

Pohjatuhkan pudotus Kemin Energia Oy:n KPA-laitoksella

Kai Paakkolanvaara

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Haluan kiittää työn suorituksen kannalta lämpöosaston laitosmiehiä sekä työn valvojaa Jani Peurasaarta. Suuri kiitos kuuluu myös opinnäytetyöni ohjaajalle Ari Pikkaraiselle, jonka ansiosta työni tekeminen sujui suunnitelmallisesti.

Suuri kiitos kuuluu myös perheenjäsenilleni, joilta olen saanut tukea opinnäytetyöni kirjoittamisessa. Erityisesti kiitokset avopuolisolleni saamastani tuesta.

TIIVISTELMÄ

Lapin ammattikorkeakoulu,
Koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä
Opinnäytetyön nimi

Työn laji
päiväys
sivumäärä
Opinnäytetyön ohjaaja
Yritys
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja

Teollisuus ja luonnonvara
Konetekniikka
Kai Paakkolanvaara
Pohjatuhkan pudotus Kemin Energia Oy:n
KPA-laitoksella
Opinnäytetyö
14.4.2014
49+4
Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
Kemin Energia Oy
Ins. Jani Peurasaari

Kemin Energia Oy:n KPA1-lämpölaitos tuottaa lämpöä kaupungin kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpöasiakkaina ovat pääasiassa rivi- ja kerrostaloja sekä liikerakennuksia. Kaukolämpöasiakkaita on 429. Peruslämpö tuotetaan KPA1-lämpökeskuksessa. Loppuosa lämpöenergiasta tuotetaan polttoöljyllä öljylämpökeskuksissa tai ostetaan lämpöenergiana Metsä-Fibren tehtaalta. KPA 1-kattila toimii peruskuormakattilana ja öljykattilat toimivat varakattiloina sekä niillä täydennetään kulutushuippuja.

Työn perustana on tutkimustyö, jossa tavoitteena on selvittää pohjatuhkapudotuslaitteistojen uudistamisesta saadut taloudelliset, kunnossapitoon ja huoltoon, sekä työturvallisuuteen liittyvät hyödyt. Tutkimuksessa tietopohjaa tarkastellaan laitedokumentaatioiden ja henkilökunnan käyttökokemusten perusteella.

Talouteen ja kunnossapitoon liittyvät hyödyt ovat määriteltävissä euromääräisinä arvoina. Työturvallisuuteen liittyvät hyödyt määritellään taloudellisina sekä henkilökohtaisina hyötyinä.

Avainsanat: lämpölaitos, pohjatuhka.

ABSTRACT

Lapin University of Applied Sciences	Industry and Natural Resources
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Kai Paakkolanvaara
Title	Bottom ash Discharge at Kemin Energia Oy Heating Plant
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	14 April 2014
Pages	49+4
Instructor	Ari Pikkarainen, M.Eng
Company	Kemin Energia Oy
Supervisor from Company	Jani Peurasaari, B.Eng

Kemin Energia Ltd's KPA1 heating plant supplies heat to the district heating pipeline. The district heating customers are mainly terraced and apartment buildings as well as buildings. There are 429 district heating customers. Basic heat is produced in the solid fuel heating plant. Rest of heating is produced with fuel oil in the district heating plant or the heating is purchased from Metsä-Fibre mill. KPA1 operates as the base load boiler and the oil boilers operate as reserve boilers and they supplement the peak loads.

The work is based on research, where the objective was to find out how the benefits of the modernization of the bottom ash equipment for economy, maintenance, management, and occupational safety. The study examines the basic knowledge on the equipment and the employees' experience.

The benefits for economy and can be determined in euro values. Occupational safety benefits are defined as economical as well as personal benefits.

Keywords: the heating plants, the bottom ash.

SISÄLLYS

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	VI
1. JOHDANTO	1
1.1. Tavoitteet	1
1.2. Menetelmät	1
1.3. Ongelmat	2
2. KEMIN ENERGIA OY:N HISTORIA	3
2.1. Kemin Sähköosakeyhtiö perustetaan	3
2.2. Kunnallinen sähkölaitos aloittaa toimintansa	4
2.3. Kemin Energia Oy perustetaan	4
2.4. Omaan lämmöntuotantoon siirtyminen	5
2.5. Jo 100 vuotta sähkötoimitusta	5
2.6. Organisaatio ja hallinto	6
2.7. Henkilöstö	8
Työsuojaorganisaatio	8
3. KAUKOLÄMPÖTOIMINTA	10
3.1. Toiminnan kehitys	10
3.2. Kaukolämpöasiakas	11
3.3. Kemin Energia Oy:n lämpökeskukset	12
4. KPA1- LÄMPÖLAITOS	13
4.1. Polttoaineen vastaanotto	13
4.2. KPA 1 polttoaineen syöttö	14
4.3. KPA 1-kattilakuvaus	15
4.4. LTO toimintakuvaus	16
5. LEIJUKERROSKATTILAN TOIMINNAN TEORIAA	17
5.1. Leijupedin tyypilliset piirteet	18
6. POHJATUHKAN PUDOTUSLAITTEISTON TOIMINTA	20
6.1. Pohjatuhka	20
6.2. Pohjatuhkan pudotuksen toimintakuva	21
6.3. Vanha pudotuslaitteisto Elmomet Oy	23
6.3.1. Mekaaninen sulkupelti	24
6.3.2. Automaattiohjattu sulkupelti	25
6.3.3. Ohituspelti	26
6.3.4. Ilmaputket	27
6.4. Uudistettu pudotuslaitteisto	28
6.4.2. Uudistettu seula	30
6.4.3. Turvapellit	31
6.5. Hiekankierrätyslaitteisto ELMO 100	32
6.6. Hiekkasiilo	34
6.7. Hiekkakontti	36
6.8. Hiekan käyttö ja kulutus	38
6.9. Pohjatuhkan (leijupetihiekan) materiaalisisältö	40
7. UUSITUN PUDOTUSLAITTEISTON HYÖDYT	41

7.1.	Hiekan säästö.....	41
7.2.	Kunnossapito ja huolto	41
7.3.	Käyttö- ja työturvallisuus	42
7.4.	Käyttövarmuus	44
7.5.	Konkreettiset tulokset.....	45
8.	POHDINTA	47
9.	LÄHTEET.....	48
10.	LIITELUETTELO	49

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Käytetyt lyhenteet:

KPA1	Kiinteän polttoaineen biolämpölaite
KAR	Karjalahden lämpökeskus
K1	Karjalahden öljykattila 1
K2	Karjalahden öljykattila 2
K3	Karjalahden öljykattila 3
K4	KPA öljykattila
LTO	Lämmön talteenotto
MW	Megawatti
BFB	Kupliva leijukerroskattila
CFB	Kiertoleijukattila

1. JOHDANTO

1.1. Tavoitteet

Opinnäytetyössä analysoidaan ja tutkitaan pohjatuhkanpudotuslaitteistojen vaikutuksia lämpölaitoksen toimintaan. Tavoitteena on tutkia KPA1-laitoksen pohjatuhkanpudotuslaitteistojen muutostöiden vaikutusta petihiekan kulutukseen, lämpölaitoksen käyttövarmuuteen, työturvallisuuteen sekä taloudellisiin hyötyihin.

Tutkielmassa verrataan vanhojen ja uudistettujen pohjatuhkanpudotuslaitteistojen ominaisuuksia toisiinsa ja selvitetään muutostöiden vaikutuksia kokonaisuutena. Työturvallisuusnäkökohtaa tarkastellaan laitteistojen käytettävyyden ja työturvallisuusriskien muutoksella.

1.2. Menetelmät

Tutkimuksessa perehdytään Kemin Energia Oy:n lämpöosaston ylläpitämään dokumentaatioon ja pohjatuhkanpudotukseen liittyvään materiaaliin, kuten kirjoihin, lehtiin, lämpölaitoksen työntekijöiden henkilöhaastatteluihin sekä internet-lähteisiin. Henkilöhaastatteluilla saadaan tietoa laitteistojen käytöstä ja käyttövarmuuksista, sekä työturvallisuusnäkökohdista.

Materiaalitoimittajien tietokantoihin tukeudutaan mm. petihiekan ominaisuuksien selvittämisessä. Kirjatietoihin ja henkilöhaastatteluihin tukeudutaan asioissa joista ei ole kirjattu tietoa Kemin Energia Oy:n omaan tietokantaan.

1.3. Ongelmat

Tutkimukseen liittyviä ongelmia ovat asiantuntijahenkilöiden haastatteluista saatavan tiedon dokumentointi ja sen tiedon analysointi. Myös mahdolliset eroavaisuudet käyttöhenkilökunnan mielipiteissä työturvallisuuteen ja laitteistojen käyttöön liittyvissä kokemuksissa.

Myös muutettujen pohjatuhkalaitteistojen dokumentaatioiden-, sekä rakennepiirustusten pieni määrä voivat osoittautua tutkimustulosten tarkkuudelle ongelmalliseksi asiaksi. Rakennepiirustukset eivät välttämättä vastaa rakennettuja pudotuslaitteistoja, vaan ovat suuntaa-antavia.

2. KEMIN ENERGIA OY:N HISTORIA

2.1. Kemin Sähkösaakeyhtiö perustetaan

Kemi Sähkösaakeyhtiö perustettiin 1912 pankinjohtaja Edvard Hirmun johdolla. Yhtiön perustajat olivat Kemiläisiä yksityishenkilöitä, myöhemmin tulivat osakkaiksi myös Kemin kaupunki sekä Kemin maalaiskunta. Yhtiön tarvitsema sähkö saatiin Mansikkanokalla sijainneelta Kemin Sahaosaakeyhtiön höyrykoneen pyörittämältä generaattorilta. Yhtiön ensimmäiset asiakkaat Sauvonsaaresta käyttivät sähköä valaistukseen. Yhtiön toiminnan alusta asti Kemin kaupungin ostamaa sähköä käytettiin koulujen ja katujen valaistukseen. Kemin Sähkösaakeyhtiön rakensi verkostoaan Kemin kaupungin alueen lisäksi Kemin maalaiskuntaan, Kaakamoon, Tervolaan ja Simoon. /6, s. 22./

1930-luvulla Kemin Sähkösaakeyhtiö joutui talousvaikeuksiin ja suurin osakas Kemin kaupunki alkoi vaatia, että sähköyhtiö luopuu maaseutuverkoistaan. Tämän seurauksena Kemin sähkösaakeyhtiö myi Tervolan sähköverkon Tervolan kunnalle vuonna 1938. Samana vuonna Kemin kaupunki päätti ryhtyä kunnallistamaan yhtiön toimintaa verotuksellisten syiden vuoksi. Sen seurauksena Kemin sähkösaakeyhtiö päätti purkaa yhtiön ja myydä sen omaisuuden Kemin kaupungille. Viimeisenä toimintavuonna Kemin Sähköyhtiön sähkönmyynti oli 814.000kilowattituntia. /6, s.22./

2.2. Kunnallinen sähkölaitos aloittaa toimintansa

Vuoden 1939 alusta Kemin Sähköosakeyhtiön 26 vuotista toimintaa ryhtyi jatkamaan uusi yhtiö, Kemin kaupungin sähkölaitos. Sähkölaitos jatkoi maaseutuverkostoistaan luopumista sodan jälkeen, kun vuonna 1949 verrattain laajat verkostot Kemin maalaiskunnassa ja Alatornion kunnan Kaakamon kylässä myytiin Kemin maalaiskunnalle ja Tornionlaakson Sähkö Oy:lle. Vuonna 1952 Kemin Sähkölaitos luopui viimeisestä maaseutuverkostaan myymällä Simon verkot Rantakaira Oy:lle. Tämän jälkeen Kemin kaupungin sähkölaitos keskittyi pelkästään kemiläisten sähköasioiden hoitamiseen. Sodan jälkeen aika oli sähkölaitokselle voimakkaan kasvun aikaa. Sähkönkäyttö lähes kymmenkertaistui 1950-luvun puoliväliin mennessä verrattuna sotaa edeltävään aikaan sillä vuonna 1954 sähköä myytiin seitsemän miljoonaa kilowattituntia. Kasvu jatkui myös seuraavilla vuosikymmenillä, myyntimäärät olivat vuonna 1968 44 miljoonaa kilowattituntia, vuonna 1975 75 miljoonaa kilowattituntia ja vuonna 1985 121 miljoonaa kilowattituntia.

