

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Lämpökeskusten mekaaninen kunnossapito

Sanna Perttunen

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2011

ALKUSANAT

Erityisesti haluan kiittää työn suorituksen kannalta lämpöosaston laitosmiehiä. Kiitokset kuuluvat myös ohjaajalleni Ari Pikkaraiselle ja työn valvojalle Jani Peurasaarelle. Haluan kiittää Arrow Engineering Oy:n Susanna Salosta rakentavasta keskustelusta ohjelmaan liittyen.

Suurin kiitos kuuluu avopuolisolleni, joka jaksoin kannustaa minua vaikeina hetkinä.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Sanna Perttunen
Opinnäytetyön nimi	Lämpökeskusten mekaaninen kunnossapito
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	15.12.2011
sivumäärä	65 + 19
Opinnäytetyön ohjaaja	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
Yritys	Kemin Energia Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Ins. Jani Peurasaari

Lämpökeskusten tehtävänä on tuottaa kaukolämpöä kaukolämpöverkkoon, jonka välityksellä lämpö siirretään asiakkaille. Lämpöasiakkaina on pääosin kerros- ja rivitaloja sekä liikerakennuksia ja julkisia rakennuksia. Yli puolet kemiläisistä asuu kaukolämmitettävissä taloissa. Peruslämpö tuotetaan kiinteän polttoaineen lämpökeskuksessa. Loppuosa lämpöenergiasta tuotetaan raskaalla polttoöljyllä öljylämpökeskuksissa tai ostetaan lämpöenergiana Metsä-Botniasta. Kiinteän polttoaineen kattila toimii peruskuormakattilana ja öljykattilat toimivat huippu- ja varakattiloina.

Työn tuloksena päivitettiin Kemin Energian kiinteän polttoaine kattilan mekaanisille laitteille huoltonimikkeet sekä määrittää osalle vastaanoton mekaanisille laitteille vika- ja vaikutusanalyysi. Tämän lisäksi laadittu kunnossapito-ohjelma noudattaa alalla vallitsevia viranomaismääräyksiä.

Lisäksi luotiin yritysکوhtainen koulutus- ja käyttöohjeet työntekijöille sekä henkilökunta koulutettiin kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi. Teoriaosuudessa on tarkasteltu kunnossapidon eri lajeja ja vikaantumista.

Asiasanat: lämpölaitos, kunnossapito, vika- ja vaikutusanalyysi, viranomaistarkastukset, Arrow Maint.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Sanna Perttunen
Title	Mechanical Maintenance of Heating Plan
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	15 December 2011
Pages	65 + 19 appendices
Instructor	Ari Pikkarainen, M.Eng
Company	Kemin Energia Oy
Supervisor from Company	Jani Peurasaari, B.Eng

Solid fuel heating plant produces basic heat to the district heating network. District heating customers are mainly apartment buildings, row houses and commercial buildings and public buildings. More than half of the people in Kemi town live houses that are connected to the district heating network. Basic heat is produced in the solid fuel heating plant. Rest of heating is produced with heavy fuel oil in the district heating plant or the heat is purchased from Metsä Botnia mills. Solid fuel boiler works as base load boiler and oil-fired boiler work as peak-load and spare boilers.

The purpose of the work was to update the service items for the mechanical devices of the solid fuel boiler at Kemi Energia. Failure mode and effects analysis was also specified for some mechanical devices in the reception. In addition to this, the maintenance program complies with the authoritative regulations.

Furthermore, company-specific training and operating instructions were drawn up for the employees as the personnel was trained to the use of maintenance program. The theory part focuses on different types of maintenance and malfunction.

Keywords: district heating plant, maintenance, failure mode and effects analysis, authoritative regulations, Arrow Maint.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	VI
1. JOHDANTO	1
1.1. Tavoitteet	1
1.2. Menetelmät	2
1.3. Ongelmat	2
2. KEMIN ENERGIA OY:N HISTORIA	3
2.1. Kunnallinen sähkölaitos aloittaa toimintansa	3
2.2. Kemin Energia Oy perustetaan	4
2.3. Kaukolämpöpalveluiden käynnistäminen	4
3. KEMIN ENERGIA OY TÄNÄÄN	6
3.1. Organisaatio ja hallinto	7
4. LÄMPÖLIKETOIMINTA	10
4.1. Lämpölaitokset	12
4.2. Yhteenveto lämpökeskuksista	14
5. KIIENTEÄN POLTTOAINEEN LÄMPÖLAITOS	15
5.1. Positiointi	15
5.2. Polttoaineen vastaanotto	16
5.3. KPA 1:sen syöttö	20
5.3.1. Leijupetikattila	21
5.3.2. Primääri-ilma	25
5.3.3. Sekundääri-ilma	26
5.3.4. Savukaasujärjestelmä	26
5.4. Kattilapiiri	27
5.5. Kaukolämpöjärjestelmä	29
6. KUNNOSSAPITO	31
6.1. Kunnossapitolajit	32
6.2. Ehkäisevä kunnossapito	33
6.3. Korjaava kunnossapito	34
6.4. Kuntoon perustuva kunnossapito	34
6.5. Huolto	35
6.6. Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	36
6.6.1. Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)	36
6.7. Kiinteän polttoaineaseman kunnossapito	38
7. KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ	42
7.1. Arrow Maint	44
7.2. Perustiedot	45
7.3. Laitehierarkia	49
7.4. Laiterekisteri	51
7.4.1. Huoltonimikkeiden yhdenmukaistaminen	53
7.5. Työaikataulu	56
7.5.1. Hakuehtojen syöttö	57

7.5.2. Huoltosuunnitelman luominen	57
7.6. Vikailmoitus	59
7.7. Viranomaistarkastukset	60
8. YHTEENVETO	62
9. LÄHDELUETTELO	63
10. LIITELUETTELO	65

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

K1	Karjalahden öljykattila 1
K2	Karjalahden öljykattila 2
K3	Karjalahden öljykattila 3
K4	KPA1 öljykattila
KAR	Karjalahden lämpökeskus
KPA1	kiinteän polttoaineen lämpökeskus
LTO	lämmön talteenotto
MW	megawatti
VVA	vika- ja vaikutusanalyysi

1. JOHDANTO

Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistama osakeyhtiö. Palveluihin kuuluvat sähkön siirto, kaukolämmön myynti sekä asennuspalvelut. Sähkönmyyntipalvelut tarjotaan asiakkaille Oulun Sähkönmyynti Oy:n kautta, jonka palvelupiste toimii asiakaspalvelun yhteydessä. Kemin Energia Oy on osakkaana Oulun Sähkönmyynti Oy:ssä, Lapin Sähkövoima Oy:ssä ja Kemin Tuulivoimapuisto Oy:ssä.

Työn tarkoitus oli päivittää Kemin Energian kiinteän polttoaine kattilan mekaanisille laitteille huoltonimikkeet sekä määrittää osalle vastaanoton mekaanisille laitteille vika- ja vaikutusanalyysi. Kunnossapito-ohjelmaan on tarkoitus liittää mekaanisten laitteiden osalta viranomaistarkastukset. Lisäksi tarkoituksena on luoda yritysکوhtainen koulutus- ja käyttöohjeet työntekijöille sekä henkilökunnan kouluttaminen kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi. Tavoitteena on henkilökunnan kouluttaminen kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi loppuvuodesta 2011.

Aiheen opinnäytetyöhön antoi Kemin Energia Oy:n Lämpöosaston päällikkö Jani Peurasaari

1.1. Tavoitteet

Työn tavoitteena oli päivittää Kemin Energian kiinteän polttoainekattilan mekaanisille laitteille huoltonimikkeet sekä määrittää osalle vastaanoton mekaanisille laitteille vika- ja vaikutusanalyysi. Kunnossapito-ohjelmaan on tarkoitus liittää mekaanisten laitteiden osalta viranomaistarkastukset. Tavoitteena on luoda yritysکوhtainen koulutus- ja käyttöohjeet sekä kouluttaa henkilökunta kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi. Tavoitteena on henkilökunnan kouluttaminen kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi loppuvuodesta 2011.

Tietämys lämpöprosessista ja lämpökeskusten mekaanisista laitteista auttoi tavoitteiden saavuttamisessa.

1.2. Menetelmät

Kemin Energian lämpöasastolla hankkimani käytännön työtaito auttoi ratkaisevasti työn onnistumisessa. Kiinteän polttoaineen laitoksen prosessin tunteminen ja huoltotoimintaan osallistuminen auttoivat vika- ja vaikutusanalyysin teossa.

Aikaisempi tutustuminen Arrow Maint -ohjelmaan sekä lisäkoulutus avustivat kunnossapito-ohjelman kehityksessä. Henkilökunnan käyttöön tehdyt käyttöohjeet luotiin yrityksen tarpeita silmällä pitäen.

1.3. Ongelmat

Työn suurimmat ongelmat sijoittuivat mekaanisten laitteiden huoltonimikkeisiin, koska nimikkeet oli kopioitu vanhasta kunnossapito-ohjelmasta, jolloin kaikki nimikkeet eivät siirtyneet ja suurin osa uusista nimikkeistä puuttui listoista. Päivittämiseen tarvittavat tiedot jouduttiin keräämään monista lähteistä.

jälkeen Kemin kaupungin sähkölaitos keskittyi pelkästään kemiläisten sähköasioiden hoitamiseen. Sodan jälkeinen aika oli sähkölaitokselle voimakkaan kasvun aikaa. Sähkönkäyttö kasvoi 1950-luvun puoliväliin mennessä lähes kymmenkertaiseksi verrattuna sotaa edeltäneeseen aikaan, sillä vuonna 1954 sähköä myytiin 7 miljoonaa kilowattituntia. Kasvu jatkui myös seuraavilla vuosikymmenillä ja myyntimäärät olivat vuonna 1968 44 miljoonaa kilowattituntia, vuonna 1975 75 miljoonaa kilowattituntia ja vuonna 1985 121 miljoonaa kilowattituntia. /7/

Vuonna 1975 Kemin kaupungin sähkölaitos aloitti kaukolämpötoiminnan, joka on kasvanut siinä määrin, että kaukolämpö on tällä hetkellä kaupungin suosituin lämmitysmuoto. Kaukolämmön myötä sähkölaitoksen nimi muutettiin vuonna 1980 Kemin kaupungin energialaitokseksi. /7/

2.2. Kemin Energia Oy perustetaan

Kemin kaupunki harjoitti energialaitostoimintaa 61 vuotta, kunnes se vuonna 1999 päätti perustaa Kemin Energia Oy -nimisen osakeyhtiön ja myydä harjoittamansa liiketoiminnan sille. Kemin Energia Oy aloitti toimintansa vuoden 2000 alussa. Vuonna 2001 Oulun Energia, Tornion kaupungin energialaitos, Keminmaan Energia Oy, Tervolan kunnan sähkölaitos ja Kemin Energia Oy perustivat alueellisen sähkönmyyntiyhtiön, Oulun Sähkönmyynti Oy:n, jolle ne siirsivät sähkönmyynnin asiakassuhteensa. Kemin Energia Oy on näin yhteistyössä energiayhtiöiden kanssa, joiden alueella sen edeltäjä Kemin Sähköosakeyhtiö aikanaan aloitti sähköistämisen. /7/

2.3. Kaukolämpöpalveluiden käynnistäminen

Kemin Energia Oy käynnisti kaukolämpötoiminnan Kemissä vuonna 1975. Kolmen vuoden kuluttua valmistui siirrettävien lämpökeskusten lisäksi Karjalahden lämpökeskus. Se olikin päätuotantolaitos aina vuoteen 1991 asti, jolloin rakennettiin lämmönsiirtoyhteys Metsä-Botnian Kemin tehtaille, silloiseen Kemi Oy:öön. Metsä-Botnialta ostettiin

kaukolämmön perusenergia lokakuun 2006 loppuun asti. Marraskuun 2006 alusta lähtien kaukolämmön perusenergia on tehty turpeella ja puulla omassa kiinteän polttoaineen lämpökeskuksessa. Kasvu on ollut voimakkainta 70- ja 80- lukujen vaihteessa ja tänä päivänä uusia asiakkaita tulee vuosittain noin yhden prosentin kasvua vastaava määrä. /6/

3. KEMIN ENERGIA OY TÄNÄÄN

Kemin Energia Oy tunnetaan luetettavana, kilpailukykyisenä ja ympäristöstään huolehtivana pohjoissuomalaisena energiayhtiönä, joka on toiminnassaan vastuullinen ja tunnistaa asiakkaidensa, omistajansa, sidosryhmiensä ja henkilöstönsä tarpeet. /6/

Luotettava

- Laadukkaat ja häiriöttömät energiatoimitukset ja palvelut.
- Täsmälliset ja virheettömät palvelusuoritukset.
- Pidetään se, mitä luvataan. /6/

Kilpailukykyinen

- Kilpailukykyiset tuote- ja palveluhinnat.
- Nykyaikaiset palvelut ja toimintatavat.
- Toiminnan jatkuva parantaminen.
- Keskittyminen perusliiketoimintaan.
- Tuottaa kaupungin sijoitukselle tuottoa ja nostaa omistuksen arvoa. /6/

Ympäristöstään huolehtiva

- Huolehditaan ympäristöstä ja pyritään vähentämään toiminnan haitallisia ympäristövaikutuksia.
- Edistetään kestävää kehitystä.
- Opastetaan energian järkevää käyttöä. /6/

Pohjoissuomalaisuus

- Omistus säilyy paikallisena, mutta alueellisella yhteistoiminnalla haetaan vahvuuksia ja lisätään kilpailukykyä. /6/

Vastuullisuus

- Toiminnassa sitoudutaan noudattamaan alaa koskevaa lainsäädäntöä ja eettisiä pelisääntöjä.
- Tunnistetaan yhteiskuntavastuu ja toimitaan sen mukaan sekä huomioidaan asiakkaiden, omistajan, sidosryhmien ja henkilöstön tarpeet. /6/

3.1. Organisaatio ja hallinto

Kemin Energia Oy on Kemin kaupunkikonsernin tytäryhtiö, jonka koko osakekannan omistaa Kemin kaupunki.

Hallitus

Yhtiökokouksessa 23.3.2010 yhtiön varsinaisiksi jäseniksi valittiin Kimmo Arstio, Jukka Ikäläinen, Pirkko Kalttonen, Arto Tiilikainen, Sari Moisanen, Sven Nyberg, Marko Leskiö ja Reijo Stark sekä varajäseniksi valittiin Kerttu Miettinen, Risto Myyry, Teija Jestilä, Matti Kettunen, Markus Korjonen, Raimo Keskikallio, Arvi Uusitalo ja Anne-Mari Korhonen. Hallitus valitsi keskuudestaan puheenjohtajaksi Kimmo Arstion ja varapuheenjohtajaksi Sven Nybergin. Hallituksen esittelijänä on toiminut toimitusjohtaja Anne Salo-oja ja sihteerinä taluspäällikkö Jarmo Nousiainen. Hallitus kokoontui kertomuskauden aikana 8 kertaa. /8/

Jäsenyydet ja osakkuudet

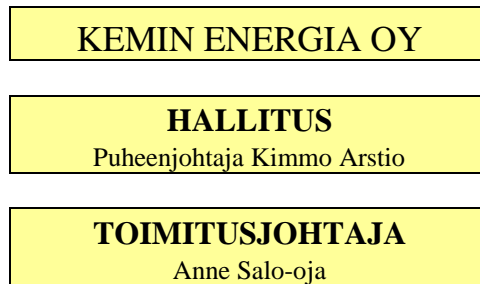
Kemin Energia Oy on Energiateollisuus ry:n, Sähköenergialiitto ry:n, Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry:n, Lapin Kauppakamarin, Pohjois-Suomen sähkölaitosten kehittämissyhdistys ry:n, Suomen Tuulivoimayhdistys ry:n sekä Kuntien Eläkevakuutuksen jäsenyhteisö. /8/

Yhtiö on osakkaana Oulun Sähkönmyynti Oy:ssä, Lapin Sähkövoima Oy:ssä, Kemin Tuulivoimapuisto Oy:ssä, PVO-Innopowerissa ja Pohjois-Suomen Voima Oy:ssä. /8/

Henkilöstö

Yhtiön palveluksessa oli vuoden lopussa 50 henkilöä, joista 47 oli vakinaisessa työsuhteessa ja määräaikaisessa työsuhteessa oli 3 henkilöä. Henkilökunta koostuu 29 työntekijästä, 17 toimihenkilöstä ja 3 ylemmästä toimihenkilöstä. Henkilökunnasta on naisia 11 ja miehiä 38. Henkilökunnan keski-ikä on 47,2 vuotta. Koulutuspäiviä oli vuoden aikana 182, mikä on 4,0 päivää henkilöä kohti. Sairaudesta aiheutuneita poissaoloja oli 399 päivää, mikä on 3,5 prosenttia työajasta ja 8,5 päivää henkilöä kohti. Työtapaturmia sattui 4 kappaletta ja niistä aiheutui 50 poissaolopäivää. Taulukko 1 kuvaa osastokohtaisesti organisaation. /8/

Taulukko 1. Kemin Energia Oy:n organisaatiokaavio



LÄMPÖOSASTO Lämpöosaston päällikkö Jani Peurasaari	SÄHKÖOSASTO Sähköosaston päällikkö Petri Gyldén	HALLINTO- JA TALOUSOSASTO Talouspäällikkö Jarmo Nousiainen
---	--	---

Ympäristövastaava

- lämmön hankinta ja myynti
- lämpöverkon ja lämpökeskusten suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito
- lämpöenergian mittaukset

