus on perusteltua.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään leijukerrospolttoteknologiaa, sen teoriaa ja siihen liittyvää tekniikkaa yleisesti. Lisäksi työssä käsitellään pohjatuhkan seulonnan sekä suljetun tiivistevesikierron tuomia ekologisia ja taloudellisia hyötyjä sekä ajantasaisella toimintaselostuksella saavutettavia etuja. Viimeisimpänä taustoitetaan prosessin toimintaa sekä toimintaselostusten laatimiseen käytettyjä menetelmiä.</p> <p>Työ toteutettiin yritykseltä saatua materiaalia hyödyntämällä. Tärkeimpänä näistä olivat molempien prosessien käyttämät logiikkaohjelmat, joihin perehtymällä voitiin muodostaa kokonaisvaltainen kuva aina kyseessä olevan prosessin toiminnasta. Lisäksi prosessien toiminnan selvittämisen apuna olivat erinäiset PI-kaaviot, prosessinäytöt sekä yrityksen henkilökunnan kanssa käydyt keskustelut.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin luotua yritykselle yhdenmukaiset sekä ajantasaiset toimintakuvaukset puuttuville osaprosesseille.</p>	
Asiasanat: leijukerrospoltto, pohjatuhka, toimintakuvaus, tiivistevesi	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical Engineering
Authors:	Matti Uusitalo
Thesis title:	Functional Descriptions for Bottom Ash Circulation and Closed-loop Water System at Kemin Energia Oy's Heating Plant
Pages (of which appendixes):	68 (33)
Date:	19 March 2014
Thesis instructors:	Tapani Ruokanen, M. Sc (El. Eng.) Aila Petäjäjärvi, B. Sc (El. Eng) Janne Petäjäjärvi, B. Eng
<p>This thesis was made for Kemin Energia Oy and more specifically to its heating plant located at Karjalahti. Aim of this thesis was to create function descriptions for boiler plant's two sub processes. Function descriptions help solving problems occurring in the process and thus save time and resources, so necessity for these descriptions is justified.</p> <p>Theory of this thesis covers the fluidized bed combustion technology, theory behind it and the technology related to it, in general. Additionally, the economic and ecological benefits from bottom ash circulation and closed-loop seal water system and advantages gained from up to date functional descriptions are covered. Lastly the operations of the two sub processes in question are explained and the methods used to make the functional descriptions are discussed.</p> <p>The thesis was carried out using the material given by the company. The most important being the logical programs used by the two sub processes from which it was possible to form a comprehensive view of the operation of the process in question. In addition to logical programs, PI –diagrams, process displays and discussions with company's employees were used to clarify the process functions.</p> <p>As the result of this thesis, up to date and consistent function descriptions were created for the company's two missing sub processes.</p>	
Keywords: fluidized bed combustion, bottom ash, seal water, function description	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 KEMIN ENERGIA OY	8
2.1 Historia	8
2.2 Karjalahden lämpökeskus.....	9
3 LEIJUKERROSPOLTTO.....	11
3.1 Leijupetikattila.....	12
3.2 Kiertopetikattila.....	13
3.3 Petihiekka	15
3.4 Pohjatuhka	15
4 POHJATUHKAN PUDOTUS.....	16
4.1 Alkuseelvitys.....	16
4.1.1 Prosessinäyttö.....	17
4.1.2 Ohjelma esimerkki	18
4.2 Toiminta	19
4.2.1 Fluidisointiventtiilit.....	20
4.2.2 Seula.....	22
4.2.3 Tuhkalähettimeet.....	22
4.2.4 Hiekkalava.....	23
5 SULJETTU VESIKIERTO.....	25
5.1 Toiminta	25
5.1.1 Pumput	26
5.1.2 Tiivisteet.....	28
5.1.3 Venttiilit	30
6 POHDINTA.....	33
LÄHTEET.....	34
LIITTEET	35

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PK1	Painekuljetin 1
PK2	Painekuljetin 2
KPA	Kiinteän polttoaineen kattila

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Kemin Energia Oy:n Karjalahden lämpökeskuksen kahdelle eri osaprosessille sanalliset toimintakuvaukset. Toimintakuvaukset puuttuivat kattilan pohjatuhkan pudotukselta sekä kattilapiirin pumppujen suljetulta jäähdytysvesikierrolta. Yrityksellä on entuudestaan käytössään kaukolämpökeskuksen muista osaprosesseista yhtenevän mallin mukaiset toimintakuvaukset, joista selviää sen sisältämät säädöt, ohjaukset ja siihen mahdollisesti liittyvät sekvenssit. Prosessien tarkempi toiminta selvitettiin yritykseltä saatua logiikkaohjelmaa tulkitsemalla ja mm. PI-kaavioiden avulla sekä Karjalahden lämpökeskuksessa automaatioinsinöörinä työskentelevän Janne Petäjäjärven kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta.

Toimintakuvausten tavoitteena on luoda helppolukuinen selostus, josta esimerkiksi käyttökäyttöhenkilökunta voi nopeasti nähdä, mitä säätöjä tai ohjauksia prosessiin kuuluu, sen toiminta ja esimerkiksi, mitkä ovat sen asetusarvojen tai hälytysten maksimi- ja minimiarvot.

Työssä tutustutaan ensin leijukerrospolttoteknologiaan yleisesti, minkä tarkoituksena on luoda yleiskuva prosessista ja selvittää, kuinka opinnäytetyön aiheena olevat kaksi pienempää osaprosessia siihen liittyvät. Viimeisissä osioissa kerrotaan työn suorittamiseen käytetyistä menetelmistä sekä selvitetään molempien osaprosessien toimintaa ja niihin liittyviä laitteistoja.

2 KEMIN ENERGIA OY

Jo yli 100 vuoden ajan Kemin kaupungin omistama Kemin Energia Oy on toimittanut sähköä kemiläisten tarpeisiin. Käyttökohteet ovat luonnollisesti vuosien saatossa lisääntyneet, mutta jo yhtiön alkuajoista saakka mukana olleet valaistus ja voimansaanti ovat yhä edelleen mukana. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 18.12.2013.)

Yhtiön palveluihin kuuluvat kaukolämmön myynti sekä asennuspalvelut ja sähkön siirto. Sähkömyyntiä hoitaa yhteissomisteinen Oulun Sähkömyynti Oy. Yhtiö työllistää yhteensä 50 henkilöä, joista 29 työntekijää, 18 toimihenkilöä ja 3 ylempää toimihenkilöä. Yhtiö pyrkii kehittämään toimintaansa jatkuvasti ja sen laatujärjestelmä täyttää standardin ISO:9001:2008 vaatimukset, josta vahvistuksena Det Norske Veritasin yhtiölle myöntämä laatujärjestelmä sertifikaatti. Lisäksi yhtiöllä on Energiategollisuus ry:n yhtiön kaukolämpötoiminnalle myöntämä Reilu Kaukolämpö- laatumerkki. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 18.12.2013; Kemin Energia Oy Vuosikertomus 2012.)

2.1 Historia

Yhtiö aloitti toimintansa Kemissä vuonna 1912, jolloin yksityishenkilöt, pankinjohtaja Edvard Hirmun johdolla, perustivat Kemin Sähköosakeyhtiön. Muutaman vuoden kulluttua Kemin kaupunki sekä Kemin maalaiskunta ryhtyivät yhtiön osakkaiksi. Yhtiön ensimmäiset asiakkaat saivat sähkönsä Kemin Sahaosakeyhtiön höyrykoneen pyörittämästä generaattorista. Sähköä käytettiin tuolloin pääasiassa valaistukseen ja toiminnan alusta alkaen myös Kemin kaupunki osti yhtiöltä sähköä tätä varten. Kemin kaupungin lisäksi Kemin sähköosakeyhtiö laajensi verkostoaan piakkoin myös Tervolaan, Kaakamoon ja Simoon. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013)

Talousvaikeuksien vuoksi Kemin Sähköosakeyhtiö päätyi myymään osan maaseutuverkoistaan Kemin kaupungin painostuksesta ja lopulta verotuksellisista syistä Kemin kaupungin valtuusto alkoi ajaa yhtiön kunnallistamista. Vuonna 1938 Kemin Sähköosakeyhtiön yhtiökokous päätti yhtiön purkamisesta ja sen myynnistä Kemin Kaupungille. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013)

Kemin kaupungin sähkölaitos jatkoi maaseutuverkkojen karsimista sodan jälkeen vuonna 1949. Kemin maalaiskunnan, Alatornion kunnan ja Kaakamon kylän laajat sähköverkot myytiin Torniolaakson Sähkö Oy:lle sekä Kemin Maalaiskunnalle ja viimeistään maalaisseutuverkosta luovuttiin vuonna 1952, kun Simon verkot myytiin Rantakairan Sähkö Oy:lle. Kemin kaupungin sähkömyynti kasvoi sodan jälkeen kovaa vauhtia ja jo 1950 -luvun puolivälissä sähkönmyynti oli 7 miljoonaa kilowattituntia, joka oli lähes kymmenkertainen verrattuna sotaan edeltävään, 814 tuhannen kilowattituntin sähkömyyntiin. Myyntimäärät jatkoivat nousuaan myös seuraavina vuosikymmeninä. Vuonna 1975 sähkömyynti oli kasvanut jo 75 miljoonaan kilowattituntiin. Samana vuonna yhtiö aloitti myös kaukolämpötoiminnan. Kaukolämmön tuotannon ja jakelun seurauksena yhtiön nimi muutettiin vuonna 1980 toimintaa paremmin vastaavaksi, Kemin kaupungin energialaitokseksi. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013.)

Kemin kaupungin energialaitos jatkoi toimintaansa vuoteen 1999 saakka, jolloin Kemin kaupungilla oli takanaan 61 vuotta energialaitostoimintaa. Tällöin päätettiin perustaa Kemin Energia Oy, jolle kaupunki myisi koko energia liiketoimintansa. Uusi yhtiö aloitti toimintansa seuraavana vuonna. Nykyisin yhtiön sähkömyynnistä vastaa Oulun Energian, Tornion kaupungin energialaitoksen, Keminmaan Energia Oy:n ja Tervolan kunnan sähkölaitoksen kanssa yhteistyössä perustettu Oulun Sähkömyynti Oy. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013.)

