

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

Jouni Hirvonen

KAASUJÄÄHDYTTIMIEN JA KAASUKATTILAN PEITTAUS

Opinnäytetyö 2012

## TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

HIRVONEN, JOUNI

Kaasujäähdyttimien ja kaasukattilan peittäus

Opinnäytetyö

52 sivua + 11 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Marita Söder

Toimeksiantaja

Enerkem Oy

Toukokuu 2012

Avainsanat

peittäus, kaasujäähdyttimet, kaasukattila, peittäuskemikaalit, korroosio, magnetiittikalvo

Peittäus tarkoittaa uuden kattilalaitoksen käyttöönoton yhteydessä kattilan kemiallista puhdistusta valmistuksen, varastoinnin, kuljetuksen sekä asennuksen aikana syntyneistä epäpuhtauksista. Epäpuhtauksia ovat erilaiset hitsausjäämät, ruoste ja rasva, jotka poistetaan kemikaalien avulla yhtäjaksoisessa peittäustapahtumassa. Peittäuksen aikana puhdistuskemikaaleja kierrätetään peittäuskohteessa oikeissa olosuhteissa niin kauan, että päästään haluttuun lopputulokseen.

Työn tavoitteena oli tarkastella tarkemmin peittäusta ja peittäustapahtumia kattilalaitoksen käyttöönoton yhteydessä. Peittäustapahtuma etenee vaiheittain kattilalaitoksesta riippumatta, koska kaikissa kattilalaitosten peittäyksissä on sama tavoite eli puhdistaa kattila kemiallisesti mahdollisimman puhtaaksi, jotta kattilan metallipinoille voidaan muodostaa suojaava magnetiittikalvo.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Lahti Energia Oy:lle toimitettujen kaasujäähdyttimien ja kaasukattilan kemialliseen puhdistukseen. Opinnäytetyö käsittelee peittäustapahtumassa käytettäviä kemikaaleja, laitteita, linjastoja sekä niiden tehtäviä peittäuskohteessa. Työssä käydään läpi koko peittäustapahtuma vaiheittain, tarkastellaan eri työvaiheiden merkitystä ja aiheutuvia toimenpiteitä. Peittäuksen jälkeen tarkastellaan vielä muurausten kuivatus ja magnetiittikalvon ajo kattilaan.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

HIRVONEN, JOUNI

Pickling of Gas Coolers and a Boiler

Bachelor's Thesis

52 pages + 11 pages of appendices

Supervisor

Marita Söder, Senior lecturer

Commissioned by

Enerkem Oy

May 2012

Keywords

pickling, gas coolers, gas boiler, pickling chemicals, corrosion, magnetite film

In the commissioning phase of a new power plant, pickling means the chemical purification of the boiler from all impurities created during manufacturing, storage, transportation and installation. The impurities are various welding residues, rust and grease, which are removed using chemicals in a continuous pickling process. During the pickling, cleaning chemicals are recycled in the pickling object under the real circumstances for so long that the desired outcome is achieved.

The aim of this thesis was work to examine in more detail pickling and the process in connection with the commissioning of a new boiler plant. The pickling process proceeds step by step regardless of the boiler plant type, because pickling of any boiler has the same aim, i.e. to clean the boiler chemically as pure as possible so that the metal surfaces of the boiler can be provided with protective magnetite film.

The chemical purification of the gas coolers and the boiler delivered to Lahti Energia Oy. The thesis discusses chemicals, pickling equipment, pipelines and their functions in the pickling object. The thesis goes through the entire pickling process is studied step by step, the purpose of each activity is examined and suggestions for measures to be taken are made. The paper finishes with a discussion on the drying of boiler masonry and forming of magnetite film.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	ENERKEM OY	9
3	PEITTAUSLINJASTON RAKENTAMINEN	9
4	PEITTAUKSEN TAVOITEET JA VAIHEET	11
5	PEITTAUSKEMIKAALIT	11
5.1	Kemikaalit, niiden käyttö ja määrät	11
5.1.1	Rasvanpoistokemikaali	13
5.1.2	Inhibiitit	14
5.1.3	Happokäsittelyn inhibiitti	15
5.1.4	Sitruunahappo (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> )	15
5.1.5	Ammoniakkivesi 24,5 % (NH <sub>3</sub> -vesiliuos)	16
5.1.6	Natriumnitriitti (NaNO <sub>2</sub> )	16
6	KAASUJÄÄHDYTTIMIEN PEITTAUS	17
6.1	Kaasujäähdyttimien peittauskytkennät	17
6.2	Peittauskemikaalit ja määrät	19
6.3	Peittausta edeltävät toimenpiteet	20
6.4	Peittaus	20
6.4.1	Rasvanpoistokäsittely	21
6.4.2	Happokäsittely	22
6.4.3	Neutralointi ja passivointi	26
6.4.4	Peittauskemikaalien tyhjennys	28
6.4.5	Kaasujäähdytinpiirille tehtävät jälkitoimenpiteet	29
6.4.6	Peittauslinjaston muutostyöt	31
7	KAASUKATTILAN PEITTAUS	31
7.1	Kaasukattilan peittauskytkennät	31
7.2	Peittauskemikaalit ja määrät	36
7.3	Peittausta edeltävät toimenpiteet	37

7.3.1	Peittauspiirin lämmitys	37
7.3.2	Ensimmäinen lämmitysvaihe	37
7.3.3	Toinen lämmitysvaihe	38
7.3.4	Peittauspiirin täyttö ennen peittausta	39
7.4	Peittaus	39
7.4.1	Rasvanpoisto	40
7.4.2	Happokäsittely	40
7.4.3	Neutralointi ja passivointi	40
7.4.4	Tyhjennys ja kattilan huuhtelu	41
7.4.5	Peittauslinjaston purku ja seuraavat toimenpiteet	42
8	KAASUKATTILAN TIIVEYSKOE, MUURAUSTEN KUIVATUS SEKÄ MAGNETIITTICALVON AJO	44
8.1	Tiiveyskoe	44
8.2	Muurausten kuivatus	44
8.3	Kaasukattilan suojakalvon muodostaminen	44
8.3.1	Magnetiittikalvo	44
8.3.2	Magnetiittikalvon muodostuminen	45
8.3.3	Magnetiittikalvon ajo kaasukattilaan	46
8.3.4	Vesinäytteet ja niiden analysointi	47
8.4	Magnetiittikalvon ajon jälkeiset toimenpiteet	48
9	KAASUJÄÄHDYTTIMIEN MAGNETIITTICALVON AJO	48
9.1	Kaasujäähdyttimien suojakalvon muodostaminen	48
9.2	Magnetiittikalvon ajo kaasujäähdyttimiin	49
10	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	51

## LIITTEET

Liite 1. Kaasunjähdyttimien peittäuskaavio

Liite 2. Kaasukattilan peittäuskaavio

Liitteet 3–4. Muurausten kuivatuskäyrät

Liite 5. Kaasukattila

Liite 6. Kaasukattilan magnetiittikalvon ajon trendikuva

Liite 7. Kaasunjähdyttimien magnetiittikalvon ajon trendikuva

Liitteet 8–9. Kaasukattilan vesi/höyrystuodukset magnetiittikalvon ajovaiheessa 1

Liitteet 10–11. Kaasukattilan vesi/höyrystuodukset magnetiittikalvon ajovaiheessa 2

## ALKUSANAT

Opinnäytetyöni kuvaa kaasujäähdyttimien ja kaasukattilan kemiallista puhdistusta sekä siihen liittyviä toimenpiteitä ennen uuden kattilalaitoksen käyttöönottoa. Työn käytännön osuus on suoritettu Kymijärven voimalaitoksella Lahdessa syyskuussa 2011. Suoritin työni Enerkem Oy:n alaisuudessa, mutta sain työhöni apua muiltakin projektiin kuuluvilta ihmisiltä.

Esitän kiitokseni avusta ja käytännön järjestelyistä Enerkem Oy:n yhteyshenkilölle Tommi Launneelle sekä muille Enerkem Oy:n työntekijöille. Kiitän myös yhteistyöstä ja materiaalista Metso Power Oy:n henkilöstöä, erityisesti Lasse Elojärveä sekä Lahti Energia Oy:n käyttöhenkilökuntaa.

Kiitokset myös ohjaajana toimineelle lehtori Marita Söderille.

Kotkassa 25.5.2012

Jouni Hirvonen

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Lahti Energia Oy:lle toimitettujen kaasujäähdyttimien ja kaasukattilan kemialliseen puhdistukseen. Työn tavoitteena on tutustua kattilalaitoksen peittaukseen, käytettäviin kemikaaleihin, laitteisiin ja peittauskohteen yhteyteen sijoitettuihin peittauslinjastoihin. Työssä käydään läpi koko peittaustapahtuma vaiheittain sekä tarkastellaan eri vaiheiden merkitystä ja toimenpiteitä. Lopuksi tarkastellaan myös kaikki peittauksen jälkeen tapahtuvat toimenpiteet ennen kuin kattila on käyttövalmis.

Voimalaitosinvestointi on tärkeä asia yritykselle sen toiminnan, kilpailukyvyn ja tulevaisuuden kannalta. Voimalaitoksen käytössä tavoitellaan mahdollisimman hyvää käyntiastetta, josta seuraa lyhyt takaisinmaksuaika- ja tuotto investoinnille. Voimalaitoksen häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi täytyy ottaa kaikki mahdolliset riskit huomioon. Eräs tärkeä toimenpide ennen kattilalaitoksen käyttöönottoa on sen kemiallinen puhdistus eli peittaus. Peittaus tehdään huolellisesti kemikaalien avulla. Asiakkaalle toimitettavat kattilat valmistetaan konepajoilla, joista ne toimitetaan käyttökohteeseen asennettavaksi. Kattilan valmistuksen ja asennuksen välinen aika ja varastointiolosuhteet voivat vaihdella paljonkin. Edelliset tekijät määräävät sen, kuinka paljon erilaisia epäpuhtauksia pääsee muodostumaan kattilan teräksen pinnalle ja millä tavalla kyseinen kattila on peitattava. Peittauksen kannalta jokainen kattila on aina oma kokonaisuus.

Opinnäytetyöni aiheen sain tavatessani kesätyöpaikassa kemiallisiin puhdistuksiin erikoistuneen yrityksen Enerkem Oy:n edustajan, joka kertoi tulevista peittausprojekteista. Työssä tutustutaan peittaukseen Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitostyömaalla. Lähteitä työssäni ovat yritysten edustajat ja projektimateriaali. Muita lähteitä ovat kemiaan, korroosioon ja kattiloihin liittyvä kirjallisuus sekä internet. Valokuvat työhön on otettu Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitokselta.



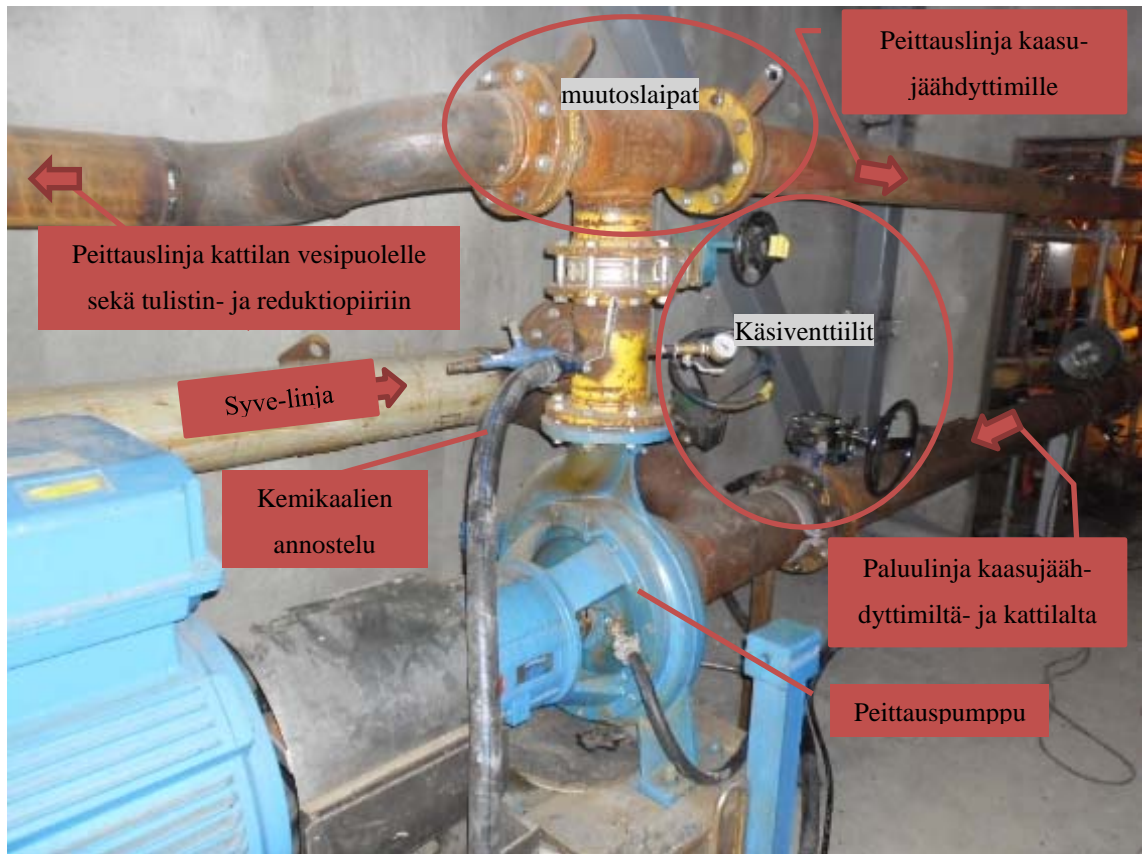
## 2 ENERKEM OY

Enerkem Oy on peittauksiin ja kemiallisiin puhdistuksiin erikoistunut yritys Kouvolasta. Yritys tarjoaa puhdistus- ja peittauspalveluja mm. kattilalaitoksiin ja niihin liittyviin järjestelmiin. Muita puhdistuskohteita ovat erilaiset säiliöt ja putkistot, hydraulikkasysteemit sekä vetyperoksidijärjestelmät. Yrityksen toiminnan painopiste keskittyy pääasiassa teollisuuden voimalaitoskattiloiden peittauksiin Suomessa sekä maailmalla. Enerkem Oy:llä on pitkä kokemus kemiallisista puhdistuksista ja yritys on yksi edelläkävijä alallaan. (1.)