Angeria Jouni, asentaja
Hietala Petri, käyttöinsinööri
Hiltunen Lasse, kaukolämpötekniikko
Petäjäjärvi Janne, automaatioinsinööri
Lipponen Kauno, asentaja

Laatupäällikkö eli johdon edustaja

- talous- ja rahoitusasiat
- laskentatoimi
- laskutustoiminnat ja asiakaspalvelu
- henkilöstöasiat
- toimistopalvelut

- sähkön siirtopalvelut
- sähköverkon suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito
- sähköenergian mittaukset
- kartta- ja sijaintitietopalvelut
- katuvalaistus- ja liikennevaloyms. asennustyöt
- materiaalityö

Grönroos Rainer, asentaja
Haataja Ahti, asentaja
Haataja Matti, asentaja
Hellström Kari, asentaja
Isomäki Ilkka, asentaja

Hannuksela Mirja, laskentasihteeri
Palokangas Niina, laskentasihteeri
Pohjanen Ulla, laskentasihteeri
Syrjä Aila, kirjanpitiäjä
Vikajärvi Vuokko, hallintosihteeri

Vesterling Jarmo, asentaja
Rossinen Juha-Matti
Sainio Timo, asentaja
Seppänen Pertti, asentaja
Vuori Jouko, asentaja

Julkunen Markku, asentaja
Juopperi Mauri, asentaja
Jylkkä Antti, atk-tukihenkilö
Karvonen Veikko, työnjohtaja
Kinnunen Esko, varastonhoitaja
Koivisto Kari, asentaja
Korhonen Anne-Mari, karttatoimiston
hoitaja
Lento Petri, asiakaspalveluteknikko
Liiti Pentti, suunnittelija
Lumpus Kari, asentaja
Malvalehto Tarmo, käyttöinsinööri,
Työsuojelupäällikkö
Palokangas Maire, siivooja
Perttula Timo, asentaja
Pihlajaniemi Tiina, kunnossapitoinsinööri
Saarela Jouni, suunnittelija
Saukkonen Tuomo, asentaja
Saukonoja Veikko, asentaja
Stark Reijo, asentaja
Taskinen Tuomo, asentaja
Tikkanen Marko, asentaja
Tunkkari Arto, asentaja
Tuokila Marianne, asentaja

4. LÄMPÖLIIKETOIMINTA

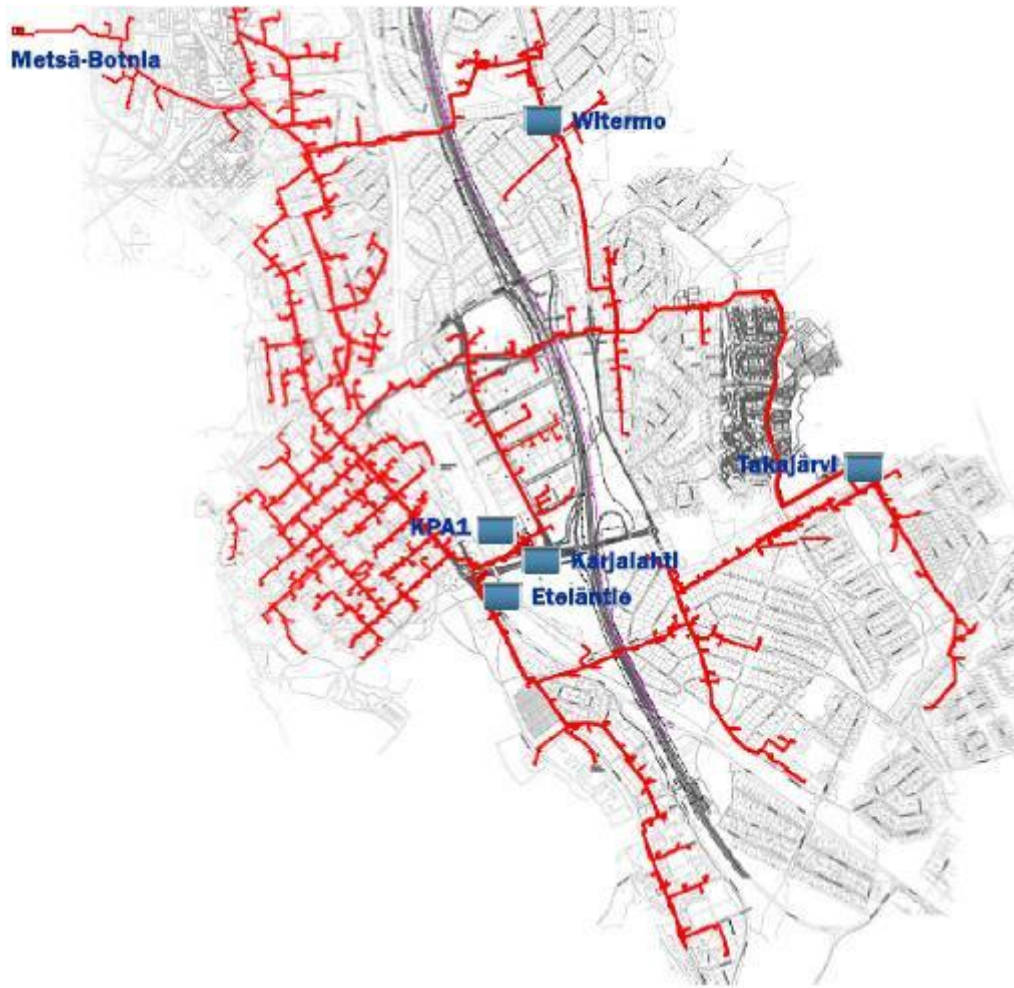
Lämpöosasto huolehtii lämpöenergian hankinnasta ja myynnistä, lämpöverkon ja lämpökeskusten suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta sekä lämpöenergian mittaamisesta. Lämpöosaston päällikkönä toimii Jani Peurasaari.

Tuotanto

Kaukolämmön perusenergia tuotetaan turpeella ja puulla omassa kiinteän polttoaineen lämpökeskuksessa. Vajaa kymmenen prosenttia lämmöstä tuotetaan raskaalla polttoöljyllä omissa lämpökeskuksissa. 32 MW kiinteän polttoaineen lämpökeskuksen ja 7,5 MW lämmöntalteenoton lisäksi raskasöljykattilatehoa on noin 75 MW kolmessa kiinteässä ja neljässä siirrettävässä lämpökeskuksessa. Lämmön hinta muodostuu kahdesta osasta; energiamaksusta ja kiinteästä osasta eli perusmaksusta. Energiamaksu on sidottu pääosin turpeen ja puun hintaan, mutta osin myös raskaan polttoöljyn hintaan. Perusmaksu lasketaan tilatun vesivirran (tehon) mukaan. Kaukolämpöön liittymisestä peritään liittymismaksun, joka lasketaan tilatun vesivirran perusteella. /8/

Toiminta-alue ja verkosto

Kuvassa 1 on esitetty Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkkoa. Kaukolämpötoiminta on keskittynyt kaupungin ydinkeskustaan ja sitä reunustaviin kaupunginosiin. Verkosto on yhtenäinen ja sitä on hieman yli 50 km. /8/



Kuva 1. Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkko, lämpökeskukset sekä Metsä-Botnian runkoverkkolinja /6/

Asiakkaat ja myynti

Tällä hetkellä jo yli puolet kemiläisistä on kaukolämmityksen piirissä (n.13 000). Asiakkaina on n. 400 kiinteistöä, joista kymmenkunta on pientaloja. Pääosa energiasta toimitetaan kerros- ja rivitaloille ja julkisille rakennuksille. /8/

Energia ja hinnat

Kaukolämpöä myytiin 172,3 gigawattituntia. Lämmitystarveluvulla mitattuna vuosi oli 11,4 prosenttia kylmempi kuin edellinen vuosi, jonka seurauksena myyty energiamäärä kasvoi 9,8 prosenttia. Lämmön hinta muodostuu kahdesta osasta; energiamaksusta ja kiinteästä osasta eli perusmaksusta. Energiamaksu on sidottu pääosin turpeen ja puun

hintaan, mutta osin myös raskaan polttoöljyn hintaan. Perusmaksu lasketaan tilatun vesivirran (tehon) mukaan. Kaukolämpöön liittymisestä perimme liittymismaksun, joka lasketaan tilatun vesivirran perusteella. /8/

4.1. Lämpölaitokset

Lämpökeskusten tehtävänä on tuottaa kaukolämpöä kaukolämpöverkkoon, jonka välityksellä lämpö siirretään asiakkaille. Lämpöasiakkaina on pääosin kerros- ja rivitaloja sekä liikerakennuksia ja julkisia rakennuksia. Yli puolet kemiläisistä asuu kaukolämmitettävissä taloissa.

Peruslämpö tuotetaan kiinteän polttoaineen (KPA1-laitos) lämpökeskuksessa. KPA1 on leijupetikattila. Loppuosa lämpöenergiasta tuotetaan raskaalla polttoöljyllä öljylämpökeskuksissa tai ostetaan lämpöenergiana Metsä-Botniasta. Kiinteän polttoaineen kattila toimii peruskuormakattilana ja öljykattilat toimivat huippu- ja varakattiloina. Kiinteän polttoaineen kattila käyttää polttoaineena turvetta ja puuta sekä käynnistyspolttoaineena kevyttä polttoöljyä. Öljykattilat käyttävät polttoaineena raskasta polttoöljyä. Kiinteän polttoaineen kattilan lisäksi kaukolämmössä on kaksi kiinteää ja neljä siirrettävää lämpökeskusta, joissa on yhteensä kahdeksan öljykattilaa. /14/

Karjalahti

KPA1-laitoksen kanssa samalla tontilla sijaitsee myös Karjalahden kiinteä öljylämpökeskus, joka on otettu käyttöön vuonna 1978. Öljylämpökeskuksessa on kolme raskasöljykäyttöistä öljykattilaa, joiden nimellistehot ovat 12 (K1), 8 (K2) ja 10MW (K3) sekä kaksi raskasöljysäiliötä, joiden molempien tilavuus on 400 m³. Öljysäiliöt ovat yhteiskäytössä KPA1-laitoksessa olevan öljykattilan kanssa. Öljykattilat ovat vuosilta 1978 K1, 1978 K2 ja 1989 K3, ja ne toimivat vara- ja huippukäytössä. Lämpökeskus on uudistettu vuosina 2007-2008. Kattiloiden rungot ovat alkuperäiset, mutta kaikki muu on uusittu mm. polttimet, poltinautomatiikka, pumput, puhaltimet, sähköistys, automaatio, toimilaitteet. /14/

Takajärvi

Takajärvellä sijaitsee siirrettävä öljylämpökeskus, jossa on 12 MW raskasöljykäyttöinen öljykattila sekä öljysäiliö, jonka tilavuus on 150 m³. Lämpökeskus on otettu käyttöön vuonna 1999. Öljykattila toimii vara- ja huippukäytössä. /14/

Eteläntie

Eteläntiellä sijaitsee siirrettävä öljylämpökeskus, jossa on 12 MW raskasöljykäyttöinen öljykattila sekä öljysäiliö, jonka tilavuus on 100 m³. Lämpökeskus on otettu käyttöön vuonna 1983. Öljykattila toimii vara- ja huippukäytössä. Poltin ja poltinautomaatiikka on uusittu vuonna 2002. /14/

Witermo

Kivikankaalla sijaitsee siirrettävä öljylämpökeskus, jossa on 5 MW raskasöljykäyttöinen öljykattila sekä öljysäiliö, jonka tilavuus on 50 m³. Lämpökeskus on otettu käyttöön vuonna 2005. Lämpökeskuksessa olevan öljykattilan valmistusvuosi on 1978. Öljykattila toimii vara- ja huippukäytössä. /14/

Siirrettävä lämpökeskus 1,2 MW

Karjalahdella on säilytyksessä siirrettävä öljylämpökeskus, jossa on 1,2 MW öljykattila sekä öljysäiliö, jonka tilavuus on 10 m³. Lämpökeskus on otettu käyttöön vuonna 1979. Kattilaa ei ole kytketty verkkoon, vaan sitä voidaan käyttää verkostovaurioissa ja verkoston rakentamista varten. /14/

4.2. Yhteenveto lämpökeskuksista

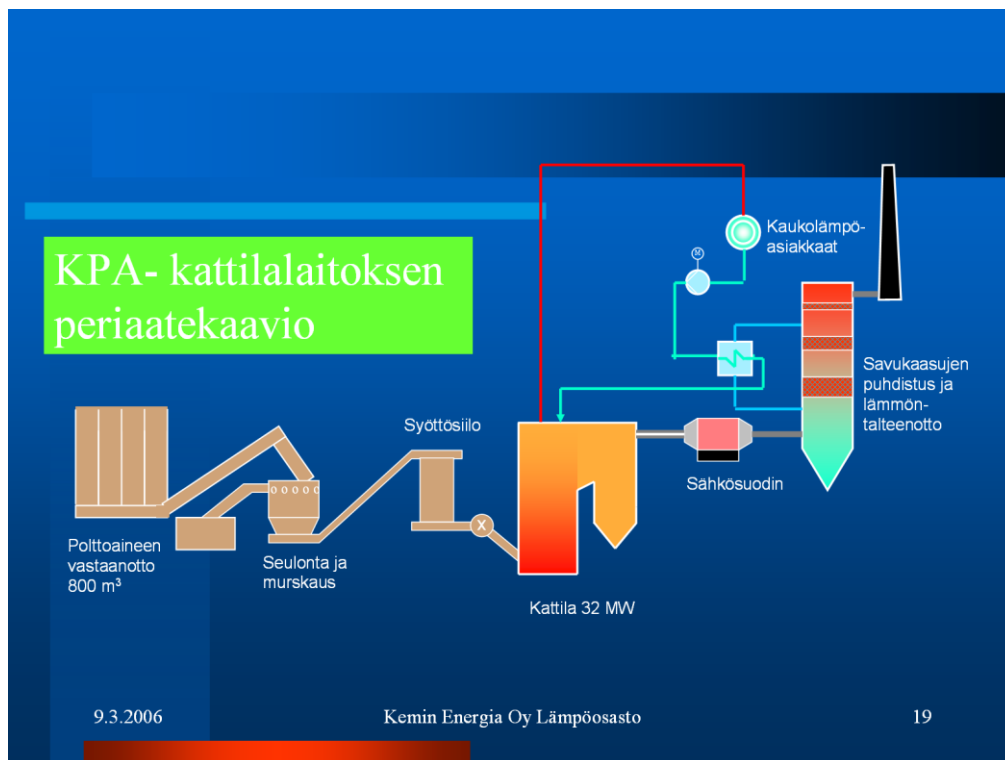
Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto lämpökeskuksista. Savukaasupesuri eli lämmöntalteenotto (LTO) tarkoittaa laitteistoa, jolla savukaasuista saadaan lämpö mm. laitoksen omaan hyötykäyttöön.

Taulukko 2. Lämpökeskusten yhteenveto /14/

Lämpökeskus	Kattila	Teho [MW]	Tyyppi	Polttoaine	Polttoainevarasto/-säiliö [m ³]	Käyttöönottovuosi
KPA1	KPA	32	Kiinteän polttoaineen kattila	Turve ja puu	4 x 200	2006
KPA1	LTO	7,5	Lämmön talteenotto			2006
KPA1	K4	12	Öljykattila	Raskas polttoöljy		2006
Karjalahti	K1	12	Öljykattila	Raskas polttoöljy	2 x 400	1978
Karjalahti	K2	8	Öljykattila	Raskas polttoöljy		1978
Karjalahti	K3	10	Öljykattila	Raskas polttoöljy		1989
Takajärvi		12	Öljykattila	Raskas polttoöljy	150	1999
Eteläntie		12	Öljykattila	Raskas polttoöljy	100	1983
Witermo		5	Öljykattila	Raskas polttoöljy	50	2005
Siirrettävä lämpökeskus 1,2 MW		1,2	Öljykattila	Raskas polttoöljy	10	1979

5. KIINTEÄN POLTTOAINEEN LÄMPÖLAITOS

KPA1 aloitti tuotannollisen toiminnan marraskuussa vuonna 2006. Laitoksen on toimittanut Noviter Oy. Kattilan teho on 32 MW ja savukaasuista saadaan lämmöntalteenotolla (LTO) 7,5 MW talteen. Lämpökeskukseen on sisäänrakennettu myös 12 MW öljykattila, joka toimii vara- ja huippukäytössä. Lämpölaitos käyttää polttoaineena jyrshinturvetta, kokopuuhaketta, metsätähdehaketta ja kierrätyspuuta. Kuvassa 2 selviää KPA-kattilalaitoksen periaate, joka käydään paremmin läpi alaotsikoiden myötä.



Kuva 2. KPA1-kattilalaitoksen periaatekaavio /14/

5.1. Positiointi

Tuotantolaitoksessa on yksilöidyt tunnuksat jokaisella laitteella tai laitepaikalla. Kemin Energiassa käytetään selkeitä positiotunnuksia niin sähkö kuin mekaanisella puolella. Taulukossa 3 on käsitelty esimerkkien avulla KPA1:sen positiointia.