2.2 Karjalahden lämpökeskus

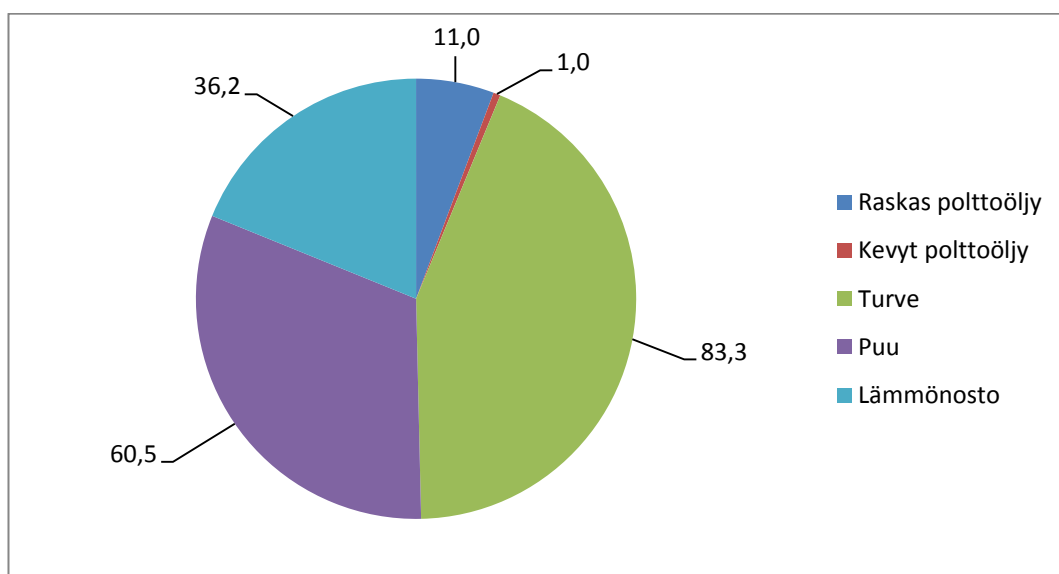
Yhtiö aloitti kaukolämmön tuotannon vuonna 1975 ja se on siitä asti kehittynyt aina kaupungin yleisimmäksi lämmitysmuodoksi saakka. Suurin osa kaukolämpöasiakkaista on kerros- ja rivitaloja sekä liike- ja julkisia rakennuksia. Asiakkaista alle kaksikymmentä vuonna 2012 oli omakotitaloja. (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013; Kemin Energia Oy Vuosikertomus 2012.)

Uusi lämpökeskus valmistui vuonna 2006 Kemin Karjalahdelle ja tuotti tuolloin kaiken tarvittavan kaukolämmön asiakkailleen (Kuva 1).



Kuva 1. Kemin Energian Karjalahden lämpökeskus (Kemin Energian www-sivut, hakupäivä 16.12.2013)

Lämpökeskus koostuu 32 megawatin kiinteään polttoaineen kattilasta, eli KPA- kattilasta, sekä KPA- kattilan ylösajoa ja väliaikaisia huippukuormia varten 12 megawatin öljykattilasta. Lämpökeskuksen päästöjen pienentämiseksi ja hyötysuhteen parantamiseksi keskus on varustettu tehokkaalla, 7,5 megawatin savukaasujen pesu- ja lämmöntalteenotto laitteistolla. Keskus käyttää pääsääntöisesti polttoaineenaan puuta sekä turvetta (Kuvio 1 Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.). (Kemin Energia Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013; Kemin Energia Oy Vuosikertomus 2012.)



Kuvio 1 Energiantuotanto polttoaineittain, GWh (Kemin Energian vuosikertomus 2012.)

3 LEJUKERROSPOLTTO

Leijukerros polttoa on käytetty monissa eri teollisuuden sovelluksissa jo ennen 1970-lukua, mutta vasta tuolloin sitä ryhdyttiin soveltamaan energiantuotannossa. Siihen asti käytettiin alle 100 MW:n kiinteän polttoaineen kattiloissa yleisesti arinapolttoa. 1980-luvulle tultaessa arinapoltto menetti suosiotaan erilaisten leijukerros polttokattiloiden kehittyessä. Sittemmin se onkin kehittynyt yhdeksi tärkeimmistä polttoteknologioista. Tänä päivänä pääsääntöisesti vain alle 10 MW:n kattiloihin sovelletaan arinapolttoa. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 1994, 140.)

Leijukerros polton yleistymiseen on suuresti vaikuttanut mahdollisuus polttaa eri polttoaineita samassa kattilassa. Polttotapa mahdollistaa sekä hyvien että huonolaatuisten polttoaineiden polttamisen korkealla hyötysuhteella. Palamislämpötilaa voidaan pitää myös alhaisena, jolloin typenoksidipäästöt jäävät alhaisemmiksi. Leijukerros poltossa syntyvien savukaasujen sisältämä rikki on mahdollistaa puhdistaa syöttämällä tulipesään kalkkia. Tämä parantaa tekniikan ympäristöystävällisyyttä entisestään. (Huhtinen ym. 1994, 140.)

Leijukerros poltossa kattilan pohjassa sijaitsevat ilmasuuttimet, joilla johdetaan paineilmaa kattilan pohjalla makaavaan kiinteään hiekkakerrokseen. Ilmavirtauksen nopeuden kasvaessa, kasvaa myös sen painehäviö. Ilmavirran saavuttaessa tietyn nopeuden ovat sen painehäviö ja hiekan hydrostaattinen paine, eli painovoiman siihen vaikuttava paine, samansuuruisia. Ilmavirran hiekkaan vaikuttava nostovoima on tällöin siis yhtä suuri kuin maan hiekkaan aiheuttama vetovoima, jolloin kattilaan muodostuu ilmavirran vaikutuksesta leijuva hiekkakerros, josta käytetään yleisesti nimitystä peti. Tätä nopeutta, jolla peti alkaa leijua, kutsutaan minimileijutusnopeudeksi. Minimileijutusnopeuteen vaikuttaa käytettävän hiekan hiukkaskoko; leijutusnopeus on sitä pienempi, mitä hienompaa hiekka on. (Huhtinen ym. 1994, 140.)

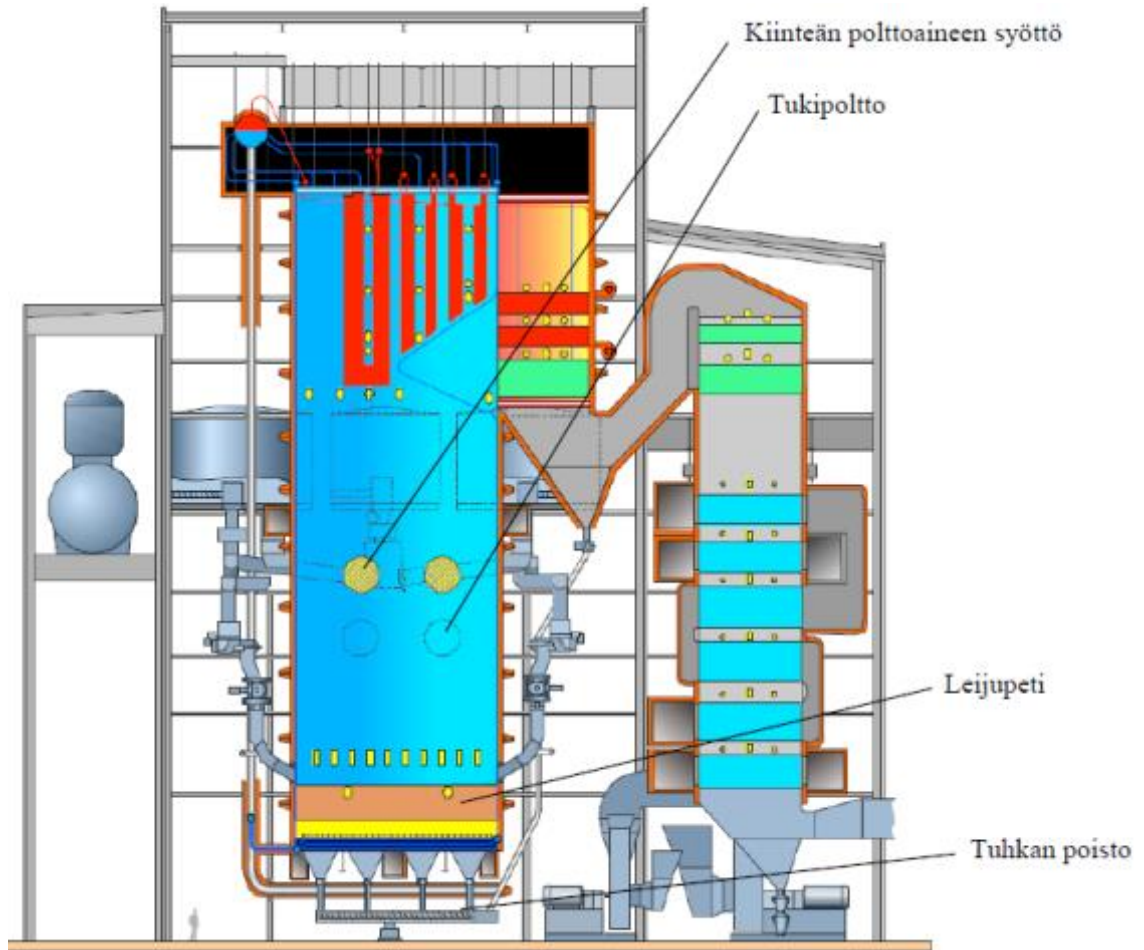
Minimileijutusnopeudesta leijutusnopeutta lisättäessä ei leijukerros aiheuttama painehäviö kuitenkaan enää kasva. Nopeutta lisättäessä leijukerros alkaa kuplia, koska ”ylimääräinen” ilmavirta kulkee leijukerros läpi muodostaen ilmakuplia. Kuplinta on tällaiselle leijukerroselle tunnusomaista ja kattiloita, joissa tällaista leijutusta käytetään, kutsutaan leijupetikattiloiksi. (Huhtinen ym. 1994, 140.)

Leijutusnopeuden ollessa suurempi kuin hiekkapartikkelien lentoonlähtönopeus kulkeutuu hiukkasia leijutuskaasun mukana pois tulipesästä. Pois kulkeutuvat hiukkaset sekä polttoaine erotetaan savukaasuista syklonin avulla ja palautetaan tulipesään. Tällaisia kattiloita kutsutaankin yleisesti kiertopetikattiloiksi. Toisin kuin leijupetikattilassa, kiertopetikattilassa ei ole havaittavissa selvää petin pintaa. (Huhtinen ym. 1994, 140.)

3.1 Leijupetikattila

Leijupetikattilaa (Kuva 2) ylösajettaessa on suoritettava alkulämmitys, joka varmistaa pääpolttoaineen turvallisen syttymisen. Alkulämmityksessä peti lämmitetään 500–600 asteiseksi sytytyspolttimilla, jotka ovat joko öljy- tai kaasulämmitteisiä. Polttoaine syötetään suoraan petin päälle. Syöttö tapahtuu mekaanisesti polttoainesiilon alapuolisella kuljettimella. Kuljettimelta polttoaine siirtyy sulkusyöttimelle, josta se pudotetaan syöttöputkeen. Polttoaineen tasaisen jakautumisen varmistamiseksi syöttöputkia on yleensä useampia. Leijupetikattila soveltuu hyvin erilaisille sekä kosteille polttoaineille. Petin suuri lämpökapasiteetti auttaa tasaamaan polttoaineiden laatueroja ja syttymislämpötila saavutetaan kosteillakin polttoaineilla nopeasti, koska polttoaine sekoittuu kuumaan hiekkakerrokseen ja kuivuu nopeasti. (Huhtinen ym. 1994, 143.)

Leijupetikattilassa petihiekan keskimääräinen raekoko on 1 - 3 mm ja hiekkakerroksen korkeus vaihtelee välillä 0,4 - 0,8 m. Leijutusnopeuden ollessa välillä 0,7 - 2 m/s on painehäviö 6 - 12 kPa luokkaa. Leijutuksessa käytettävä ilmavirta saadaan tulipesän pohjana toimivasta ilmanjakoarinasta. Arina koostuu ilmasuuttimista, jotka ovat hitsattu joko teräslevyyn tai jäähdytysputkistoon. Ilman tasaisen jakautumisen varmistamiseksi arinan painehäviö tulee olla n. 30–50 % leijupetin painehäviöstä. (Huhtinen ym. 1994, 143.)