## 3 PEITTAUSLINJASTON RAKENTAMINEN

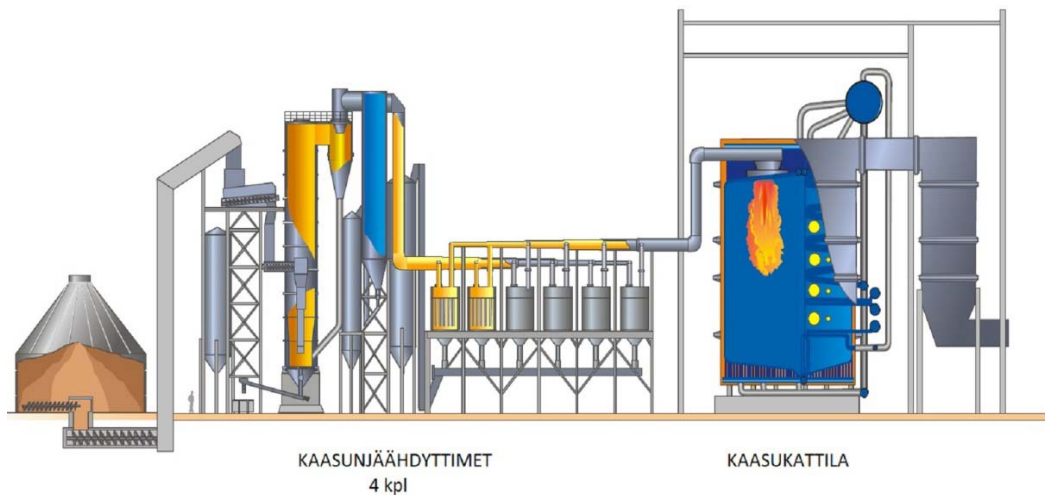
Ennen peittautapahtumaa täytyy rakentaa peittauslinjasto, jotta voidaan suorittaa peittaus-toimenpide halutulla tavalla. Peittauslinjasto koostuu seuraavista päälaitteista:

- peittauspumppu
- peittauskohteisiin menevä linja (pumpun painepuoli)
- peittauskohteesta palaava linja (pumpun imupuoli)
- peittauskohteen tyhjennyslinja kanaaliin (puhtaille vesille)
- syöttövesilinja (pumpun imupuoli)
- lämpötila- ja painemittarit (pumpun imu - ja painepuoli)
- laipat peittauspiirin muutoksia varten
- likatasku (kattilapiirin imupuolella) (2.)



Kuva 1. Pumppuasema

Lahdessa peitattavia kohteita on kaksi, joten peittauslinjasto on rakennettava siten, että samalla peittauspumpulla pystyy pumppaamaan sekä kaasujäähdyttimille ja kaasukattilalle tarvittavat kemikaalit. Peittaus tapahtuu aina yksi kohde kerrallaan, joten se piiri jota ei peitata, täytyy sulkea laipalla. (3.)



Kuva 2. Peittauskohteet (4)

## 4 PEITTAUKSEN TAVOITEET JA VAIHEET

Peittauksen tavoitteena kattilan käyttöönoton yhteydessä on poistaa kaikki epäpuhtaudet kattilapinnoilta kemikaalien avulla. Epäpuhtauksia ovat rasva, ruoste, metallihilse, hitsausjäämät sekä erilaiset hapettuneet metallikerrokset, jotka poistetaan syövyttämättä perusmetallia (5). Perusmetallin syöpymättömyys varmistetaan käyttämällä suoja-aineena sopivaa inhibiittia. Peittauksen tarkoituksena on puhdistaa kattilapinnat niin puhtaiksi, että kattilapinoille voidaan muodostaa suojaava magnetiittikalvo seuraavassa vaiheessa (3). Peittauksen aikana täytyy huomioida myös työsuojelliset näkökohdat. Työturvallisuus täytyy huomioida, kemikaalien käytössä ja kemikaalien käsittelyyn liittyvissä toimintatavoissa. Ympäristövaikutukset täytyy huomioida käytettävien kemikaalien ja syntyvän jäteliemen takia. Peittaus on kertaluontoinen tapahtuma, jossa kaikki käsittelyvaiheet tehdään peräkkäin samassa liuoksessa. (6, 572.)

Peittaus koostuu seuraavista vaiheista:

- vesihuuhdtelu
- rasvanpoistokäsittely
- happokäsittely
- neutralointi ja passivointi
- peittauskemikaalien tyhjennys
- magnetiittikalvon muodostaminen (2.)

## 5 PEITTAUSKEMIKAALIT

### 5.1 Kemikaalit, niiden käyttö ja määrät

Kemikaalit lasketaan asiakkaalta saatujen peittausliluavuuksien perusteella. Peittausliuoksen sitruunahappopitoisuus on noin 2 %. Sitruunahappoa varataan aina sen verran, että se riittää liuottamaan kaikki kerrostumat peittauskohteesta ja ettei happoa tarvitse lisätä kesken peittauksen. Kemikaalien määriä laskettaessa on myös huomioitava, että ylimääräinen kemikaalien käyttö lisää kustannuksia ja aiheuttaa ongelmia jätteen hävityksessä. Kemikaalien käytössä ja niiden jätehuollossa on huomioitava myös kemikaaleihin ja ympäristönsuojeluun liittyvät lait ja asetukset. Kemikaalilain tavoitteena on ehkäistä ja torjua kemikaalien aiheuttamia terveys- ja ympäristöhaittoja sekä palo- ja räjähdysvaaroja. Ympäristönsuojelulaki määrittelee yleiset tavoitteet pilaantumi-

sen, terveellisen ja viihtyisän ympäristön, haitallisten vaikutusten arvioinnista ja ehkäisystä, ympäristöpäätöksen tekoon sekä luonnonvarojen kestäväan käyttöön ja ilmastomuutoksen torjumiseen liittyvissä asioissa. Ympäristönsuojeluasetus määrittelee ympäristöluvanvaraiset toiminnot ja käsiteltävät lupa-asiat.(3; 7.)

Kemikaaleja käytettäessä on perehdyttävä kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteisiin. Käyttöturvallisuustiedotteet perustuvat kemikaalilakiin 744/1989, kemikaaliasetus 675/ 1993 kemikaalilain soveltamiseen sekä työturvallisuuslaki 738/2002 kemiallisiin tekijöihin ja kemikaalien käyttöön. Käyttöturvallisuustiedote annetaan kemikaalin vastaanottajalle, kun kemikaalia käytetään teollisessa toiminnassa tai ammatissa. Tiedotteen toimittaa kemikaalin valmistaja ensimmäisen kemikaalitoimituksen yhteydessä. Käyttöturvallisuustiedotteella annetaan kemikaalin vastaanottajalle tiedot kemikaalin koostumuksesta ja sen vaarallisista ominaisuuksista, terveysvaaroista ja palo- ja räjähdysherkkyydestä, turvallisesta käytöstä ja mahdollisesti tarvittavista henkilönsuojaimista. Lisäksi tiedotteessa annetaan tietoa kemikaalin luokituksesta ja päällysten merkinnöistä sekä varastoinnista, kuljetusmääräyksistä ja jätteiden käsittelystä. Käyttöturvallisuustiedotteen tarkoituksena on välittää ne tiedot, joita kemikaalin valmistajalla on aineesta ja jotka ovat tarpeellisia kemikaalin turvallisen käsittelyn varmistamiseksi. Käyttäjille ovat erityisen tärkeitä tiedot, jotka koskevat kemikaalien käsittelyä, altistumisen ehkäisyä, henkilökohtaisia suojaimia, ensiapuohjeita ja ohjeita tulipalon varalta. (7; 8.)

Kaasujäähdyttimissä ja kaasukattilassa käytettävien peittauskemikaalien kokonaismäärät ovat seuraavat:

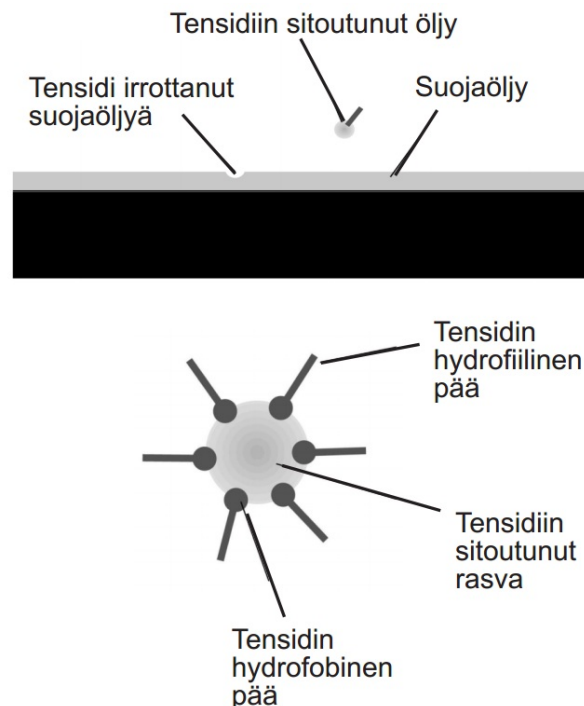
Taulukko 1. Peittauskemikaalit yhteensä

KEMIKAALI	MÄÄRÄ (kg)
Rasvanpoistokemikaali Berol DGR-81	34
Inhibiittori Stannine LTP	280
Sitruunahappo	2800
Ammoniakkivesi 24,5 %	3000
Natriumnitriitti	140

Peitattavien osien kokonaistilavuus on noin 140 m<sup>3</sup> (2.)

### 5.1.1 Rasvanpoistokemikaali

Rasvanpoistokemikaali toimii metallipintojen pesuaineena. Rasvanpoistokemikaalina käytetään synteettistä ionitonta pinta-aktiivista ainetta, jonka tuotenimi on Berol DGR-81(9). Ionittomilla pinta-aktiivisilla aineilla ei ole varausta ja ne irrottavat hyvin rasvalikaa alhaisissa lämpötiloissa, eivätkä ne ole herkkiä veden kovuudelle. Pinta-aktiivisen aineen eli tensidin molekyyliarakenteessa on rasvahakuinen (vettä hylkivä eli hydrofobinen) häntä ja vesihakuinen (hydrofiilinen) pää (kuva 3). Rasvalikaa poistettaessa tensidimolekyylin rasvahakuinen häntä hakeutuu rasvalikaan päin. Pallomainen vesihakuinen pää hakeutuu veteen päin. Kun tensidimolekyylit ovat peittäneet rasvalian, se irtoaa pesuveteen, koska tensidin vesihakuiset päät hakeutuvat nimensä mukaisesti veteen. Tensidit tunkeutuvat vesiliuoksessa vesimolekyylien väleihin pienentäen pintajännitystä. Tensidit alentavat pintajännitystä, parantavat veden kostutuskykyä, irrottavat ja pilkkovat tehokkaasti likaa ja estävät sähköisten ominaisuuksiensa ansiosta lian tarttumisen takaisin puhdistettaville pinoille. Tensidejä käytetään mm. pesuaineissa. Rasvanpoistokemikaalin toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpö, liike, pesuaine ja aika(11). (10; 12.)