Taulukko 3. Kemin Energian positiointi esimerkkejä mekaaniselta puolelta

Määritelmä	Laitos-tunnus	Lyhenne	Nume-rointi	Positio	Laite
Mekaaninen	KPA1	MEK	19	KPA1-MEK-019	Kaukolämpöpumppu 1
Puhaltimet	KPA1	PUH	201	KPA1-PUH-201	Primääri-ilmapuhallin
Kuljettimet	KPA1	KUL	401	KPA1-KUL-401	Kolapurkain 1
Lämmönvaihdin	KPA1	LSI	701	KPA1-LSI-701	LTO-Lämmönvaihdin
Pumput	KPA1	PUM	702	KPA1-PUM-702	Pesupumppu
Säiliöt	KPA1	SÄI	801	KPA1-SÄI-801	Hiekkasäiliö

5.2. Polttoaineen vastaanotto

Polttoaineen vastaanotto käsittää vastaanottotaskun ja kolapurkaimen. Vastaanottotasku on purkuhallin lattialle, kolapurkaimen päälle rakennettu purkukarsina. Karsinan avoin pääty sijaitsee vastaanottorakennuksen katoksen alla ja mahdollistaa kuljetuskaluston vapaan liikkumisen peruuttamalla taskun koko purkupituudella. Materiaalipatjan maksimikorkeus on n. 1,8 m purettaessa suoraan autosta eli repijätelojen puoleen väliin. Purkuhallin sivuseinät sekä kolasyöttöpöytien jakoharjat jakavat purku-, varasto- ja syöttötoiminnot linjakohtaisiksi eli kolapurkaimet 1-4, positio KPA1-KUL-401–404. Kolapurkaimet, joiden leveys on 4 m ja akseliväli n. 26 m, ovat vastaanottotaskujen pohjalla ja ne siirtävät polttoaineen kolakuljettimelle, joka on poikittain kolapurkainten vetoakselien alla. Purkainten yläpuolella on max. 200 m³ nk. varastotilaa, kuormaustavasta riippuen, jossa tavaravirta liikkuu koko ajan patjan pituudelta, eli taittopäähän tulee ensin tilaa purkaa uusi kuorma. /16/

Yleisesti vastaanottotaskut on jaettu tasan puulle ja turpeelle, eli kolapurkain 1 ja 4 sisältää puuta ja kolapurkain 2 ja 3 sisältää turvetta. Kolapurkainten nopeussuhde normaalissa ajotilanteessa on 40 prosenttia puuta ja 60 prosenttia turvetta. Haluttu purkausnopeus saadaan logiikassa aikaviiveiden avulla.

Tasaus- ja hajoitustelojen, KPA1-MEK-401–408, tehtävänä on tasata polttoainevirta seuraavalle kuljettimelle eli lyhyelle kolakuljettimelle, KPA1-KUL-405. Lyhyt kolakuljetin vie polttoaineen seulonta- ja murskausrakennukseen. Kuljetin siirtää polttoainetta yläpohjan pinnalla. Kuljetin on varustettu vaihdemoottorilla, taajuusmuuttajaohjauksella ja pyörintävahdilla. Kuljettimen sisällä on myös polttoainepintaa myötäilevä pintaraja, joka on kytketty kuljettimen ulkopuolella olevaan induktiiviseen anturiin, joka ohjaa kolapurkaimien magneettiventtiileitä logiikan kautta. /16/

Hihnakuljetin seulalle, KPA1-KUL-406, on hihnakuljetin magneettieroittimen vuoksi. Kuljettimen tehtävänä on siirtää polttoainevirta magneetin alta ja madaltaa polttoainepatjaa erottelun helpottamiseksi. Kuljetin on varustettu hammasvaihdemoottorilla, pyörintävahdilla ja kamirajalla.

Raudaneroittimen hihnakuljetin, KPA1-KUL-409, tehtävänä on poistaa rautaesineet kuljetinhihnalta, kun raudanerotin raudanerotin nostaa ne polttoainevirrasta hihnaan kiinni. Poistaminen tapahtuu kun hihna pyörii n. 1.8 m/s nopeudella vetotelaan päin ja hihnaan kiinnitetyt kolat estävät rautaesineiden palaamisen magneetin alapuolelle. Silloin kun rautaesine on siirtynyt riittävän kauas magneetista, se irtoaa hihnasta ja putoaa ränniä pitkin lattiatasolle. Hihnakuljetin on vaihdemoottorilla, vectorummulla ja kolmella taittorummulla varustettuna rakennettu raudanerottimen ala- ja yläpinnan ympärille. Yhden taittotelalla on pyörinnänvartija. /16/

Raudanerotin, KPA1-MEK-409, tehtävänä on poistaa polttoainevirrasta olevat raudankappaleet. Erottimen magneettiteho on 4,74 kW ja Tasasuuntaaja GMA 5,5-115VDC. Erotin on varustettu käämiin asennetulla ja erottimen pinnalle asennetulla termistorilla. Raudanerotusmagneetin kokonaispaino on n. 3100 kg. Raudanerotin, KPA1-

MEK-409 sisältäen hihnakujuettimen, on varustettu kantojen ja kamien vuoksi kahden hydraulisylinlerin nostomekanismilla. Laitteistolla saadaan raudanerotinta nostettua 800 mm etäisyydelle KPA1-KUL-406 hihnakujuettimen vetorummun pinnasta. Tämä nostoliike toimii silloin, kun hihnakujuettimella oleva kamiraja KPA1-LS-415 vaikuttaa, eli on todennettu, että polttoaineen mukana oleva kappale on liian suuri päästäkseen kiekkoosulalle kahden risteävän hihnakujuettimen hihnojen välistä. /16/

Kiekkosulan, KPA1-MEK-410, tehtävä on erotella polttoainevirrasta kannot, kamit ja vastaavat muut suuret kappaleet. Sulan läpimenevän fraktion koko on 38*38 mm, kiekon paksuus 10 mm ja kiekkoväli akselilla 86 mm. Sulan ensimmäiset akselit on valmistettu tiheämmällä kiekkoajolla. Tämän tarkoitus on estää pitkien ja ohuitten kappaleiden putoaminen pystyssä sulan läpi. Polttoon kelpaava aine putoaa suoraan sulan läpi kolakujuettimelle. Erotettavat kappaleet menevät vastaavasti ylitesuppiloon, josta ne menevät murskalle. /16/

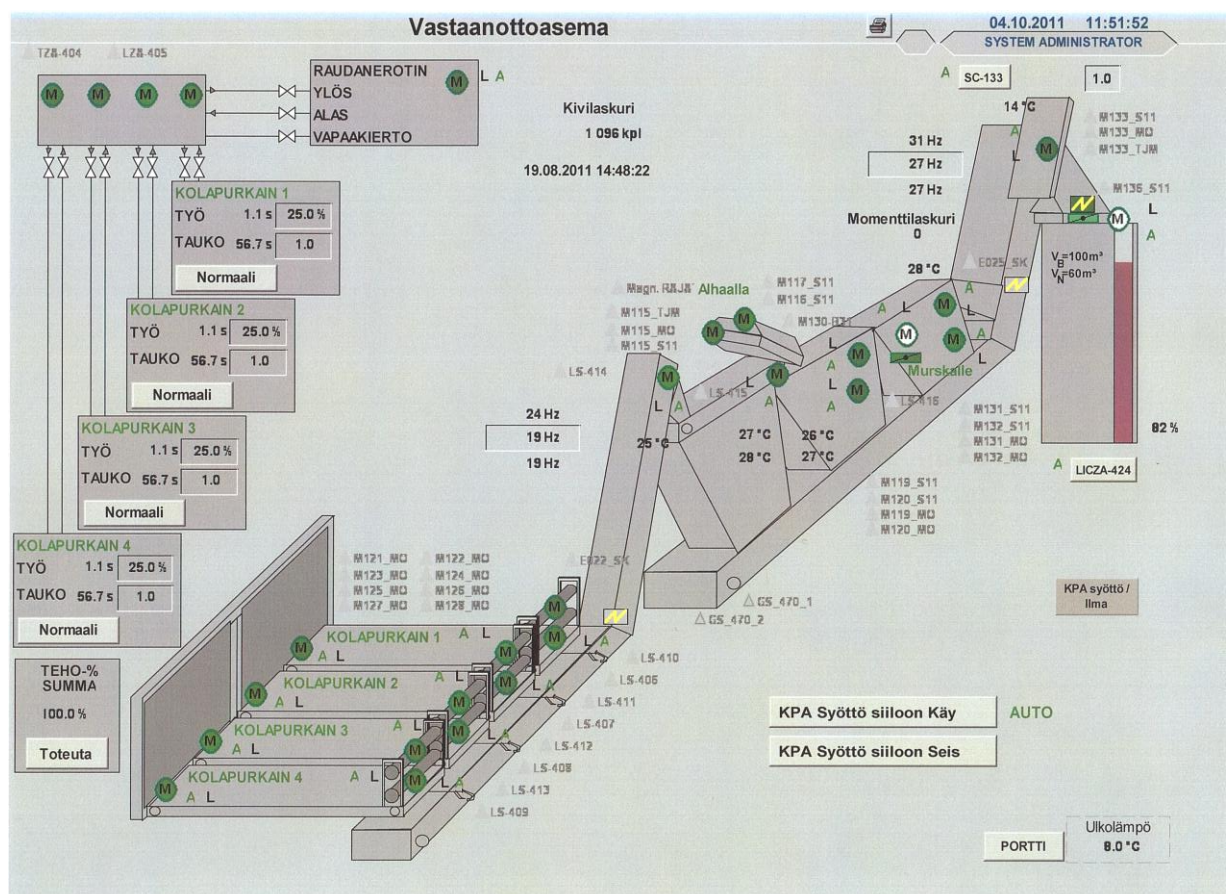
Ennen murskaa on kivihälytin, jonka toiminta perustuu ääneen. Kiven kolistessa rautoja vasten pysähtyy kujuetin. Tämän jälkeen murskan ohituspelti menee kiinni ja kujuettimet käynnistyvät uudestaan. Tällöin kivinen polttoainevirta ohjautuu luukun kautta ulos. Tietyn ajan päästä kujuettimet jälleen pysähtyvät ja ohituspelti aukeaa. Murskan, KPA1-MEK-411, tehtävänä on pienentää sulalta tulevat kannot, kamit yms. polttoon kelpaavaksi polttoaineksi. Kamilla tarkoitetaan esim. jäätyntä turvepalaa. Murskain on kaksiroottorinen, ja sillä on vaihdemoottorit käyttölaitteina. Roottorit pyörivät vastakkain ja terät ovat limittäin, jolloin murskattavat kappaleet hajoavat teräkiekkojen välissä. Roottorit on valmistettu sorvatusta akselista, johon on ”ladottu” hiottu teräkiekko ja väliholkki sarja. Akselin päässä on mutteri, jolla terä ja väliholkkisarja kiristetään yhteen. Murskan terät ovat limikkäin ja pyörivät vastakkain. /16/

Kolakujuetin annostelusiilolle, KPA1-KUL-407, eli pitkälle kolakujuettimelle tulee polttoainevirta kahdesta kohdasta, kuten edellä on kuvattu. Ensimmäinen mahdollisuus on sulan jälkeen ja kookkaammat polttoaineet tulevat murskan jälkeen. Kaikki polttoon kelpaava tavara menee pitkää kolakujuetinta pitkin päiväsiiloon. Kujuetin siirtää polttoaineen alapohjan pinnalla, eli on nk. alapuolinen kujuetin. Kujuetin on varustettu

vaihdemoottorilla, taajuusmuuttajaohjauksella ja pyörintävahdilla. Kuljettimen ulkona olevalla osuudella on pojalla lämmitys. Laidat ja pohja on lämpöeristetty ja pintapellitetty profiilipellitillä. /16/

Ennen päiväsiiloa on sulkupelti, KPA1-MEK-415, joka johtaa annostelusiilon. Sulkupellin tehtävä on sulkea polttoaineen käsittelyjärjestelmän ja syöttösiilon välinen yhteys silloin kun siilossa on riittävästi polttoainetta. Sulkupellin runko on muototeräspalkkia ja sen sivulle on hitsattu kannatintapit edestakaisin liikuteltavalle sulkupellitille. Sulkupelti toimii hammasvaihdemoottorin ja tehonsiirtoketjujen välityksellä auki ja kiinni rajalle. Runko on varustettu lämmityksellä. /16/

Kuva 3 esittää vastaanottoaseman periaatekuvan kolapurkaimista päiväsiiloon asti.



Kuva 3. Polttoaineen vastaanotto /15/

5.3. KPA 1:sen syöttö

Annostelusiilo, KPA1-SÄI-401, varastoi polttoainekentältä tulevan materiaalin väliaikaisesti ennen materiaalin syöttämistä kattilaan. Annostelusiilo on varustettu jatkuvatoimisella pinnanmittauksella. Kääntyvä tasauslaite, KPA1-MEK-418, jakaa polttoainekentältä tulevan materiaalin tasaisesti annostelusiiloon. /11/

Siilon pohjalla on pyörivä ruuvipurkain CSR-3, KPA1-KUL-408, jonka tehtävä on purkaa polttoainemateriaalia annostelusiilosta ruuvikuljettimelle, KPA1-KUL-409. Ruuvipurkain koostuu kolmesta pääosasta: ruuvi, kääntökoneisto ja voitelulaite. Ruuvipurkaimen ruuvi kuljettaa materiaalin siilosta ruuvikuljettimelle. Ruuvipurkaimen purkauskapasiteetti säädetään säätämällä ruuvin pyörimisnopeutta eli moottorin taajuutta taajuusmuuttajalla. Tasaustaskun pinnanmittaus säätää ruuvikuljettimen, KPA1-KUL-409, ja ruuvipurkaimen, KPA1-KUL-408, kapasiteettiä siten, että materiaali pinta tasaustaskussa pysyy tasaisena. Ruuvipurkain vastaavasti syöttää tasaustaskua, jossa on pinnan mittaus. Mittaus säätää edellä mainittujen purkainten toimintanopeutta. /11/

Tasaustaskua, KPA1-MEK-417, käytetään ruuvikuljettimelta, KPA1-KUL-409, tulevan materiaaliin tasaamiseen ja jakamiseen kahdelle syöttöruuville, KPA1-KUL-410 ja KPA1-KUL-410. Tasaustasku on varustettu jatkuvatoimisella radioaktiivisella pinnanmittauksella. /11/

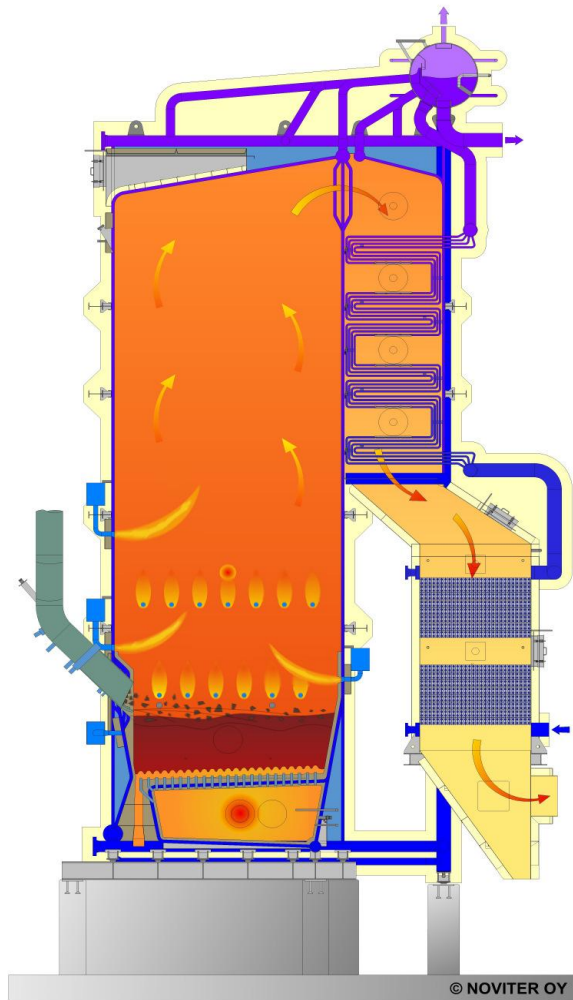
Syöttöruuvien jälkeen prosessi etenee sulkusyöttimille, KPA1-KUL-412 ja KPA1-KUL-413, jotka estävät tulipalon etenemisen kattilasta syöttäviin laitteisiin. Sulkusyöttimet kuljettavat polttoainemateriaalin syöttöruuveilta syöttötorvien kautta tulipesään. Kuvassa 4 on kuvattu tuotantoprosessia KPA:n syötön kohdalta.

Kattilaan syötetty polttoaine palaa inertissä, palamattomasta materiaalista koostuvassa patjassa, johon puhalletaan ilmaa alhaalta arinassa olevien suutintuubien kautta. KPA1-laitoksella inertinä leijumateriaalina käytetään hiekkaa ja siihen syötetty polttoaine palaa tehokkaasti normaaliajossa noin 750-850 °C:ssa polttoaineen kosteudesta ja kuormasta riippuen.