Kemin kaupungin sähkölaitos aloitti kaukolämpötoiminnan 1975. Kaukolämmön tuotanto on kasvanut siinä määrin, että se on tällä hetkellä kaupungin suosituin lämmitysmuoto. Kaukolämmön myötä Kemin kaupungin sähkölaitoksen nimi muutettiin 1980 Kemin kaupungin energialaitokseksi. /6, s.22./

2.3. Kemin Energia Oy perustetaan

Kemin kaupunki ehti harjoittaa energialaitostoimintaa 61 vuotta. Kemin kaupunki päätti perustaa Kemin Energia Oy- nimisen osakeyhtiön vuonna 1999, ja myydä harjoittamansa liiketoiminnan sille. Kemin Energia Oy aloitti toimintansa vuoden 2000 alussa.

Vuonna 2001 Kemin Energia Oy, Oulun Energia, Tornion kaupungin sähkölaitos, Keminmaan Energia Oy, Tervolan kunnan sähkölaitos perustivat alueellisen sähkömyyntiyhtiön, Oulun Sähkömyynti Oy:n, jolle ne siirsivät sähkömyynnin

asiakassuhteensa. Kemin Energia Oy on näin yhteistyössä energiayhtiöiden kanssa, joiden alueella sen edeltäjä Kemin Sähkösaakeyhtiö aloitti sähköistämisen. /6, s.23./

2.4. Omaan lämmöntuotantoon siirtyminen

Kemin Energia Oy:n 32 megawatin puuta ja turvetta polttoaineenaan käyttävä lämpölaitos valmistui syksyllä 2006 ja yhtiö alkoi tuottaa kaiken asiakkaidensa tarvitseman kaukolämmön. Lämpölaitoksella on 7,5 megawatin savukaasujen pesu- ja lämmön talteenottolaitteisto, joka takaa pienet päästöt ja korkean hyötysuhteen.

Polttoaineet tulevat lämpölaitokselle alle sadan kilometrin säteeltä laitoksesta ja polttoaineen kuljetukset ja nosto ovat synnyttäneet lähialueelle uusia työpaikkoja. Työpaikkoja on syntynyt turvetuotantoon, kuljetusalalle ja metsätalouteen. /6, s.23./

2.5. Jo 100 vuotta sähköntoimitusta

Vuonna 2012 tuli täyteen 100 vuotta Kemin Energia Oy:n sähkötoimituksille. Sähkön käyttömuodot ovat laajentuneet sadan vuoden aikana, mutta edelleen alkuvuosien käyttötavat valaistus ja voimansaanti ovat hyvin vahvasti mukana.

Juhlavuotenaan Kemin Energia Oy:n liikevaihto on 16 miljoonaa euroa ja sen palveluksessa on 50 energia-alan ammattilaista. /5./

Yhtiön 15.000 asiakkaalle toimitettu sähkömäärä vuonna 2012 oli 180 miljoonaa kilowattituntia. Kaukolämmöllä lämmitettävää tilaa oli noin 3 miljoonaa rakennuskuutiota, joiden lämmönkäyttö on yhteensä 160 miljoonaa kilowattituntia. Puolet kemiläisistä asuu taloissa, joihin Kemin Energia Oy toimittaa kaukolämmön. Kemin Energia Oy:n liiketoiminnan laatusertifikaatti on standardin ISO 9001:2008 mukainen. /5./

2.6. Organisaatio ja hallinto

Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistama yhtiö, jonka koko osakekannan omistaa Kemin kaupunki. Yhtiö tarjoamia palveluja ovat sähkön siirto, kaukolämmön myynti sekä asennuspalvelut. /6, s. 4./

Sähkön myyntipalvelut yhtiö tarjoaa Oulun Sähkömyynti Oy:n kautta. Kemin Energia on osakkaana Oulun Sähkömyynti Oy:ssä, Innopower Oy:ssä ja Pohjois-Suomen Voima Oy:ssä. /5./

Hallitus 2013

Kemin Energia Oy:n hallituksen jäsenet:

Arstio, Kimmo. Hallituksen puheenjohtaja.

Jäsenet: Arstio, Kimmo. Keskikallio, Raimo. Jaakkola, Kirsti. Alamommo, Jaakko. Kettunen, Matti. Tervo, Kati. Järvelä, Rainer. /8./

Laatusertifikaatti

Kemin Energia Oy:llä on Det Norske Veritasin (DNV) myöntämä laatujärjestelmäsertifikaatti. Sertifikaatti vahvistaa, että yhtiön laatujärjestelmä täyttää ISO 9001:2008 standardin vaatimukset.

Yhtiön tavoitteena on toiminnan jatkuva kehittyminen. Sertifikaatin myöntäjä arvioi yhtiön toimintaa määräaikaistarkastuksilla, yhtiön omien sisäisten laatuarviointien lisäksi. Energiateollisuus ry:n kaukolämpövaliokunta on myöntänyt kaukolämpötoiminnalle Reilu Kaukolämpö- laatuimerkin. /6, s. 4./

Energiatehokkuussopimus

Yhtiö on liittynyt Energieneuvojen vuosien 2008–2016 koskevaan energiatehokkuussopimuksen toimenpideohjelmaan, jolla Suomessa toteutetaan energiatehokkuutta loppukäytössä ja energiapalveluita koskevan direktiivin toimeenpanoa. Sopimuksen toimenpiteet käsittävät sekä yhtiön omat energiatehokkuustoimet että toimenpiteet asiakkaille tarjottavista energiapalveluista ja energiatehokkuustoimenpiteistä, joilla edistetään direktiivin edellyttämien energiasäästötavoitteiden toteutumista. /6, s. 4./

Pohjoista voimaa- yhtiöllä on asiakkaidensa kanssa käytössä yhteinen Energia-tili, josta yhtiön asiakas saa Kemin Energian kotisivujen kautta tietoa omasta energian käytöstä ja energiasäästöstä. Pohjoista voimaa- yhtiöllä on oma energianeuvoja, joka auttaa sen yhtiöitä niiden omissa energiatehokkuustoimissa ja asiakkaille suunnatussa energianeuvonnassa. /6, s. 4./

2.7. Henkilöstö

Henkilöstöä yhtiöllä oli vuonna 2013 50 henkilöä. Naisia henkilökunnasta oli 10 ja miehiä 40. Henkilökunnan keski-ikä vuoden 2012 lopussa oli 48,5 vuotta.

Vuonna 2012 työtapaturmista ja sairauksista johtuneita poissaoloja oli yhteensä 507 työpäivää, mikä on 10,3 päivää henkilöä kohti ja 4,1 prosenttia työajasta. Tapaturmia sattui 9 kappaletta, joista aiheutui 37 poissaolopäivää. /6, s.6./

Terveyshuollon, Condia Oy:n ja ODL:n kanssa yhteistyössä järjestetyssä Kehyshankkeessa henkilöstöllä oli mahdollisuus osallistua kuntotestiin ja painonhallintaryhmään sekä erilaisiin ohjattuihin liikuntaryhmiin. Henkilökunnan liikunta ja kulttuuriharrastuksia on tuettu Tyky-setelillä. /6, s.6./

Työsuojeluorganisaatio

Työsuojelupäällikkö	Petri Gyldén
Työsuojeluvastaava	Jani Peurasaari
Työsuojeluvaltuutettu	Virpi Kekäläinen
1.varavaltuutettu	Tarmo Malvalehto
2.varavaltuutettu	Anne-Mari Korhonen
Työsuojeluvaltuutettu	Jarmo Vesterling
1.varavaltuutettu	Tuomo Taskinen
2.varavaltuutettu	Tuomo Saukkonen

Varavaltuutetut toimivat myös työpaikkojensa työsuojeluasiamiehinä. /8./

Kemin Energia Oy: organisaatio 2013.

KEMIN ENERGIA OY		
HALLITUS Puheenjohtaja Kimmo Arstio		
TOIMITUSJOHTAJA Anne Salo-oja		
LÄMPÖOSASTO Lämpöosaston päällikkö Jani Peurasaari	SÄHKÖOSASTO Sähköosaston päällikkö Petri Gylden	HALLINTO- JA TALOUSOSASTO Talouspäällikkö Jarmo Nousiainen
Työsuojelu- ja ympäristövastaava	Työsuojelupäällikkö	Laatupäällikkö eli johdon edustaja
- lämmön hankinta ja myynti	- sähkön siirtopalvelut	- talous- ja rahoitusasiat
- lämpöverkon ja lämpökeskusten suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito	- sähköverkon suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito	- laskentatoimi
- lämpöenergian mittaukset	- sähköenergian mittaukset	- laskutustoiminnot ja asiakaspalvelu
	- kartta- ja sijaintitietopalvelut	- henkilöstöasiat
	- katuvalaistus- ja liikennevalo- yms. asennustyöt	- toimistopalvelut
	- materiaalit	
Alaperä Harri, käyttömestari	Haataja Ahti, asentaja	Mikkonen Niina, laskentasihteeri
Kekäläinen Virpi, kaukolämpöinsinööri	Hakki Juhani, asentaja	Pohjanen Ulla, laskentasihteeri
Petäjäjärvi Janne, automaatioinsinööri	Hankisuanto Aki, asentaja	Syrjä Aila, kirjanpitäjä
Miettunen Tanja, toimistoinsinööri	Hellström Kari, asentaja	Vikajärvi Vuokko, hallintosihteeri
Angeria Jouni, asentaja	Isomäki Ilkka, asentaja	
Keihästä Lauri, asentaja	Julkunen Markku, asentaja	
Lipponen Kauno, asentaja	Juopperi Mauri, asentaja	
Vesterling Jarmo, asentaja	Jylkkä Antti, atk-tukihenkilö	
Rossinen Juha-Matti, asentaja	Karvonen Veikko, sähkömestari	
Sainio Timo, asentaja	Kinnunen Esko, varastovastaava	
Sainio Johannes, asentaja	Koivisto Kari, asentaja	
Seppänen Pertti, asentaja	Korhonen Anne-Mari, karttatoimiston hoitaja	
Vuori Jouko, asentaja	Kreivi Jukka, suunnittelija	
	Lento Petri, asiakaspalveluteknikko	
	Liiti Pentti, suunnittelija	
	Lumpus Kari, asentaja	
	Malvalehto Tarmo, tarkastusinsinööri	
	Näätäsaari Erkki, käyttöinsinööri	
	Palokangas Maire, siivooja	
	Perttula Timo, asentaja	
	Pihlajaniemi Tiina, verkon rakennusinsinööri	
	Saarela Jouni, suunnittelija	
	Saukkonen Tuomo, asentaja	
	Saukonoja Veikko, asentaja	
	Stark Reijo, asentaja	
	Taskinen Tuomo, asentaja	
	Tikkanen Marko, asentaja	
	Tikkanen Mika, asentaja	
	Tunkkari Arto, asentaja	
	Tuokila Marianne, asentaja	

3. KAUKOLÄMPÖTOIMINTA

3.1. Toiminnan kehitys

Ensimmäinen selvitys kaukolämmön soveltuvuudesta Kemiin valmistui vuonna 1969, mutta silloin luotettiin vielä öljy- ja sähkölämmityksen edullisuuteen, joten kaukolämmöstä luovuttiin siinä vaiheessa. 1970-luvun energiakriisi muutti ajattelutapaa, jolloin korvaavien energiamuotojen etsiminen aloitettiin. /6./

Kemissä aloitettiin kunnalliset kaukolämpötyöt ensimmäisenä lapin alueella vuonna 1975 jolloin siirrettävä kaukolämpökeskus rakennettiin vanhalle ammattikoulun tontille Sauvonsaareen. Ensimmäisessä vaiheessa kaukolämpöön liitettäviä kiinteistöjä oli kahdeksan ja ne olivat pääosin kouluja.