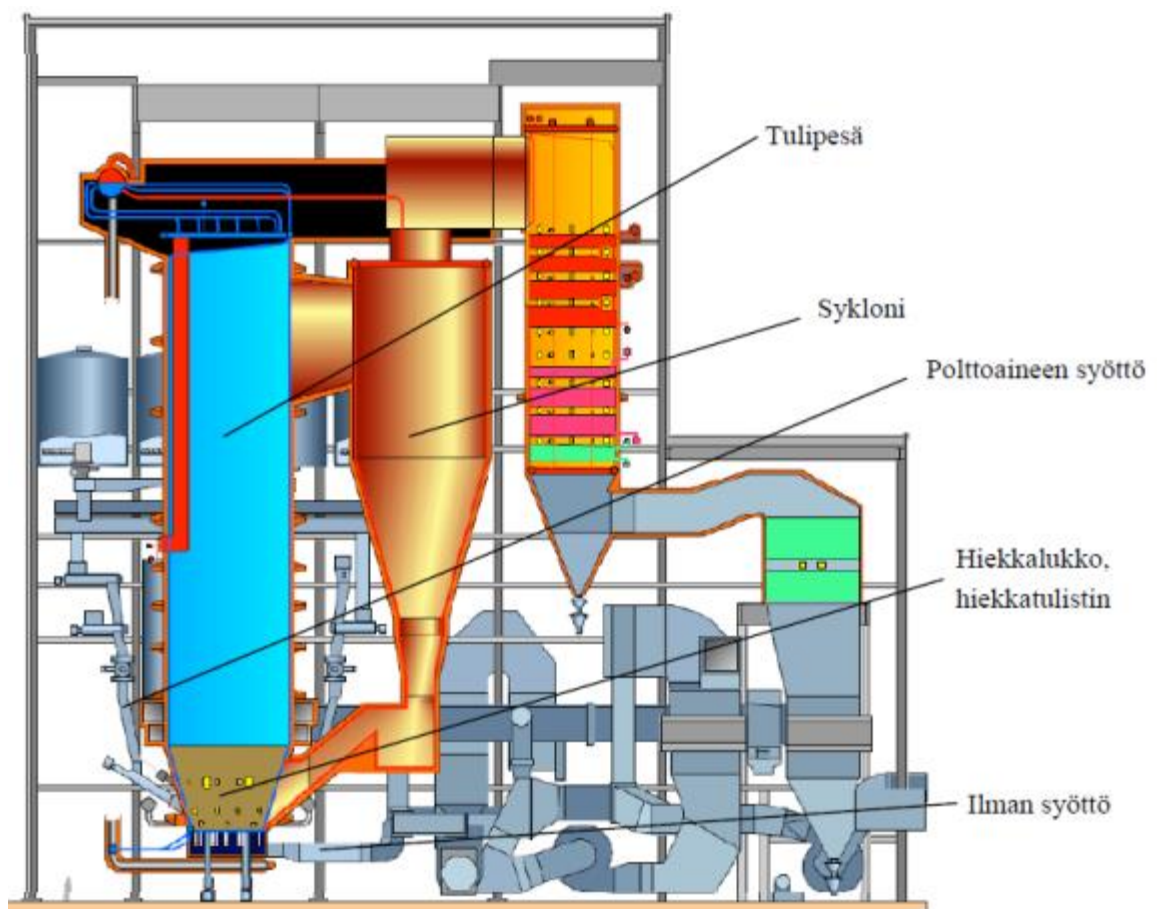
Kuva 2. Leijupetikattila (Seppälä 2010, 6)

3.2 Kiertopetikattila

Kiertopetikattilassa käytävä petimateriaali on hienojakoisempaa, kuin leijupetikattilassa ja suurempien leijutusnopeuksien vuoksi osa siitä tempautuu savukaasujen mukana ulos tulipesästä. Tulipesästä pois pääsevä materiaali erotetaan syklonissa ja palautetaan takaisin tulipesään. Jotta syklonin erotuskyky pysyy mahdollisimman hyvänä, on savukaasujen virtausnopeuden oltava vähintään n. 20m/s. Syklonin halkaisijan kasvaessa sen erottelukyky huononee, joten sykloneja rakennetaan tarvittaessa useampia vierekkäin. (Huhtinen ym. 1994, 145–147.)

Suurempien leijutusnopeuksien ja hienomman petimateriaalin takaavat hiukkasten hyvän sekoittumisen eikä kiertopetissä erotu selvää pintaa, toisin kuin leijupetissä, vaan kiertopetin tiheys pienenee korkeuden funktiona. Polttoaine syötetään kiertopetikattilas-

sa yleensä syklonilta palaavan hiekan joukkoon. Tarvittaessa voidaan isoissa tulipesissä osa polttoaineesta syöttää etuseinän kautta, millä varmistetaan polttoaineen tasainen syöttö. Kiertopetikattilassa saavutetaan pidempi palamisaika, sillä palamatta jääneet polttoainepartikkelit palautuvat syklonin kautta takaisin tulipesään. Tämän ansiosta kiertopetikattilassa voidaan polttaa huonolaatuista ja vähän haihtuvia komponentteja sisältävää hiiltä. Leijupetikattilassa tai pölypoltossa siitä ei saada riittävän hyvää palamistulosta. Kiertopetikattilan perusrakenne on esitetty Kuva 3. (Huhtinen ym. 1994, 147.)



Kuva 3. Kiertopetikattila (Seppälä 2010, 7)

3.3 Petihiekka

Leijupetissä käytettävä hiekka eli petihiekka jauhautuu kattilassa leijutuksen vuoksi ja osa siitä poistuu kattilasta savukaasujen mukana. Petihiekan lisäys ja vaihtotarve riippuu paljolti käytetystä polttoaineesta, mutta myös palamislämpötilasta. Poltettaessa esimerkiksi vähemmän tuhkaa sisältävää metsähaketta, on petihiekkaa lisättävä kattilaan tiheämmin poistuneen tilalle. Turpeen poltossa hiekan lisäämistarve on vähäisempi sen sisältämän suuremman tuhkamäärän vuoksi. Lisäämällä turvetta metsähakkeen sekaan n.30–40 % voidaan sen kerrostumien laatua ja petin käyttäytymistä hallita paremmin. (Hämäläinen & Makkonen 2003, hakupäivä 13.1.2013; Huhtinen ym. 1994, 144.)

Palamislämpötila on pidettävä tuhkan sulamispistettä alhaisempana, mikä kotimaisilla polttoaineilla tarkoittaa n. 900 °C palamislämpötilaa, sillä sulamaan päässyt tuhkaa aiheuttaa hiekan sintraantumista, joka voi johtaa jopa ilmasuuttimien tukkeutumiseen. Sintraantuneen hiekan poistaminen kattilasta vaatii yleensä kattilan alasajon. (Hämäläinen & Makkonen 2003, hakupäivä 13.1.2013; Huhtinen ym. 1994, 144.)

3.4 Pohjatuhka

Energiantuotannon palamisprosessin seurauksena muodostuma tuhka on poistettava kattilan pohjalta. Pohjatuhka pyritään seulomaan ja kierrättämään takaisin kattilaan. Kaikissa kattiloissa ei kuitenkaan ole pohjatuhkan seulonta laitteistoa ja näin ollen sitä ei voida hyödyntää uudelleen. Käyttämättömäksi jäänyttä pohjatuhkaa pyritään hyödyntämään esimerkiksi katujen ja kevyenliikenteenväylien suodatinkerroksessa ja täytöissä, joissa se korvaa luonnon maa- ja kiviainekset. (Huhtinen ym. 1994, 144; Rudus Oy:n www-sivut 2013, hakupäivä 21.12.2013.)

Tuhka poistetaan kattilan pohjalta pudottamalla hiekkaa arinan aukosta. Pudotetusta hiekasta erotetaan karkea kuona seulomalla, minkä jälkeen puhdistettu hiekka johdetaan takaisin kattilaan. Hienojakoisempi tuhka sekä vähitellen myös osa hiekasta jauhautuu leijutuksessa ja poistuu savukaasujen mukana tulipesästä. Poltettaessa vähätuhkaista polttoainetta onkin kattilaan lisättävä hiekkaa jauhautuneen tilalle. (Huhtinen ym. 1994, 144.)

4 POHJATUHKAN PUDOTUS

Kuten kohdassa 3.4 käy ilmi, palamisprosessin seurauksena syntyvää tuhkaa on aika ajoin poistettava kattilasta. Tuhka poistetaan pudottamalla kattilan pohjassa sijaitsevista aukoista pudotusputkiin. Putkia voi olla kattilan koosta riippuen useampia: tässä tapauksessa niitä on kaksi. Tuhka seulotaan ja uudelleenkäytettäväksi soveltuva aines palauteaan kattilaan. Kun kattila on varustettu pohjatuhkan seulonnalla, vähenee uuden petiehiekan lisäys tarve huomattavasti ja näin myös kustannukset vähenevät.

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli laatia yllämainitulle lämpökeskuksen pohjatuhkan pudotukselle sekä kattilapiirin pumppujen suljetulle tiivistevesikierrolle sanalliset toimintakuvaukset. Toimintakuvausten tavoitteena on luoda helppolukuinen selostus, josta voi nopeasti nähdä, mitä säätöjä tai ohjauksia prosessiin kuuluu, mikä on prosessin toiminta ja mitkä ovat sen maksimi- ja minimiarvot.

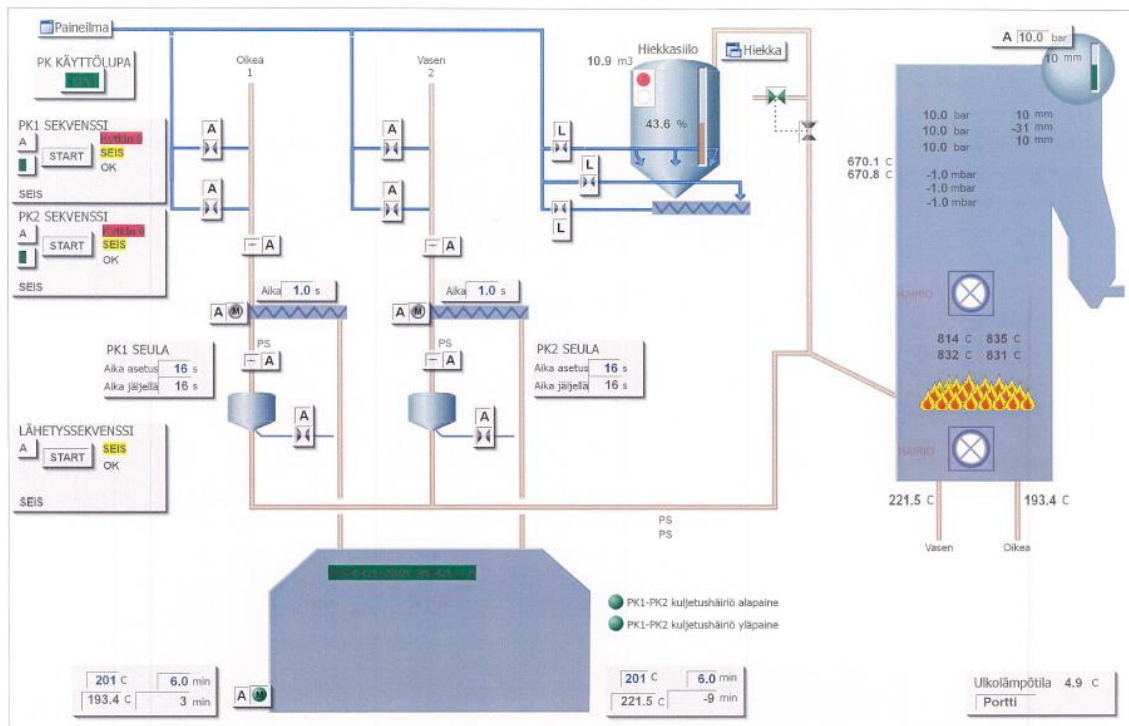
Logiikkaohjelmien, prosessinäyttöjen sekä PI-kaavioiden avulla molemmista osaprosesseista luotiin yhtenevän mallin mukaiset toimintaselostukset. Näiden prosessien laitteistoihin liittyvät säädöt, ohjaukset ja niihin vaikuttavat tilat ovat tarkemmin selostettuina kunkin prosessin toimintaselostuksessa liitteissä 1 ja 2.