Leijukerroksen käyttäytyminen riippuu mm. kaasun virtausnopeudesta, petimateriaalista, pedin ja polttoaineen partikkelikojakaumasta, pedin korkeudesta ja palamisilmajaosta sekä pedin painehäviöstä. /9/

Leijupedille tyypillisiä piirteitä ovat:

- Hyvä kaasun ja kiintoaineen sekoitus.
- Pedin suuri lämpökapasiteetti mahdollistavat huonolaatuisen, matalalämpöarvoisen ja kostean polttoaineen polton hyvällä hyötysuhteella.
- Kattilassa on mahdollista käyttää erilaisia polttoainelaatuja.
- Tasainen ja matala palamislämpötila sekä palamisilman vaiheistus.
- Rikkipäästöjä voidaan vähentää syöttämällä kalkkikiveä petiin.
- Lämmönsiirto pedistä kattilan vesipiiriin on hyvä.
- Leijupedissä ei juuri tarvita polttoaineen esikäsittelyä lähinnä vain raudan erotus ja murskaus sekä seulonta. /9/



Kuva 5. Leijupetikattila Noviter Oy

Petihiekka

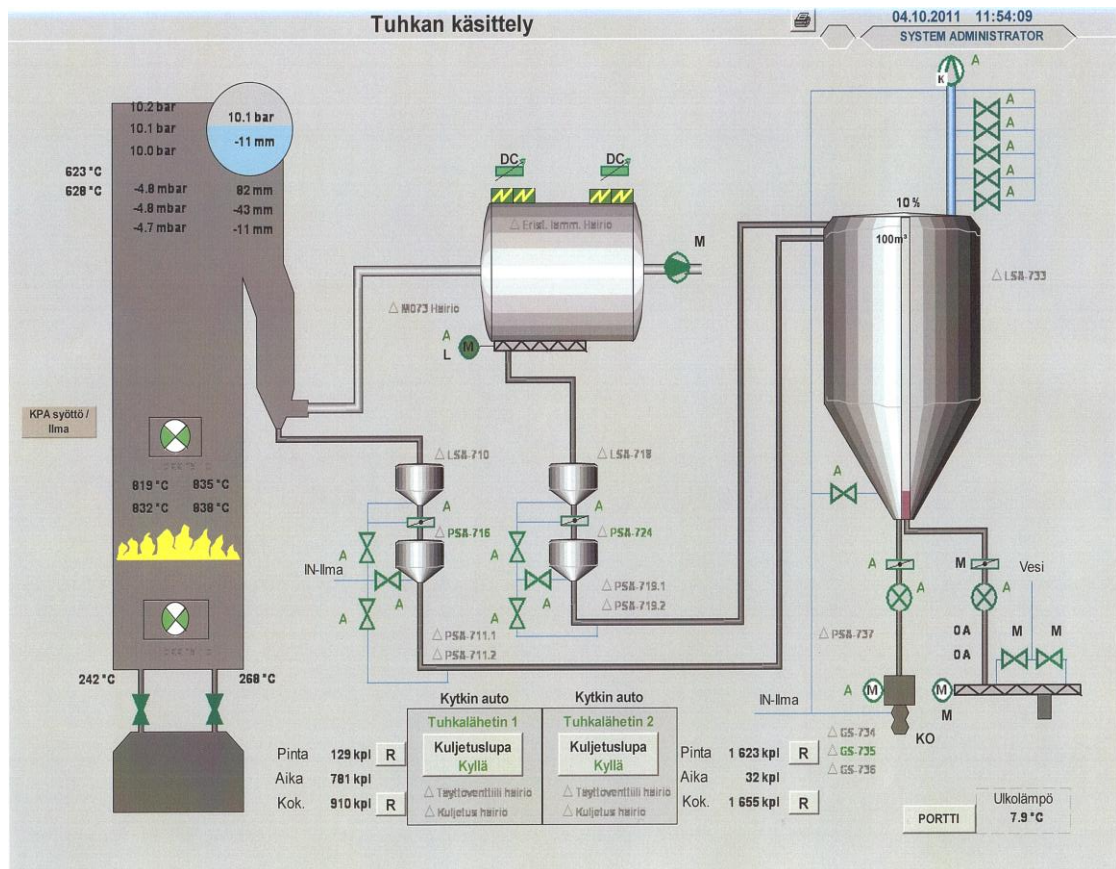
Polttoaine sisältää hienoa hiekkaa, joka osittain karkaa petistä tuhkan mukana. Hiekka karkenee myös aikaa myöten ja leijuminen vaikeutuu. Tällöin hiekkaa on pyrittävä poistamaan arinalta runsaammin ja lisättävä uutta hiekkaa erillisestä hiekkasiilosta, KPA1-SÄI-801. Hiekan syöttö kattilaan tapahtuu paineilman avulla hiekansiirtoputkistoa pitkin avaamalla paine- ja siirtoilmaputkiston sulkuventtiilit täyttöasentoon. Hiekka syötetään kattilaan korvaamaan pohjatuhkan poiston ja lentotuhkan mukana poistuva hiekka. Hiekan lisästarve riippuu poistotarpeesta, hiekan laadusta, polttoaineesta ja kattilakuormasta sekä petipaineen muutoksesta. Hiekan raekoko on 0,3-0,6 mm ja sulamispiste yli 1100 °C. /11/

Tuhkan käsittely

Pohjatuhka poistetaan suoraan kattilan alla olevalle kuonalavalle. Poisto suoritetaan kahdesta eri kohdasta pohjatuhkan poistoputkia pitkin. Poistoputket on varustettu sulkuventtiileillä, joita ohjataan kattilan vieressä olevasta kytkimestä pneumaattisesti; petihiekan poistoa varten venttiili avataan hetkellisesti, normaalisti se on kiinni. Pohjatuhkassa oleva petihiekka seulotaan hiekanseulontajärjestelmällä uusiokäyttöön.

Kattilan kakkosvedon tuhka johdetaan alla olevaan pneumaattiseen tuhkalähttimeen KPA1-MEK-601. Sähkösuotimen lentotuhka siirretään lentotuhkaraapan ja siirtoruuvien avulla tuhkalähttimeen KPA1-MEK-602. Pneumaattiset lähttimet lähettävät tuhkaa lähttimien pinnan ohjaamina siirtoputkia pitkin lentotuhkasiiloon, josta se voidaan purkaa kuivapurkauksella suoraan auton tankkiin. Kuva 6 esittää tuhkan käsittelyä laitoksella.

Lähetyspaineen poistamiseksi siilossa on suodattimella ja puhaltimella varustettu linja ulkoilmaan. Suodattimen puhdistusilmat ovat ohjelman mukaisesti toiminnassa riippumatta tuhkalähtetyksistä tai purkauksista. Poistoilmapuhallinta käytetään vain kuivapurkauksen yhteydessä takaamaan siiloon riittävä alipaine, että purkauksessa syntyvä pöly saadaan takaisin siiloon. /11/



Kuva 6. Laitoksen tuhkan käsittelyjärjestelmä /15/

5.3.2. Primääri-ilma

Primääri-ilman tarkoitus on syöttää kattilan tulipesään oikea määrä ja oikean lämpöistä ilmaa polttoaineen palamiseen ja leijupedin leijuttamiseen. Primääri-ilmaa tarvitaan myös syöttötorvien KPA1-MEK-413 ja KPA1-MEK-414 jäähdytysilmana sekä polttoaineen kantoilmana syöttötorvissa. /11/

Primääri-ilmapuhallin syöttää pesurin kostuttimessa KPA1-MEK-703 kostutettua ilmaa kanavia pitkin kattilan vesijäähdytettyyn primääri-ilmakaappiin ja siitä edelleen arinasuuttimille. Arinasuutinten kautta tuodulla palamisilmalla leijutetaan pedin polttoainehiekkaseosta ja varmistetaan polttoaineen palaminen tulipesän alaosassa. Primääri-ilman määrää säädetään polttoainetehon mukaan moottorisäätöpellillä KPA1-MEK-802, leijuilmamäärän mittaus tapahtuu primääripuhaltimen imupuolelta. Mittauksessa on

kiertokaasu mukana silloin kuin säätö niin vaatii. Leijupedin lämpötilaa rajoitetaan sekoittamalla ilmaan kiertokaasua puhaltimen imupuolella eli happipitoisuutta laskemalla.

/11/

5.3.3. Sekundääri-ilma

Sekundääri-ilmajärjestelmän tarkoituksena on syöttää kattilan tulipesään oikea määrä ilmaa, jotta polttoaineen palaminen olisi mahdollisimman tasaista. Järjestelmää tarvitaan myös yläpuoliselle polttimelle ja nuohoimille huuhteluilmaksi.

Sekundääri-ilmapuhallin syöttää pesurin kostuttimessa KPA1-MEK-703 kostutettua ilmaa tasosäätöpelleillä varustettuja kanavia pitkin kattilan etu-, taka- ja sivuseinille eri tasoihin integroituihin ilmakammioihin, joista ilma jaetaan edelleen käsikäyttöisiä säätö- ja punttipeltejä säätämällä tulipesään. Sekundääri-ilman painetta säädetään taajuusmuuttajakäyttöisen puhaltimen kierrosnopeutta säätämällä, paineen asetusarvo määräytyy kattilan kuorman funktiona, joka saa korjauksen säätöpeltien asennoista. Sekundääri-ilman kokonaismäärää säädetään kattilan polttoainetehon mukaan, määrämittaus KPA1-FICZA-220 on puhaltimen imukanavassa. Tasokohtainen ilmamäärä säädetään siten, että virtauksen säätöpiirin asetusarvo muokataan vastaamaan haluttua sekundääri-ilman osuutta tasoilmasta tiettyjen käyrästöjen perusteella. Sekundääri-ilmamäärää korjataan savukaasujen happipitoisuuden perusteella ja se taas vaikuttaa tasoilmojen säätöihin. /11/

5.3.4. Savukaasujärjestelmä

Savukaasujärjestelmän tehtävä on siirtää tulipesässä polttoaineen poltossa syntyneet savukaasut savupiipun kautta ulos. KPA-kattilassa tulipesän alipaine saadaan aikaan savukaasupuhaltimella, öljykattilan ylipaine puolestaan palamisilmapuhaltimella. /11/

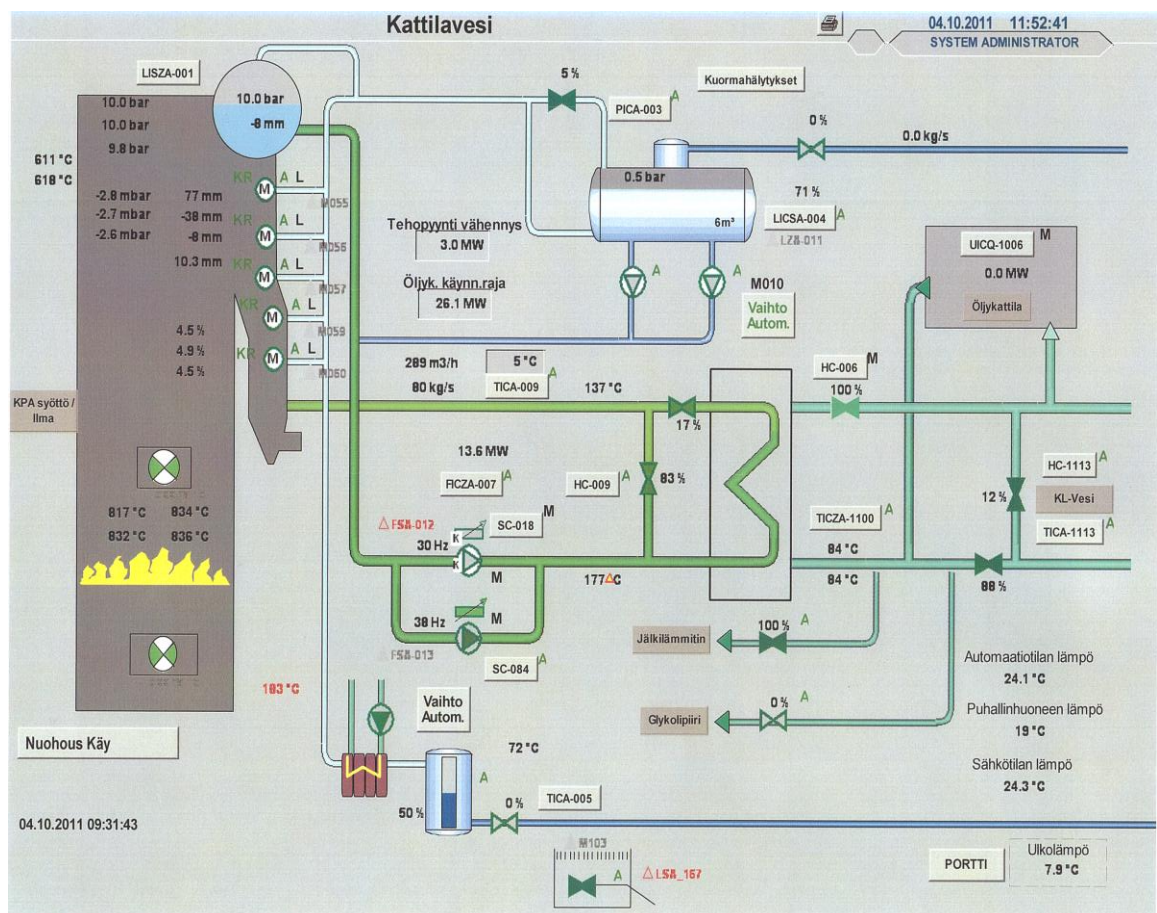
Tulipesässä syntyvät palamiskaasut ja pölyhiukkaset johdetaan ekonomaiserien lämpöpintojen läpi, jolloin niiden sisältämä lämpö saadaan talteen. Savukaasun mukana oleva pöly erotetaan sähkösuodattimessa. Savukaasupuhallin painaa kaasut savukaasupesuriin KPA1-MEK-701, jossa savukaasun sisältämä lämpö otetaan talteen ja jäähtynyt savukaasu johdetaan piipun kautta ilmaan. Savukaasun lämpötila KPA1-TI-208 pidetään rikkikastepisteen yläpuolella, jotta vältetään ekon, kanavien ja sähkösuodattimen korroosio-ongelmat.

5.4. Kattilapiiri

Kattilapiirin käyttötarkoitus on lämmittää kaukolämpövesi ns. epäsuoralla kytkennällä eli kattilassa tuotettu kuuma vesi lämmittää lämmönsiirtimen toisiopuolella kiertävää vettä kaukolämpöverkostoon. Kattilassa vesi kiertää kiertovesipumpun avulla ekonomaiserien I ja II kautta kattilalieriöön, josta se laskuputkien kautta siirtyy luonnonkierron mukaisesti kattilan tulipesän seinille. Seiniltä vesi nousee yläosan kokoojien kautta lieriöön ja sieltä edelleen ulos kattilasta. Lieriön yläosaan muodostuvaa höyryä käytetään kattilan nuohoukseen, lisävesisäiliöiden lämmitykseen ja inerttihöyrynä siilon ja tasaustaskun sammutukseen. /11/

Kattilasta lähtevä vesi pumpataan kiertovesipumpulla kaukolämpösiirtimeen, jossa kuuma vesi luovuttaa lämpönsä kl-piiriin ja palaa kattilaan. Kattilaan palaavan veden määrä ja lämpötila vaihtelee kattilatehon mukaan; vesimäärää säädetään taajuusmuuttajakäyttöisillä pumpuilla ja säätöventtiileillä, veden lämpötilaa shunttilinjan ja em. säätöventtiilien avulla. Kattilaveden pintaa pidetään sopivana järjestelmään liittyvän lisävesisäiliön ja -pumppujen avulla. Kattilapiirin vesikemiaa annostellaan manuaalisesti kemikaaliannostelupumpulla, jolla kemikaaleja syötetään kiertovesipumppujen imupuolelle putkesta otettavan vesianalyysin arvojen mukaan. /11/

Jatkuvan ulospuhalluslinjan avulla kattilavedestä poistetaan lisäveden mukana tulleet suolat ja orgaaniset aineet. Sääto tapahtuu käsiventtiilillä kuormituksen ja vedenkäsittelyn mukaan. Ulospuhallusvesi johdetaan ulospuhallussäiliöön, josta se jäähtyäkseen jälkeen johdetaan viemäriin. Säiliöstä viemäriin johdettavan veden lämpötilaa säädetään jäädyttämällä sitä kylmällä jäädytysvedellä. Kuvassa 7 on esitetty valvomojärjestelmän avulla kattilapiirin toiminta.