Vuoteen 1976 mennessä asiakkaita oli jo liittynyt lähes 20 kiinteistöä. Vuoteen 1979 mennessä kaukolämpöön liittyjiä oli jo 56, joista asuinrakennuksia oli 37. Vuonna 1976 Sauvonsaareen rakennettiin toinen lämpökeskus, ja 70-luvun lopulla lämpökeskuksia oli Kemissä jo yhteensä seitsemän, joista päälämpökeskus sijaitsi Karjalahdella. Muut kuusi lämpökeskusta oli siirrettäviä. Vuonna 1977 allekirjoitettiin Kemin Karjalahdelle rakennettavan kaukolämpökeskuksen hankintasopimus. Lämpökeskushanke oli Lapin alueella suurin. Kaukolämpökeskus KAR otettiin käyttöön lokakuussa 1978. Vuonna 1979 lämmöntoimitusmäärä oli 20 GWh 33 kiinteistölle, joiden yhteistilavuus oli 362000m³. Vuonna 1980 myynti nousi 51 %, jolloin lämmön myyntimäärä oli 30,2 GWh. /6./

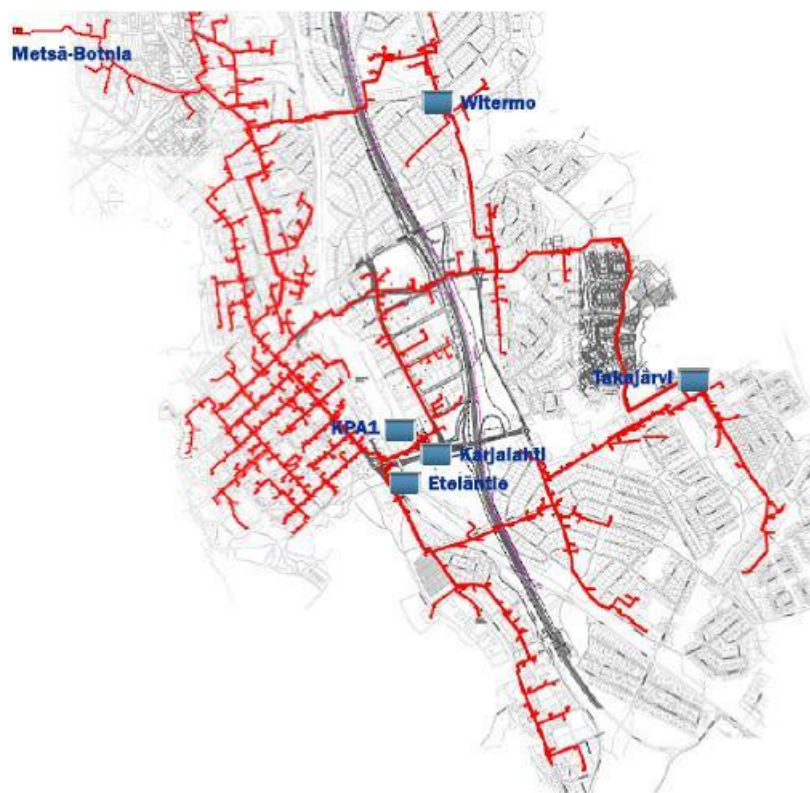
Vuonna 1990 Kemi Oy ja Kemin kaupungin energialaitos allekirjoittivat 10-vuotisen lämmöntoimitussopimuksen, jolla yhtiöstä ostettiin 80 -90 % Kemin tarvitsemasta kaukolämmöstä. Hankittava lämpömäärä vuositasolla oli noin 150 GWh, kun Kaupungin tarvitsema vuosittainen energiamäärä 1990-luvulla oli arvioitu 170 -180 gigawattitunniksi. /6./

Vuonna 2005 Kemin Energia Oy allekirjoitti Hankintasopimuksen kiinteää polttoainetta käyttävästä lämpökeskuksesta Noviter Oy:n kanssa. Hankintaan kuului 26 MW lämpökeskus ja 7,5 MW savukaasujen pesu- ja talteenottojärjestelmä, sekä 12 MW raskasöljykattila. KPA1-lämpölaitos otettiin käyttöön vuonna 2006. /6./

3.2. Kaukolämpöasiakas

Kemin Energia Oy:n kaukolämpöasiakkaina ovat pääosin liike- ja julkiset rakennukset sekä Kerros- ja rivitalot, keskikoko kiinteistöillä on noin 8600 m^3 . Omakotitaloliittymiä vuonna 2012 oli noin 20. /6./

Kiinteistöjen keskimääräinen ominaiskulutus vuonna 2012 oli $44,7 \text{ kWh/m}^3$. Vuonna 2012 lämmitettävää rakennuskuutiomäärää oli 3,67 miljoonaa kuutiota ja asiakkaita 427. Kuva 1 esittää Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkoston. /6./



Kuva 1. Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkosto.

3.3. Kemin Energia Oy:n lämpökeskukset

Karjalahdella sijaitsevat lämpölaitokset KPA1 ja KAR. KPA1 on kiinteää biopolttoainetta käyttävä 32 MW leijupetikattila, sekä 12 MW:n raskasöljykattila.

KAR lämpölaitos on otettu käyttöön vuonna 1978. Öljylämpökeskus sisältää kolme raskasöljykattilaa (K1) 12MW, (K2) 8MW ja (K3) 10MW, sekä kaksi raskasöljysäiliötä yhteistilavuudeltaan 800m³. Öljysäiliöt ovat yhteiskäytössä KPA1:n 12MW:n öljykattilan kanssa. /2./

Takajärvellä sijaitsee 12MW raskasöljylaitos sekä 150m³:n öljysäiliö

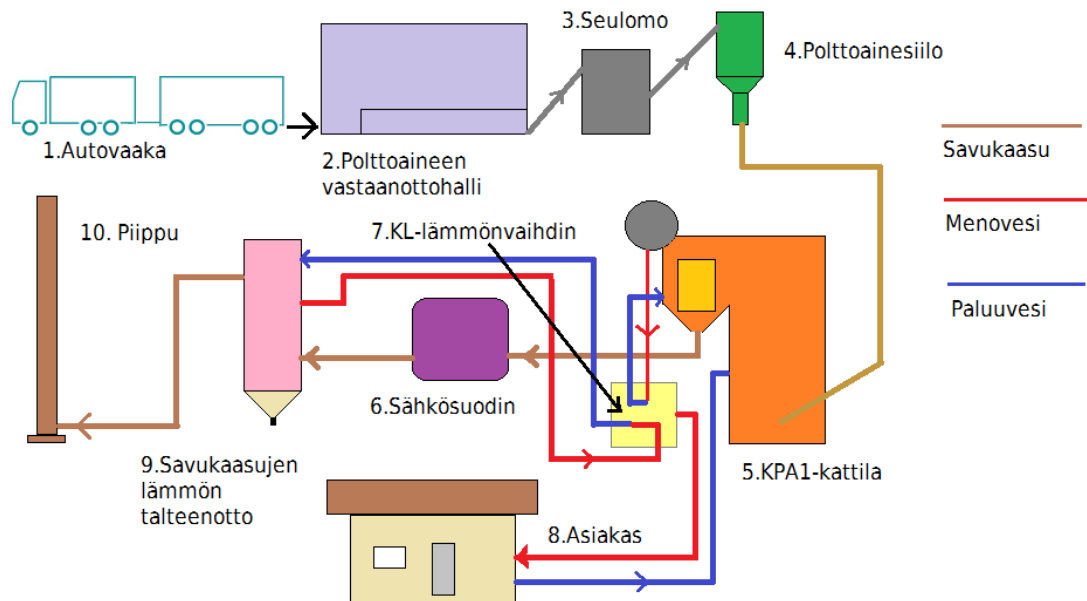
Eteläntiellä sijaitsee 12MW raskasöljylaitos, joka on vuonna 2013 muutettu käyttämään kevyttä polttoöljyä sekä 50m³:n öljysäiliö.

Kivikankaalla sijaitsee Witermo, jonka teho on 5MW raskasöljylaitos sekä 50m³:n öljysäiliö. Öljykattilat toimivat on vara- ja huippukäytössä. /2./

4. KPA1- LÄMPÖLAITOS

4.1. Polttoaineen vastaanotto

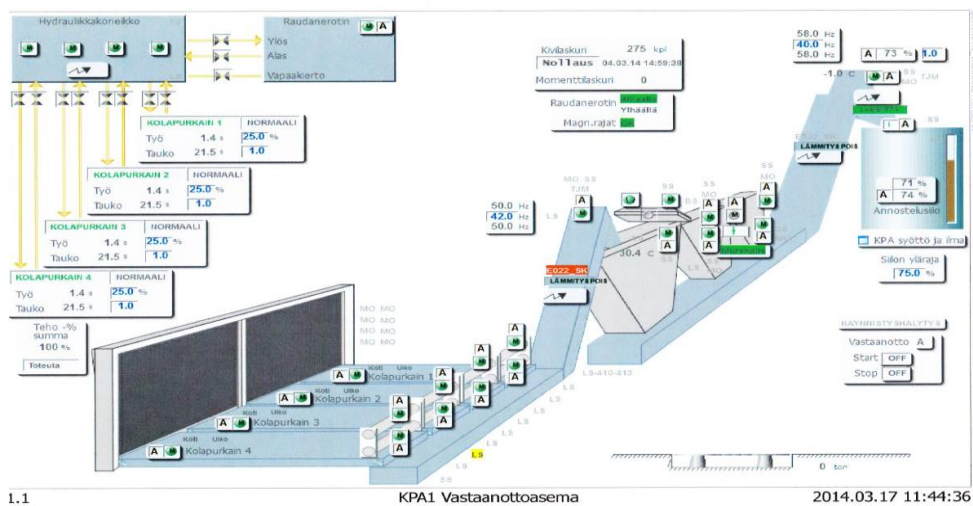
Polttoaineen vastaanotto käsittää kolapurkaimen ja vastaanottotaskun. Polttoaineen vastaanotetaan kolapurkaimen päälle joka on rakennettu polttoainekarsinan lattiatasolle. Karsinan avoin pääty mahdollistaa kuljetuskaluston vapaan liikkumisen taskun koko pituudelta, joten polttoaineen purku tapahtuu peräpurkuna. Polttoainekarsinat ovat erotettu toisistaan viistoilla väliseinillä, jotka mahdollistavat tasaisen polttoainepatjan karsinan koko pituudelta. Kuva 1 esittää KPA1 lämpölaitoksen periaatekaaviota. /2./



Kuva 1. KPA1 lämpölaitoksen periaatekaavio.