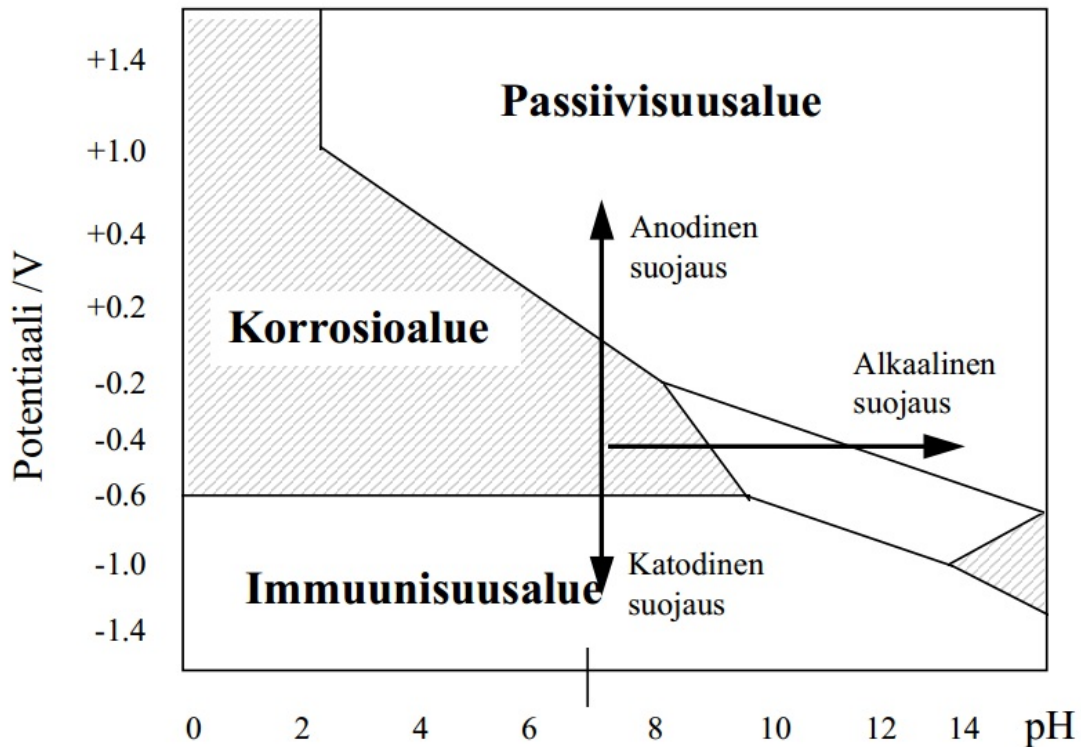


Kuva 3. Tensidin toiminta (11.)

### 5.1.2 Inhibiitit

Inhibiitit ovat kemikaaleja, joita lisätään happojen, emäksien ja suolojen vesiliuoksiin (elektrolyytit). Ne muodostavat ohuen suojakalvon ja hidastavat pieninäkin pitoisuuksina sähkökemiallista reaktiota, siten korroosiota ja metallin syöpmistä(13). Inhibiitit luokitellaan anodisiin, katodisiin sekä näiden yhdistelmiin. Anodiset inhibiitit ovat yleensä hapettavia anioneja (esim. hydroksidit, karbonaatit, fosfaatit, silikaatit, kromaattit). Niiden toiminta perustuu anodipinnalla (metallipinta) ja yleensä pH-alueella 6,5–10,5 olevan vesiliuoksen sekä liuenneen hapen väliseen hapettumisreaktioon. Metallin pintaan hapettumisen tuloksena muodostuu oksidikerros. Tätä reaktiota kutsutaan metallin passivoitumiseksi. Katodiset inhibiitit ovat yleensä kationeja. Niiden toiminta perustuu katodipinnalla (metallipinta) ja happamalla pH-alueella tapahtuvaan vedyn pelkistymistä hidastavaan reaktioon (esim. As- ja Sb-suolat, amiinit, merkaptaanit, virtsahapon suolat, sulfidit, aldehydit) tai neutraalilla pH-alueella tapahtuvaan hapen pelkistymistä hidastavaan reaktioon (esim. Zn-, Mg-, Ni-suolat). Näiden kahden yhdistelmiä käytetään, jos materiaalissa on useampia metalleja (esim. sinkki-kromaatti). (6, 788 - 795.)

Inhibiittien suojausta ja raudan korroosio-, passiivisuus- ja immuunialuetta voidaan tarkastella Pourbaix diagrammin avulla (kuva 4). Diagrammista nähdään nuolten risteyskohta, joka esittää raudan käyttäytymistä neutraalissa vesiliuoksessa ja se asettuu diagrammissa korroosioalueelle. Muutettaessa potentiaalia positiiviseen suuntaan (anodinen suojaus) raudan pintaan muodostuu liukenemisreaktiota hidastava passivaatiokerros. Potentiaalia muutettaessa negatiiviseen suuntaan (katodinen suojaus) rauta tulee immuuniksi ja sen korroosio estyy. Raudan potentiaalia säädetään peittauksessa inhibiittien avulla. Rauta suojataan korroosiolta vesiliuoksessa kasvattamalla liuoksen pH-arvoa (alkalinen suojaus), jolloin pintaan muodostuu suojaava  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  -magneetiitti-kerros. Kerroksen muodostumista käsittelee tarkemmin kappaleet 8 ja 9. (6, 61.)



Kuva 4. Raudan korroosiosuojaus (Pourbaix diagrammi) (14.)

### 5.1.3 Happokäsittelyn inhibiitti

Peittauksen happokäsittelyssä käytetään korroosioinhibiittiä, jonka tuotenimi on Stan-nine LTP(2). Happokäsittelyssä olosuhteet ovat happamat, joten inhibiitti on luonteeltaan katodinen ja tässä tapauksessa suojaava aine sisältää ainakin tiokarbamidia, joka on ureapohjainen aine. Inhibiittori on nestemäinen ja ympäristölle haitallinen aine. Katodisen inhibiitin tehtävä happamissa olosuhteissa on estää vedyn muodostumista, hidastamalla sen pelkistymistä sekä estää teräksen syöpymistä ja ns. ylipellitautumista. Peittauksessa happokäsittelyn aikana inhibiittori suojaa kattilaputkien sisäpintoja ja estää niiden syöpymisen(3). (14; 15.)

### 5.1.4 Sitruunahappo ( $C_6H_8O_7$ )

Peittauksen happokäsittelyssä käytetään sitruunahappoa. Sitruunahappo on kidemäinen kiinteä aine, joka liukenee hyvin veteen(6, 395). Sitruunahappo on keskivahva kolmenarvoinen happo. Sitruunahappoa käsiteltäessä on huomioitava, että hienojakoisena pölynä happo voi muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen. Happo voi aiheut-

taa hengitettynä yskää, hengenahdistusta ja kurkkukipua. Happo aiheuttaa iholla, silmissä ja nieltynä, punotusta ja kipua. Näiden vaarojen takia sitruunahapon käsittelyssä on syytä käyttää suojavälineitä kuten kokomaskia ja suojakäsineitä. (16.)

#### 5.1.5 Ammoniakkivesi 24,5 % (NH<sub>3</sub>-vesiliuos)

Ammoniakki on väritön emäksinen kaasu. Ammoniakin liuetessa veteen muodostuu emäksisen liuos. Ammoniakkikaasun liukeneminen veteen tapahtuu seuraavan reaktion mukaan.



Ammoniakkivesiliuoksen avulla nostetaan happokäsittelyn jälkeen hapan peittäusliuos emäksiselle alueelle(3). Ammoniakkivesi soveltuu ainoastaan rautametalleille, koska sen korroosio vaikutus on vähäinen. Ammoniakkivesi syövyttää kuparia, messinkiä ja pronssia voimakkaasti pieninä pitoisuuksina, eikä hopeakaan kestä ammoniakkivesiliuoksen vaikutusta. Ammoniakkivesi on väritön, voimakkaan hajuinen, syövyttävä ja ympäristölle haitallinen neste. Se aiheuttaa ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä. Ammoniakkihöyry on myrkyllistä ja syövyttävää hengitettynä, joten sitä on käsiteltävä huomioiden työsuojelu. Työntekijän on käytettävä tarvittavia henkilösuojaimia kuten suojavaatteita, kokomaskia ja suojakäsineitä (kuva 17), jotta liuos tai kaasu ei pääse mahdollisesti iholle, silmiin tai hengityselimiin.(6, 415; 17; 18.)

#### 5.1.6 Natriumnitriitti (NaNO<sub>2</sub>)

Natriumnitriitin olomuoto on valkoinen / kellertävä, hajuton, kiteinen / jauhemainen ja kiinteä aine, joka absorboi ilmasta vettä. Natriumnitriitti on voimakas hapetin. Natriumnitriitti on tehokas, anodinen ja luonteeltaan epäorgaaninen inhibiitti, jota käytetään ainoastaan rautametallien korroosionopeuden pienentämiseen. Natriumnitriitin avulla metallipinta passivoidaan. Natriumnitriitti on passivaattori, jonka toiminta perustuu metallin pinnalle muodostuvaan tiiviiseen kalvoon. Kalvo koostuu hapettuneista korroosiotuotteista ja metallin jalousaste nousee sähkökemiallisessa jännitesarjassa. Natriumnitriittiä käytettäessä pH arvon suositellaan olevan välillä 8-9 ja liian pienenä pitoisuutena se aiheuttaa korroosion lisääntymistä, suojaamalla vain osan anodipinnasta ja seurauksena voi olla pistesyöpymä. Terveydellisiä haittoja voi aiheutua pölystä / sumusta, joka ärsyttää hengitysteitä ja voi aiheuttaa verenpaineen laskua, päänsärkyä



ja levottomuutta. Muita haittoja ovat pienissä annoksissa ärtynyt iho ja silmät. Natriumnitriitti ei ole syttyvä, mutta voi sytyttää syttyviä materiaaleja (paperi, puu, tekstiilit) Natriumnitriitti on myös ympäristölle haitallinen vesieliömyrkyllisyyden perusteella. (6, 793; 18.)