Kuva 7. KPA1-kattilavesi /15/

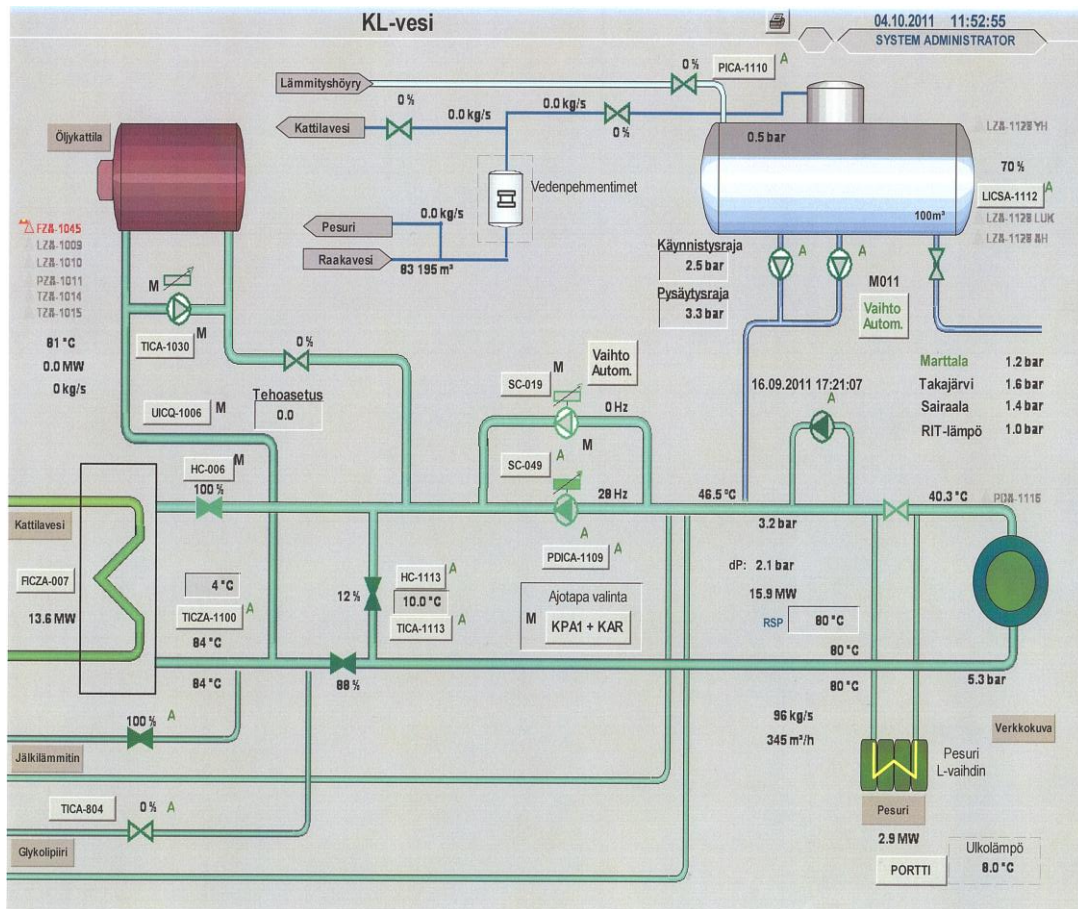
5.5. Kaukolämpöjärjestelmä

Kaukolämpöjärjestelmä tarkoituksena on tuottaa kaukolämpöä kl-verkkoon lämmönsiirtimen välityksellä. Kl-piiriin on kytketty myös muita järjestelmiä: öljykattilapiiri ja pesurin lämmönsiirrin ja glykolin esilämmityspiiri.

Kaukolämmön paluuvesi laitokseen tulee suodattimen kautta, jonka tukkeutumista valvotaan paine-eromittauksen avulla. Pesurin ollessa toiminnassa kaukolämpövesi johdetaan kokonaisuudessaan pesurin lämmönsiirtimeen KPA1-LSI-701, jossa paluueden lämpötilaa nostetaan pesuriveden virratessa siirtimen toisella puolella. Paluueden lämpötilan mittaus LTO:n jälkeen mitataan siirtimen jälkeen anturilla. Pesurin ollessa pois käytöstä kaukolämpövesi voidaan silti kierrättää pesurin lämmönsiirtimen kautta, mutta se voidaan myös ohittaa esim. huollon ajaksi pneumaattista sulkuventtiiliä avaamalla. /11/

Pesurin yhteiden jälkeen putkistossa on sivuvirtapiiri, jossa sivuvirtasuodattimen läpi ohjataan n. 5 % palaavasta kl-vedestä. Piirin vesimäärän säätö suoritetaan manuaalisesti linjasäätöventtiilillä vesimittarin kulutuksen mukaan. Kaukolämpöpumppujen imupuolella putkistossa on yhde kemikaaleille, jota annostellaan kemikaalipumpulla putkesta otettavan vesianalyysin arvojen mukaan. Kaukolämpöpumput ovat taajuusmuuttajasäätöisiä pumppuja, joista toinen on varalla. Pumpuilla vesi painetaan kaukolämpösiirtimeen ja siitä edelleen ulos laitoksesta kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpöpiirin menoveden säätö haluttuun lämpötilaan tapahtuu sekoittamalla paluuvettä kuuman menoveden joukkoon. Kaukolämpöverkon paisunnasta ja paineenpidosta huolehtii kaukolämmönpaisunta- ja paineenpitojärjestelmä. /11/

Kuvassa 8 on esitetty kaukolämpöjärjestelmä sekä KPA1:sen öljykattilapiiri.



Kuva 8. Kaukolämpöjärjestelmä /15/

6. KUNNOSSAPITO

Nykykäsityksen mukaan kunnossapidon ensisijainen tehtävä on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon kuuluu rikkoutuneiden laitteiden tai komponenttien korjaukset, mutta korjaustoiminta ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole nykynäkemyksen mukaan kustannus vaan tärkeä tuotantotekijä, jonka avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky.

Kunnossapidon termit ja käsitteet on esitetty standardissa SFS-EN 13306, joka on vahvistettu 10.9.2001. Standardi on voimassa koko EU:n alueella. Suomessa toimii PSK Standardisointiyhdistys, joka laatii suomenkielisiä standardeja mm. teollisuuden tarpeisiin. PSK:n standardit ovat harmoniassa vastaavien EN-normien kanssa.

Kunnossapito määritellään SFS-EN 13306 standardissa seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. /5/

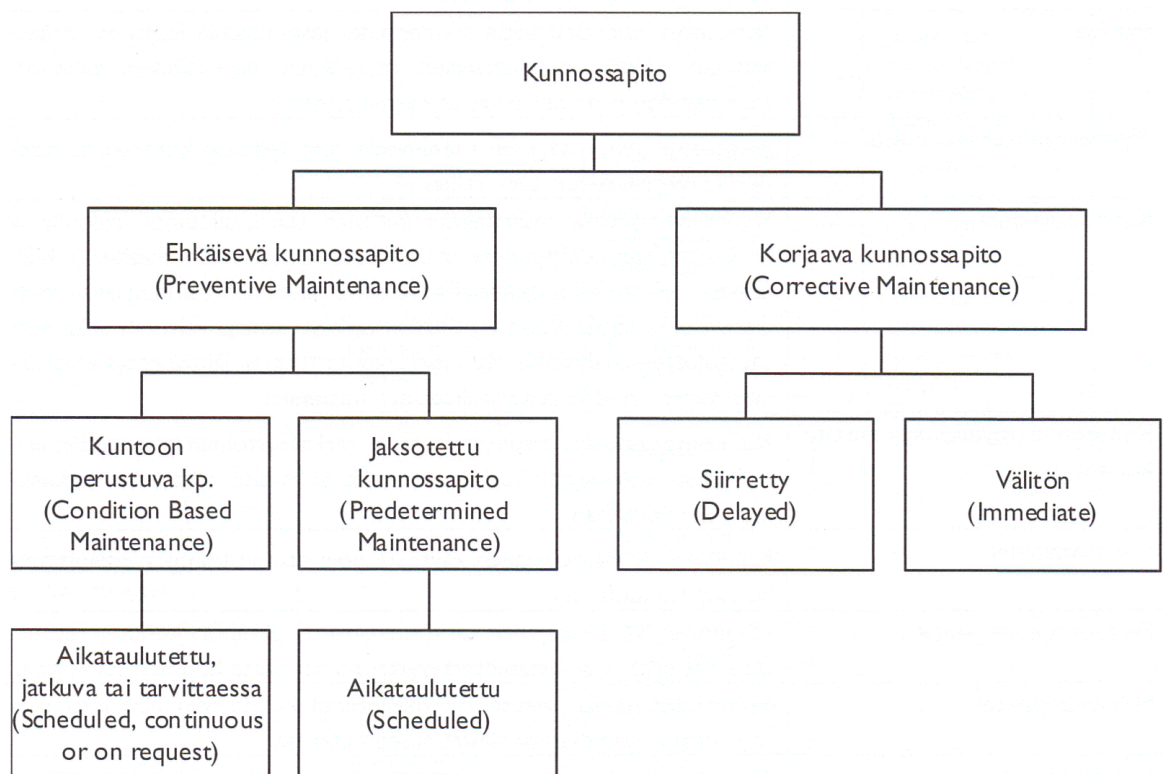
PSK 6201:n määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. /5/

Nykyaikaisessa tuotannossa on käytettävyyks eli prosessien jatkuva toiminta tullut entistä tärkeämmäksi ja keskeisemmäksi asiaksi. Laitteiden vikaantumisista aiheutuva korjaava kunnossapito aiheuttaa aina suurimmat menetykset ja kustannukset, joten uusia kehittyneempiä menetelmiä on etsittävä ja niitä kehitettävä. Uusia ratkaisuja ollaan nykyään toteuttamassa kokonaisvaltaisen, laadukkaan, ympäristömyönteisen ja jatkuvaan parantamiseen panostavan kunnossapidon avulla, jossa oikeilla toimenpiteillä voidaan tehokkaasti vaikuttaa kaikkiin tuotannon osa-alueisiin, eikä siis ainoastaan kunnossapitokustannuksiin. /1/

6.1. Kunnossapitolajit

Suomessa hyväksytty standardi SFS-EN 13306 jakaa toimenpiteen vian havaitsemisen mukaan. Vika määritellään tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää kohteen toiminnan. Kuvassa 9 on kuvattuna standardi SFS-EN 13306 määrittämien mukaiset kunnossapitolajit.



Kuva 9. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan /13/

Alla olevissa alaotsikoissa käsitellään tarkemmin kunnossapitolajeja SFS-EN 13306 standardin mukaan. Kuvassa 10 on esitetty kunnossapitolajien jakautuminen teollisuudessa.

Päivittäisessä kunnossapitotoiminnassa voidaan tunnistaa viisi päälajia:

- Ehkäisevä kunnossapito, joka pitää sisällään jaksotetun kunnostamisen, kunnonvalvonnan, kuntoon perustuvan kunnossapidon sekä ennustavan kunnossapidon.
- Korjaavan kunnossapito, johon sisältyvät korjaaminen ja kunnostaminen.
- parantava kunnossapito
- huolto
- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. /5/

6.2. Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen komponenttien heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on aikataulutettua, jatkuvaa tai huoltoja tehdään vaadittaessa. Tulosten perustellaan voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Kunnonvalvontaa tehdään kohteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla etsitään oireilevia vikoja tai todetaan havaintojen avulla kohteen olevan toimintakunnossa. /5/

Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy muun muassa:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- testaaminen ja toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta. /5/

6.3. Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon korjaamalla. Osan tai komponentin elinikä voidaan laskea korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla. Korjaavan kunnossapito voi olla joko suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. /5/

Korjataan kunnossapitoon sisältyvät seuraavat toimet:

- vian määrittäminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus. /5/

6.4. Kuntoon perustuva kunnossapito

Condition-based maintenance (CBM) -eli kuntoon perustuva kunnossapito on ongelmien jatkuvaa ratkaisemista, joka takaa, että tila, rakennus tai ulkoalue on jatkuvasti optimaalisessa kunnossa. /12/

Siinä missä järjestelmällinen kunnossapito vastaa auton ajovalon vaihtamisesta joka toinen vuosi, vastaa kuntoon perustuva kunnossapito siitä, että valo vaihdetaan kun se on palanut loppuun. Kyse ei siis ole akuutista viasta järjestelmän toiminnan kannalta, mutta kuitenkin niin tärkeästä asiasta, että se pitää viipymättä korjata. /12/

Esimerkkejä kuntoon perustuvasta kunnossapidosta:

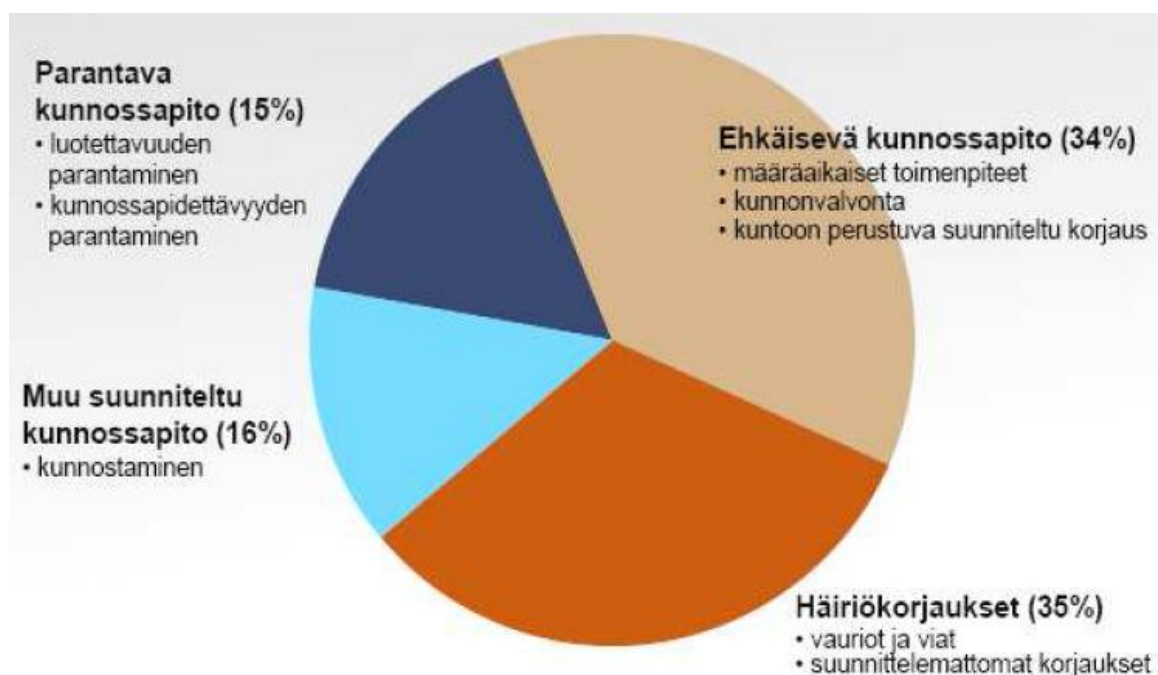
- graffitien poistaminen ulkoseinistä ja kylteistä
- lattiapäällysteen korjaaminen
- valomainosten uusiminen. /12/

6.5. Huolto

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määräväleihin. Huoltovälit määräytyvät kohteen käyttöajan tai – määrän mukaan ottaen huomioon myös käytön rasittavuuden. /5/

Jaksotettuun huoltoon sisältyvät seuraavat toimet:

- puhdistus
- voitelu
- huoltaminen
- kuluvien osien vaihtaminen.



Kuva 10. Kunnossapitolajien jakautuminen teollisuudessa /5/

6.6. Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei toistaiseksi ole mielletty kunnossapitoon kuuluvaksi toiminnoiksi. Niiden tärkeys toki ymmärretään, mutta vain harvassa yrityksessä näiden asioiden tekeminen on systemaattista. Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei ole käsitelty kunnossapidon standardeissa. Kansainvälisissä kunnossapitokonferensseissa on kuitenkin viime vuosina esitetty useista esimerkkejä näiden menetelmien menestyksellisestä käyttämisestä. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä selvitetään vian perussyyn sekä vikaantumisprosessi. Tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutumisen. /5/

Tavanomaisimmat menetelmät ovat:

- vika-analyysi
- vikaantumisen selvittäminen
- mallintaminen
- simulointi
- perussyyn selvittäminen
- materiaalianalyysit
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset sekä riskinhallinta
- suunnitteluanalyysit. /5/

6.6.1. Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

Kunnossapidon toimenpiteet kohdistuvat koneen tai tuotantolinjan yksittäisiin komponentteihin ja osiin. Ennen yksittäisten komponenttien tarkastelua on hyvä tehdä laitekokonaisuudesta analyysi siitä, millaisia vikoja koneessa voi olla, miten ne ilmenevät, mistä ne johtuvat ja mitä seurauksia niistä voi olla koko tuotantolinjan toiminnalle. Laitteiston toiminta-analyysiä kutsutaan vika- ja vaikutusanalyysiksi, joka auttaa ymmärtämään kokonaisuutta ja eri osien merkitystä kokonaisuudelle. /10/

Vika- ja vaikutusanalyysi on kokonaisuudessaan työläs prosessi. Suurten ja monivaiheisten tuotantoprosessien analysoinnissa kannattaa lähteä liikkeelle pienemmistä kokonaisuuksista. Analysoin vika- ja vaikutusanalyysiä apuna käyttäen osan KPA1:sen komponenteista. Liitteessä 1 on määritelty taulukkona vika- ja vaikutusanalyysit mm. vastaanottoaseman, tasaustelan, kiekoseulan, kolakuljettimien, hihnakuljettimen, murskan ja sulkupellin osalta. Edellä mainitut positiot on valittu vikaherkkyiden takia.