4.1 Alkuselvitys

Prosessin käyttöympäristö on toteutettu MetsoDNA-automaatiojärjestelmällä, mutta kentällä prosessin mittauksista ja sen varsinaisesta ohjauksesta vastaa Siemensin Simatic S7-300 -sarjan logiikkayksikkö. Käyttäjän tekemät muutokset ja ohjaukset MetsoDNA:n ajoympäristössä siis muunnetaan ohjelmassa muotoon, jolla ne voidaan siirtää käskyiksi Simatic-logiikkaohjaimelle. Simaticin kentältä keräämä tieto, esimerkiksi erinäisiltä antureilta saadut mittaustulokset tai vaikkapa venttiilien asentotiedot, muuteaan puolestaan MetsoDNA:lle sopivaksi ja lähetetään käyttäjän nähtäväksi prosessinäytölle.

4.1.1 Prosessinäyttö

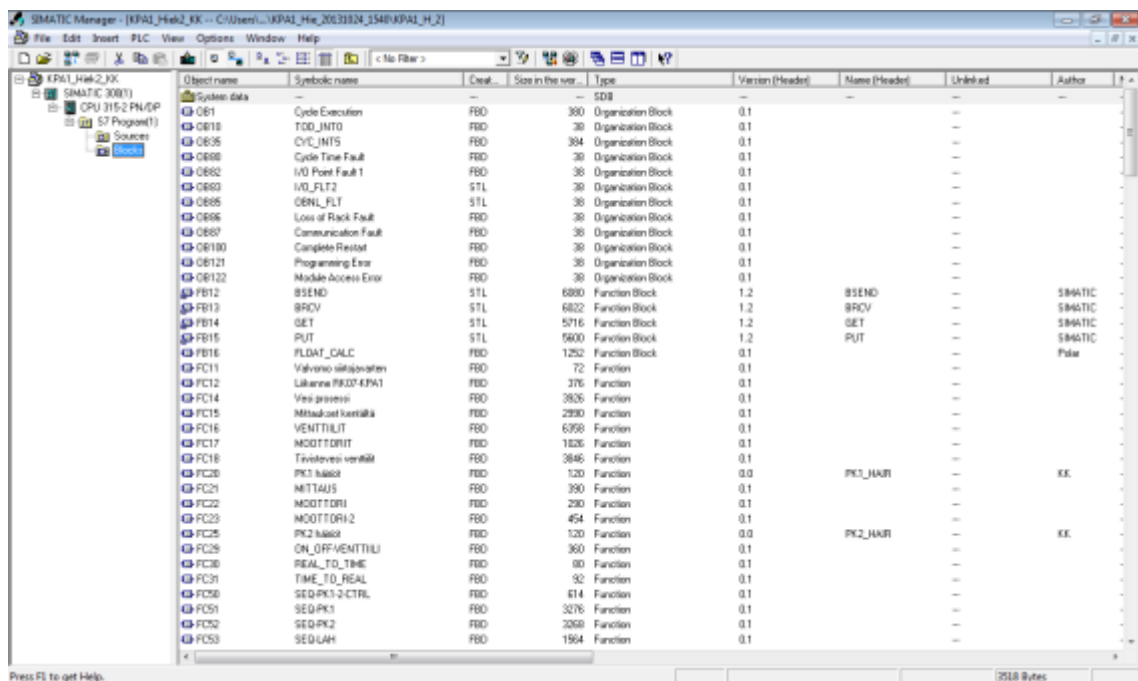
Pohjatuhkan pudotuksen toiminnan selvittämisen aloitin tutkimalla sen prosessinäyttöä eli käyttöhenkilökunnalle tietokoneen näytöllä näkyvää ympäristöä (Kuva 4). Kuvasta käy ilmi prosessiin liittyvä laitteisto pääpiirteittäin. Prosessinäytöstä saa hyvän käsityksen pohjatuhkan kierrosta ja erilaisista käyttäjälle mahdollisista valinnoista sekä asetusarvoista. Näytöstä ei kuitenkaan selviä esimerkiksi painehälytysten ala- ja ylärajoja, mitä venttiilejä voidaan ajaa käsin tai automaattilla ja milloin tai miten eri sekvenssit vaikuttavat toisiinsa. Näiden selvittämiseksi oli tutkittava prosessin logiikkaohjelmaa.



Kuva 4. Pohjatuhkan pudotuksen prosessinäyttö (MetsoDNA, Kemin Energian lämpökeskus)

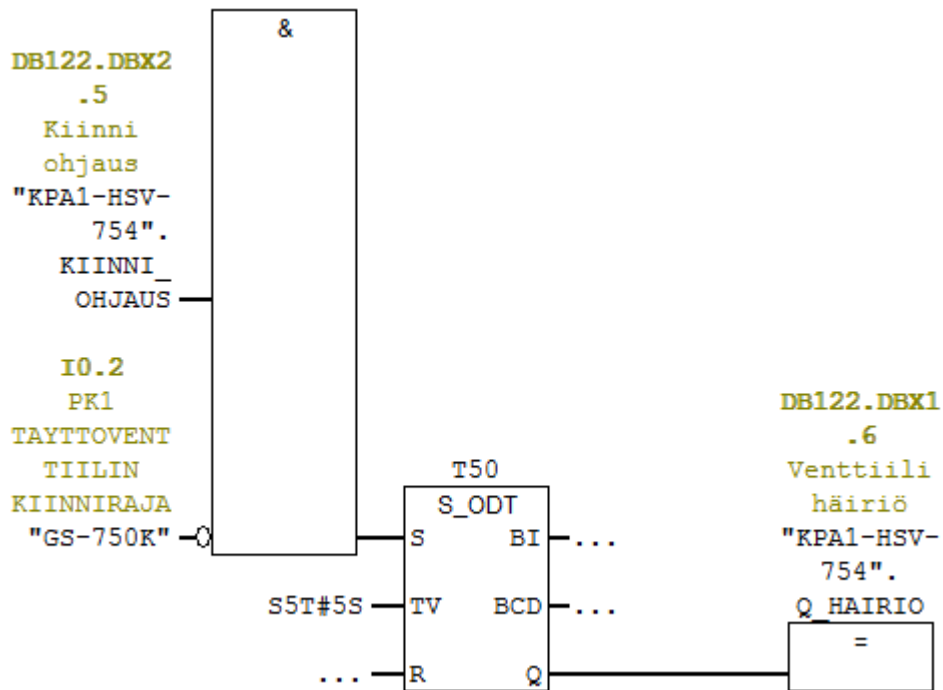
4.1.2 Ohjelma esimerkki

Prosessin toiminnan selvittämiseksi oli perehdyttävä sitä ohjaavaan logiikkaohjelmaan. Tässä tapauksessa ohjauksesta vastasi Siemensin Simatic S7-300 -sarjan logiikkaohjain. Logiikkaohjelman luontiin käytetään yleisesti Siemensin tarjoamaa Step 7 -ohjelmistoa. Step 7 sisältää kaikki tarvittavat sovellukset ohjelmoinnista aina testaukseen ja dokumentointiin saakka. Step 7:n sisältämistä ohjelmista prosessin toiminnan tutkimiseen käytin logiikkaohjelmien laatimiseen tarkoitettua Simatic Manageria. Lähes poikkeuksetta kaikki logiikkaohjelmat koostuvat useista eri ohjelmalohkoista ja ne näkyvät ohjelman avaamisen jälkeen SIMATIC Managerin aloitusnäytöllä listattuna (Kuva 5).



Kuva 5. SIMATIC Managerin etusivu

Klikkaamalla jotakin listassa näkyvistä ohjelmalohkoista päästään käsiksi ohjelmalohkon sisältämään logiikkaohjelmaan (kuva 6).



Kuva 6. Painekuljetin 1, täyttöventtiilin häiriönmuodostus (SIMATIC Manager)

Kuva 6 esitetystä esimerkistä käy ilmi, että ohjelma antaa häiriötiedon venttiilistäventtiiliin kiinniohjauksen ollessa käynnissä, kun venttiiliin kiinnirajaa ei ole saavutettu 5 sekunnin kuluessa kiinniohjauskäskyn antamisesta. Käymällä läpi prosessin sisältämät ohjelmalohkot yhden kerrallaan edellä esitetyllä tavalla sain selvitettyä jokaisen siihen liittyvän laitteen toiminnan ja muodostettua kokonaisvaltaisen kuvan koko prosessin toiminnasta.

4.2 Toiminta

KPA1-kattilan hiekan käsittely, eli pohjatuhkan pudotus, koostuu painekuljettimista, PK1 ja PK 2. Molempiin kuljettimiin kuuluu venttiileitä, seula sekä painelähetin. Näiden laitteiden toiminnasta vastaavat kummankin kuljettimen sekvenssit; tuhkan takaisin kierrätyksestä vastaa lähetysskvenssi.

Pohjatuhkan pudotus tapahtuu automaattisesti käyttäjän määrittelemän ajan kuluttua. Pudotukseen vaikuttaa kuitenkin pudotusputken lämpötila; putken lämpötila ei saa olla pudotushetkellä suurempi kuin käyttäjän asettama arvo. Putken lämpötilan laskettua ylärajan alle toiminta jatkuu normaalisti. Kattilan pohjalta pudotettu tuhka fluidisoidaan

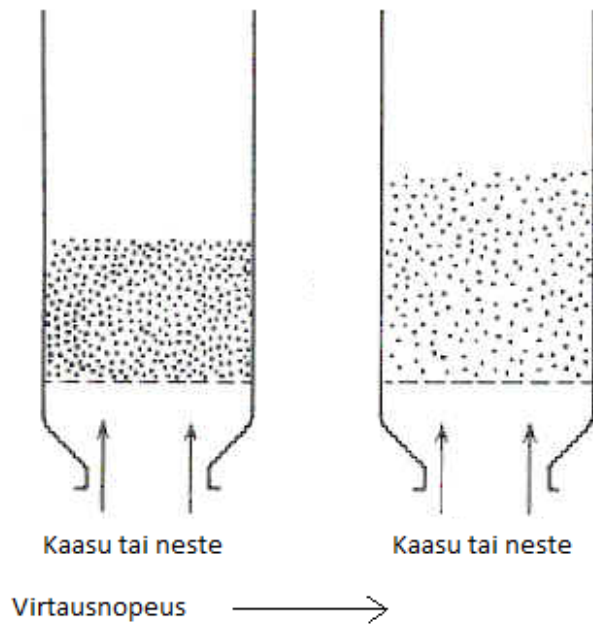
ja pudotetaan ensin seulalle, jossa tuhkasta erotetaan kiinteä, takaisin kierrätettäväksi kelpaamaton aines. Kierrätettävä aines päästetään seualta painelähettimille ja muu aines hiekkalavalle. Painelähettimiltä tuhka palautetaan takaisin kattilan tulipesään. Häiriötilanteita varten pudotusputkiin on asennettu turvapellit, jotka ovat valvomosta ohjattavissa. Sähkökatkon sattuessa voidaan pellit sulkea myös käsin (Kuva 7).