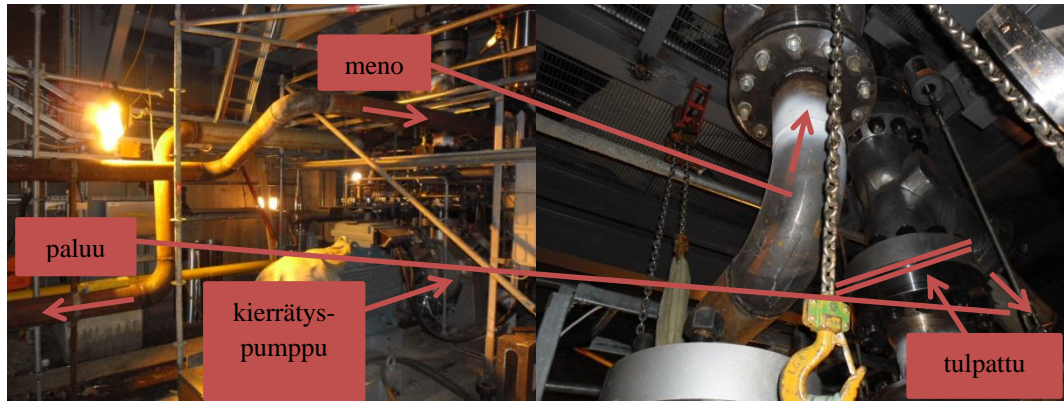
## 6 KAASUJÄÄHDYTTIMIEN PEITTAUS

### 6.1 Kaasujäähdyttimien peittauskytkennät

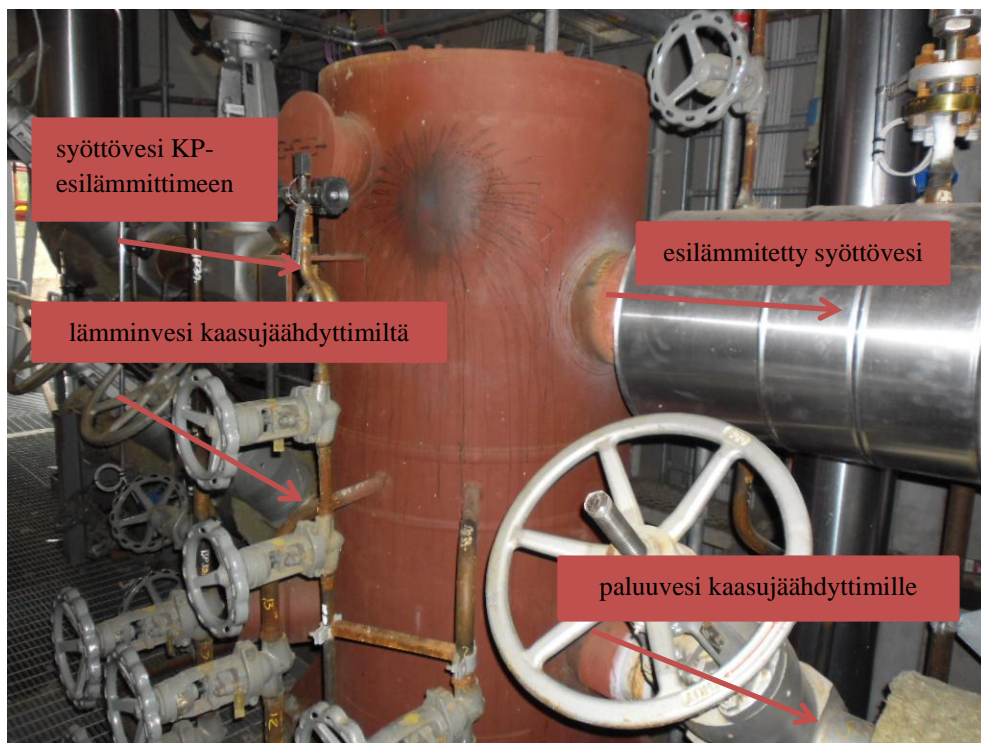
Laitoksessa käynnin aikana tuotettava kaasujäähdytetään erillisellä jäähdytyspiirillä. Jäähdytysyksiköjä on yhteensä neljä ja ne on kytketty pareittain siten, että aina yksi kiertopumppu kierrättää vettä kahdessa jäähdytysyksikössä. Käytössä on siis aina yksi kiertopumppu / jäähdytinparia kohden, joka kierrättää kuumaa vettä kaasujäähdyttimien ja KP -esilämmittimen välillä. Kaasuista veteen siirtyvä lämpö hyödynnetään syöttöveden lämmityksessä (liite 1). (3.)

Peittauskytkennät on toteutettu siten, että oma peittauspumppu on asennettu lähelle kaasujäähdyttimien kiertopumppua ja itse peittauskytkennät ovat seuraavat:

- Kaasujäähdyttimien kiertopumpusta on poistettu imusihti ja kiertopumpun imulinja on kytketty peittauspumpun imupuolelle DN 200 putkella.
- Kaasujäähdyttimien kiertopumpun minimikiertoventtiili on poistettu ja kiertopumpun painelinja on kytketty peittauspumpun painepuolelle DN 150 putkella.
- Kaasujäähdyttimien peittauslinjat ovat kytketty siten, että peittauspumpun painelinja haarautuu molempien kaasujäähdytinparien alapäähän, josta tuleva peittausliemi kulkeutuu jäähdytysyksikön päälle, josta on taas yhteys seuraavan yksikön alapäähän ja neste kulkeutuu tämänkin läpi. Näin tehdään molemmille jäähdytinpareille. Tämän jälkeen neste on kulkeutunut molempien jäähdytinparien läpi. Molempien parien tyhjennyslinjat yhdistetään peittauspumpun imupuolelle.
- Jäähdyttimien jälkeen peittauspiiriin kuuluu vielä KP -esilämmitin, jonka kautta peittauspiiri kulkee ennen kun se palaa taas peittauspumpulle.
- peittauspiirissä on myös viemäriinjohtava puhtaille vesille sekä tyhjennyslinja tankkiin. (2.)



Kuva 5. Kaasujäähdyttimien peittäuskytkennät



Kuva 6. KP -esilämmitin



Kuva 7. Kaasujäähdytin

## 6.2 Peittauskemikaalit ja määrät

Kaasujäähdyttimien peittaukseen käytettävät kemikaalit ja niiden kokonaismäärät ovat seuraavat:

Taulukko 2. Kaasujäähdyttimien peittauskemikaalit

KEMIKAALI	MÄÄRÄ (kg)
Rasvanpoistokemikaali Berol DGR-81	4
Inhibiittori Stannine LTP	80
Sitruunahappo	800
Ammoniakkivesi 24,5 %	900
Natriumnitriitti	40

Kaasujäähdyttimien peittaustilavuus on noin 40 m<sup>3</sup>. (2.)

### 6.3 Peittausta edeltävät toimenpiteet

Kaasujäähdytinpiiriin tehdyt tilapäiset peittäuskytkennät on testattava, tiiveyden ja mahdollisten vuotojen varalta. Testaus tapahtuu ottamalla vettä syöttövesisäiliöstä ja pumppaamalla sitä peittäuspumpulla jäähdytinpiirin läpi pumpun imupuolen käsiventtiiliä vasten, joten saadaan painetta piiriin ja nähdään mahdolliset vuodot. Tässä yhteydessä tarkistetaan myös peittäuspumpun toiminta, tiivisteiden jäähdytysvesivirtaukset, ilmaukset ja pumpun tuottama paine sekä peittäuslinjaston paine- ja lämpömittarien toiminta. Painemittaukset heittelevät, koska järjestelmässä on ilmaa. Avataan jäähdytinpiirin ilmausventtiileitä ja poistetaan piiristä ilmaa sekä mahdolliset epäpuhtaudet ilmausyhteistä. Lopuksi raotetaan myös imupuolen käsiventtiiliä, jotta saadaan vesi kiertämään piirissä. Tämän jälkeen pysäytetään pumppu ja tarkastellaan pumpun imupuolen staattista painetta. Tyhjennetään vedet kanaaliin tyhjennyslinjan kautta. Ennen peittausta täytyy myös laittaa valmiiksi peittäuskemikaalien annostelukaukalo sekä ilmata erillinen kemikaalien annostelupumppu ja testata sen toiminta. (19.)

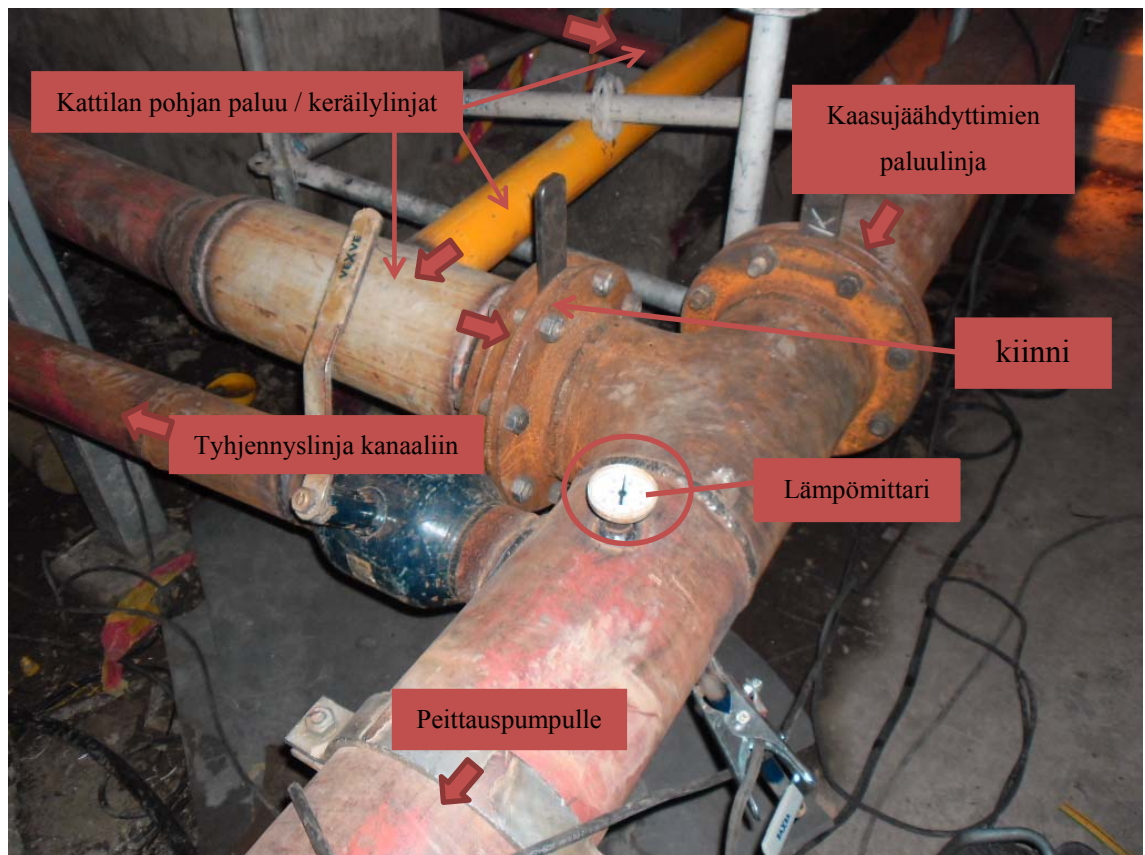


Kuva 8. Kemikaalien annosteluastia- ja pumppu

### 6.4 Peittäus

Aluksi peittäustapahtumassa otetaan peittäuspiiriin vettä syöttövesisäiliöstä (95 °C). Syöttövesi pumpataan peittäuspumpulla kaasujäähdytinpiirin läpi ja paluuvesi ajetaan kanaaliin. Vettä ajetaan kanaaliin niin kauan, että saadaan nostettua peittäuspiiriin

lämpötila noin 70 °C. Lämpötilan noston yhteydessä ilmataan myös peittauspiiri, jotta saadaan peittauspiiri täysin ilmattomaksi ja painemittaukset näyttämään todellista painetta sekä peittauksen lopputulos mahdollisimman hyväksi. Piirin lämpötilan noustessa peittauslämpötilaan, suljetaan tyhjennyslinjan venttiili ja sammutetaan peittauspumppu. Nyt voidaan aukaista peittauspiiristä pumpun imupuolen venttiili ja aloittaa itse peittautapahtuma.



Kuva 9. Peittauspiirin paluulinjasto

Peittaus on kertaluontoinen tapahtuma, joka suoritetaan yhtäjaksoisesti alusta loppuun. Kaikki peittauskemikaalit annostellaan peräjälkeen peittauspiiriin erillisellä annostelupumpulla. Peittauksen aikana ei tehdä ollenkaan erillisiä huuhteluja. (3.)

#### 6.4.1 Rasvanpoistokäsittely

Ensimmäinen peittausvaihe on rasvanpoistokäsittely, jossa annostellaan nestemäistä Berol DGR- 81 rasvanpoistokemikaalia peittauskiertoon. Rasvanpoistokemikaali kiertää peittauspiirissä noin tunnin. (2.)



Kuva 10. Rasvanpoistokemikaalin annostelu

#### 6.4.2 Happokäsittely

Happokäsittelyssä käytettävät kemikaalit ovat metallipintojen suoja-aineena käytettävä nestemäinen inhibiittori Stannine LTP sekä jauheena liuotettava sitruunahappo, jonka pitoisuus on noin 2 % (3). Ensimmäisenä happokäsittelyssä annostellaan inhibiittori, joka suojaa kattilarautaa. Tämän jälkeen aloitetaan sitruunahapon annostelu, jonka tehtävä on poistaa kattilan valmistuksen aikana syntyneet kuonajäämät, hehkuhilsse sekä asennuksen aikana syntyneet epäpuhtaudet. Sitruunahapon tehtävä on puhdistaa kattilapinnat mahdollisimman puhtaksi, jotta pinoille voidaan seuraavassa vaiheessa muodostaa mahdollisimman tasainen suojaava magnetiittikalvo ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (3). Sitruunahappo annostellaan liuottamalla jauhe varovasti peittäuspiiriin liitetyn annostelukaukalon kautta. Sitruunahapon annostelussa täytyy käyttää tarvittavia suojaimia kuten suojakäsineitä, hengitys- ja silmäsuojaimia. Annostelun jälkeen kemikaaleja kierrätetään jäähdytinpiirissä noin kuusi tuntia. (19.)