Ensimmäisessä vaiheessa määritellään, mitkä osat järjestelmästä tulevat ensimmäiseksi analysoitaviksi. Aloitus on syytä tehdä osista, jotka ovat prosessin kannalta tärkeimpiä varsinkin, jos samat osat ovat myös vikaherkkiä. Toisessa osassa määritellään osan kriittisyys toiminnalle. Kriittisyysluokkien määrittely riippuu tuotantoprosessista ja sen vaatimuksista. /10/

Varaosien kriittisyysluokituksen jaottelu:

- Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat osat, jotka vikaantuessaan pysäyttävät koneen tai laitteen heti tai laite vikaantuessaan alentaa huomattavasti linjan kapasiteettia tai tuotteen laatua. Lisäksi osat, jotka vikaantuessaan vaikuttavat turvallisuuteen ja ympäristöön.
- Toiseen luokkaan kuuluvat osat, joilla vikaantuessa voidaan vielä ajaa, mutta jotka on kuitenkin vaihdettava mahdollisimman nopeasti. Lisäksi osat, jotka vikaantuessaan alentavat hieman linjan kapasiteettia tai tuotteen laatua.
- Kolmanteen luokkaan kuuluvat osat, joiden vikaantuessa koneella voidaan ajaa seuraavaan huoltoon asti linjan kapasiteettia tai tuotteen laatua oleellisesti alentamatta. /10/

Tämän jälkeen listataan potentiaaliset vikatilanteet ja kuvataan, miten toiminta vikatilanteessa poikkeaa normaalista toiminnasta. Lisäksi selvitetään kuinka nämä vioittumiset voivat tapahtua. /10/

Seuraavaksi selvitetään vikaantumisen vaikutukset itse toimintaan esimerkiksi seisokkiaika, laadun alentuminen yms. Lopuksi määritellään vikaantumisen seuraukset laajemmin koko laitokselle ja ympäristön kannalta esimerkiksi turvallisuuteen, ympäristöön yms. /10/

Vioittumisprosessin tunteminen on yksi tärkeä edellytys vikaantumisen ehkäisemille ja ylipäätään koko kunnossapitotoiminnalle. Vioittumisprosessien tunnistaminen ja analysoiminen mahdollistaa vikojen ennaltaehkäisyn tai korjaamisen niin että laite ei ehdi vikaantua. Kun vioittumistapa on tunnistettu, voidaan arvioida sen vaikutukset ja päättää mitä tehdään tilanteen ennakoimiseksi, tunnistamiseksi, estämiseksi tai korjaamiseksi. /10/

6.7. Kiinteän polttoaineaseman kunnossapito

Kemin Energian kunnossapito-organisaatio koostuu koko lämpöosaston henkilökunnasta ylintä johtoa myöten. Organisaatioon kuuluvat lämpöosaston päällikkö, käyttöinsinööri, automaatioinsinööri, kunnossapitoinsinööriharjoittelija sekä kahdeksan lämmittäjää. Insinöörit toimivat työnjohtajatehtävissä sekä huolehtivat kenttätöiden sujuvuudesta, kun taas lämpöosaston päällikkö käsittelee kunnossapidon suuret linjat. Laitosmiehet huolehtivat kiinteän polttoaine laitoksen prosessin sujuvuudesta ja kunnossapitotöistä. Insinöörit mm. tilaavat tarvittavat varaosat sekä kehittelevät parannuksia laitokselle.

Työajat pyörivät kahdessa vuorossa. Aamuvuorossa on töissä 2-3 laitosmiestä ja iltavuorossa vastaavasti 2 henkilöä. Päivystäjä hoitaa laitoksen ajon yöaikaan 22.00-06.00 välisen ajan. Päivystäjän apuna on tarvittaessa apupäivystäjä. Päivystys kestää aina viikon ja seuraava viikko koostuu apupäivystyksestä. Insinöörit osallistuvat myös päivystyskiertoon. Viikonloppuisin aamuvuorossa ja iltavuorossa on ainoastaan yksi työntekijä.

Laitoksella suoritetaan omatoimisesti viikko-, kuukausi- ja vuosihuoltoja. Päivittäin suoritetaan laitoksen tarkastus, jolloin laitos kierretään läpi, käyden joka paikka aistinvaraisesti prosessista läpi. Jos kierroksella ilmaantuu tavallisuudesta poikkeavaa, siitä

ilmoitetaan työnjohtajalle mahdollisimman nopeasti, koska poikkeavuudet kirjataan ylös kunnossapito-ohjelmaan. Kierros lähtee vastaanotosta edeten seulomoon, kattilarakennukseen, pesurille, kostutinhuoneeseen ja puhallinhuoneen kautta vedenkäsittelyhuoneeseen. Lisäksi öljykattilat (Karjalahti, Takajärvi, Kivikangas ja Eteläntie) käydään myös aistinvaraisesti läpi. Liitteessä 2 käydään tarkemmin läpi mekaanisia laitteita käsitellen vastaanottoaseman, tasaustelan, kolakuljettimien, hihnakuljettimen, kiekko-seulan, murskan ja sulkupellin osalta huoltoperiodi neljän vuoden ajalle.

Päivittäisiä sekä viikoittaisia mekaanisia huoltoja kiinteän polttoaineen laitoksella:

- aistinvarainen havainnointi
- hihnakuljettimien tarkistukset
- magneetin hihnan tarkistus
- kiekko-seulan ketjujen rasvaus
- repijätelojen tarkistus
- pohjatuhkan tarkkailu ja lanaus
- kattilan petin tarkkailu
- moottorien, pumppujen ja puhaltimien käyntiäänien, lämpötilojen ja paineen tarkkailu
- vedenpehmenyysuolan lisääminen
- koneikon paineen ja lämpötilan tarkkailu
- laitoksen puhtaanapito.

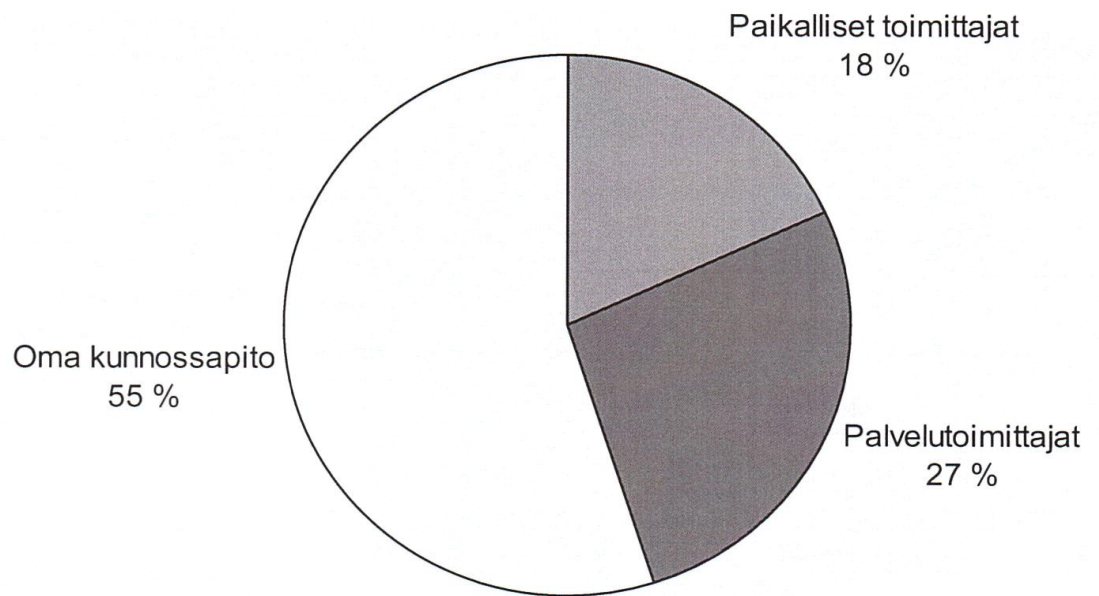
Mekaanisia kuukausihuoltoja:

- vesianalyysit
- rasvauskierros, jossa käydään läpi sovitut/mahdolliset rasvauskohteet
- naulalaatikon tyhjennys
- pohjatuhkakontin tyhjennys
- vaihteistoöljyjen lisääminen tarvittaessa
- ruuvipurkaimen keskusvoitelulaitteen rasvauksen tarkistus ja lisäys tarvittaessa
- ruuvipurkaimen avohammaskehän voitelu
- rasvapatruunoiden vaihto kohteisiin

- sulkusyöttimen ylikuormituskytkimen tarkistus
- pumppujen liitäntäletkujen ja liitosten tarkistukset sekä uusiminen tarvittaessa
- boksitiivisteiden voitelu
- raudanerottimen puhdistus
- seulomon imurointi ja lattian pesu
- murskan terien tarkistukset.

Lämmityskauden aikana kattila joudutaan ajamaan alas noin 5-8 kertaa. Syyt voivat olla moninaisia, mutta mm. kattilan leijupeti joudutaan vaihtamaan aika ajoin. Syynä leijupedin vaihtoon on polttoaineen mukana petiin kulkeutuvat kivet ja rautaa, jolloin peti kivistyy niin pahoin, että palaminen huononee. Seisokit ovat yleensä vuorokauden mittaisia, minkä aikana tehdään ne huoltotyöt, joita ei voida suorittaa laitoksen käynnin aikana.

Kesällä suoritettava seisokki ajoittuu kesä-syyskuulle, jolloin Metsä-Botniasta ostetaan lämpöenergia. Seisokin pituus on noin kolme kuukautta, jonka aikana laitos huolletaan tarkasti ja ammattitaitoisesti Kemin Energian henkilöstöllä sekä ulkopuolisten yritysten avustamana. Kemin Energia on ulkoistanut osan mekaanisista huolloista ulkopuolisille toimittajille. Kuvassa 11 kuvataan kunnossapitotöiden jakautuminen teollisuudessa eri toimijoiden välillä. Sandvik hoitaa kuljetinhuollot, ABB suorittaa värähtelymittausten tiedon keruun ja analysoinnin, BMS hoitaa kunnonvalvonnan, johon kuuluu mm. puhaltimet, pumput, ruuvipurkaimet, syöttöruuvit, siirtoruuvikuljetin tasaustaskulle, sulkusyöttimet, murska ja kiekkoseula. Veljekset Kujala Oy suorittaa polttoaineen siirrot varastoalueelta vastaanottoon, pohjatuhkalavan ja lentotuhkasäiliön tyhjennykset kaatopaikalle sekä maansiirtotyöt kaukolämpöverkon rakennustyömailla. Hitsauspalvelu Väärälä Ky hoitaa laitosalueella erilaiset metalli- ja hitsaustyöt sekä kaukolämpöverkon rakentamisen.



Kuva 11. Kunnossapitotöiden jakautuminen teollisuudessa /5/

7. KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ

Kunnossapidon toiminnanohjausta ja materiaalivirtoja hoitavat tietojärjestelmät ovat osoittaneet tarpeellisuutensa yrityksen muiden tietojärjestelmien rinnalla. Tietojärjestelmät ovat myös tärkeässä asemassa liiketoiminnan kannalta. Järjestelmän käyttäjäkunnan muodostavat yrityksen oma kunnossapito ja tuotanto sekä kunnossapitoa hoitava ulkopuolinen yritys. Kunnossapitojärjestelmän käyttäjät vastaavat pääosin uuden tiedon siirtämisestä järjestelmän tietokantoihin. Tämä olisi tehtävä päivittäisen työn ohella ilman että se vaatisi erikoiskoulutusta tai sovelluksen rakenteen tuntemusta. Tiedon muuttuvat jatkuvasti ja siksi päivitysten on oltava ajan tasalla, koska vain päivitetystä tiedosta on hyötyä huoltotoiminnassa. Jotta kunnossapidon tietojärjestelmästä saataisiin kaikki hyöty, on koko organisaation omaksuttava ja sisäistettävä tietojärjestelmän hyödyntäminen osaksi nykyistä huoltotoimintaa aina ylintä johtoa myöten. Kuvassa 12 on yksinkertaistu kaavio luotettavuuteen tähtäävän kunnossapito-ohjelman tekemisestä. /9/

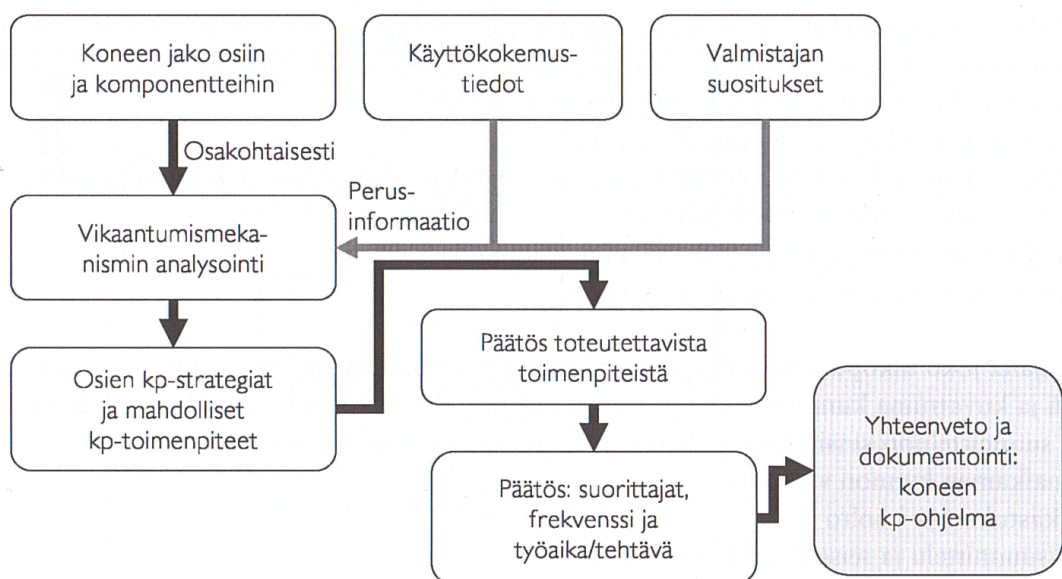
Kunnossapito-ohjelmalle asetettuja vaatimuksia ja ominaisuuksia ovat:

- Toistuvia vikoja voidaan järjestelmällisesti poistaa ja korjausvälejä merkittävästi pidentää.
- Kunnossapitohenkilöstön työmäärä on mahdollista suunnitella ja tehdä joustavaksi.
- Tietoja voidaan raportoida reaaliajassa.
- Ohjelmalla voidaan hoitaa ennakoiva kunnossapito.
- Ohjelma voidaan asentaa palvelimelle, josta ohjelmaa voi käyttää useammalta työasemalta yhtäaikaaisesti.
- Yhteiskäyttö ei saa kuormittaa liikaa yhtiön sisäistä verkkoa.
- Kannettavalta tietokoneelta on oltava mahdollisuus käyttää ohjelmaa suoraan kentältä langattoman yhteyden avulla.
- Uuteen ohjelmaan on saatava aikaisempien järjestelmien tietojen päivittyminen.
- Ohjelman on sisällettävä koneiden, laitteiden ja kaivojen korjaushistoriatiedot.
- Järjestelmä, joka sisältää alan viranomaismääräykset.
- Dokumentoinnin liittäminen kunnossapito-ohjelmaan.
- Laitekohtainen vuosihuoltojärjestelmä.
- Saada viikoittaiset tarkastuskierrokset osaksi kunnossapidon arkipäivää. /9/

Laite- ja laitepaikkarekisterit muodostavat tietojärjestelmän rungon. Tietojärjestelmät sisältävät mm. seuraavia osioita:

- laitepaikkarekisteri ja siihen liittyvät hierarkiat
 - o mekaaninen, sähkö, automaatio
- laitteiden ja laitepaikkojen tekniset tiedot
- varaosaluettelot
- laite- ja laitepaikkahistoriat
- laitepaikkojen kustannusten kohdennuspaikkatiedot
- työtilauskortit
- työaikataulut
- vikailmoitukset
- varasto-ohjelma
- dokumentointi
- yhteystietorekisteri
 - o toimittajat, valmistajat, asiakkaat
- seisokkihallinta.

Kaikkiin moduuleihin liittyvät raportointi ja tulostusosuus. Tulosteita käytetään erilaisiin listauksiin ja seurantaan, joista tärkein on muun muassa kustannusseuranta. /5/



Kuva 12. Kaavio kunnossapito-ohjelman kehitysvaiheista /10/

7.1. Arrow Maint

ARROW Engineering Oy on vuonna 1993 perustettu kansainvälisillä markkinoilla toimiva teollisuuden tietojärjestelmiin erikoistunut palveluyritys, jolla on asiakkaita 15 eri maassa. Yritys on erikoistunut yritysten tuottavuutta ja tuotantokoneiden käynnissäpitoa tehostavien ratkaisujen kehittämiseen, ylläpitoon sekä markkinoitiin. ARROW-järjestelmät soveltuvat erikokoisten ja eri toimialoilla toimivien tuotantoyritysten työvälineiksi. Järjestelmä käsittää Arrow Maint -ohjelman sekä Arrow Machine Track -tietojärjestelmä, joka on erikoistunut tuotantokoneiden käyttöasteen seurantaan. /3/

Opinnäytetyössäni käsittelen ainoastaan Arrow Maint -tietojärjestelmää, mikä on yritysten kunnossapito-osastoille sekä huoltoyhtiöille suunniteltu helppokäyttöinen ja selkeä töidenhallintajärjestelmä. Se sisältää kaikki kunnossapitotöiden hallintaan tarvittavat toiminnot. Järjestelmä on toimialariippumaton ja soveltuu hyvin erityyppisiin ja -kokoisiin tuotantoympäristöihin. /3/

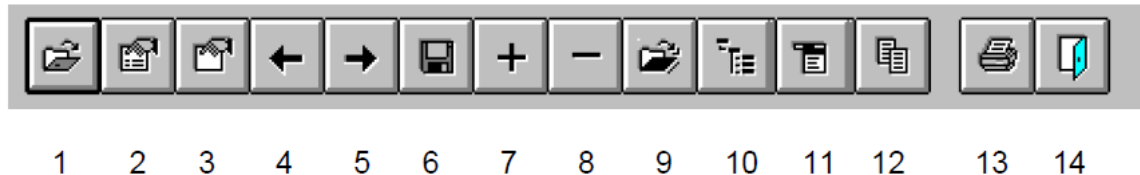
Kunnossapito-ohjelman käyttöliittymä koostuu seuraavista toiminnoista:

- perustiedot
- laiterekisteri
- varaosarekisteri
- toimittajarekisteri
- työaikataulu
- vikailmoitus
- graafiset raportit
- webvikailmoitus.

Opinnäytetyössä syvennytään käyttöliittymän seuraaviin osiin: ohjelman perustietoihin, laiterekisterin luontiin, työaikataulutukseen, huoltosuunnitelman tekoon ja vikailmoituksen tekoon.