Kuva 7. Pudotusputken turvapellit laitteistoinen (Kemin Energian lämpökeskus)

4.2.1 Fluidisointiventtiilit

Molemmissa painekuljettimissa kattilasta pudotusputkeen pudotettu tuhka fluidisoidaan kahdella eri venttiilillä. Fluidisoinnilla tarkoitetaan kiinteän aineen saattamista lähemmäs nestemäistä käyttäytymistä. Se voidaan toteuttaa joko kaasun tai nesteen avulla. Tässä tapauksessa siihen käytetään paineilmaa, jota ohjataan nopeatoimisilla Goyen CA25DD -pulssiventtiileillä (Kuva 9). Paineilmaa johdetaan tuhkan sekaan, jolloin se ikään kuin leijuu ja sen virtausominaisuudet ja sitä kautta myös sen liikuteltavuus paranevat huomattavasti (Kuva 8).



Kuva 8. Fluidisointi (Team Weimer 2009, Fluidization, hakupäivä 16.1.2014)



Kuva 9. Pulssiventtiili, Goyen CA25DD (BEOT Machinery www-sivut, hakupäivä 16.1.2014)

4.2.2 Seula

Tuhkan saavuttua seulalle siitä erotetaan kierrätettävä aines ja kierrätettäväksi kelpaamaton aines. Seula koostuu levystä ja siihen kiinnitetystä magneettisesta täryttimestä (Kuva 9). Nimensä mukaisesti täry tärisyttää levyä ja sen päällä olevaa ainesta, minkä seurauksena pienemmät hiukkaset putoavat levyn aukoista painelähttimelle johtavaan putkeen ja isommat hiukkaset kulkeutuvat hiekkalavalle. Magneettitäry toimii verkkojännitteellä ja verkon taajuus on myös täryn toimintataajuus. Seulan käyntiaika on käyttäjän asetettavissa prosessinäytöltä.



Kuva 9. Magneettitärytin (Vibratec Oyn www-sivut, hakupäivä 23.1.2014)

4.2.3 Tuhkalähttimet

Viimeisenä, ennen kattilaa, kierrätettävä aines saapuu tuhkalähttimille. Lähttimiä on kaksi, yksi molemmissa painekuljettimissa (Kuva 10). Lähttimet ovat suppilon mallisia, ja niiden kyljessä on venttiili, jolla niihin johdetaan paineilmaa. Lähetyssekvenssi huolehtii lähttimien toiminnasta. Lähttimet ovat kiinni samassa putkilinjassa. PK1-linjan lähtin paineistetaan ensin ja 3 sekunnin kuluttua myös PK2-linjan lähtin paineistetaan, jos lähetyksen aikana saadaan painekeytkimeltä alapainehälytys, toistetaan lähetys uudelleen maksimissaan 3 kertaa.



Kuva 10. Tuhkalähetin (Kemin Energian lämpökeskus)

4.2.4 Hiekkalava

Kattilaan takaisin kierrätettäväksi kelpaamaton aines ohjataan hiekkalavalle (Kuva 11). Hiekkalava on varustettu pienellä ruuvilla, joka levittää lavalle saapuvan aineksen tasaisesti lavalle. Täytyttyään lavan aines kuljetetaan kierrätettäväksi, kuten kohdassa 3.5 käy ilmi.



Kuva 11. Hiekkalava (Kemin Energian lämpökeskus)

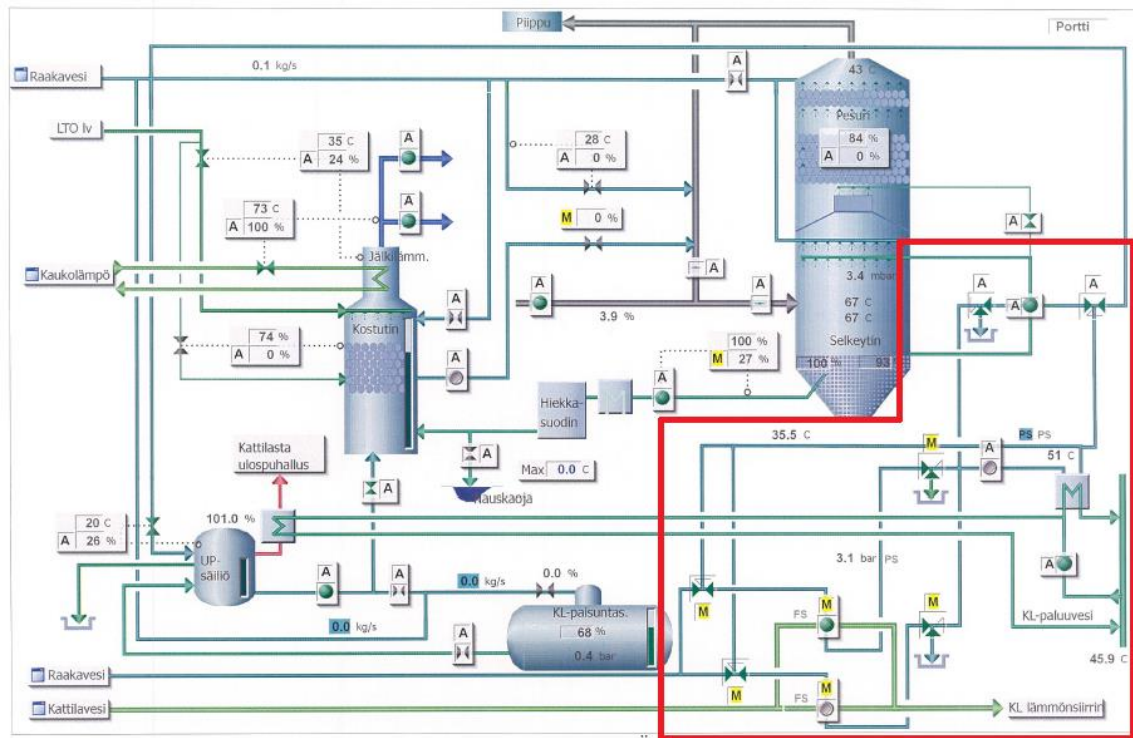
5 SULJETTU VESIKIERTO

Prosessin kattilavesiä kierrättävät pumpput tarvitsevat akselitiivisteiden toiminnan takaamiseksi tiivistevedettä, kuten lähes kaikki vettä tai muuta nestettä kierrättävät pumpput. Tiivistevesi voitelee akselin pintoja sekä poistaa lämpöä akselilta ja sen ympäröiviltä osilta. Tiivisteiden vuotaessa pumpput joudutaan pysäyttämään ja tämä johtaa kattilan alasajoon.

Tiivisteveden syöttö pumpuille voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta kustannustehokas ja ympäristöystävällinen tapa on rakentaa suljettu vesikierto. Suljetussa kierrossa vettä ei tarvitse koko ajan lisätä vaan sitä tuodaan lisää kiertoon tarpeen mukaan. Vettä poistuu kierrosta mm. haihtumalla ja tiivisteiden ohi vuotamalla.

5.1 Toiminta

Tiivistevesien kierto on laitoksella toteutettu niin, että se toimii omana suljettuna kiertona, prosessinäytön kuvassa neliöllä rajattu alue (Kuva 12). Linjastoon asennettu painanturi huolehtii riittävästä veden määrästä tarkkailemalla painetta ja tarvittaessa avaamalla veden täyttöventtiiliin, jotta paine saadaan pidettyä oikealla tasolla.



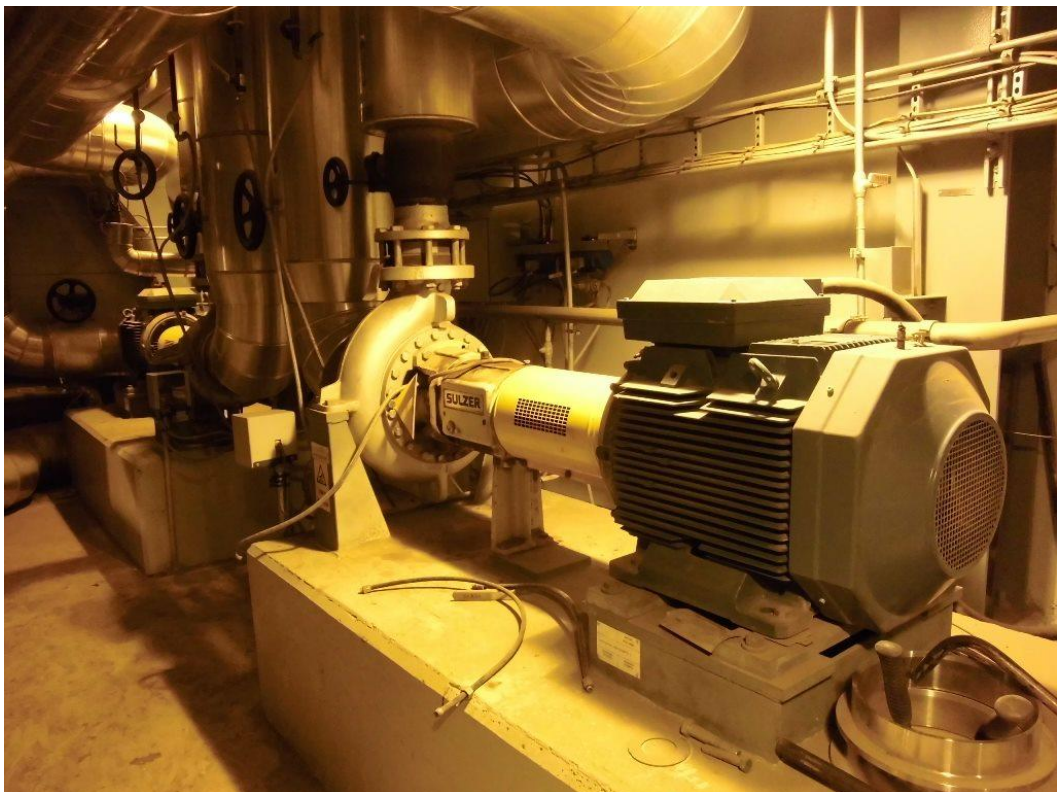
Kuva 12. Vesienkierrätys, prosessinäyttö (MetsoDNA, Kemian Energian lämpökeskus)

5.1.1 Pumput

Yksi pumppu huolehtii tiivisteveden kierrätyksestä kolmelle pumpulle. Kaksi pumpuista kierrättää kattilavettä kaukolämmön lämmönsiirtimelle ja yksi pumppu toimii selkeytimen vesien kierrätyksessä. Pumput käynnistyvät ohjelmassa automaattisesti ja ovat täysin valvomosta ohjattavissa. Kattilavettä kaukolämmön lämmönsiirtimille kierrättävät kattilapiirin pumput ovat esitettyinä Kuva 13 ja Kuva 14.