Kolapurkaimien KPA1-KUL-401-404 leveys on 4 m ja pituus n.26 m, materiaalipatjan korkeus on n.1,8m, mutta pyöräkoneella paksuutta voidaan nostaa n.2,3m. Kolapurkaimet siirtävät polttoaineen kolakuljettimelle, joka on poikittain kolapurkaimen vetoakselien alla. Telojen, joita on jokaisessa vastaanottotaskussa kaksi, tehtävä on polttoainevirran

tasaaminen seuraavalle kuljettimelle. Telojen pyörimisnopeus on n.56r/min. Kolapurkain KPA1-KUL-405 siirtää polttoainetta seulonta- ja murskausrakennukseen. Kiekkoseula KPA1-MEK-410 poistaa polttoainevirrasta kannot, jäätyneet tai muuten kiintoaineeltaan suuret polttoainepalat ja vastaavat suuret kappaleet. Seulan läpi menevä fraktio on 38x38 mm. Kuva 2 esittää polttoaineen vastaanottolaitteiston periaatekuvan vastaanottohallista päiväsiiloon. /2./



KUVA 2. Polttoaineen vastaanoton periaatekuva

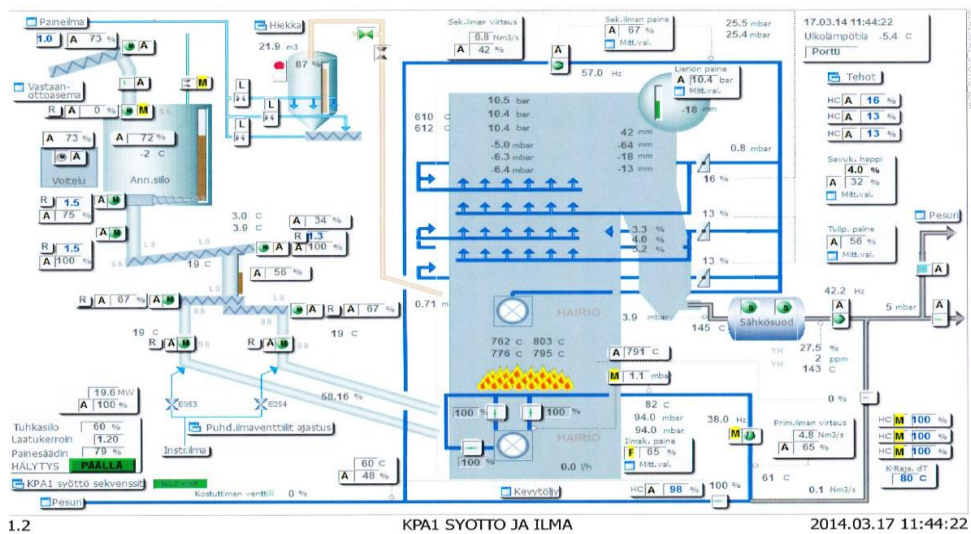
4.2. KPA 1 polttoaineen syöttö

Murskausrakennuksesta kolakuljetin KPA1-KUL-407 siirtää seulotun ja murskatun polttoaineen annostelusiiloon.

KPA1-SÄI-401 annostelusiilo varastoi murskausrakennuksesta tulevan materiaalin välivarastoon (n.100m³), ennen polttoaineen syöttämistä kattilaan. Annostelusiilossa on jatkuvatoiminen radiometrinen pinnanmittaus. Kääntyvällä tasauslaitteella KPA1-MEK-418 polttoaine jakaantuu tasaisesti annostelusiiloon. /2./

Annostelusiilon pohjalla sijaitsevalla ruuvipurkaimella KPA1-KUL-408 polttoaine puretaan ruuvikuljettimelle KPA1-KUL-409. Ruuvipurkain koostuu ruuvista, kääntökoneistosta ja voitelulaitteesta. Ruuvipurkain KPA1-KUL-408 syöttää polttoaineen

tasaustaskuun KPA1-MEK-417, joka jakaa polttoaineen kahdelle syöttöruuville KPA1-KUL-410 ja KPA1-KUL-411, jotka siirtävät polttoaineen sulkusyöttimille KPA1-KUL-412 ja KPA1-KUL-413. Sulkusyöttimet toimivat myös takatulen estolaitteina, jolloin kattilassa palava materiaali ei pääse syöttölaitteistoihin. Sulkusyöttimet kuljettavat annostellun syöttötorville KPA1-MEK-413 ja KPA1-MEK-414, joista polttoaineen siirtyy kattilaan. Kuva 3 esittää polttoaineen kulkua annostelusiilosta kattilaan. /2./



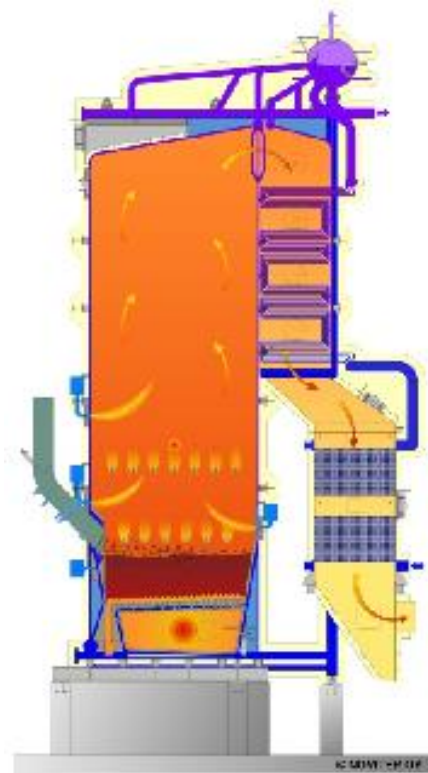
KUVA 3. Polttoaineen kulkua annostelusiilosta kattilaan

4.3. KPA 1-kattilakuvaus

KPA1-MEK-101 kattila on (BFB) tyyppinen kupliva leijukerroskattila, joka on alhaalta tuettu, eli laajenee lämmitessään ylöspäin. KPA1 on vesiputkikattila, jossa vesi virtaa putkien sisällä ja ulkopuolella savukaasut. /10./

KPA1-kattila on lisävesisäiliöllä KPA1-SÄI-001 (100m³) varustettu luonnonkierto kattila. Luonnonkiertokattilassa kattilan tulipesän seinämäputkissa virtaava vesi saa pumppausenergiansa veden eri lämpötilojen tiheyseroista. /12./

Kuva 4 esittää Noviter Oy:n valmistamaa leijuperroskattilaa /2/.



KUVA 4. KPA1 leijupetikattila Noviter Oy

4.4. LTO toimintakuvaus

LTO järjestelmän tehtävänä on puhdistaa KPA1 savukaasut ja ottaa savukaasujen sisältämä lämpöenergia talteen. Savukaasu johdetaan tuloyhteen kautta savukaasupesuriin KPA-MEK-701, jossa palokaasut jäähdytetään kastepisteeseen vesisumutuksella /2./

Pesuvaiheen tehtävänä on puhdistaa savukaasut kiintoaineesta ja kemiallisista aineista ja samalla estää niiden pääsy lämmön talteenottovaiheeseen. Pesuvaiheen jälkeen savukaasut ovat pääosin vesihöyryä. /2./

5. LEIJUKERROSKATTILAN TOIMINNAN TEORIAA

Leijukerroskattilat jaetaan leijupedin käyttäytymisen perusteella kahteen tyyppiin: kerrosleijukattiloihin ja kiertoleijukattilaan. Kerrosleijukattilassa hiukkaset ja petimateriaali pysyvät leijukerroksessa, kiertoleijukattiloissa hiukkaset ja petimateriaali kulkevat leijutuskaasun mukana, ja ovat jatkuvuustilan aikaansaamiseksi palautettava takaisin erillisillä erotus- ja kierrätyslaitteilla. Kierrätys tapahtuu palautusputkia sekä syklooneja käyttämällä. Polttoaineensyöttö tapahtuu sulkusyöttimien ja syöttösuppiloiden kautta, voidaan myös käyttää tunkijaruuvia.

BFB-kerrosleijukattiloissa primääri-ilma puhalletaan tulipesään alapalopesän ja arinasuuttimien kautta. Primääri-ilman määrä on riippuvainen käytettävän polttoaineen kosteudesta, kosteampi polttoaine tarvitsee suurempaa primääri-ilma osuutta. Primääri-ilman osuus vaihtelee välillä 45...80 %.

Sekundääri-ilma johdetaan tulipesään 1,5...4,0 m leijupedin yläpuolelle, suuremmissa kattilatyypeissä myös tertiääri-ilman syöttöä käytetään palamisen edistämiseksi.

Pohjatuhkan poisto leijukerroskattiloissa tapahtuu arinan alta pudotustorvien kautta hiekkaseulalle, jossa tuhka seulotaan ja käyttökelpoinen hienorakeinen hiekka palautetaan hiekkasäiliöön, kunne se palautuu uudelleen tulipesään.

Kiertopetikattilalla on matalammat typenoksidi- ja rikkioksidipäästöt kuin kerrosleijukattilalla.

Kerrosleijukattilan etuja verrattuna kiertoleijukattilaan ovat parempi soveltuvuus märille- ja matalalämpöarvoisille polttoaineille. /4, s. 290–291./

5.1. Leijupedin tyypilliset piirteet

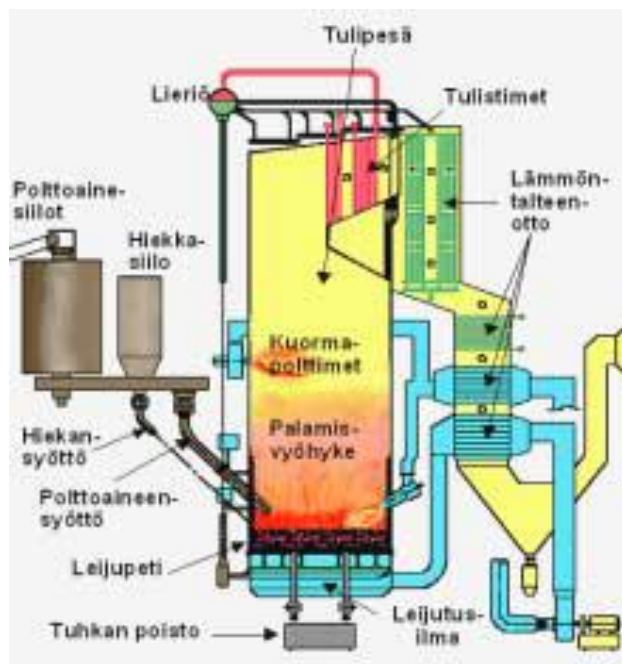
Leijupetikattilalle tyypillisiä piirteitä ovat hyvä kiintoaineen ja kaasun sekoitus. Pedin suuri lämpökapasiteetti mahdollistaa kostean, huonolaatuisen ja matalan lämpöarvon omaavan polttoaineen käytön. /4, s.289./

Kattilatyypissä on mahdollista käyttää erilaisia polttoaineita, joiden laatuvariaatiot ovat suuria. Huollon vähyys ja matala (800...950 °C) ja tasainen lämpötila. Alhainen palamislämpötila on tuhkan pehmenemis- ja sulamislämpötilan alapuolella. /4, s.289./

Kiinteässä pedissä kaasun nopeus on alhainen, alle minimileijutusnopeuden, käytännössä alle 0,5 m/s, jolloin peti on käytännössä kiinteä. Kiinteää petiratkaisua käytetään lähinnä polttoaineen kaasutuksessa. Käytettävää tekniikkaa voidaan verrata lähinnä arinapolttoon. /4, s. 290./

Kemin Energia Oy:n lämpölaitos KPA1 on (BFB= Bubbling Fluidized Bed) tyyppinen kuplivaa leijupetiä käyttävä kattilatyypin. KPA1- kattilassa ei ole tulistimia.