Kuva 11. Inhibiittorin ja sitruunahapon annostelu

Kemikaalien annostelun yhteydessä liitetään peittauspiiriin sivuhaara näytepalalaitteelle, jonka läpi peittauskemikaalit kulkevat. Näytepalalaitteen avulla tutkitaan raudan liukenemista peittauksen aikana. Näytepalalaitteeseen laitetaan näytteet samoista materiaalista, kuin mitä itse peitattava materiaali on. Näytteet punnitaan ennen ja jälkeen happokäsittelyn ja tutkitaan niistä liuenneen raudan määrää. Näytepalloilla voidaan osoittaa happokäsittelyn jälkeen miten happokäsittely on vaikuttanut peitattavaan rautaan, näin varmistetaan sovitut raja-arvot. (19.)

Kaasukattilan ja kaasujäähdyttimien materiaalit ovat normaaleita kuumalujia teräksiä. Lahdessa käytettävät materiaalit ovat EN- merkinnöiltään seuraavanlaisia:

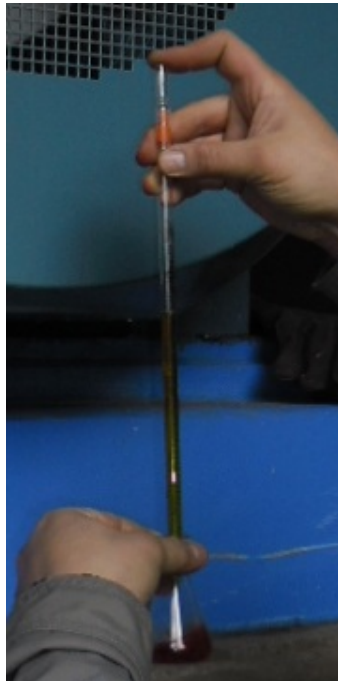
- 16 Mo 3
- 13 CrMo 4-5
- 10 CrMo 9-10

(20; 21.)



Kuvat 12. Näytepalalaite

Happokäsittelyn aikana otetaan peittauskierrosta näytteitä tunnin välein. Näytteistä seurataan peittausliuoksen rautapitoisuutta ja inhibiittorin toimivuutta. Liuenneen raudan määrää tarkastellaan titraamalla näyte ammonium ceriumsulfatilla ( $\text{H}_{16}\text{CeN}_4\text{O}_{16}\text{S}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), käyttäen ferrofer rautaindikaattoria. Ammonium ceriumsulfatti toimii reaktiossa hapettimena. Peittausliuoksen rautapitoisuus nousee normaalisti happokäsittelyn kahden ensimmäisen tunnin aikana oikealle tasolle, joka on tässä tapauksessa noin 2 g/l. (22; 3.)



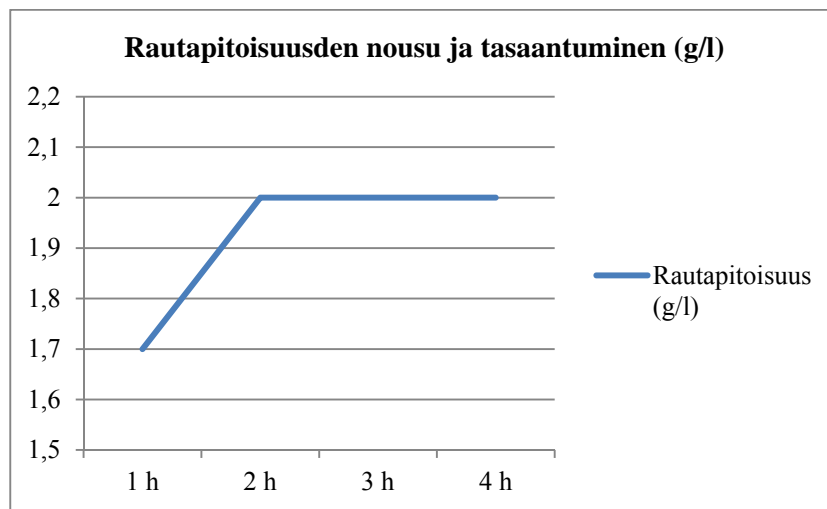
Kuva 13. Rautapitoisuuden titraus



Rauta-arvo on aina yksilöllinen, mutta suurimassa osassa uusista kattiloista se jää 1,5 - 6 g/l välille. Kattilan ruosteisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat asennus, varastointi, kuljetus ja ilmasto. (3.)

Taulukko 3. Rautapitoisuusmittaukset peittauksen aikana (3)

Happokäsittelyn aloituksesta kulunut aika	Rautapitoisuus (g/l)	Peittaus-tilavuus (l)	Liuenneen raudan määrä (kg)
1 h	1,7	40000	68
2 h	2	40000	80
3 h	2	40000	80
4 h	2	40000	80

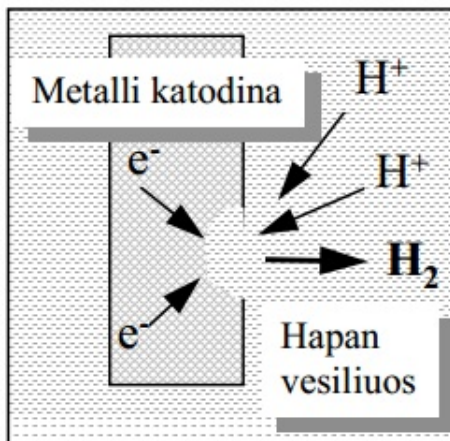


Kuva 14. Rautapitoisuuden nousu peittauksen aikana (3)

Sitruunahapon vaikutusta metalliin sekä inhibiittorin toimivuutta seurataan peittauksen aikana. Tarkkailu tapahtuu siten, että lisätään näytekuppiin teräsvillaa (kuva 15). Inhibiitti ei toimi jos vetykaasua kehittyä näytteessä (kuva 16) (14; 3.)



Kuva 15 Inhibiittorin testaus teräsvillalla



Kuva 16 Vedyn pelkistyminen katodisessa reaktiossa (14.)

### 6.4.3 Neutralointi ja passivointi

Happokäsittelyssä peittausliuoksen pH-arvo on noin 2, joten happokäsittelyä seuraa neutralointi. Neutraloinnin aikana hapan peittausliuos nostetaan ammoniakkivedellä emäksisen puolelle noin pH 8–9 tasolle. Happamuuden säädössä eli ammoniakkiveden annostelussa täytyy huomioida aineen pistävä haju ja syövyttävät vaikutukset, joten hengitys, silmät, kädet ja muut avoimet ihon osat on suojattava huolellisesti annostelun aikana (kuva 17). Annostelussa on myös huomioitava se, ettei ammoniakkivettä syötetä liikaa peittausliemeen, jolloin liuoksen happamuus nousisi liikaa emäksisen

puolelle. Neutraloinnin aikana täytyy myös tarkkailla peittausliemen pH-arvoa tarpeeksi usein ja säätää lopuksi oikea pH-taso todella varovasti.

Liuoksen happamuusmittaus tapahtuu mittarilla, jonka mittapäässä on myös lämpötila-anturi (kuva 18). Liuoksen lämpötila vaikuttaa pH-arvoon. Liuos jäähdytetään noin 25 °C tasolle. Tämän jälkeen mitataan pH-arvo. Liuoksen happamuus tarkastetaan myös pH indikaattoripaperilla (kuva 18). Neutraloinnin tavoitteena on saada peittausliemen pH 8–9 välille ja estää happamassa liuoksessa tapahtuvan epäjalomman metallin liukeneminen eli hapettuminen, joka tapahtuisi nopeasti peittausliemen pH-arvon ollessa happamalla puolella (kuva 16)(14). (3; 21, 144.)



Kuva 17. Ammoniakkiveden ( $\text{NH}_3$ -vesi) annostelu



Kuva 18 pH-mittari ja indikaattoripaperi

Neutraloinnin jälkeen peittausliuokseen annostellaan natriumnitriitti, jota kierrätetään jäähdynpiirissä noin tunnin verran. Natriumnitriitti muodostaa liukenevan raudan kanssa liukenemattoman yhdisteen eli ohuen passiivisen suojakalvon (oksidikalvo) peittauspinoille, jolla estetään metallipintojen korroosioreaktio (6, 90). Natriumnitriittiä voidaan kutsua myös eräänlaiseksi säilöntäaineeksi, joka suojaa metallipintoja ennen seuraavaa käsittelyvaihetta(3).

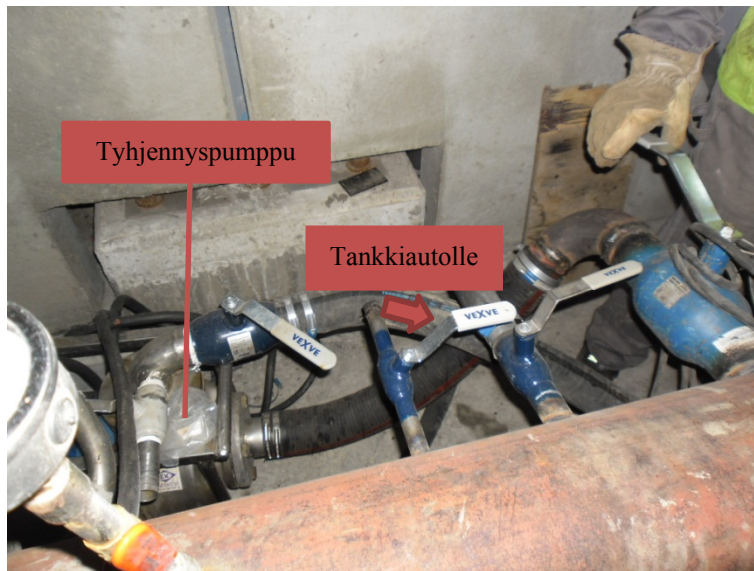


Kuva 19. Natriumnitriitti ( $\text{NaNO}_2$ )

Natriumnitriitin kierrätyksen jälkeen pysäytetään peittauspumppu ja otetaan peittausliemestä näytteitä tarkempaan analysointiin (23). Näytteistä tutkitaan mm. raskasmetallipitoisuuksia: kromi ja nikkeli. Analysoinnin perusteella peittauksen jäteliemi toimitetaan jatkokäsittelyyn. Näytteiden analysointi kestää vuorokauden, joten peittausliemi jätetään jäähdytyspiiriin analysoinnin ajaksi ja peittauspumppua käydään pyörittämässä tässä välissä muutamia kertoja, joten peittausliemelle saadaan vaihtuvuutta. (3.)

#### 6.4.4 Peittauskemikaalien tyhjennys

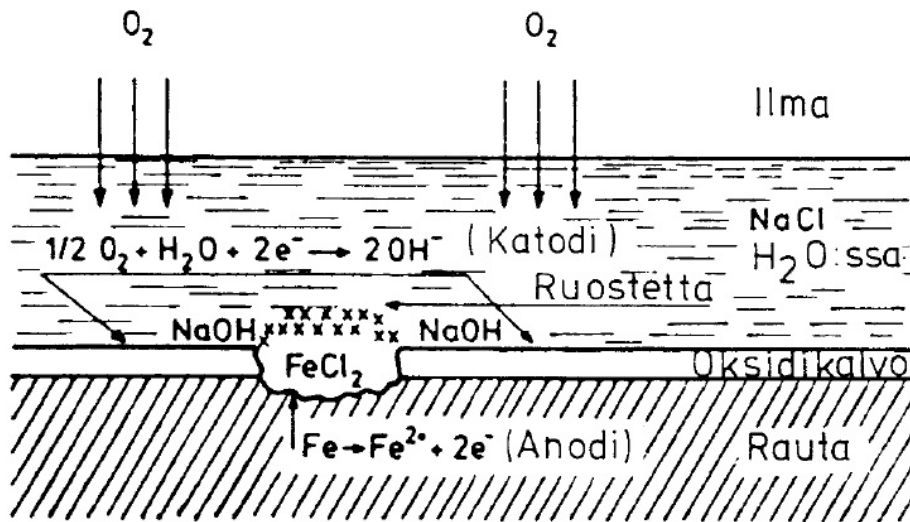
Peittauksesta syntyvä jätevesi tyhjenetään peittauspiiristä erillisillä tyhjennyspumpeilla peittauslinjan sekä kaasunjäähdyttimien pohjalla olevien tyhjennyslinjojen kautta säiliöautoihin. Jätevesianalyysissä havaittiin kromipitoisuuksien nousseen yli tavoitteen. Jätevesiä ei voitu käsitellä esim. suodattaa itse työmaalla, työmaa-alueen ahautuksen vuoksi, joten Lahti Energia päätyi toimittamaan jätevedet Ekokem Oy:n jätteenkäsittelylaitokselle. (3.)