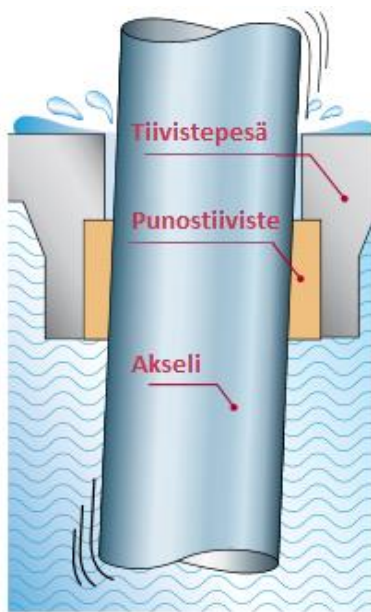
Kuva 13. Kattilapiirin pumppu (Kemin Energian lämpökeskus)



Kuva 14. Kattilapiirin pumppu (Kemin Energian lämpökeskus)

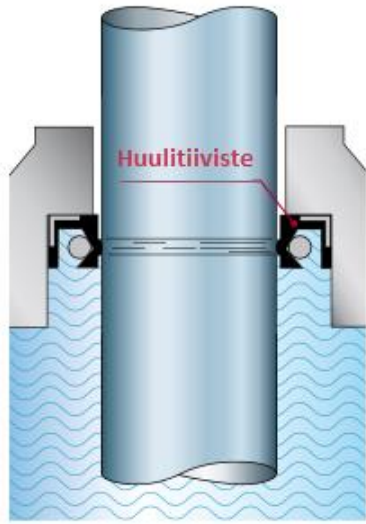
5.1.2 Tiivisteet

Jotta pumpattava neste, tässä tapauksessa vesi, ei vuoda pumpun akselin läpiviennistä ulos, on akseli tiivistettävä. Vanhimpia tapoja on käyttää akselilla punostiivistettä (Kuva 15). Tiiviste koostuu akselia ympäröivistä punosnauhoista. Tiivistettä puristetaan akselinsuuntaisesti, niin että punokset puristuvat akselin pintaa vasten ja näin ollen tiivistävät sen. Tämä tiivistetyyppi on kuitenkin herkkä akselin aiheuttamille värähtelöille tai sen suuntaus heitoille. Tiivisteiden kuluessa sitä voidaan puristaa lisää tiiveyden aikaan saamiseksi. (Grundfos 2009, hakupäivä 12.2.2014.)



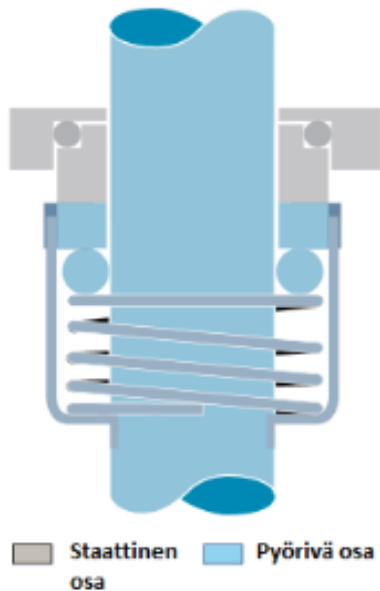
Kuva 15. Punostiiviste (Grundfos, Mechanical Shaft Seals for Pumps. Hakupäivä 12.2.2014.)

Perinteistä huulitiivistettä (Kuva 16) voidaan käyttää akselin tiivistämiseen silloin, kun paine-ero pumpattavan nesteen ja ulkoilman välillä on pieni tai käytetään pieniä pyörimisnopeuksia. (Grundfos 2009, hakupäivä 12.2.2014.)



Kuva 16. Huulitiiviste (Grundfos, Mechanical Shaft Seals for Pumps, hakupäivä 14.2.2014.)

Suurehkoilla kuormilla ja pyörimisnopeuksilla on tiivistämiseen käytettävä mekaanista liukutiivistettä vuotojen minimoimiseksi (Kuva 17). Tiiviste koostuu staattisesta eli paikallaan pysyvistä osasta sekä akselin mukana pyörivästä osasta. Näiden osien välisen etäisyyden tulee olla pieni vuotojen minimoimiseksi. Osien välille jäävä rako muodostaa tiivistyspinnan, jota siihen johdettu tiivistevesi voitelee. Tiivisteiden moitteettoman ja mahdollisimman pitkäikäisen toiminnan takaamiseksi on tiivisteveden lämpötilaa tarkkailtava. Laitoksella tiivistevesien lämpötilaa tarkkaillaan käyttöhenkilökunnan tekemillä tarkistuskierroksilla tiivistevesiputkistoihin asennetuista lämpötilamittareista.

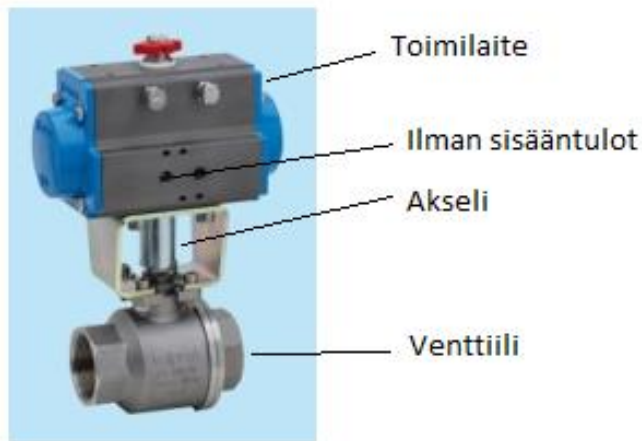


Kuva 17. Mekaaninen liukutiiviste (Grundfos, Mechanical Shaft Seals for Pumps, hakupäivä 14.2.2014.)

5.1.3 Venttiilit

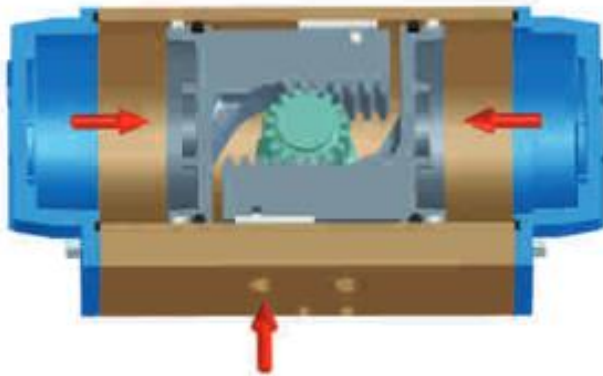
Tiivistevesi ohjataan suljetussa kierrossa kuudella eri venttiilillä vettä tarvitseville pumpeille. Venttiilit toimivat automaattilla pumppujen mukaan; kun jokin pumpuista käynnistyy, avautuvat sille tiivisteveettä ohjaavat venttiilit ja toisinpäin. Venttiileitä voidaan ohjata käsin valvomosta, ja tarvittaessa vettä voidaan johtaa viemäriin paikallisesti venttiilillä.

Jokainen linjastoon kuuluva venttiili on varustettu pneumaattisella toimilaitteella (Kuva 18). Toimilaitteen akseli kääntyy eri suuntiin, johtamalla paineilmaa sen sisällä olevien mäntien eri puolille. Paineilma ohjataan magneettiventtiilillä toimilaitteen kahdelle eri ilman sisääntulolle.



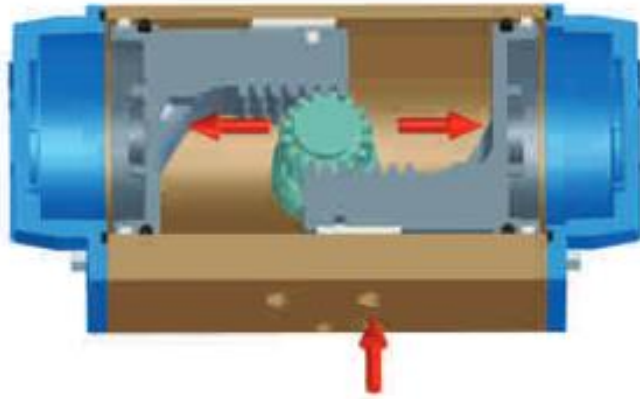
Kuva 18. Venttiili pneumaattisella toimilaitteella (Valbian www-sivut, hakupäivä 17.2.2014.)

Toinen sisääntuloista johtaa ilman mäntien ulkopuolelle, joka painaa männät yhteen kääntäen akselin välityksellä venttiiliin kiinni, punaiset nuolet kuvissa ilmaisevat paineilman kulkureittiä (Kuva 19).



Kuva 19. Toimilaite kiinni (AVS-Yhtiöt www-sivut, hakupäivä 18.2.2014.)

Kun paineilmaa johdetaan toiseen toimilaitteen sisääntuloista, se ohjautuu mäntien sisäpuolelle pakottaen ne erilleen ja avaten venttiiliin (Kuva 20). Tieto venttiiliin kiinni ja auki -asennoista saadaan toimilaitteen akselille asennetulta induktiiviselta raja-anturilta.



Kuva 20. Toimilaite auki (AVS-Groupin www-sivut, hakupäivä 18.2.2014.)

6 POHDINTA

Kemin Energia Oy:llä on käytössään ajantasaiset toimintaselostukset lähes kaikista lämpölaitoksen sisältämistä prosesseista. Toimintaselostukset antavat nopeasti tietoa prosessiin liittyvistä säädöistä ja ohjauksista ja niihin liittyvistä rajoituksista säästäten käyttöhenkilökunnan aikaa. Toimintaselostuksen laatimiseksi on prosessin toimintaan perehdyttävä huomattavasti pintaa syvemmillä, mikä vaatii huomattavan paljon resursseja ja aikaa. Puuttuvien toimintaselostusten laatimiseksi oli siis selvää tarvetta tälle opinnäytetyölle.

Toimintaselostuksen hyödyllisyys korostuu harvinaisemmissa vika- tai häiriötilanteissa. Käyttäjä voi toimintaselostuksesta nähdä esimerkiksi, miksi ja missä tilanteissa yksittäinen venttiili sulkeutuu automaattisesti tai jokin moottoreista käynnistyy. Selostusten ajantasaisuus ja yhteneväisyys ovat käyttäjän kannalta ensisijaisen tärkeitä.

Selostusten laatiminen osoittautui aluksi luultua haastavammaksi. Leijukerros poltto oli itselleni lähes tuntematonta joten, jotta osaprosessien toiminnasta saisi selkoa, oli ensin selvitetävä pääpiirteittäin, kuinka koko lämmöntuotanto prosessina toimii. Pohjatuhkan pudotuksen ja suljetun vesikierron toiminnan selvittämiseksi käytössäni oli näiden prosessien käyttämä logiikkaohjelma. Ohjelmaa lukemalla muodostin aluksi yleiskuvan näiden kahden osaprosessin toiminnasta. Tämän jälkeen pystyin tarkemmin perehtymään niiden sisältämiin ohjauksiin, säätöihin ja sekvensseihin. Lisäksi apuna oli mm. yritykseltä saatuja prosessinäyttökuvia sekä PI-kaavioita havainnollistamassa prosesseja. Näiden tietojen pohjalta laadin yrityksen käytössä olevalle pohjalle ajantasaiset ja yhteneväiset toimintaselostukset.