Kupliva leijupeti on perinteinen leijutustapa kiinteän polttoaineen lämpölaitoksissa. Kuplivan pedin toimintatapa voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, kupla- ja emulsiofaasiin, joista kuplafaasi muodostuu kiintoaineesta muodostuneen emulsiofaasin läpi nousevista kaasukuplista. Kaasu läpäisee leijupedin kuplafaasissa ja kiinteä polttoaine palaa emulsiofaasissa. Kuva 5 esittää kuplivan leijukerroskattilan pääkomponentteja. Palamiseen tarvittava happi siirtyy kuplafaasista emulsiofaasiin. Kaasun nopeus leijupedissä on 1,0...3,0 m/s, pedin korkeus 0,5...1,0 m ja pedin tiheys on 800 kg/m³. Tulipesän poikkipintarasitus on 1,5...3,0 MW/m². /4, s. 290./

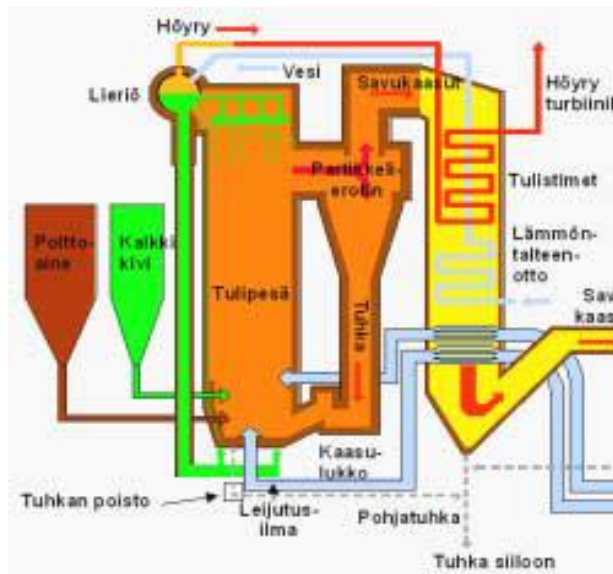


KUVA 5. (BFB) Kuplivan leijukerroskattilan pääkomponentit.

Turbulenttinen peti muodostuu kun kaasun virtausnopeus saavuttaa terminaalinopeuden, eli kaasun virtausnopeus osittain saavuttaa hiukkasten putoamisnopeuden. Tällöin leijupedissä tapahtuva kuplimisilmiö haviää ja kaasu kulkee tasaisesti jakautuneena leijupedin läpi, jolloin osa petihiekasta virtaa pedistä palamiskaasujen mukana. Virtausnopeus turbulenttisessa pedissä tyypillisesti on 3,0...4,0 m/s. /4, s.290./

Kiertoleijupedin toiminta vastaa turbulenttisen pedin toimintaa, jossa palamiskaasujen mukanaan viemät petihiekan hiukkaset palautetaan takaisin petiin esim. sykloonin avulla. Kuva 6 esittää kiertopetikattilan pääkomponentteja.

Kaasun virtausnopeus kiertopetikattilassa on käytännössä 4,0...10,0 m/s ja pedin tiheys muuttuu. Pedin alaosassa tiheys on n.800kg/m³ ja ylöspäin mentäessä pienenevä. Tulipesän poikkipintarasitus on 5...7 MW/m². Poikkipintarasitus on polttotehon suhde kattilan poikkipinta-alaan. /4, s. 290./



KUVA 6. (CFB) Kiertopetikatilan rakenne.

6. POHJATUHKAN PUDOTUSLAITTEISTON TOIMINTA

6.1. Pohjatuhka

Pohjatuhka on kiinteitä polttoaineita käyttävillä lämpölaitoksilla syntyvää sivutuotetta, jota voidaan käyttää maanrakentamisessa. Pohjatuhkaa käytettäessä säästetään luonnon maa- ja kiviaineksia. Pohjatuhka vastaa ominaisuuksiltaan luonnon omia maa- ja kiviaineksia. Maarakennuksissa pääasiallisia käyttökohteita ovat katujen ja kulkuväylien suodatinkerroksessa, pengertäytöissä, kenttärakenteissa ja muissa täyttötöissä mm. kaivoksien seinämätäytteiden lisäaineena. /15./

Pohjatuhkan käyttöä säädetään Valtioneuvoston asetuksella. Pohjatuhkan käsittelyssä on otettava huomioon sen sisältämät mahdollisesti ihoa ja silmiä ärsyttävät ainesosat. Suojakäsineiden käyttö ihoaltistuksien välttämiseksi, sekä asianmukaisen suojavaatetuksen käyttö on suositeltavaa. Iholle joutunut tuhka pestään pois saippualla, silmiin joutunut

tuhka huuhdotaan välittömästi runsaalla vedellä ja jatkotoimenpiteitä varten otetaan yhteys lääkäriin. /15./

Kuva 7 esittää petihiekkaa Kemin Energia Oy:n KPA1-laitoksella /2/.

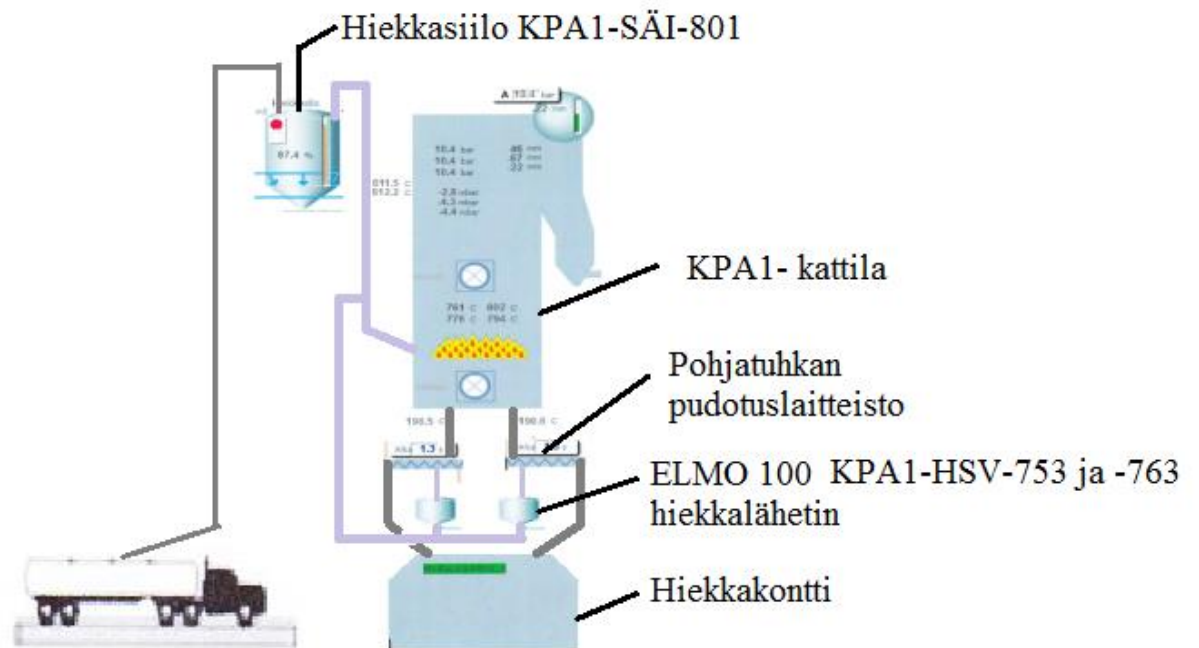


Kuva 7. Petihiekkaa KPA1-kattilassa

6.2. Pohjatuhkan pudotuksen toimintakuva

Pohjatuhkan rakenne on petihiekkaa, joka on sintraantunut ja polttoaineen mukanaan tuomaa palamatonta partikkelia, metalliromua joka ei ole poistuneet magneettierottimella ja kiveä. Sintraantumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. polttoaineen sisältämät alkaalit, jotka alentavat sintrauslämpötilaa. Petihiekan sintraantumislämpötila on n. 1100 °C.

Pohjatuhkaa pudotetaan kattilan pohjalla sijaitsevien pudotusputkien kautta seulaan, josta suuremmat partikkelit kulkeutuvat hiekanpoistokonttiin ja seulan läpi kulkeutunut pohjatuhka palautetaan painelähettimillä takaisin kattilaan. Kuva 8 esittää periaatekuvaa petihiekan lisäämis-, ja pudotuslaitteistosta. Kuva 9 on kattilassa sintraantunutta petihiekkaa. /2./



KUVA 8. Periaatekuva hiekan lisäämis- ja pudotuslaitteistosta



KUVA 9. Sintraantunut petihiekka

6.3. Vanha pudotuslaitteisto Elmomet Oy

Vanhat pohjatuhkanpudotuslaitteistot 2 kpl, olivat Elmomet Oy:n valmistamat ja toisiinsa nähden identtiset. Seulat oli varustettu kaksikerroksisella seulalevyllä. Seulan kapasiteetti oli 200kg pohjatuhkaa/h. /9./

Seulan toiminta perustui epäkeskeiseen täristimeen, joka oli varustettu 0.370 kW sähkömoottorilla, pyörimisnopeudella 300 1/min. Seulan asetuskulma oli noin 7°, joka oli verrattain loiva. Loivan asennuskulman ja seulaosan rakenteen vuoksi seula tukkeentui ja pohjatuhkaa ei voitu kierrättää halutulla tavalla. Liitteessä 1 esitetään vanhan pohjatuhkanpudotuslaitteiston suunnittelukuva. Kuva 10 esittää vanhaa seulalevyä. Kuva 11 esittää vanhaa seulalevyä alapuolelta katsottuna. /2./



KUVA 10. Vanha seulalevy



KUVA 11. Vanha seulalevy alapuolelta

6.3.1. Mekaaninen sulkupelti

Mekaanisesti toimivaksi sulkupelliksi oli asennettu Orbinox EX 04 DIR 97/23/CE (ATEX) -luokiteltu sulkupelti, jossa on lattakierteellä varustettu kierrekara ja sulkuratti. Sulkupeltiä käytetään pyörittämällä kierrekaran päässä olevaa rattia joko kiinni- tai auki-asentoon tarpeen mukaan.

Mekaanisilla sulkupelleillä suljetaan kattilasta tulevat pohjatuhkanpudotusputket häiriötilanteessa, jossa seulan toiminta on estynyt. Toiminnan estymisen syy voi olla laitevika tai lyhytaikainen huoltotyö joka ei vaadi kattilan alasajoa. Kuva 12 esittää vanhan mekaanisen Orbinox sulkupellin. /2./



KUVA 12. Mekaaninen sulkupelti

6.3.2. Automaattiohjattu sulkupelti

Pohjatuhkapudotus tapahtui automaatio-ohjatuilla paineilmasylintereillä Orbinox DIR 98/37/CE (ATEX)- luokitettu sulkupelti. Automaattiohjaus voidaan suorittaa joko valvomosta tai automaatiotilasta.