7.2. Perustiedot

Ohjelman koostuu seuraavista kuvassa 13 esitetyistä valintapainikkeista:



Kuva 13. Arrow Maint kunnossapito-ohjelman valintapainikkeet /2/

1. Haku
 - Tietojen haku annettujen hakuehtojen mukaisesti.
 - Haku tuo selattavaksi kaikki aktiivisten hakuehtojen mukaiset tietueet rekisteristä. Jos hakuehtoja ei ole syötetty, näytölle haetaan kaikki tietueet. /2/

2. Syötä hakuehdot
 - Valinnalla aktivoidaan lomake hakuehtojen syöttötilaan. Tämän valinnan jälkeen lomake tyhjenee ja kaikkiin kenttiin voidaan syöttää halutut hakuehdot. Jos kyseessä on rivinäyttö, syötetään hakuehdot ensimmäisen rivin kenttiin. Mikäli hakuehtoja on syötetty lomakkeelle aikaisemmin, tulevat ne valinnan jälkeen näkyviin ja niitä voi myös muuttaa. /2/

Taulukossa 4 on esitetty kentät, joiden mukaan haku suoritetaan eri moduuleissa:

Taulukko 4. Kentät, joiden mukaan haku suoritetaan eri moduuleissa

Moduuli	Hakukenttä
Laiterekisteri	Laitteen koodi
Varastotiedot	Varaosakoodi
Toimittajarekisteri	Toimittajan nimi
Vikailmoitus	Laittekoodi

3. Tyhjää hakuehdot

- Tyhjää lomakkeelta kaikki siihen Syötä hakuehdot -toiminnolla syötetyt hakuehdot. /2/

4. Edellinen

- Edellisen tietueen haku. Jos hakutoiminnon tuloksena saatuja tietueita ei ole selattavana enempää ko. suuntaan, toiminto ei ole mahdollinen. Hiiren oikealla näppäimellä päästään ensimmäiseen tietueeseen. /2/

5. Seuraava

- Seuraavan tietueen haku. Jos hakutoiminnon tuloksena saatuja tietueita ei ole selattavana enempää ko. suuntaan, toiminto ei ole mahdollinen.
- Hiiren oikealla näppäimellä päästään viimeiseen tietueeseen. /2/

6. Talletus

- Lomakkeella olevien tietojen talletus.
- Mikäli kyseessä on rivinäyttö, koskee talletus ko. riviä. Tallennus tapahtuu rivinäytöllä automaattisesti myös siirryttäessä riviltä toiselle. /2/

7. Lisäys

- Uuden tiedon lisäys rekisteriin.
- Uuden peruslomakkeen lisääminen, sekä uusien rivien lisääminen rivityyppiseen lomakkeeseen:

Peruslomake / Uuden lisäys:

- o 1. Valitse Uusi (+)
- o 2. Kirjoita uuden lomakkeen tiedot
- o 3. Valitse Tallennus /2/

8. Poisto

- Lomakkeella olevan tietueen poisto rekisteristä. Mikäli kyseessä on rivinäyttö, koskee poisto sillä hetkellä valittua riviä. /2/

9. Siirrä haku edelliselle näytölle

- Siirtää näytöllä olevat hakuehdot edelliselle rivinäytölle. /2/

10. Hierarkia

- Avaa ikkunan, jolla voidaan avata laitehierarkia. Hiiren oikealla näppäimellä voidaan valita halutun laitteen tiedot päänäytölle. /2/

11. Selaus

- Toiminnolla saadaan nähtäväksi apulomakkeelle rekisterin tiedot rivimuodossa. Lomakkeella voidaan käyttää hakuehtoja normaalisti. Hakuehdot syötetään rivinäytön ensimmäisen rivin kenttiin.
- Riveillä selattavista tiedoista voidaan valita haluttu (klikkaa riviä) ja poimia halutun rivin kaikki tiedot päälomakkeelle Poiminta - toiminnolla. /2/

12. Poimi

- Poimii valitun rivin tiedot päänäytölle. /2/

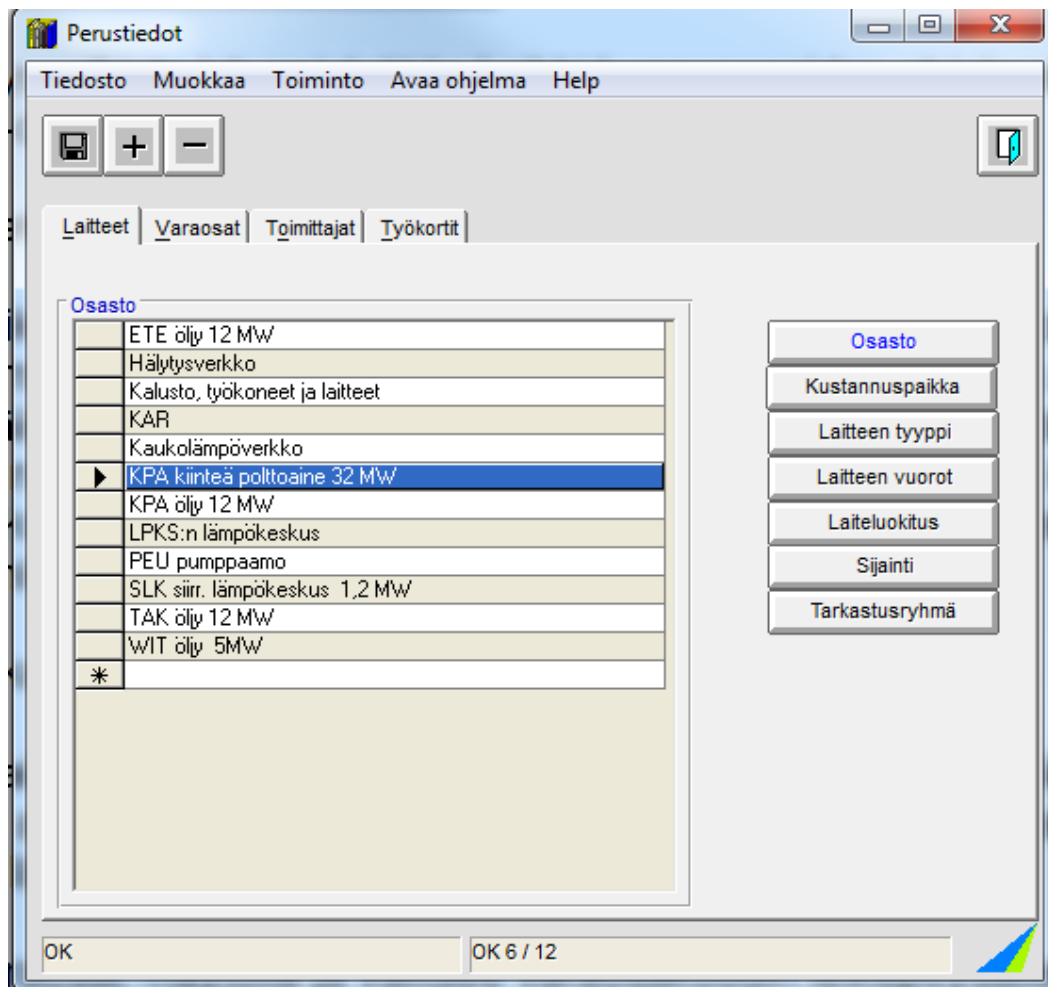
13. Tulostus

- Avaa erillisen esikatselu ikkunan, jossa määritellään tulostuskohteen tiedot sekä oletuskirjoitin. /2/

14. Sulje

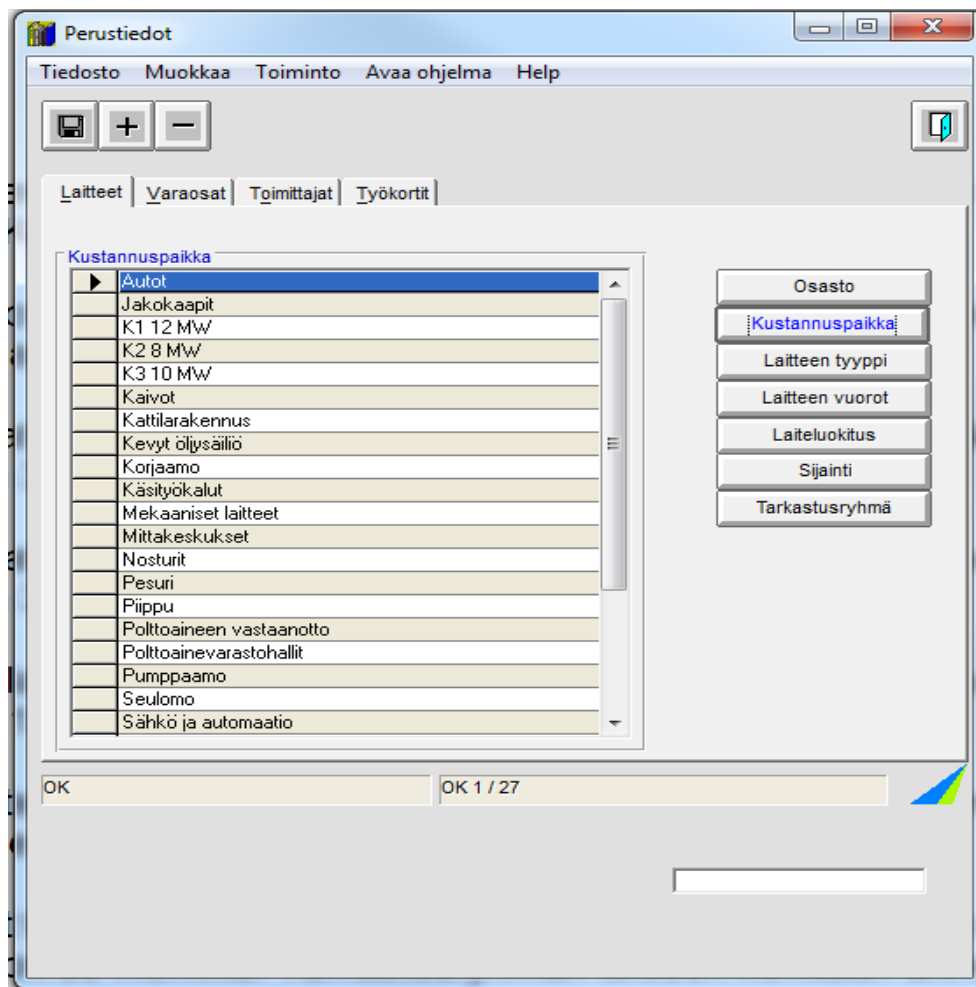
- Sulkee lomakkeen. /2/

Perustiedot moduuli ylläpidetään perustietoutta laitteiden, varaosien, toimittajien ja työkorttien osalta. Kuva 14 käsittelee kunnossapito-ohjelman perustiedot sisältävän moduulin. Osasto tiedosto käsittää laitteiden kaikki osastot, johon laitteet on jaettu.



Kuva 14. Perustiedot sisältävä moduuli, jossa näkyvillä osastojako /4/

Kustannuspaikka -tiedostossa ovat laitteiden eritellyt kustannuspaikat, jotka voidaan valita laitteelle laitekortin kustannuspaikka-valintalistasta. Kuvassa 15 on valittuna KPA kiinteän polttoaine 32 MW -kustannuspaikka, jolloin avautuu osastolle määritellyt kustannuspaikat.



Kuva 15. KPA kiinteän polttoaine 32 MW -kustannuspaikka, jolloin avautuu kyseisen osaston kaikki kustannuspaikat /4/

Perustietomoduulissa on lisäksi mahdollista määrittää ja hakea lisätietoutta osiota vaihtamalla, jolloin tietoa voi hakea myös laitteen tyyppiin, laitteen vuoron, laiteluokituksen, sijainnin tai tarkastusryhmän avulla. /2/

7.3. Laitehierarkia

Laitteen sijainti laitehierarkiassa määritetään osasto, kustannuspaikka ja ylätaso -tietojen avulla eli laitehierarkia on eräänlainen hakemistopuu, jossa jokaisella laitteella on oma paikkansa.

Kuvassa 16 on kuvattu Kemin Energian Oy:n kaukolämpöosaston laitehierarkia. Esimerkiksi ensimmäisessä tasossa on KPA kiinteä polttoaine 32 MW osasto, jonka alla on toisessa tasossa sille määrättyt kustannuspaikat. Toisessa tasossa sijaitsee mekaaniset laitteet, jonka alla on kaikki siihen ryhmään määrättyt positiolaitteet. Positiolaitteet ovat ryhmitelty myös alaryhmiin.

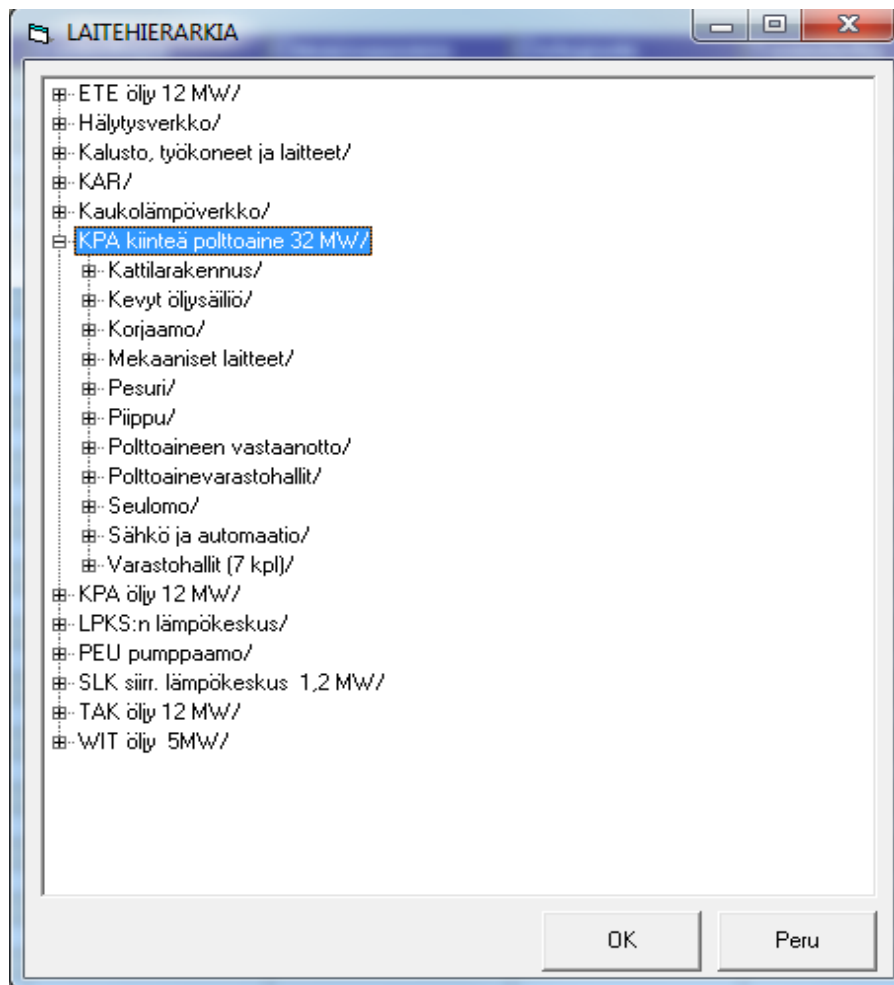
Esimerkkinä tasoista:

KPA kiinteä polttoaine 32 MW

○ mekaaniset laitteet

▪ KPA1-KUL-405/Kolakuljetin 1

• KPA1-M115/Kolakuljetin seulomoon



Kuva 16. Laitehierarkia /4/

7.4. Laiterekisteri

Kuvassa 17 on perusnäkyvä laiterekisteristä, joka kattaa lämpökeskuksien mekaaniset, sähkö- ja automaatiolaitteet sekä osan käsityökaluista ja kalustosta. Laiterekisteri on laitteiden teknisten tietojen tallentamiseen sekä laitteistojen sijaintihierarkian muodostamiseen tarkoitettu moduuli. Laiterekisteri -moduuli koostuu laitteen perustietolomakkeesta sekä useista erilaisten lisätietojen tallentamiseen ja näyttämiseen tarkoitetuista apulomakkeista.

Laitteet-lomakkeelta päästään katselemaan ja muuttamaan kaikkia laitteiden lisätietoja, mutta on huomioitavaa, ettei laitteen perustietoja voida muuttaa kuin laitekortti-lomakkeelta. Hakuehdot syötetään laitekortti-lomakkeelle, ja siirretään sieltä laitteet-lomakkeelle. Hakuehto voidaan välittää myös laitehierarkia-lomakkeelta. Hakuehdoksi voidaan ottaa jokin valittu taso, jolloin laitteet-lomakkeelle tulostuvat kaikki valitun tason alapuolella olevat laitteet. /2/

Laiterekisteri koostuu seuraavista lomakkeista: laiterekisteri, laitekortti, lisätiedot -yleiset, lisätiedot -dokumentit, varaosaluettelo, lisätiedot -lisäkortti, lisätiedot -korttityypit, laitehierarkia ja hierarkian muutos.