Kuva 20. Peittauspiirin tyhjennys

#### 6.4.5 Kaasujäähdytinpiirille tehtävät jälkitoimenpiteet

Tyhjennyksen jälkeen kaasujäähdytinpiiri täytyy säilöä ennen myöhemmin suoritettavaa suojakalvon ajoa. Säilöntä tapahtuu märksäilöntänä, jossa nostetaan säilöntäliuoksen pH-arvoa ja estetään hapen pääsy kaasujäähdyttimien metallipinoille. Säilöntäliuoksen happamuus vaikuttaa raudan syöpymiseen, joten liuoksen pH-arvo nostetaan tasolle 9,5, jolloin happikorrosio on minimissään. Happi aiheuttaa liuoksessa, suojaavan oksidikalvon heikentymisen ja rikkoo oksidikalvoa paikallisesti olosuhteiden ollessa sellaiset, että suojakalvo ei uusiudu. Tästä on seurauksena paikallis- eli pistekorrosio. Pistekorrosiossa paljastunut metalli toimii anodina (liukenee) ja oksidikalvo toimii katodina (kuva 21). Säilöntä toteutetaan siten, että annostellaan syöttövedeen boilex- korroosioinhibiittia sisältävää vettä 30 l (kuva 22) ja samaan aikaan nostetaan veden pH ammoniakkivedellä noin tasolle 9,5 (kuva 22). Säilönnässä käytettävä Boilex- hapensidontakemikaalilla poistetaan syöttöveden jäännöshappi sekä nostetaan pH-tasoa. (3; 6, 275-278; 6, 301.)



Kuva 21 Raudan syöpyminen liuennon hapen vaikutuksesta, suojakalvon rikkoutessa (6, 276).

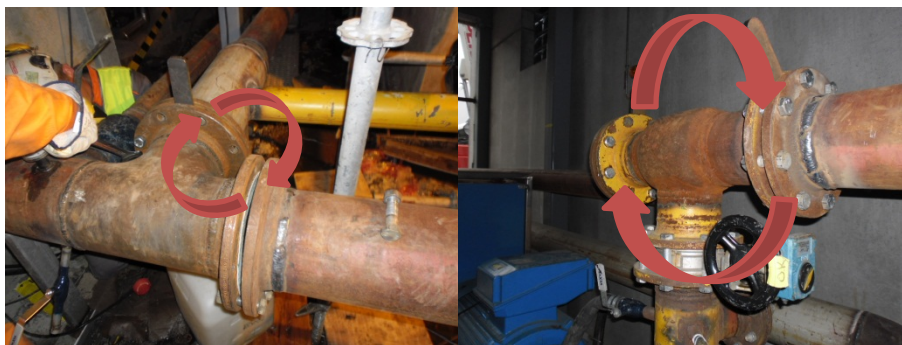


Kuva 22. Boilex- hapenpoistokemikaalin annostelu ja pH:n säätö

Kaasujäähdytinkiiri on jätetty tässä yhteydessä täyteen ionivaihdettua syöttövettä, johon on lisätty hapensidontakemikaalia. Tarvittavat jälkitoimenpiteet kaasunjäähdytinkiirille on nyt tehty, joten peittäuspumppu voidaan pysäyttää. Pumpun pysäytyksen jälkeen suljetaan pumpun imu- ja painepuolen venttiilit. Kaasujäähdytinkiiri jätetään tähän tilaan ennen seuraavaa vaihetta, joka on kaasujäähdyttimien magnetiittikalvon ajo. Magnetiittikalvon ajo suoritetaan myöhemmin. (3.)

#### 6.4.6 Peittauslinjaston muutostyöt

Peittauslinjan erotus kaasujäähdytinlinjasta tehdään siten, että ensin suljetaan kaasujäähdyttimen kierrätyspumpon imu- ja painepuolen sulkuventtiilit. Tämän jälkeen tyhjennetään peittaus- ja kierrätyspumpon välille rakennetut paine- ja imupuolen putkilinjat. Seuraavaksi poistetaan rakennetun linjaston ja kaasujäähdyttimen kiertopumpon imupuolen yhdyskohdan ulkopuolelle jäänyt osa. Putkilinjojen tyhjennyksen jälkeen aloitetaan linjaston muutostyöt kaasukattilan peittausta varten. Linjastomuutos tehdään siten, että vaihdetaan umpi- ja reikälaipan paikat peittauspumpon paine- ja imupuolelta. Näin saadaan erotettua kaasujäähdytinpiiri ja aukaistua suljettuna ollut kaasukattilapiiri. (19.)



Kuva 23. Linjastomuutokset

## 7 KAASUKATTILAN PEITTAUS

### 7.1 Kaasukattilan peittauskytkennät

Kaasukattilan peittaus tapahtuu samalla peittauspumulla kuin kaasujäähdyttimien peittaus. Kaasukattilan peittauksessa peittauslinjasto on rakennettu siten, että peittauskemikaalit pumpataan samalla peittauspumulla sekä kaasukattilan vesi- ja höyryputkistoon. Toinen haara menee kaasukattilan vesipiirin kautta normaalisti lieriöön. Ainoastaan ennen syöttöveden esilämmittimiä (ekoja) oleva KP -esilämmitin ohitetaan, eli sen vesipuolta ei peitata. (liite 2) (3.)

Höyrypuolen putkihaara menee siten, että peittauslinjasto menee päähöyrylinjaan, joka kiertää reduktiolinjojen läpi tulistimille ja sieltä lieriöön. Näin sekä höyry- ja vesilinjastot saadaan peitattua ja peittauslinjat yhdistettyä lieriössä. Lieriöstä lähtee peit-

tauspiirin paluulinjat laskuputkia ja kaasukattilan höyrystinputkia pitkin kattilan pohjalle. Kaasukattilan pohjalla kaikki paluulinjat yhdistyvät yhdeksi linjaksi, joka menee peittauspumpun imupuolelle. (liite 2) (3.)

Kaasukattilan peittauksessa käytetään erilaisia peittauskytkentöjä ja linjamuutoksia, joita on sijoitettu peittauskohteessa eri paikkoihin.

Peittauskytkennät ja linjamuutokset ovat seuraavanlaisia:

- Lieriön laskuputkiin on asennettu kuristuslevyt. Kuristuslevyillä parannetaan peittauskiertoa ja niiden avulla saadaan peittauskemikaalit jakautumaan paremmin laskuputkiin ja höyrystinpinoille. Lieriön yläosan demisterit poistetaan, jotteivät ne pääse likaantumaan tai tukkeutumaan, koska kierrossa voi olla myös liukene-matonta ainesta kuten esimerkiksi hiontapölyä.



Kuva 24. Lieriön laskuputken kuristinlevy





Kuva 25. Lieriön yläosa

- Kaasukattilan pohjalla oleviin tarkastusyhteisiin (6 kpl) on asennettu DN 50 putket, jotka on yhdistetty peittäuspumpun paluupuolelle. Lieriön laskuputkien ja kattilan höyrystinpintojen tyhjennyslinjat on liitetty peittäuspumpun imupuolelle.



Kuva 26. Kattilan tyhjennysputket

- Kaasukattilan tulistajien ruiskutusvesilinjat on irrotettu. Ruiskutusvesilinjat on yhdistetty erillisellä DN 25 letkulla peittäuspumpun imupuolelle. Tulistajien tyhjennyslinjat on myös liitetty DN 50 putkella peittäuspumpun imupuolelle.



Kuva 27. Kaasukattilan ruiskutusvesilinjojen ja tulistajien kytkennät

- Syöttövesipumpun painepuolen minimikiertoventtiili on poistettu. Painepuolen linja on liitetty peittäuspumpun painepuolelle DN 100 putkella. Syöttövesilinjan takaiskuventtiilistä on poistettu sisuskalut. Syöttövesipumpun imupuolen imusihti on poistettu ja yhdistetty peittäuspumpun imupuolelle. (Tämä on sama linja, josta otettiin syöttöettä kaasunjäähdyttimien peittaukseen.)



Kuva 28. Syöttövesipumpun kytkennät

- Turbiinin ulospuhalluslinja on liitetty peittäuspumpun painepuolelle DN 150 putkella.



Kuva 29. Turbiinin ulospuhalluslinjan kytkentä

- Höyrylinjan apuohjattujen varojen putket sekä lieriöltä tuleva putki liitetään peittäuspumpun imupuolelle DN 25 letkulla.



Kuva 30. Apuohjattujen varojen peittäuskytkennät

- Turbiinin reduktiolinjat ovat mukana peittauspiirissä, koska niitä ei ole mahdollista erottaa päähöyrylinjasta. Reduktiolinjat on yhdistetty peittauspumpun painepuolelle DN 50 ja DN 25 putkilla. (2.)



Kuva 31. Turbiinin reduktiolinjojen kytkennät

## 7.2 Peittauskemikaalit ja määrät

Kaasukattilan peittaus tapahtuu samoilla kemikaaleilla kuin kaasujäähdyttimien peittaus. Kaasujäähdyttimien peittaustilavuus on suurempi, joten peittaukseen käytettävien kemikaalien kokonaismäärät ovat myös suuremmat. Kaasukattilan peittaukseen käytettävien kemikaalien määrät ovat seuraavat:

Taulukko 4. Kaasukattilan peittauskemikaalit

KEMIKAALI	MÄÄRÄ (kg)
Rasvanpoistokemikaali Berol DGR-81	30
Inhibiittori Stannine LTP	200
Sitruunahappo	2000
Ammoniakkivesi 24,5 %	2100
Natriumnitriitti	100

Peittaustilavuus kaasukattilan peittauksessa on noin 100 m<sup>3</sup> (2.)

### 7.3 Peittausta edeltävät toimenpiteet

Ennen kaasukattilan peittausta, kattila sekä muut peitattavat osat huuhdellaan syöttövedellä ja huuhteluvedet johdetaan kanaaliin. Huuhtelu ei ole kuitenkaan tärkein tehtävä, vaan huuhteluvedellä tapahtuva lämpötilan nosto. Peittausta ei voida aloittaa ennen kuin kattilan pohjan ja tulistimien lämpötila on noin 70 °C tasolla. Lämpötilan nousu 10 °C kaksinkertaistaa reaktionopeuden (23, 95). Lämpötila ei saa nousta liian korkealle 90–100 °C, jolloin mahdollisesti inhibiittori menettää toimintakykynsä(19). (3.)

#### 7.3.1 Peittauspiirin lämmitys

Peittauslinjaston lämmitys tapahtuu syöttöveden (82–87 °C) avulla useammassa vaiheessa. Syöttövedtä on saatavilla vaan syöttövesisäiliöstä, jonka vesimäärä ei riitä kaikkien peitattavien osien lämmitykseen yhdellä kertaa. Tästä johtuen syöttövesisäiliöön joudutaan valmistamaan vaiheittain lisävedtä ja näin saavutetaan peittauslämpötila, joka on noin 70 °C. Kattilan ja höyrylinjaston lämmitys tapahtuu vaiheittain. (3.)

#### 7.3.2 Ensimmäinen lämmitysvaihe

Ensimmäisessä vaiheessa lämmintä syöttövedtä pumpataan höyry- ja reduktiolinjojen kautta tulistimille, jonka jälkeen vesi palautuu lieriön lasku- ja höyrystinputkien kautta kattilan pohjalle. Jäähdyntynyt vesi kerätään ja ajetaan kanaaliin. Syöttöveden loppuessa

kattilan pohjalta mitattava jäähtyneen veden lämpötila on noin 40 °C. Kattilan höyrylinjastot ja tulistajat on nyt lämmitetty peittauslämpötilaan. (19.)



Kuva 32. Reduktio- ja tulistinlinjojen lämmitys

### 7.3.3 Toinen lämmitysvaihe

Lisäväettä on valmistettu syöttövesisäiliöön, joten voidaan aloittaa toinen lämmitysvaihe. Toisessa lämmitysvaiheessa lämmitetään syöttövesilinjastoa, ekoja, lieriön laskuputkia sekä kaasukattilan höyrystin- ja vedenkeräyslinjoja. Jäähtyneet paluuedet kerätään kattilan pohjalta ja johdetaan kanaaliin. Ennen lämmitysveden loppumista kattilan pohjalta mitattava paluueden lämpötila on noin 65 °C, joka ei ole vielä sopiva peittauslämpötila. Loppulämpötila saavutetaan peittauspiirin täytön yhteydessä. (19.)