Pohjatuhkanpudotus voitiin suorittaa myös manuaalisesti käyttäen paineilmaventtiilejä, jotka oli sijoitettu pudotuslaitteiden läheisyyteen. Molemmilla pohjatuhkanpudotuksen sulkupelleillä on oma manuaaliventtiili. /2./

6.3.3. Ohituspelti

Ohitus-sulkupellit Orbinox DIN 97/32/CE (PED) olivat manuaalisesti toimivia ja olivat varustettu kierrekaralla ja sulkuratilla. Ohitusputkien käyttö oli perusteltua kuuman pohjatuhkan pikaista poistoa varten, jolloin automaation ohjaamat pudotuspellit eivät ehtineet riittävästi poistaa pohjatuhkaa kattilasta.

Poiston riittämättömyys johtui seulan loivasta asennuskulmasta. Ohitus-sulkupeltejä käytettiin vain tarvittaessa, tilanteissa jossa automaattisten sulkupeltien toiminta ei ollut riittävää tai niiden käyttö ei poistanut ongelmaa. Kuva 13 esittää vanhoja ohitusputkia joilla pohjatuhkanpudotuksessa ohitettiin seulat. /2./



KUVA 13. Ohitusputket

6.3.4. Ilmaputket

Ilmaputkilla puhalletaan kattilasta pudotettavan pohjatukan sekaan ilmaa, jotta pudotettava pohjatuhka pysyisi helposti putoavassa muodossa eivätkä laitteistot tukkeutuisi. Puhallusilmalla hiekan sisältämät palamattomat ainesosat palavat hiekasta ennen seulaan pääsyä.

Palamattoman polttoaineen pääsy seulaan aiheuttaa tulipalovaaran ja myrkyllisten savukaasujen pääsyn kattilan ulkopuolelle. Palamattomat savukaasut sekä mahdolliset tulipalot aiheuttavat työturvallisuusvaaran työntekijöille ja laitteistoille. Kuva 14 esittää pohjatuhkan pudotusputkia sekä ilmapuhallusputkia. /2./



KUVA 14. Ilmapuhallusputket

6.4. Uudistettu pudotuslaitteisto

Uudistettu pohjantuhkapudotus laitteisto perustuu osittain vanhaan ELMOMET Oy:n valmistamaan laitteistoon, josta käytössä on osittain runko-osa ja hiekankierrätyslaitteisto kokonaisuudessaan. Runko-osan muutostyössä seulan asennuskulmaa on muutettu jyrkemmäksi paremman pohjantuhkanpudotuksen mahdollistamiseksi ja tukkeutumisen estämiseksi. Kuvat 15-16 esittävät uusittua pudotuslaitteistoa. /2./

Seulan täristin on muutettu käytettäväksi KENDRION Magnettechnik KSG626/C7 toimilaitteella. Magneettitoimisen täristimen etuna on tärinälle alttiiden ja sen seurauksena vaurioituvien laitteiden vähäinen tarve. Kuva 17 esittää täristimessä käytettävää toimilaitetta. /2./



KUVAT 15–16. Uusittu pudotuslaitteisto



KUVA 17. PK1-PK2 Magneettitärstin.

6.4.2. Uudistettu seula

Uudistettu seulalevy on yksikerroksinen ja rakennettu hitsaamalla korkeaa kuumuutta kestävästä pyöröteräksestä. Seulan kaltevuuskulma on suurempi kuin vanhan seulan, jolloin tukkeutuminen on vähäisempää. Kuvassa 18 on seulalevyt vuosimallia 2012 ja kuvassa 19 vuosimallia 2013. /2./

Seulalevyt ovat hitsattu kuumuuden kestävästä pyöröteräksestä ja seulalevyt ovat vaihdettavia mikäli ne rikkoontuvat. Vuonna 2012 rakennettuja seulalevyjä muutettiin vuonna 2013, jolloin seulalevyt mankeloitiin koveraan muotoonsa toimivuuden lisäämiseksi. /2./



KUVA 18. Seulalevy mallia 2012



KUVA 19. Uusittu seulalevy mallia 2013

6.4.3. Turvapellit

Uudistettujen turvapeltien käyttömekanismi on sijoitettu työturvallisuusnäkökohta huomioon ottaen turvallisemmalle käyttöalueelle. Uudet laitteet ovat sijoitettu kattilahallissa kattilan alapuoliselta alueelta kattilan sivuun, betoniseinämän taakse. Tällöin manuaalisesti suoritettavan pohjatuhkanpudotuksen yhteydessä vaarana oleva tulipalo ja savukaasu eivät ole välittömässä kontaktissa käyttöhenkilökunnan kanssa.

Turvapeltejä voidaan käyttää automaatio-ohjauksella valvomosta ja manuaalisesti kattilahallista. Laitteistossa on HSV- kytkin, jolla voidaan irtikytkeä laitteiston automaatio-ohjaus. HSV- kytkin on varustettu magneettitoimisilla antureilla jotka kytkevät kytkimen auki tai kiinni asentoon tarpeen mukaan. Kuva 20 esittää mekaanisen/automaatio ohjatun sulkupellin kattilan alapuolisesta tilasta ja kuva 21 pellin käyttölaitteisto. Ketjun suojalaitteet irrotettu huoltotöiden vuoksi. /2./



KUVA 20. Automaatio/mekaaninen sulkupelti



KUVA 21. Automaatio/mekaaninen sulkulaite.

6.5. Hiekankierrätyslaitteisto ELMO 100

Hiekkalähettimet KPA1-HSV-753 ja KPA1-HSV-763 siirtävät seulotun petihiekan hiekkasäiliöön tulppamuodossa.

Lähettimien kuljetuskapasiteetti on max. 1 m³/ h ja seulan suppilo toimii yläsäiliönä. Painesäiliön tilavuus on 100 l ja runko on valmistettu paineteräksestä. Max käyttöpaine on 10 bar ja käyttölämpötila -20 °C/ +120 °C, laskentalämpötila +300 °C. Täyttöventtiili NS 200 on kalottiventtiili, jonka kalotti on keraamisesti pinnoitettu ja ilmaventtiilit NS 25 ovat kalvoventtiileitä. Liitteessä 2 esitetään tarkemmin pohjatuhkan pudotukseen liittyvää laitteistoa. /9./

Painekytkin IFM on varustettu raja-arvoyksikön osoittavalla näytöllä. Käytettävä instrumentti-ilmanpaine on 6 bar ja 20 nl/ työkierto. Käytettävä automaatio-ohjaus Siemens S7 200 on yhteinen molemmille seuloille ja painekuljettimille. Kuva 22 esittää IMF painekytkimen joka on varustettu numeronäytöllä. /9./



KUVA 22. IFM painekytin

Kuljetin siirtää materiaalia automaattisesti vastaanottosäiliöön niin kauan kuin sitä kuljettimelle syötetään tai hiekkasäiliö on täynnä, putkiston tukkeutumisen estää putkistossa estoautomaatiikka. Kuva 23 esittää ELMO 100 hiekkalähettimen. /9./



KUVA 23. ELMO 100

Kuljetinputkisto DN 100 on materiaaaliltaan Fe 35s ja putkiston pintakäsittely on kuumasinkitys. Putkistossa olevat käyrät on pinnoitettu sulabasaltilla, jotta putkessa kulkevan hiekan putkea kuluttava vaikutus olisi mahdollisimman pieni. Kuva 24 esittää hiekkalähettimet ja kuljetinputkien lähdöt. /9./



KUVA 24. Hiekkalähettimet ja kuljetinputkisto

6.6. Hiekkasiilo

Hiekkasiilo KPA1-SÄI-801 (25m³) toimii täyttö- ja kierrätys-siilona. Siilon täyttö tapahtuu kuljetusautosta auton omalla pneumaattisella painelaitteella, ja kierrätys kattilasta tapahtuu hiekkalähettimillä. Hiekan syöttö kattilaan tapahtuu siirtoputkistoa pitkin paineilman avustamana. Syöttö tapahtuu avaamalla paine- ja syöttöputkiston sulkuventtiilit täyttöasentoon, hiekan määrä arvioidaan petipaineen muutosten perusteella.

Hiekka syötetään kattilaan korvaamaan kattilasta lentotuhkan ja pohjatuhkan mukana poistuva hiekka, jolloin lisäystarve riippuu poistuvan hiekan määrästä. Petihiekan kulutus vuosien 2009–2013 välillä 440–678 tuhatta kiloa. Petihiekan vuosittainen kulutusmäärä on riippuvainen kattilalla tuotetun energian määrästä, eli polttoaineen määrän vaihtelusta, tuotettavan energian määrä on riippuvainen ulkolämpötilasta./9./ Kuva 25 esittää petihiekan vastaanottosäiliötä /7/.



KUVA 25. Vastaanottosäiliö

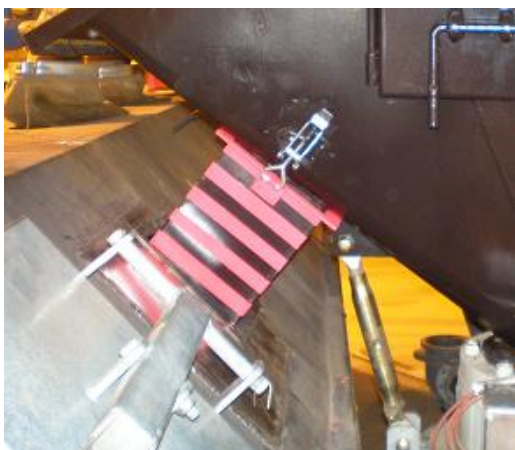
6.7. Hiekkakontti

Hiekkakontti on taräsrakenteinen ja tilavuudeltaan n.10m³. Kontin hiekkapintaa tasataan tasausruuvilla. Tasausruuvi on molemmista päistään laakeroitu ja kierukat ovat jaoteltu toimimaan toisiinsa nähden vastakkain, jolloin hiekka levittyy konttiin tasaisesti.