Laiterekisteri

Tiedosto Muokkaa Lisätiedot Toiminto

Alalaitteet 2 Näytä kaikki

Laitetunnus	KPA1-KUL-406	Käyttöönotto	1.11.2006	Takuu päättyy	27.12.2008	Toimitettu	28.12.2006
Nimi	HIHNAKULJETIN	Osasto	KPA kiinteä polttoaine 32 MW				
Ylätaso		Kust.paikka	Mekaaniset laitteet				
Malli		Mitat					
Tyyppi	VESME	Paino		Vuorot			
Valmistaja		Poisto-aika	0	Vuotta			
Valm. nro		Hank.hinta	0	Luokitus			
Valm. vuosi		Vastuuhenkilö					
Toimittaja	VESME	Liitäntäteho	0	kW			
Omaisuusnro		Sijainti					
Ostopvm		<input type="checkbox"/> Seurataan					

Lisätiedot

VALMIPIIRNO: KOKPIIRNO: HUOM:3 kW L=4200, B=1000 Hihnanopeus n. 0.8 m/s Hihna ANTIFLAME S1000 EP400/3-3/1.5,(hihna 1000x9250) Laakeriyksikkö UKF211+H2311 Tiivistepesä d50 Vaidemoottori FA77GDV100L4TF M5/180 3kW 39 rpm Tahttorumpu Ø270 L=1100 Vetorumpu Ø27

2051/3208

Kuva 18. Hihnakuljettimen laitekortti /4/

7.4.1. Huoltonimikkeiden yhdenmukaistaminen

Laiterekisterissä oli kattava valikoima mekaanisia laitteita, jotka oli tarkoitus käydä yksitellen läpi. Laitekokonaisuuteen ei mekaanisten laitteiden osalta tullut täydennyksiä, mutta huoltonimikkeiden läpikäyminen laitekohtaisesti oli työläs prosessi. Prosessiin päädyttiin, koska huoltonimikkeiden lukumäärä per päivä kasvoi liian suureksi. Esimerkiksi huoltonimikkeitä yhdistettiin kolapurkainten osalta, koska jokaiselle purkaimelle (4 kpl:ta) on samat huolto-ohjelmat. Kolapurkainten huoltonimikkeet yhdistettiin uudessa versiossa, koska aikaisemmin jokaisella kolapurkaimella on ollut samat huoltonimikkeet.

Prosessi aloitettiin erottelemalla mekaanisen puolen laitteet pääryhmiin: polttimet, puhaltimet, kuljettimet, lämmönsiirtimet, pumput, säiliöt, mekaaniset laitteet ensimmäinen osa ja mekaaniset laitteet toinen osa.

Huoltojen yhdenmukaistamisessa otettiin ensimmäisenä huomioon laitteen pääryhmäjako, jonka jälkeen huoltovälit sekä tehtävät toimenpiteet määräsivät osanumeroinnin. Lisäksi kerättiin Excel -listaan kaikki vanhat huoltonimikkeet ja osanumeroinnit. Uudet huollot numeroitiin lopuksi juoksevasti päänumeroa ja alanumeroa hyväksi käyttäen. Kunnossapito-ohjelman ylläpitäjä ajoi päivitetyn Excel-taulukon ohjelmaan, joten laitekortteja ei tarvinnut päivittää yksitellen.

Prosessin tavoitteena oli järkevöittää työaikataulutusta ja huoltonimikkeiden lukumäärää. Taulukko 5 esittää osaa kolapurkainten 1-4, positiona KPA1-KUL-401–404 huoltojen yhdenmukaistamista.

Taulukko 5. Ote kolapurkainten 1-4 huoltojen yhdenmukaistaminen

Pääryhmät	Vanha huoltonimi	Aika	Yksikkö	KLaji	Päänumero	Ala-numero	Huolto
Kuljettimet					9002		
	KOLAPURKAIN 1 KPA1-KUL-401 TARK	365	päivää	Ennakkohuolto		9002.1	Moottorin laakerit: Tarkista kunto
	KOLAPURKAIN 2 KPA1-KUL-402 TARK	365	päivää	Ennakkohuolto		9002.1	Moottorin laakerit: Tarkista kunto
	KOLAPURKAIN 3 KPA1-KUL-403 TARK	365	päivää	Ennakkohuolto		9002.1	Moottorin laakerit: Tarkista kunto
	KOLAPURKAIN 4 KPA1-KUL-404 TARK	365	päivää	Ennakkohuolto		9002.1	Moottorin laakerit: Tarkista kunto
	KOLAPURKAIN 1 KPA1-KUL-401.1 VAIHD	1460	päivää	Ennakkohuolto		9002.2	Moottorin laakerit: Vaihda ja voitele tarvittaessa
	KOLAPURKAIN 2 KPA1-KUL-402.1 VAIHD	1460	päivää	Ennakkohuolto		9002.2	Moottorin laakerit: Vaihda ja voitele tarvittaessa
	KOLAPURKAIN 3 KPA1-KUL-403.1 VAIHD	1460	päivää	Ennakkohuolto		9002.2	Moottorin laakerit: Vaihda ja voitele tarvittaessa
	KOLAPURKAIN4 KPA1-KUL-404.1 VAIHD	1460	päivää	Ennakkohuolto		9002.2	Moottorin laakerit: Vaihda ja voitele tarvittaessa

7.5.1. Hakuehtojen syöttö

Työaikataulu -valikossa sijaitsee hakuehtojen syöttö, josta voidaan valita haettava nimike esim. laitenimellä, tekijän mukaan, työlain mukaisessa järjestyksessä tai suoritus- eli aikajärjestyksessä. Esimerkiksi huoltotöitä voidaan hakea myös halutun laitteen perusteella. Kenttään syötetään laitetunnus tai laitetunnusosa esim. 123* tällöin haetaan kaikkia 123-alkuisia laitteita. Laitetunnus voidaan myös poimia hierarkianäytöltä hierarkiapainikkeen avulla. Kuva 20 sisältää hakuehto -valikon.

Kuva 20. Hakuehtojen syöttö työaika -valikossa /4/

7.5.2. Huoltosuunnitelman luominen

Huoltosuunnitelmien tekoon siirrytään työaikataulunäytöltä huolto-ohjelma-painikkeella. Huollot -näyttö koostuu kolmesta tasosta: huolto-, osahuolto - ja toimenpideoasa. Kukin osa on aktiivinen silloin, kun sen otsikot ovat tummansinisiä kuten kuvassa 21. Huoltojen ylimpänä tasona on huolto-osa, joka määrittelee huollon tai jonkin erikoisprojektin tunnuksen, nimen ja sitä koskevan laitteen. Laitteen voi valita myös hierarkianäytöltä.

Seuraavalla tasolla ovat huollon osahuollot, joille määritellään osahuolto-tunnus, selite, työlaji, huoltoväli, huoltovälin aikayksikkö, työn keston tuntiarvio, työn keston arvio päivinä, sekä työn tekijä.

Jos taulukossa on valittuna työ, joka on määräaikaishuolto (sen työkortilla on huolto-tunnus ja osanumero) valinta hakee näyttöön sen huolto-ohjelman. Jos valittuna on jokin muu, huollot -näytölle haetaan kaikki huollot. Kuva 21 esittää huollot -kuvaketta, josta on valittu huoltonumero 9002, ja osahuoltotaulukosta numero 9002.44. Työohjeet näkyvät jokaiselle osahuollolle kolmannella tasolla.

The screenshot shows a software window titled 'HUOLLOT' with a menu bar (Tiedosto, Muokkaa, Toiminto, Ulkoasu) and a toolbar. It contains three main data tables:

Huolto	Nimi	Laite
9000	Polttimet	
9001	Puhallimet	
9002	Kuljettimet	
9003	Lämmönsiirtimet	
9004	Pumput	
9005	Säiliöt	
ennk	17A	

Osahuolto	Selite	Työlaji	Aikayks.	Tuntiarv.	Kesto pv	Tekijä
9002.39	Vaihteen laakerit ja tiivisteet: Vaihda tarvittaes	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
9002.40	Vaihteen hammaspyörät: Vaihda tarvittaessa	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
9002.41	Laakerit: Tarkista kunto ja voitelu	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
9002.42	Laakerit: Voitele	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
9002.43	Ketjupyörät + ketjut: Voitele ketju	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
9002.44	Pyörintävähti taittoakselilla: Kokeile pyörittämä	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	
ennk 45	Kola kuljetin isäkkä: Tarkista laake	ENNAKKOHUOLTO	Tyypinh.	0	0	

Numero	Toimenpide	Työohjeet
1		Pyörintävähti taittoakselilla: Kokeile (pyörittämällä haittalevyä), korjaa tarvittaessa
*		

At the bottom of the window, there are three small status boxes containing the values: 31/39, 44/73, and 1/1.

Kuva 21. Kolakuljetin 2, KPA1-KUL-407, ennakkohuolto selite /4/

7.6. Vikailmoitus

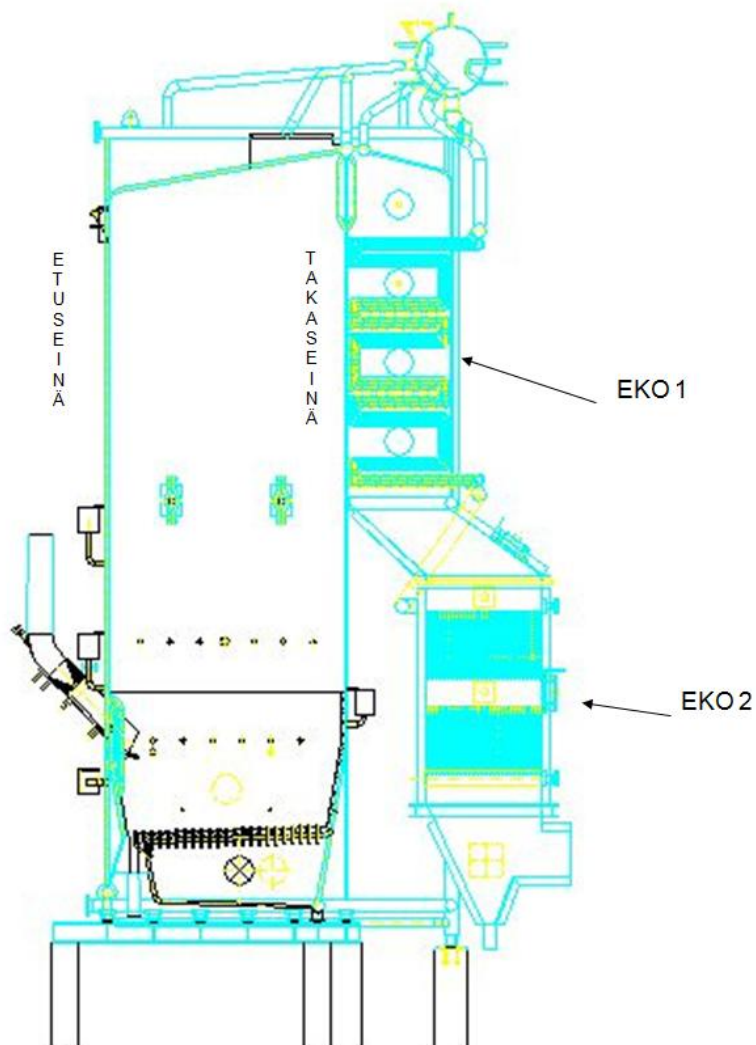
Vikailmoitus -ohjelmalla tehdään vikailmoituksia, kuitataan viat tehdyksi, sekä selataan vikaistoriaa. Toiminnot kohdistuvat hierarkiapuussa valittuna olevaan laitteeseen, joka täytyy siis valita ennen toimintoa. Lisämäärityksellä näytöltä on mahdollisuus tehdä myös häiriöilmoitus. Häiriöilmoituksessa on samat tiedot kuin vikailmoituksessakin. Vikojen selitykset ovat kuvattu mm. värien avulla kuvassa 22.

Koodi	Lähtöaika	Alku/päivä	10/10	11/10	12/10	1/11
3175	KPAI-E025	28.10.2010	07:00	Lähtöaika tyhjä laukaisee vikaviran.		
3181	KAPL2A-330	05.11.2010		14:31	Kauno Lipponen Hälytykseen käynnistetty, mutta pöytä. Mahdollinen lisäviaka	
3184	KPAI-M119	8.12.2010			12:00	Uomo Vesterling M119 pöytäviakahtiin pöytä
3185	KPAI-E038	17.12.2010			08:00	Sähkölinjan isäntätyökoje pöytä viikkua saanti
3183	KPAI-M084-U01	24.12.2010			08:00	Uomo Vesterling kalliopin pumppu tul alas kesken ajon. Terminoi oli laennut.
3201	APROV-999	5.4.2011				

Kuva 22. Historiatiedoissa olevia vikailmoituksia /4/

7.7. Viranomaistarkastukset

Viranomaistarkastukset päätettiin liittää kunnossapito-ohjelman työaikataulutukseen, koska tarkastusmäärä eri laitteille on laaja. Esimerkiksi KPA1-kattilan tarkastuskohteita ovat: pohja, etuseinä, takaseinä, oikea seinä, vasen seinä, katto, eko 1, eko 2, konvektio-osa, lieriö. Kuvassa 23 on kuvattuna osa leijupetikattilan tarkastuskohteista.



Kuva 23. KPA-kattilan tarkastuskohteita

Kemin Energialla on käytössä painelaiteohjelma, johon on koottu lämpökeskuksien painelaitteet. Tarkoituksena olisi yhdistää tiedot Arrow Maint kunnossapito-ohjelmaan, jolloin käytössä olisi yksi pääohjelma.

Viranomaistarkastukset ovat koottuna Excel-taulukossa, joka on esitetty liitteestä 3. Lista on päivitetty tarkastuskohteet sekä määritettiin seuraava tarkastusajankohta laitteille. Kunnossapito-ohjelman ylläpitäjän toimesta viranomaistarkastukset ajetaan massa-ajona myöhemmässä vaiheessa työaikataulukseen.

8. YHTEENVETO

Työssä käytiin läpi kiinteän polttoainelaitoksen prosessi hyödyntäen valvomon näyttökuvia. Tämän tarkoituksena on selkeyttää eri laitteiden käyttötarkoitusta ja merkitystä koko prosessin kannalta.

Teoriaosuudessa käsiteltiin eri kunnossapitolajeja keskittyen standardin SFS-EN 13306 määrityksien mukaisiin kunnossapitolajeihin ja pyrittiin ottamaan käyttöön yritykselle parhaat vaihtoehdot.

Opinnäytetyön tarkoituksena päivitettiin Kemin Energian kiinteän polttoainekattilan mekaanisille laitteille huoltonimikkeet sekä määritettiin osalle vastaanoton mekaanisille laitteille vika- ja vaikutusanalyysi. Tämän lisäksi laadittu kunnossapito-ohjelma noudattaa alalla vallitsevia viranomaismääräyksiä. Lisäksi luotiin yrityskohtainen koulutus- ja käyttöohjeet työntekijöille sekä henkilökunta koulutettiin kunnossapito-ohjelman käyttäjiksi.

Kunnossapito-ohjelmaan kehitetään yrityksen tarpeisiin sopivaksi tulevaisuudessa. Kunnossapito-ohjelmaan tullaan lisäämään mm. työkorttien generointi, laitekohtaiset dokumentit, varaosaluettelot sekä laitetietojen päivitys osaksi päivittäisiä rutiineja.

9. LÄHDELUETTELO

/1/ ABB:n TTT-käsikirja 2000–07, [WWW-dokumentti],
[http://heikki.pp.fi/abb/230_0007.pdf], 7.10.2011

/2/ Arrow Engineering Oy, Arrow Maint Käsikirja, 2010

/3/ ARROW Engineering Oy, Kotisivut, [WWW-dokumentti],
[<http://www.arroweng.fi/index.php/etusivu>], 11.10.2011

/4/ Arrow Maint kunnossapito-ohjelma, Arrow Engineering Oy, 11.10.2011

/5/ Järviö, Piispa, Parantainen, Åström, Kunnossapito, 4. uudistettu painos, KP-Media Oy, 2007.

/6/ Kemin Energia Oy, Intranet, [WWW-dokumentti],
[<http://enersrv.keminenergia.fi>], 5.10.2011

/7/ Kemin Energia Oy, kotisivut, [WWW-dokumentti],
[<http://keminenergia.fi>], 5.10.2011

/8/ Kemin Energia Oy: vuosikertomus 2010.

/9/ Koskelainen, Lasse, Saarela, Rauli, Sipilä, Kari, Kaukolämmön käsikirja, 1.painos,
Kirjapaino Libris Oy, 2006.

/10/ Laine, Hannu S. Tehokas kunnossapito, 1. painos, KP-Media Oy, 2010.

/11/ Lindström, Heikki, Kemi-KPA Toimintakuvaus, 18.8.2005.

/12/ Man In Van Suomi, kotisivut, [WWW-dokumentti],
[<http://maninvan.fi/palvelut/kuntoon-perustuva-kunnossapito.htm>], 9.10.2011

/13/ Mikkonen Henry. Kuntoon perustuva kunnossapito, 1. painos, KP-Media Oy, 2009.

/14/ Peurasaari, Jani, Kemin Energia Oy, Lämpökeskukset yleiskuvaus, 2009.

/15/ Valvomo järjestelmä, Netcontrol Oy, 4.10.2011

/16/ Vesme system Oy, Kiinteän polttoaineen käsittelyjärjestelmä, järjestelmäkuvaus,
2006

10. LIITELUETTELO

LIITE 1	VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI
LIITE 2	LAITEKOHTAINEN KUNNOSSAPITO-OHJE
LIITE 3	VIRANOMAISTARKASTUKSET
LIITE 4	OHJEISTYS ARROW MAINT -OHJELMAAN