Kuva 33. Kaasukattilan syöttövesipuolen lämmitys

### 7.3.4 Peittauspiirin täyttö ennen peittausta

Peittauslinjastojen lämmityksen jälkeen valmistetaan lisävettä, joka käytetään peittauslinjaston täyttöön. Täyttövaiheessa tarkkaillaan tietysti, että saavutetaan oikea lämpötila. Peittauspiiri täytetään siten, että pumpataan vettä ekojen kautta lieriöön ja pumpun imupuolen- ja tyhjennyksen venttiilit ovat kiinni. Lieriön pintaa nostetaan pikkuhiljaa vähän yli puolen välin johon se jätetään, koska peittauskemikaalit täytyy myös sopia kiertoon. Lieriön pinnan noston jälkeen laitetaan piiriin kierto päälle aukaisemalla pumpun imupuolen venttiili. Tämän jälkeen tarkkaillaan lieriön pinnan vaihtelua. Pinnan vaihteluiden tasoittuessa, kattilan pohjalta mitattava lämpötila on noin 74 °C. Kattilan vesipuolen lämpötila on saatu hyvälle tasolle, joten voidaan aukaista höyrypiirin sulkuventtiili tulistimille päin. Peittauskierto on nyt kokonaisuudessaan valmis peittausta varten. (3; 19.)



Kuva 34. Peittauksen aikainen kytkentä

## 7.4 Peittaus

Kaasukattilan peittaus tapahtuu samalla tavalla ja samoilla peittauskemikaaleilla kuin kaasujäähdyttimien peittaus. Kaasukattilan peitattavien osien tilavuus on suurempi, joten peittauskemikaalien määrät ovat suuremmat. Kaikki peittauskemikaalit siis annostellaan peräjälkeen peittauspiiriin erillisellä annostelupumpulla. (2.)

### 7.4.1 Rasvanpoisto

Berol DGR-81 -rasvanpoistokemikaalia annostellaan peittauspiiriin. Rasvanpoistokemikaalia kierrätetään noin tunti, ennen kuin annostellaan seuraava kemikaali.(2.)

### 7.4.2 Happokäsittely

Happokäsittelyssä ensin annostellaan Stannine LTP -inhibiittoria metallipintojen suo- jaksi. Inhibiittorin annostelun jälkeen liuotetaan sitruunahappojauhe peittauspiiriin. Happokäsittelyn yhteydessä liitetään myös näytepalalaite peittauskiertoon. Näytepalo- ja on nyt 3 kappaletta, koska kattilassa käytetään tulistimilla ja höyrystinpinnoilla kolmea eri materiaalia (20).

Happokäsittelyn aikana seurataan rautapitoisuutta ja inhibiittorin toimivuutta tunnin välein kunnes ne eivät enää muutu, aivan kuten mitattiin kaasujäähdyttimien peittauk- sessa. Happokäsittelyn neljän ensimmäisen tunnin aikana tehdään rautapitoisuus- ja lämpötila mittaukset (taulukko 5). Lämpötila laskee hieman peittauksen aikana ja lämpötilan lasku täytyy ottaa huomioon peittausajassa.

Taulukko 5. Rautapitoisuusmittaukset peittauksen aikana (19.)

Happokäsittelyn aloituksesta ku- lunut aika	Rautapitoisuus (g/l)	Peittaus- tilavuus (l)	Liuenneen rau- dan määrä (kg)	Lämpötila (°C)
1 h	2	100000	200	70
2 h	2	100000	200	69
3 h	2	100000	200	68
4 h	2	100000	200	67

### 7.4.3 Neutralointi ja passivointi

Noin viisi tuntia happokäsittelyn aloituksen jälkeen, aloitetaan neutralointi 24,5 %:n ammoniakkivedellä. Ammoniakkivettä annostellaan peittausliuokseen ja mitataan sa- maan aikaan liuoksen happamuus tarpeeksi usein, jotta saadaan pH-arvo noin tasolle 8. Ammoniakkiveden annostelun yhteydessä kemikaalien annostelupumppu ei pump- paa enää hyvin ammoniakkivettä kiertoon, koska peittauspiiri on täynnä. Tässä yhtey- dessä peittauskierrosta otetaan noin 1m<sup>3</sup> peittausliuosta, jotta voidaan annostella tar-



vittava määrä ammoniakivettä ja säätää pH oikealle tasolle. Peittausliuoksen pH:n ollessa tasolla 8, voidaan aloittaa seuraava vaihe. Noin tunti neutraloinnin aloituksesta peittausliuokseen lisätään natriumnitriittiä, jolla säilötään kattila ennen seuraavaa vaihetta. (19.)

#### 7.4.4 Tyhjennys ja kattilan huuhtelu

Kattila tyhjenetään peittausliemistä erillisellä tyhjennyspumppulla, jolla pumpataan käytetyt peittauskemikaalit peittauspiiristä tankkiautoon. Tyhjennyksen jälkeen kattilaa huuhdellaan ja huuhteluvedet pumpataan myös tankkiautoon. Huuhtelu tapahtuu laitoksen syöttövedellä siten, että ensin nostetaan peittauspumppulla painetta, jolloin syöttövesi- ja tulistinpiirin venttiilit ovat kiinni. Tämän jälkeen aloitetaan kattilan höyry ja turbiinin reduktiolinjojen huuhtelu. Avataan peittauspiirin tulistinpuolen käsi-venttiili. Tällä tavalla saadaan huuhtelun kannalta mahdollisimman paljon virtausta reduktio- ja tulistinlinjojen huuhteluun. Huuhtelua jatketaan samalla tavalla, huuhtelemalla höyry- ja reduktiolinjoja ja huuhtelutulosta seurataan huuhteluveden johtokykymittauksen avulla. Johtokyky ennen huuhtelua on noin 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Tavoitteena on päästä alle 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  tasolle veden johtokyvyssä ja näin varmistaa huuhtelun lopputulos. Veden johtokyvyn ollessa tavoitetasolla, tyhjenetään huuhteluvedet tankkiautoon. Tämän jälkeen vaihdetaan huuhtelulinjaa eli huuhdellaan kattilaa ekoille päin menevän syöttövesilinjan kautta kunnes saavutetaan tavoitetaso. Tämän jälkeen huuhteluvedet voidaan tyhjentää tankkiautoon. Tankkiautoon menevän huuhteluveden pH on välillä 8,2 - 8,5 ja huuhteluun otetun syöttöveden pH on 6,5 ja johtokyky välillä 4 - 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Kaasukattilan jätevesien määrä kokonaisuudessaan on noin 140 m<sup>3</sup>.



Kuva 35. Jäteliemi

Molempien peittauspiirien veden johtokykytason ollessa tavoitteessa, voidaan aloittaa kattilan loppuhuuhtelu kokonaisuudessaan ja johtaa huuhteluvedet tyhjennyslinjaa pitkin viemäriin. Kattila täytetään syöttövedellä ja höyrylinjan venttiili on kiinni linjastossa. Pumpataan vettä pelkästään syöttövesilinjan kautta lieriöön. Lieriön täyttymisen jälkeen vesi menee tulistimille ja reduktiolinjoille. Kattilan vesi- ja höyrylinjasto täytetään siis kokonaisuudessaan ja paineistetaan pumppaamalla vettä kiinni olevaa tulistinlinjan venttiiliä vasten. Paineennoston jälkeen aukaistaan turbiinin ulospuhallussäilöön menevän linjan venttiiliä ja saadaan näin tulistimille virtausta ” toiseen suuntaan” ja näin mahdollisimman hyvä huuhtelutulos ja mahdolliset peittausjäämät poistettua tehokkaammin. Huuhtelun jälkeen kattila tyhjenetään vedestä ja se on valmis seuraavan vaiheeseen. (3.)

#### 7.4.5 Peittauslinjaston purku ja seuraavat toimenpiteet

Kattilan huuhtelun jälkeen kattila on valmis peittauksen osalta, joten rakennetut peittauslinjastot voidaan purkaa pois. Kaikki peittausta varten tehdyt muutokset muutetaan takaisin kattilan ja jäähytinpiirien osalta.



Kuva 36. Peitattu ja peittaamaton putki

Peittauksen jälkeen mahdolliset kiintoaineet kerääntyvät, joko kattilan pohjalle tai lieriöön. Peittauksen lopputulosta ja mahdollisia jäämiä voidaan tarkastella näistä paikoista. Kattilan pohjan tarkastusyhteet täytyy puhdistaa tyhjennysputkien leikkausjäämistä, ennen kuin ne voidaan hitsata umpeen. Lieriön tarkastusluukut avataan ja tuuletetaan sitä, jotta voidaan imuroida kaikki kerääntynyt lika lieriön pohjalta sekä poistaa peittauksen aikana olleet laskuputkien kuristuslevyt.

Kattilaan tehdään seuraavia toimenpiteitä ennen kuin se on valmis tiiveyskoetta varten.

- Syöttövesipumpun venttiilin, sihdin ja syöttövesilinjan minimikiertoventtiilin palautus
- Kuristuslevyt poistetaan lieriön laskuputkista sekä asennetaan kattoon demisterit
- Tulistajien ruiskutusvesilaput asennetaan takaisin
- Kattilan pohjan tarkastusyhteet hitsataan umpeen
- Tulistajien tyhjennyslinjat liitetään takaisin ulospuhalluslinjaan
- Apuohjattujen varojen ohjausyksikkö asennetaan (3.)

## 8 KAASUKATTILAN TIIVEYSKOE, MUURAUSTEN KUIVATUS SEKÄ MAGNETIITTIKALVON AJO

### 8.1 Tiiveyskoe

Kaasukattilan tiiveyskokeen tarkoitus on testata kattilan tiiveys käyttöpaineessa. Tiiveyskoea varten kattilaan otetaan vettä syöttövesisäiliöstä ja nostetaan kattilan paine noin tasolle 110 bar tiiveyskokeen ajaksi. Tiiveyskokeen aikana tarkastellaan mahdollisia muutos- ja asennustöissä sekä mahdollisesti kattilan valmistuksen aikana syntyviä virheitä ja niistä aiheutuvia vuotoja. (2.)

### 8.2 Muurausten kuivatus

Kaasukattilan katossa ja pohjalla olevia muurauksia täytyy kuivattaa ennen kattilan suojakalvon muodostamista. Muurausten kuivatus tapahtuu siten, että kattilaa lämmitetään ensin todella varovasti, jotta muuraukset eivät kuivu liian nopeasti. Kuivatus tapahtuu käytännössä siten, että kattilan neljällä kaasupolttimella nostetaan lämpötilaa ja polttimia poltetaan vuorotellen. Kuivatuksen alussa vain yhtä poltinta pidetään päällä kerrallaan ja poltinta vaihdetaan määräajoin, jotta kuivatus olisi tasainen. Muurausten lämpötilaa mitataan n. 100 mm muurausten pinnasta. Kattilan vetoa ja ilmankiertoa säädetään lämpötilan mukaan. Muurausten kuivatus on aina kattilakohtainen ja noudattaa kattilan muurausten kuivatukseen suunniteltua kuivatuskäyrää (liitteet 3 ja 4). Kuivatuskäyrien avulla kuivatuslämpötilaa nostetaan tasaisesti. Lämmityksen aikana höyryt ajetaan starttiventtiilin kautta katolle. (23.)

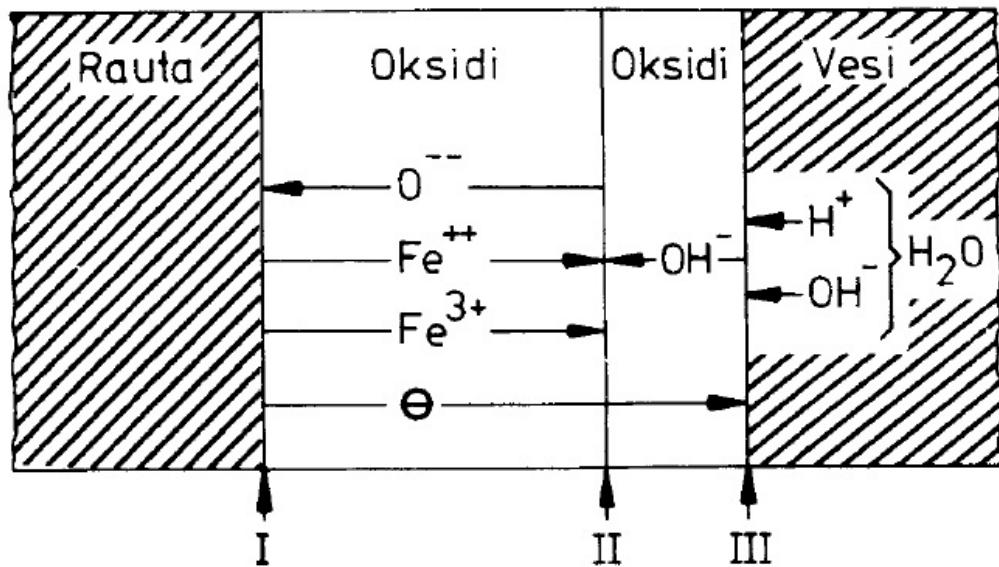
### 8.3 Kaasukattilan suojakalvon muodostaminen

#### 8.3.1 Magnetiittikalvo

Magnetiitti ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) on yksi raudan oksideista, jota muodostuu kun rauta hapettuu eli passivoituu. Magnetiitin väri on musta, mutta magnetiittikalvon väri voi muuttua käytettävän kemikaalin mukaan ja voi olla myös vaikkapa punertava (3). Magnetiittikalvon tehtävänä on suojata epäjalompaa rautaa käyttöolosuhteissa korroosiolta sekä estää epäpuhtauksien joutuminen kattilaveteen käytön aikana. Magnetiittikalvolle ominaista on myös se, että se vaurioituttuaan uusiutuu (6, 272).