Tasausruuvin käyttömootorina on SEW vaihteistokokonaisuus sähkömoottorilla. Pohjatuhkan pudotus konttiin tapahtuu kontin viistolla otsapinnalla sijaitsevien pudotusaukkojen kautta. Kuvat 26, kuva 27 ja kuva 28 esittävät kontin toiminnallisia rakenteita. /2./



KUVA 26. Hiekkakontti



KUVA 27. Pudotusaukko



KUVA 28. Tasausruuvi

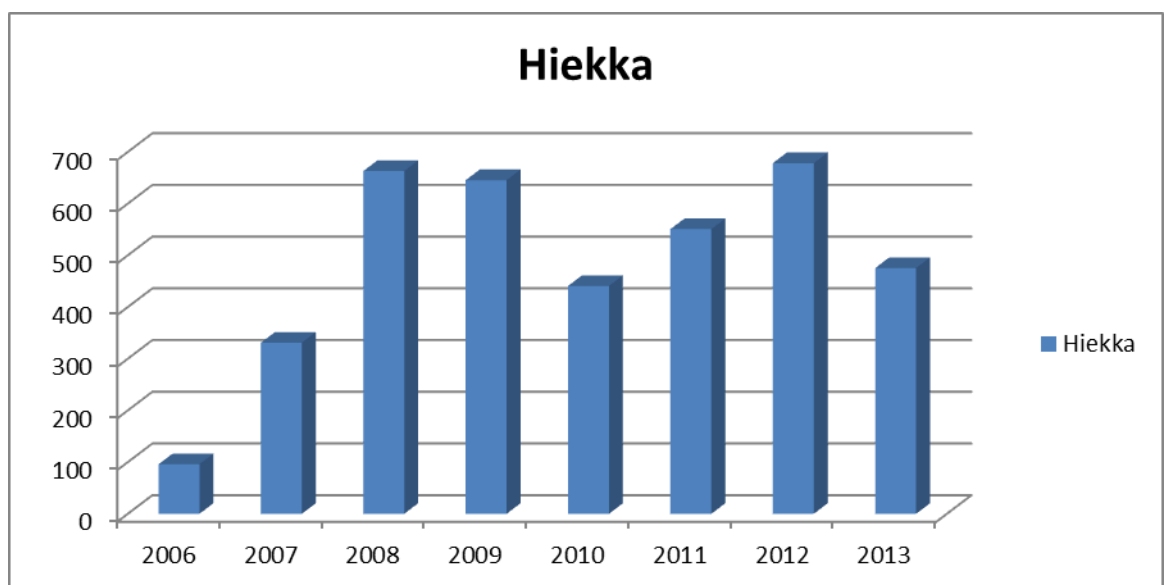
6.8. Hiekan käyttö ja kulutus

Leijupetihiekan käyttömäärä on sidoksissa tuotetun energian määrään, joskin polttoaineen mukana tuleva hiekka muuttaa jonkin verran tarvittavan hiekkamäärän tarvetta. Kantohakkeen- ja murske sekä turve sisältävät maa-aineksia, kuten kiviä ja hiekka. Kantojen nostossa osa maa-aineksesta irtaana, mutta juurien koloihin ja ohuiden juurikasvustojen sekaan.

Turpeen sisältämien kivien ja muiden maa-aineksien määrät todennäköisesti riippuvat keruukerroksen sijainnista turvesuolla. Lähempänä pohjaa kerätyssä turpeessa on todennäköisimmin maa-ainesmäärä suurempi kuin lähempänä pintaa kerätyssä turvepolttoaineessa. Taulukko 1 sekä diagrammi 1 esittävät petihiekan kulutusta vuosina 2006–2013. Määrät t (tonneissa). Taulukko 2 sekä diagrammi 2 esittävät tuotetun tehon vuosina 2006–2013. Teho GWh. /11./

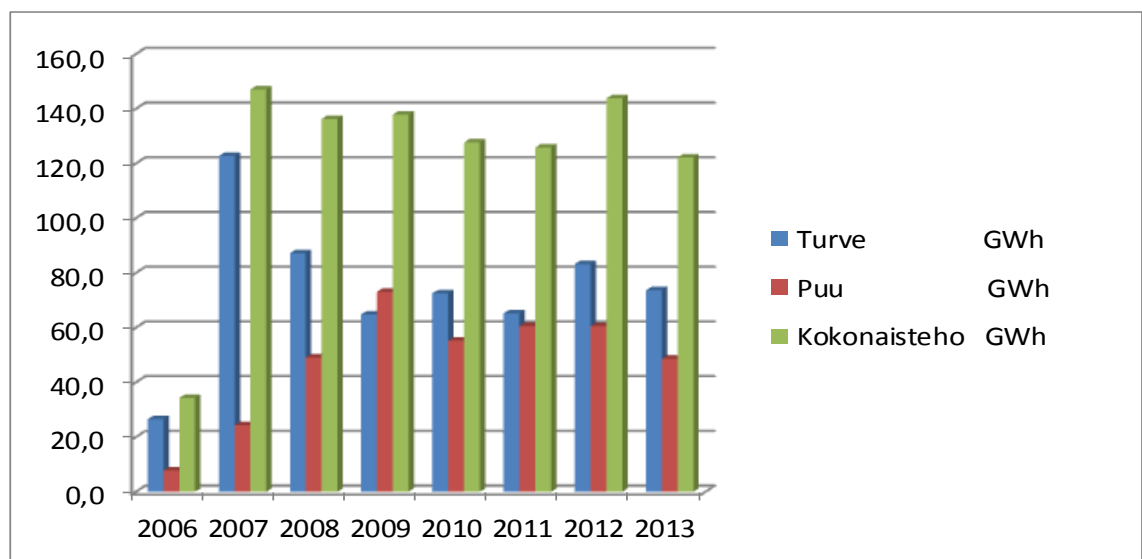
Vuosi	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hiekka	95,8	330,9	662,8	645,2	440,6	550,5	678,1	475,2

Taulukko 1. Hiekankulutustaulukko 2006-2013 /11/.



Diagrammi 1. Hiekankulutusdiagrammi 2006-2013 /11/.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Turve GWh	26,5	122,7	87,2	64,8	72,5	65,2	83,3	73,6
Puu GWh	7,8	24,3	49,1	73,1	55,2	60,6	60,5	48,6
Kokonaisteho GWh	34,3	147	136,3	137,9	127,7	125,8	143,8	122,2

Taulukko 2. Tuotettu teho GWh 2006-2013 /11/.**Diagrammi 2. Tuotettu teho-taulukko GWh 2006–2013 /11/.**

Hiekankulutustaulukkoon on sisällytetty KPA1 käyttöönottovuoden aikainen petihiekan kulutus, sekä vuosikulutukset vuosien 2006 ja 2013 välillä. Hiekankulutus on pääsääntöisesti riippuvainen tuotetusta energiamäärästä. Petihiekan kulutuseroissa näkyy myös vuosittaiset lämpötilaerot.

6.9. Pohjatuhkan (leijupetihiekan) materiaalisisältö

Leijupetihiekka on materiaaliltaan luonnonhiekkaa (raekoko 0,4-1,2 mm), joka sisältää enemmän kvartsia korkeamman lämmönkeston n.1100 °C vuoksi.

Sintraantumislämpötiloihin vaikuttava ainesosa on kvartsi, suuremmalla kvartsipitoisuus määrällä sintraantumislämpötila on korkeampi ja pienemmällä pitoisuudella alhaisempi.

Kvartsipitoisuuden ollessa 20 % sintraantumislämpötila on n. 1200 °C, pitoisuuden ollessa 60% sintraantumislämpötila on n.1260 °C. /3/.

Hiekan mineraloginen koostumus on seuraavanlainen:

graniitti 41% (SiO₂= 68-76%), kvartsi (SiO₂ > 95%), maasälpä 21%, kiillegneissi 4% (SiO₂= 55-65%), vulkaniitti 5% (SiO₂ = 52-66%) ja diabaasi 1% (SiO₂= 45-56%).

Hiekan SiO₂ pitoisuus on n. 70 -75 %.

Kuva 31 esittää kvartsin määrän vaikutuksen lämpötilankeston (sintrautumiskeston). /3./

2.4.2014

kvartsipitoisuus % sintrautumislämpötila °C	
20	n. 1200
40	n. 1220
60	n. 1260
80	n. 1280
90	yli 1320

KUVA 31. Kvartsipitoisuuden lämpötilavaikutus /3/.

7. UUSITUN PUDOTUSLAITTEISTON HYÖDYT

7.1. Hiekan säästö

Hiekan säästössä ei ole havaittu merkittävää muutosta vanhoihin laitteisiin verrattuna, johtuen hiekankulutukseen liittyvä dokumentaation vaikeasta selkeydestä, sekä polttoaineen mukanaan tuoman hiekan vaikutuksesta. Polttoaineen tuoman hiekan määrää ei ole voitu arvioida.

Polttoaineen mukanaan tuoman hiekan määrä on turpeen osalta riippuvainen nostoalueen sijainnista. Suopohjan hiekkapitoisuus vaikuttaa osaltaan lisäävästi petihiekan määriin. Kantojen mukanaan tuomat maa-ainekset sisältävät hiekan lisäksi soraa ja kiviä, jotka heikentävät kattilan petin leijuttamista. Petin heikentyntä leijumista korjataan pohjatuhkanpudotuksella ja vaihtamalla kattilassa olevaa petihiekkaa.

7.2. Kunnossapito ja huolto

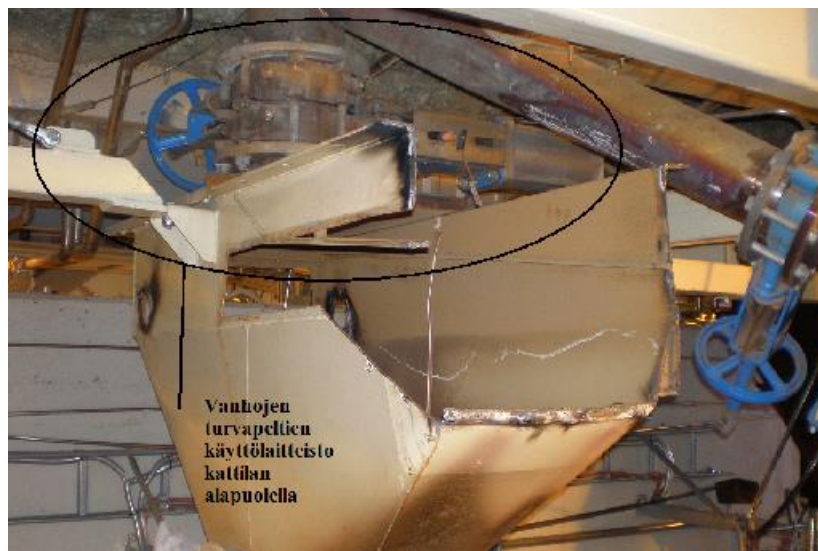
Kunnossapidollisia töitä laitteistoon suoritetaan käyttöseisokin aikana, jolloin lähettimet tarkastetaan, lähetinputkistot irrotetaan ja tyhjennetään, seulalevyt puhdistetaan. Paineputkistot tarkastetaan päivittäisen kunnossapitotarkastuksen yhteydessä ja tehdään laitteistoille silmämääräinen tarkastus.

Pääsääntöistä kunnossapitoa ja huoltoa vaativaa laitteistoa pohjatuhkan pudotuslaitteistoissa ei ole, vaan niille suoritetaan ylläpitotarkastukset määräajoin. Huoltoseisokin aikana painelähettimien putkistot tarkastetaan ja puhdistetaan.