Oppimisen kannalta työ oli mielenkiintoinen. Työn suorittamiseksi jouduin käyttämään paljon aikaa logiikkaohjelmia tutkiessani ja niiden tulkitseminen toi paljon lisää käytännön kokemusta. Tämän lisäksi pääsin tutustumaan minulle ennalta lähes tuntemattomaan laitokseen, sen sisältämään prosessiin ja siihen liittyvään tekniikkaan.

LÄHTEET

- AVS-Groupin www-sivut 2014. Hakupäivä 18.2.2014. <www.avs-yhtiot.fi>
- BEOT Machineryn www-sivut 2014. Hakupäivä 16.1.2014. <<http://beot-machinery.com>>
- GRUNDFOS Management A/S 2009. Mechanical Shaft Seals for Pumps. Hakupäivä 5.2.2014.
<http://www.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Industries%20%26%20solutions/mining/ShaftSeal_samlet.pdf>
- Huhtinen, Markku & Kettunen, Arto & Nurminen, Pasi & Pakkanen, Heikki 1994. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Painatuskeskus
- Hämäläinen, Jouni & Makkonen, Pasi 2003. Leijupolttoteknologia: vihreää energiaa. Hakupäivä 13.1.2014.
<<http://koti.mbnet.fi/ppom/PDF/RY.pdf>>
- Kemin Energia Oyn vuosikertomus 2012. Hakupäivä 16.12.2013.
<http://www.keminenergia.fi/download/1012/kemin_energia_vuosikertomus2012/pdf>
- Kemin Energia Oyn www-sivut 2013. Hakupäivä 16.12.2013.
<www.keminenergia.fi>
- Rudus Oyn www-sivut 2014. Hakupäivä 8.1.2014 <<http://www.rudus.fi/>>
- Seppälä, Jarmo 2010. Kattilalaitoksen piirikohtaisten toimintakuvausten generointi. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.
- Team Weimer 2009. Fluidization. Hakupäivä 16.1.2014.
<<http://www.colorado.edu/che/TeamWeimer/ResearchInterests/Fluidization.htm>>
- Valbian www-sivut 2014. Hakupäivä 17.2.2014. <www.valbia.it>

LIITTEET

- Liite 1. Pohjatuhkan pudotus, toimintaselostus
- Liite 2. Suljettu vesikierto, toimintaselostus



**TOIMINTASELOSTUS
POHJATUHKA**

LOPPUPIIRUSTUS

Muutos	Julk./PVM	Tark./PVM	Hyv./PVM	Huomautukset
Suunn./PVM	Piirt./PVM	Tark./PVM	Hyv./PVM	Piir.nro

1	YLEISTÄ	3
2	OHJAUKSET	4
2.1	KPA1-HSV-753 PK1 FLUIDISOINTIVENTTIILI	4
2.2	KPA-HSV-754 PK1 TÄYTTÖVENTTIILI	5
2.3	KPA-HSV-755 PK1 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, YLEMPI.....	6
2.4	KPA-HSV-756 PK1 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, ALEMPI.....	7
2.5	KPA-HSV-757 PK1 POHJAVENTTIILI.....	8
2.6	KPA-HS-758 PK1 TURVAPELTI.....	9
2.7	KPA-M-758 PK1 SEULAN TÄRY	10
2.8	KPA1-HSV-763 PK2 FLUIDISOINTIVENTTIILI	11
2.9	KPA1-HSV-764 PK2 TÄYTTÖVENTTIILI	12
2.10	KPA-HSV-765 PK2 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, YLEMPI.....	13
2.11	KPA-HSV-766 PK2 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, ALEMPI	14
2.12	KPA-HSV-767 PK2 POHJAVENTTIILI.....	15
2.13	KPA-HS-768 PK2 TURVAPELTI.....	16
2.14	KPA-M-768 PK2 SEULAN TÄRY.....	17
3	SEKVENSSIT	18
3.1	KPA1 PK1 SEKVENSSI.....	18
3.2	KPA1 PK2 SEKVENSSI.....	20
3.3	KPA1 HIEKAN LÄHETYSSEKVENSSI	22

1 YLEISTÄ

Pohjatuhkan seulonta koostuu kahdesta painekuljettimesta. Kuljettimiin kuuluu kymmenen venttiiliä sekä kaksi moottoria. Tässä dokumentissa kerrotaan ohjauspiirien sekä sekvenssien toiminta pohjatuhkan seulonnassa.

Paineilmaa ohjataan venttiilien avulla kuljettimen eri kohtiin tarpeen mukaan, jotta kuljetin toimii.

Tuhka kuljetetaan painekuljettimessa ensin seulalle, jossa pohjatuhka seulotaan. Pohjatuhkasta seulottu petihieka kuljetetaan kahdelta lähettimeltä takaisin kattilaan. Tuhkasta seulottu, uudelleen käytettäväksi kelpaamaton materiaali, kulkeutuu seulalta hiekkalavalle.

Kuljettimien sekä moottoreiden automaattisesta toiminnasta huolehtii PK1- ja PK2 sekvenssit sekä hiekanlähetyksen sekvenssi.

2 OHJAUKSET

2.1 KPA1-HSV-753 PK 1 FLUIDISOINTIVENTTIILI

TOIMINTA

PK1 fluidisointiventtiilillä puhalletaan paineilmaa hiekkalähettimeen, josta seulottu petihiekka siirtyy putkistoa pitkin takaisin kattilaan.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Hiekan lähetysskvenssi päälle
- PK1 skvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa manuaalisesti, kun;

- Instrumentti-ilma ok: yli 5,5 baria.

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (10s)
-

2.2 KPA-HSV-754 PK1 TÄYTTÖVENTTIILI

TOIMINTA

PK1 täyttöventtiilillä ohjataan seulalta tuleva seulottu petihiekka lähettimelle.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK1 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa manuaalisesti, kun;

- Hiekanlähetys sekvenssi ei päällä

HÄIRIÖT

- Kiinniohjaus päällä, mutta ei rajatietoa 5sek kuluessa-> venttiilihäiriö
-

2.3 KPA-HSV-755 PK1 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, YLEMPI

TOIMINTA

HSV-755:lla fluidisoidaan pudotusputkeen tuleva tuhka.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK1 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

- Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, niin kauan kuin painonappia painetaan

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (5sek)
-

2.4 KPA-HSV-756 PK1 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, ALEMPI

TOIMINTA

HSV-756:lla fluidisoidaan pudotusputkeen tuleva tuhka.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK1 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUS

- Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, niin kauan kuin painonappia painetaan

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (5sek)
-

2.5 KPA-HSV-757 PK1 POHJAVENTTIILI

TOIMINTA

PK1 pohjaventtiilillä päästetään pudotusputkeen tuleva tuhka seulalle.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK1 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiilin aukiolo aika automaatilla sekvenssissä voidaan asettaa valvomosta
- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, kun;

- Seula käy ja täyttöventtiili auki

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä. Sama kuin automaatilla annettu arvo

HÄIRIÖT

Häiriötieto venttiililtä, kun;

- Kiinniohjaus käsky päällä, mutta rajatietoa ei tule 5 sekunnin kuluessa
-

2.7 KPA-M-758 PK1 SEULAN TÄRY

TOIMINTA

PK1 Seulan täry

VALVOMO TOIMINNOT

- Täry voidaan asettaa sekä automaatile että manuaalille valvomosta
- Täryn käyntiaika automaatilla sekvenssissä voidaan asettaa valvomosta

KÄSIOHJAUS

- Täryä voidaan ajaa manuaalisesti, kun täyttöventtiili, HSV-754, on auki
-

2.8 KPA1-HSV-763 PK 2 FLUIDISOINTIVENTTIILI

TOIMINTA

PK2 fluidisointiventtiilillä puhalletaan paineilmaa hiekkalähettimeen, josta seulottu petihiekka siirtyy putkistoa pitkin takaisin kattilaan.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Hiekan lähetysskvenssi päälle
- PK2 skvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa manuaalisesti, kun;

- Instrumentti-ilma ok: yli 5,5 baria.

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (10s)
-

2.9 KPA1-HSV-764 PK2 TÄYTTÖVENTTIILI

TOIMINTA

PK2 täyttöventtiilillä ohjataan seualta tuleva seulottu petihiekka lähettimelle.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK2 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa manuaalisesti, kun;

- Hiekanlähetys sekvenssi ei päällä

HÄIRIÖT

- Kiinniohjaus päällä, mutta ei rajatietoa 5sek kuluessa-> venttiilihäiriö
-

2.10 KPA-HSV-765 PK2 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, YLEMPI

TOIMINTA

HSV-765:lla fluidisoidaan pudotusputkeen tuleva tuhka.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK2 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

- Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, niin kauan kuin painonappia painetaan

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (5sek)
-

2.11 KPA-HSV-766 PK2 TÄYTÖN FLUIDISOINTI, ALEMPI

TOIMINTA

HSV-766:lla fluidisoidaan pudotusputkeen tuleva tuhka.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK2 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUS

- Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, niin kauan kuin painonappia painetaan

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä (5sek)
-

2.12 KPA-HSV-767 PK2 POHJAVENTTIILI

TOIMINTA

PK2 pohjaventtiilillä ohjataan pudotusputkeen tuleva tuhka seulalle.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- PK2 sekvenssi päälle

VALVOMO OHJAUKSET

- Venttiilin aukiolo aika automaatilla sekvenssissä voidaan asettaa valvomosta
- Venttiili voidaan asettaa manuaalille sekä automaatille valvomosta

KÄSIOHJAUKSET

Venttiiliä voidaan ajaa paikallisesti manuaalisesti, kun;

- Seula käy ja täyttöventtiili auki

PAKKO-OHJAUKSET

Venttiili suljetaan automaattisesti, kun;

- Manuaalisen aukiohjauksen maksimiaika täynnä. Sama kuin automaatilla annettu arvo

HÄIRIÖT

Häiriötieto venttiililtä, kun;

- Kiinniohjaus käsky päällä, mutta rajatietoa ei tule 5 sekunnin kuluessa
-

2.14 KPA-M-768

PK2 SEULAN TÄRY

TOIMINTA

PK2 seulan täry

VALVOMO TOIMINNOT

- Täryä voidaan asettaa sekä automaatile että manuaalille valvomosta
- Täryn käyntiaika automaatilla sekvenssissä voidaan asettaa valvomosta

KÄSIOHJAUS

- Täryä voidaan ajaa manuaalisesti, kun täyttöventtiili, HSV-764, on auki
-

3 SEKVENSSIT

3.1 KPA1

PK1 SEKVENSSI

TOIMINTA

Sekvenssi ohjaa kaikki laitteet automaatile, kun tarvittavat käynnistys ehdot täyttyvät. Käyttäjä voi käynnistää sekvenssin manuaalisesti valvomosta ja paikallisesti tai asettaa sen automaatti-moodiin, jolloin ohjelma käynnistää sekvenssin tarvittaessa automaattisesti.

KÄYNNISTYSEHDOT

- PK1 ja 2 sekvenssi seis
- Hiekkalava paikallaan, KPA1-GS-742
- Instrumentti-ilma OK, yli 5,5 bar, KPA1-PIZA-801
- Lieriön paine asetusarvossaan, KPA1-PICA-002
- Tuhkan lähetys ei ole päällä
- Paikalliskytkin Autolla
- Pudotus sallittu valvomosta
- Sekvenssi Autolla valvomosta
- Valinta remotella valvomosta
- Pudotusputken lämpötila alle asetellun rajan , KPA1-TIA-701

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Sekvenssi käynnistyy, kun;

- Käynnistys ehdot ok , **JA**
 - valvomosta annettu pudotusvälin asetusarvo saavutetaan → ohjelma antaa autos-tart-käskyn sekvenssille **TAI**
 - käynnistyskäsky valvomosta tai paikalliskytkimestä

Sekvenssi pysäytetään ja hyppy lopetusaskeleeseen 9, kun;

- Hiekkalava ei ole paikallaan
- Paikalliskytkin 0- asennossa

SEKVENSSI

1. ASKEL

EHDOT:

- Käynnistys ehdot OK

TOIMENPITEET:

- Laitteisto ja hiekanlähetys automaatile

2. ASKEL

EHDOT:

- Laitteet automaatile

TOIMENPITEET:

- Seulan moottori käyntiin, M758
- Täyttöventtiili auki, HSV-754

3. ASKEL

EHDOT:

- Seulan moottori käy
- Täyttöventtiili auki

TOIMENPITEET:

- Ylempi fludiventtiili auki, HSV-755

4. ASKEL

EHDOT:

- Ylempi fludiventtiili auki 4 sekuntia

TOIMENPITEET:

- Ylempi fludiventtiili kiinni
-

- Alempi fluidiventtiili auki, HSV-756

5. ASKEL

EHDOT:

- Alempi fluidiventtiili auki 4 sekuntia

TOIMENPITEET:

- Alempi fluidiventtiili kiinni

6. ASKEL

EHDOT:

- Alempi fluidiventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Pohjaventtiili auki, HSV-757 → automaattisesti kiinni valvomosta asetetun ajan jälkeen

7. ASKEL

EHDOT:

- Pohjaventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Lasketaan seulan käynti- ja täyttöventtiilin aukioloaikaa
- Jäljellä oleva aika valvomoon → kun valvomosta asetettu aika täynnä, sammutetaan seula ja suljetaan täyttöventtiili

8. ASKEL

EHDOT:

- Seula seis
- Täyttöventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Käynnistetään lähetysskvenssi

9. ASKEL

EHDOT:

- Lähetysskvenssi käynnissä

TOIMENPITEET:

- Resetoidaan kaikki auki- ja käyntiinhjaukset
-

3.2 KPA1**PK2 SEKVENSSI****TOIMINTA**

Sekvenssi ohjaa kaikki laitteet automaatile, kun tarvittavat käynnistysehdot täyttyvät. Käyttäjä voi käynnistää sekvenssin manuaalisesti valvomosta ja paikallisesti tai asettaa sen automaatti-moodiin, jolloin ohjelma käynnistää sekvenssin tarvittaessa automaattisesti.

KÄYNNISTYSEHDOT

- PK1 ja 2 sekvenssi seis
- Hiekkalava paikallaan, KPA1-GS-742
- Instrumentti-ilma OK, yli 5,5 bar, KPA1-PIZA-801
- Lierion paine asetusarvossaan, KPA1-PICA-002
- Tuhkan lähetys ei ole päällä
- Paikalliskytkin Autolla
- Pudotus sallittu valvomosta
- Sekvenssi Autolla valvomosta
- Valinta remotella valvomosta
- Pudotusputken lämpötila alle asetellun rajan , KPA1-TIA-701

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Sekvenssi käynnistyy, kun;

- Käynnistysehdot ok , **JA**
 - valvomosta annettu pudotusvälin asetusarvo saavutetaan → ohjelma antaa autostart-käskyn sekvenssille **TAI**
 - käynnistyskäsky valvomosta tai paikalliskytkimestä

Sekvenssi pysäytetään ja hyppy lopetusaskeleeseen 9, kun;

- Hiekkalava ei ole paikallaan
- Paikalliskytkin 0- asennossa

SEKVENSSI**1. ASKEL**

EHDOT:

- Käynnistysehdot OK

TOIMENPITEET:

- Laitteisto ja hiekanlähetys automaatile

2. ASKEL

EHDOT:

- Laitteet automaatile

TOIMENPITEET:

- Seulan moottori käyntiin, M768
- Täyttöventtiili auki, HSV-764

3. ASKEL

EHDOT:

- Seulan moottori käy
- Täyttöventtiili auki

TOIMENPITEET:

- Ylempi fluidiventtiili auki, HSV-765

4. ASKEL

EHDOT:

- Ylempi fluidiventtiili auki 4 sekuntia

TOIMENPITEET:

- Ylempi fluidiventtiili kiinni
- Alempi fluidiventtiili auki, HSV-766

5. ASKEL

EHDOT:

- Alempi fluidiventtiili auki 4 sekuntia

TOIMENPITEET:

- Alempi fluidiventtiili kiinni

6. ASKEL

EHDOT:

- Alempi fluidiventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Pohjaventtiili auki, HSV-767 → automaattisesti kiinni valvomosta asetetun ajan jälkeen

7. ASKEL

EHDOT:

- Pohjaventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Lasketaan seulan käynti- ja täyttöventtiilin aukioloaikaa
- Jäljellä oleva aika valvomoon → kun valvomosta asetettu aika täynnä, sammutetaan seula ja suljetaan täyttöventtiili

8. ASKEL

EHDOT:

- Seula seis
- Täyttöventtiili kiinni

TOIMENPITEET:

- Käynnistetään lähetysskvenssi

9. ASKEL

EHDOT:

- Lähetysskvenssi käynnissä

TOIMENPITEET:

- Resetoidaan kaikki auki- ja käyntiinhjaukset
-

3.3 KPA1 HIEKAN LÄHETYSEKVENSSI

TOIMINTA

Sekvenssi ohjaa kaikki laitteet automaatile, kun tarvittavat käynnistysehdot täyttyvät. Käyttäjä voi käynnistää sekvenssin manuaalisesti valvomosta tai asettaa sen automaatti-moodiin, jolloin ohjelma käynnistää sekvenssin tarvittaessa automaattisesti.

KÄYNNISTYSEHDOT

- Tuhkan lähetys ei päällä
- Täyttöventtiilit kiinni, HSV-754 ja HSV-764

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Sekvenssi käynnistyy, kun;

- Käynnistysehdot ok, **JA**
 - käynnistyskäsky valvomosta **TAI**
 - Autostart- käsky ohjelmasta

SEKVENSSI

1. ASKEL

EHDOT:

- Käynnistysehdot OK

TOIMENPITEET:

- Laitteet automaatile, HSV-753 ja HSV-763

2. ASKEL

EHDOT:

- Laitteet automaatile

TOIMENPITEET:

- PK1 Fluidisointiventtiili auki, HSV-753

3. ASKEL

EHDOT:

- PK1 Fluidisointiventtiili ollut auki 3 sekuntia

TOIMENPITEET:

- PK2 Fluidisointiventtiili auki, HSV-763

4. ASKEL

EHDOT:

- Molemmat fluidisointiventtiilit auki 4 sekuntia

TOIMENPITEET:

- HSV-753 kiinni

- HSV-763 kiinni

HÄIRIÖTILANTEET:

- Mikäli alapainekytin, KPA1-PS-770-AP, hälyttää → siirrytään askeleeseen 1 ja toistetaan lähetys (maksimi 3 kertaa)

5. ASKEL

EHDOT:

- Venttiilit kiinni

- Lähetys toistettu 3 kertaa

TOIMENPITEET:

- Nollataan lähetyslaskuri ja alapainemuisti-merkkeri
-



TOIMINTASELOSTUS
SULJETTU VESIKIERTO

LOPPUPIIRUSTUS

Muutos	Julk./PVM	Tark./PVM	Hyv./PVM	Huomautukset
Suunn./PVM	Piirt./PVM	Tark./PVM	Hyv./PVM	Piir.nro

1	YLEISTÄ	3
2	OHJAUKSET	4
2.1	KPA1-TV-944.1 JÄÄHDYTYSVESIKIERRON TÄYTTÖVENTTILI	4
2.2	KPA1-HV-949.1 VENTTILI.....	5
2.3	KPA1-HV-949.2 VENTTILI.....	6
2.4	KPA1-HV-950.1 VENTTILI.....	7
2.5	KPA1-HV-950.2 VENTTILI.....	8
2.6	KPA1-HV-951.1 VENTTILI.....	9
2.7	KPA1-HV-951.2 VENTTILI.....	10
2.8	KPA1-M161 JÄÄHDYTYSKIERRON PUMPPU	11

1 YLEISTÄ

Suljettu vesikierto huolehtii kattilapiirin pumppujen tarvitseman tiivisteveden kierrättämisestä. Tässä dokumentissa selostetaan siihen liittyvien laitteiden toiminta ja niihin liittyvät ohjaukset.

2 OHJAUKSET

2.1 KPA1-TV-944.1 JÄÄHDYTYSVESIKIERRON TÄYTTÖVENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ylläpidetään jäähdytysvesikierron painetta täyttämällä sitä tarvittaessa kaukolämpöveden paluulinjasta.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Venttiili aukeaa kun;

- Jäähdytyskierron paine 2,7 baria tai alle, PIA-948

Venttiili kiinni, kun;

- Jäähdytyskierron paine yli 3,2 baria (10 sekuntia), PIA-948
-

2.2 KPA1-HV-949.1 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan tiivistevesi pumpulle M018

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M018 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M018 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.3 KPA1-HV-949.2 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan pumpulta M018 tuleva tiivistevesi joko takaisin suljettuun kiertoon tai viemäriin

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M018 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M018 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.4 KPA1-HV-950.1 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan tiivistevesi pumpulle M086

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M084 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M084 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.5 KPA1-HV-950.2 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan pumpulta M086 tuleva tiivistevesi joko takaisin suljettuun kiertoon tai viemäriin

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M084 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M084 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.6 KPA1-HV-951.1 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan tiivistevesi pumpulle M046

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M046 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M046 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.7 KPA1-HV-951.2 VENTTIILI

TOIMINTA

Venttiilillä ohjataan pumpulta M046 tuleva tiivistevesi joko takaisin suljettuun kiertoon tai viemäriin

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

Automaatille, kun;

- Pumppu M046 käy

Manuaalille, kun;

- Pumppu M046 seis

Avataan, kun kaikki seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 käy
- Pumppu M161 käy
- Painekeytkin ok, PIA-943
- Linjastopaine ok, yli 2,35 baria, PIA 948
- Lämpötila alle ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945

Suljetaan, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy;

- Pumppu M160 seis
 - Pumppu M161 seis
 - Painekeytkin ei ok, PIA-943
 - Linjastopaine alle 2,35 baria, PIA 948
 - Lämpötila yli ”ylä ylä” -hälytysrajan, TIC-945
-

2.8 KPA1-M161 JÄÄHDYTYSKIERRON PUMPPU

TOIMINTA

Pumppu kierrättää tiivisteveittä pumpuille M018,M086 ja M048 suljetussa vesikierrrossa.

AUTOMAATTISET TOIMINNOT

- Pumpulla ei ole automaattista toimintaa

VALVOMO OHJAUKSET

- Pumpua voidaan ohjata valvomosta, KÄY/SEIS

PAKKO-OHJAUKSET

Moottorisuoja estää pumpun käynnistämisen, kun;

- Venttiili KPA1-HV-950.1 on kiinni, TAI
 - Venttiili KPA1-HV-951.1 on kiinni, TAI
 - Venttiili KPA1-HV-949.1 on kiinni
-