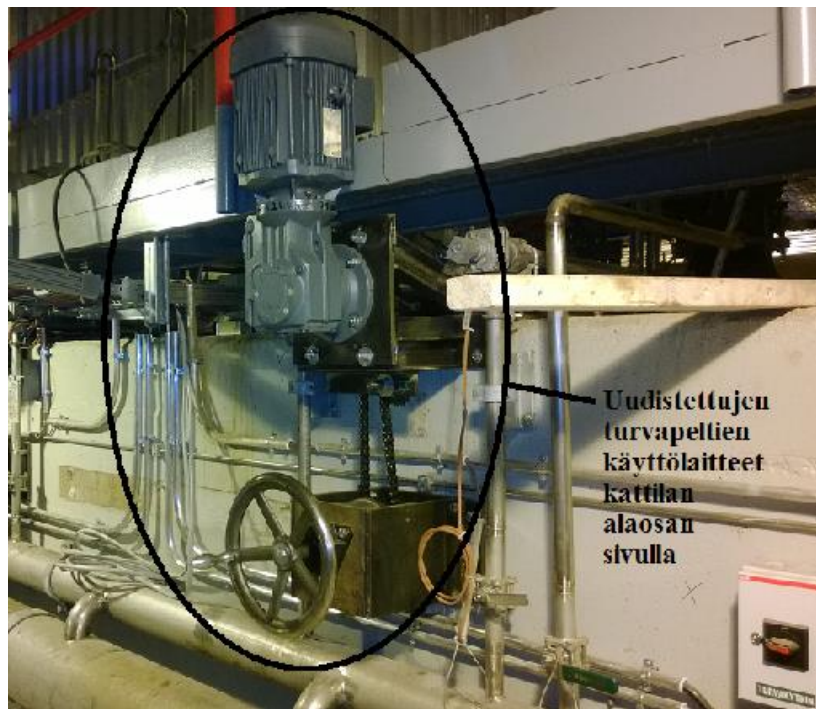
7.3. Käyttö- ja työturvallisuus

Tuhkanpudotuslaitteiston automatisoinnilla on saavutettu työturvallisuustaso, jolloin työntekijän ei tarvitse olla pudotuslaitteistojen läheisyydessä käytettäessä mekaanisia toimilaitteohjauksia tuhkan pudotuksen aikana. Vanhalla laitteistolla tuhkanpudotusta voitiin suorittaa pudotuslaitteiston välittömästä läheisyydestä, jolloin tulipalon uhka ja myrkyllisten palokaasujen hengittäminen olivat todellisia vaaroja työturvallisuuden kannalta. Myös kuumuuden aiheuttamat vammat olivat vaarana työntekijöille vanhoilla pudotuslaitteistoilla.

Hiekkakonttiin asennettu tasoituskaira poisti huomattavan työturvallisuusongelman. Ennen tasoituskairan asennusta konttiin pudotettu pohjatuhka tasattiin käsikäyttöisellä tasoituslanalla kontissa sijainneiden luukkujen kautta, jolloin työntekijä altistui palokaasujen myrkyille, sekä kuumuuden aiheuttamille palovammoille. Kuva 32 esittää vanhojen turvapeltien sulkuratin kattilan alla. Kuva 33 esittää uudistettujen turvapeltien käyttökoneiston kattilan ulkopuolella. Laitteen suojaverkot ovat huoltotöiden vuoksi irrotettuna.



KUVA 32. Vanhan käyttölaitteen sijoitus



Uudistettujen
turvapellien
käyttölaitteet
kattilan
alaosan
sivulla

KUVA 33. Uuden käyttölaitteen sijoitus

7.4. Käyttövarmuus

Uudistettu pohjatuhkan pudotuslaitteisto vähentää kunnossapitotyömäärää huomattavasti, sillä liikkuvia komponentteja on vähemmän. Seulan täristimen käyttömekanismin vaihto sähkömagneettisesti toimivaan vähentää pudotuslaitteistoihin kohdistuvaa tärinää. Tärinä aiheutti vanhaan pudotuslaitteistoon materiaalin repeytymiä, laakereiden tuhoutumisia, täristimien akseleiden katkeamisia sekä käyttömoottorin irtoamistapauksia.

Vanhojen seulalevyjen loiva asennuskulma aiheutti pohjatuhkan pudotuksessa ongelmia, jolloin pohjatuhka kertyi seulan päälle kerrokseksi eikä päässyt putoamaan hiekkakonttiin. Tukkeutumista aiheutui työturvallisuusriski, sillä tukkeutuneet pudotuslaitteistot piti aukaista manuaalisesti, jolloin käyttöhenkilöt aukaisivat seulakotelot ja tyhjensivät hiekan varrellisella tyhjennystyökalulla. Pohjatuhkalaitteistojen aukaisussa käyttöhenkilökunnan täytyi olla pudotuslaitteiden vieressä, jolloin he altistuivat palovammoille, savukaasuille ja mekaanisten laitteiden aiheuttamille vammoille.

Uudistettujen pohjatuhkan pudotuslaitteistojen seulalevyjen jyrkempi asennuskulma estää tukkeutumiset, jolloin käyttöhenkilöstön ei tarvitse työskennellä käytön aikana pudotuslaitteiston läheisyydessä.

Turvapeltien mekaanisten käyttömekanismien uudelleensijoitus KPA- kattilan alapuolisesta tilasta kattilan sivuun betonimuurin taakse estää tai ainakin vähentää palovaaraa sekä savukaasujen hengittämistä. Turvapeltien automaatiokäyttö valvomosta käsin lisää osaltaan työturvallisuutta, jolloin turvapeltejä ohjataan pudotusputkien lämpötilojen mukaan. Lämpötilaohjauksessa turvapeltien automaatio-ohjaus on säädetty pohjatuhkan pudotusputkien lämpötilan mukaan säätyvällä automatiikalla, jolloin turvapellit sulkeutuvat ja avautuvat ennalta säädettyillä arvoilla.

Hiekkakonttiin asennettu tasoituskaira osaltaan poisti työturvallisuus- ja tapaturmariskejä, sillä työntekijän työskentely savukaasu- ja palovaarallisella alueella päättyi.

7.5. Konkreettiset tulokset

Taloudellinen säästö syntyy työturvallisuuden lisääntymisenä ja uudistettujen laitteistojen yksinkertaistetun tekniikan tuoman käyttövarmuuden lisääntymisellä. Uusitun sähkömagneetti täristimen toimintatapa eroaa entisestä mekaanisesti toimivasta täristimestä liikkuvien osien vähäisyydellä, jolloin rikkoontuvia sekä kunnossapitoa ja huoltoa vaativia osia on vähemmän.

Uusittujen käyttölaitteistojen mekaaniset rikkoontumiset ovat vähentyneet laitteistoissa suoritettujen uudistuksien myötä. Vanhojen seulojen täristimet rikkoivat moottorikiinnikkeitä, hitsausliitoksia, täristimen akseleita. Uusituissa laitteistoissa ongelma on poistunut. Säästöt syntyvät korjaustoimenpiteistä saatavista työtuntien vähentymisistä ja pudotuslaitteistojen toimintavarmuuden lisääntymisellä. Toimintavarmuuden lisääntymisellä varmistetaan kattilan toimintavarmuus, jolloin mahdollisesti toisen pudotuslaitteiston toimintahäiriö vaikeuttaisi leijupedin toimintaa, jolloin petihiekkaa ei voitaisi pudottaa tarpeen mukaan. Pohjatuhkanpudotukseen ilmaantuva häiriö voi aiheuttaa kattilan petiin lämpötilaeroja, jolloin mahdollinen kattilan automaattinen alasajo on mahdollista. Lämpötilaerot voivat syntyä siitä, että pedissä olevat leijumispainon ylittävät partikkelit estävät leijumisen, tällöin palaminen ei ole tasaista.

Työturvallisuus lisääntyi turvapeltien käyttölaitteistojen uudelleensijoituksen myötä, jolloin työskentely kattilan alapuolisessa tilassa vähentyi merkittävästi ja sen myötä tulipalolle ja savukaasuille altistuminen on vähentynyt. Täysin työskentelyä kattilan alapuolisessa tilassa ei turvapeltien käyttömekanismien uudelleensijoittelulla ei ole voitu poistaa, vähentyminen on kuitenkin huomattava. Kuva 34 esittää vanhaa mekaanista täristintä. Kuva 35 esittää magneettitoimista täristintä.

**KUVA 34. Mekaaninen täristin****KUVA 35. Magneettitoiminen täristin**

Pohjatuhkan kierrätyksestä sekä lämpölaitoksen alasajojen vähentymisestä syntyvää taloudellista säästöä ei ole voitu todentaa, koska lämpölaitoksen alasajokirjauksissa ei ole eritelty pohjatuhkalaitteiston häiriöiden vuoksi todennettuja kertoja.

8. POHDINTA

Pohjatuhkalaitteistojen muutostöiden seurauksena laitteistojen vaatimat kunnossapitoon liittyvät työt ovat vähentyneet huomattavasti, johtuen uusittujen laitteistojen mekaanisesti toimivien osien vähenemisestä. Näillä muutostöillä saavutetut taloudelliset hyödyt ovat merkittävät ja osaltaan tuovat säästöjä kunnossapitoon liittyvissä hankinnoissa ja työmäärissä.

Työturvallisuus näkökohdat huomioiden säästöjä syntyy sairauspoissaolojen vähentymisinä, jolloin muihin käyttöhenkilöstöihin kohdistuvat ylityöt sekä ylimääräiset työmäärät ovat kohtuullisia. Laitteistojen tukkeutumisesta aiheutuneet laitosta kohdanneet riskit tarpeettomasta alasajosta ovat poistuneet seulan jyrkemman kulman johdosta.

Petihiekan kulutuksen tuomien hyötyjen kartoittaminen on vaikea todentaa. Petihiekan tilausräätöt sekä poistuvan petihiekan määrät ovat tilastoitu Kemin Energia Oy:n vuotuisiin dokumentteihin, mutta polttoaineen mukanaan tuoma hiekka sekoittaa tutkimusta siltä osin, että tarkkaa kierrätysmäärää ei saada selville.

Leijupetihiekan aiheuttamien kattilan alasajojen tilastointi tulevaisuudessa hyödyntäisi rajaamaan alasajojen ongelmakirjoa, jolloin petihiekasta johtuvat ongelmat voitaisiin poistaa erityyppisillä laitteisto ja käyttöratkaisuilla.

Joten opinnäytetyössä todeksi näytettävät säästöt syntyivät työturvallisuuden kautta saavutettuina sairaus poissaolojen vähentymisinä sekä pudotuslaitteistoihin kohdistuvien kunnossapitotöiden vähenemisistä saatuihin työtuntisäästöihin ja sen myötä laitteistojen toimintavarmuuden paranemiseen.

9. LÄHTEET

/1/ Lahtinen, Onni. 2007, TAMK. Membraneseinän ohituspiirustus ohjeistus. Tutkimustyö. 18.12.2013

/2/ Kemin Energia Oy dokumentointi. 2013

/3/ Majanen, Eero. Luonnonhiekan koostumus. 31.3.2014. <http://www.hiekkapojat.fi/>.

/4/ Koskela, Lauri. Saarela, Rauli. Sipilä, Kari. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Energiateollisuus Ry. 23.01.2014

/5/ Kemin Energia Oy, kotisivut. [WWW-dokumentti]

/6/ Kemin Energia Oy: vuosikertomus 2012.
[http://www.keminenergia.fi/kemin_energia/vuosikertomukset] 16.2.2014

/7/ Lindström, Heikki. KEMI-KPA toimintakuvaus. 18.8.2005. Turku.

/8/ Peurasaari, Jani. Kemin Energia Oy. 20.01.2014

/9/ Ylämäki, Jouko. Elmomet Oy. 28.11.2008

/10/ Haastattelut: Vuori, Jouko. Lipponen, Kauno. Rossinen, Juha. Kemin Energia Oy:n valvomohenkilökuntaa. 1.4.2014.

/11/ Ympäristötase. Kemin Energia Oy. 2013

/12/ Kattilan käynnistys-, käyttö-, ja pysäytysohje. Kemin Energia Oy. 18.08. 2006.

/13/ Hämäläinen, Jouni. Makkonen, Pasi. Leijupoltteknologia: vihreää energiaa. 2003.

/14/ Kekäläinen, Virpi. Hönkähöyryjen lämmön talteenotto. Opinnäytetyö. 2011.

/15/ Pohjatuhka ohje. Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun. Rudus Oy. 20.3.2014

10. LIITELUETTELO

LIITE 1 VANHA POHJATUHKANPUDOTUSLAITTEISTO KUVA

LIITE 2 VANHAN POHJATUHKANPUDOTUSLAITTEISTON TEKNINEN
ERITTELY