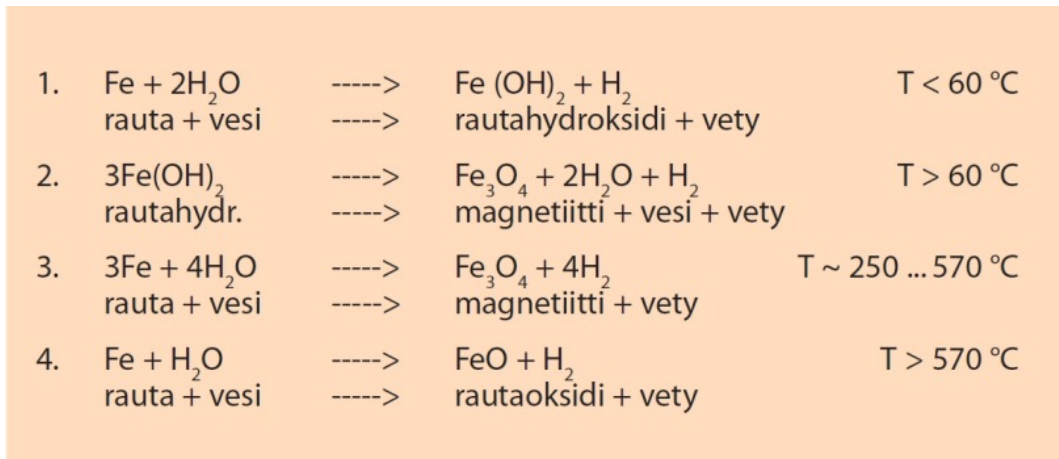
## 8.3.2 Magnetiittikalvon muodostuminen

Magnetiittikalvon muodostuminen riippuu useasta eri tekijästä, kuten lämpötilasta, pH-arvosta ja liuenneen hapen määrästä. Faasirajalla I (kuva 37) tapahtuu rautaionien muodostus. Rautaionit muodostavat osittain sisäänpäin kasvavan tiiviin kalvon ja osin siirtyvät tämän läpi (kuva 37). Sisemmän eli lähempänä rautaa olevan oksidikerroksen läpi siirtyneet rautaionit saostuvat faasirajalla II alkalisessa ympäristössä ja muodostavat rautahydroksidia. Rautahydroksidista muodostuu (kuva 38, reaktio 2 mukaan) magnetiittia ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (6, 291).



Kuva 37 Magnetiittikalvon muodostuminen lämpimässä vedessä (6, 291).

Magnetiittikalvon muodostumista voidaan tarkastella raudan ja veden reaktioiden avulla (kuva 38). Veden lämpötilan ollessa alle  $60\text{ }^\circ\text{C}$  muodostuu ainoastaan rautahydroksidia reaktion 1. mukaisesti (kuva 38). Magnetiittikalvon muodostuminen alkaa vasta veden lämpötilan kohotessa yli  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , jolloin rautahydroksidista muodostuu magnetiittia reaktion 2. mukaisesti (kuva 38). Tavoitelämpötila kalvon muodostumiselle on välillä  $250\text{--}570\text{ }^\circ\text{C}$ , jolloin raudasta muodostuu suoraan magnetiittia reaktion 3. mukaisesti ja kalvon muodostumisreaktio on parhaimmillaan. Lämpötilan kohotessa yli  $570\text{ }^\circ\text{C}$ , alkaa muodostua rautaoksidia, joka on rakenteeltaan huokoisempaa kuin magnetiitti ja ei kiinnity raudan pintaan yhtä hyvin. (25.)



Kuva 38. Raudan ja veden reaktiot (25)

Magnetiittikalvo täyttää suojakalvon edellytykset, kun (6, 291):

- suojakalvo on huokoseton, säröttömän yhtenäinen niukkaliukoinen kerros
- suojakalvon liukenemisen kautta ei siirry veteen metallia siinä määrin, että se aiheuttaa haittaa laitteille ja niiden käytölle
- suojaus on niin tehokas, että laitteen suunniteltu käyttöikä saavutetaan tai ylitetään
- laitoksella toteutettu vedenkäsittely kykenee ylläpitämään olosuhteet, jotka takaavat suojakalvon uusiutumisen.

### 8.3.3 Magnetiittikalvon ajo kaasukattilaan

Magnetiittikalvon ajo kaasukattilaan tapahtuu vaiheittain. Ensimmäisen vuorokauden aikana poltetaan kattilan polttimia varovasti ja nostetaan höyrynpaine lieriössä noin 7 baariin, jolloin syöttöveden lämpötila ennen esilämmittimiä on välillä 120–130 °C ja esilämmittimien jälkeen välillä 170–180 °C. Lierion kylläisen höyryn lämpötila välillä 180–200 °C ja tuorehöyryn lämpötila välillä 200–250 °C. Magnetiittia alkaa muodostua jo ensimmäisen ajovaiheen aikana, joka nähdään ensimmäisen ajovaiheen aikana tehdyissä suodatuksissa (liitteet 8 ja 9).

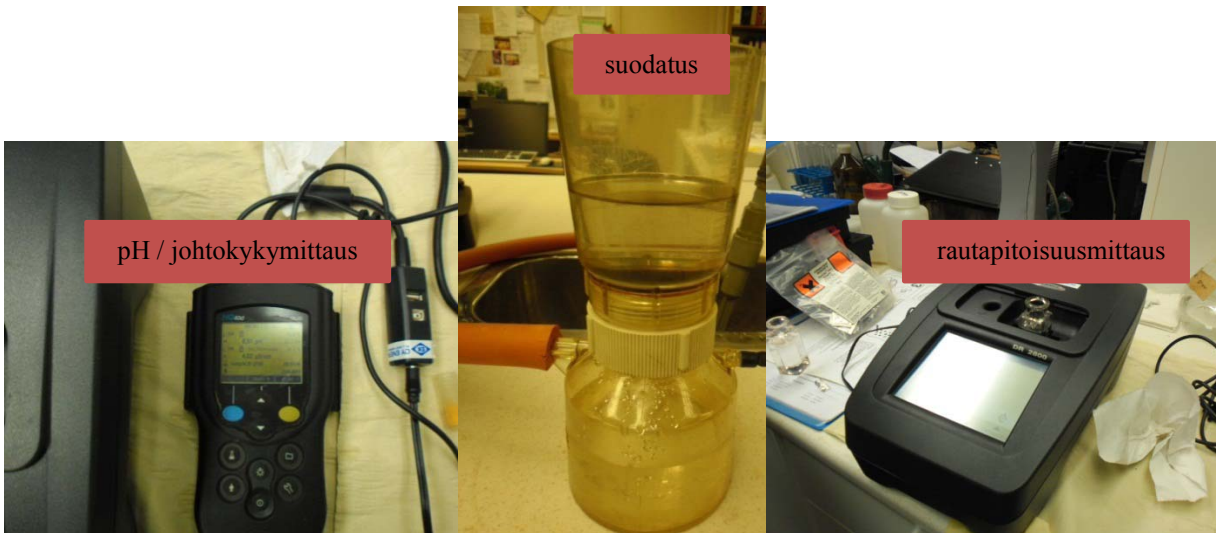
Vuorokauden kuluttua tästä aloitetaan pääajovaihe, jolloin nostetaan höyrynpaine välille 35–40 bar. Tämä painetaso saavutetaan polttamalla kattilassa vain kahta kaasupoltinta. Syöttöveden lämpötila on ennen esilämmittimiä välillä 120–130 °C ja esilämmittimien jälkeen väillä 190–230 °C. Kylläisen höyryn lämpötila on välillä 245–

250 °C ja tuorehöyryn lämpötila on välillä 400–500 °C (liite 6). Muodostuneet höyryt ajetaan starttiventtiilin kautta katolle. (22.)

Magnetiittikalvon pääajovaihe tavoitepaineessa kestää noin vuorokauden. Kattilavedestä ulospuhalletaan epäpuhtauksia normaalin ulospuhalluksen lisäksi käsin noin tunnin välein (20). Ajovaiheen aikana kattilaan muodostuu todella ohut musta suojaava kalvo. Kalvon muodostumisen aikana pyritään pitämään kaasukattilan palamisolosuhteet, syöttöveden lämpötila sekä höyrynpaine- ja lämpötila mahdollisimman optimaalisena ja tasaisena, jotta kalvon muodostuminen kattilan eri osiin olisi mahdollisimman hyvä. (26; 3.)

#### 8.3.4 Vesinäytteet ja niiden analysointi

Magnetiittikalvon muodostumista kattilassa seurataan vesinäytteiden avulla. Näytteitä otetaan säännöllisin välein syöttövedestä, kattilavedestä, kylläisestä- ja tulistetusta höyrystä. Näytteistä mitataan johtokyky, pH, rautapitoisuus sekä suodatetaan vesi suodatinpaperin läpi (kuva 39). Alussa magnetiittikalvon muodostuminen on nopeaa, joka voidaan todeta suodatuksen väristä (liitteet 8 ja 10), veden rautapitoisuudesta sekä reaktiossa vedyn vapautumisen aiheuttamasta pH:n alenemisesta. Magnetiittikalvon muodostumista seurataan myös johtokykymittauksella. Johtokyvyn perusteella voidaan arvioida mahdollisesti kattilakiveä tai erilaisia kerrostumia aiheuttavien epäpuhtauksien määrä sekä mahdolliset saostumat kalvon muodostamisen aikana. Huono magnetiittikalvo edesauttaa myös saostumien muodostumista. Kalvon muodostuessa suodatuksessa häviää magnetiitin tumma väri (liite 11), rautapitoisuus ja johtokyky laskee sekä pH nousee lähelle kattilan normaalia tasoa eli välille 9-10. (25; 26.)



Kuva 39. Kattilavesien analysointilaitteet

#### 8.4 Magnetiittikalvon ajon jälkeiset toimenpiteet

Kaasukattilaan muodostuneen magnetiittikalvon ajon jälkeen kattila tyhjenetään vedestä. Kattila lämmitetään seuraavan kerran sitten kun aloitetaan magnetiittikalvon ajo kaasujäähdyttimiin. (20.)

### 9 KAASUJÄÄHDYTTIMIEN MAGNETIITTIKALVON AJO

#### 9.1 Kaasujäähdyttimien suojakalvon muodostaminen

Magnetiittikalvon ajossa kaasujäähdyttimiin on huomioitava, että kaasukattilan ja kaasujäähdyttimien magnetiittikalvon ajojen välillä kaasukattila on tyhjillään noin neljä päivää. Kaasukattilaan aikaisemmin ajettu magnetiittikalvo on erittäin ohut ja on mahdollisesti elänyt ja päässyt hilseilemään tällä välillä. Magnetiittikalvon ajossa kaasujäähdyttimiin täytyy muodostaa tuotekaasua, jota jäähdytetään. Kaasukattila on tästä syystä otettava ajoon. Kaasukattilan lämmityksessä ja ylösajossa täytyy tarkkailla erityisesti miten aikaisemmin ajettu magnetiittikalvo elää, joten näytteitä ja suodatuksia tehdään säännöllisesti niin kauan kunnes rautapitoisuus pienenee ja musta magnetiitin väri suodatuksissa häviää. Tämän jälkeen voidaan olla varma siitä, että kaasukattilan kalvo on ehjä ja stabiili. (3.)



## 9.2 Magnetiittikalvon ajo kaasujäähdyttimiin

Magnetiittikalvon ajossa kaasujäähdyttimiin täytyy muodostaa tuotekaasua, joka jäähdytetään ja näin saadaan lämpötila nousemaan kaasujäähdyttimissä sekä muodostettua magnetiittikalvo. Kalvon ajossa täytyy ottaa huomioon se, että jäähdytinpiirissä kiertävän vesi ei saa kiehua. Kalvo täytyy muodostua mahdollisimman tasaisesti ja jäähdytinpiirin paine täytyy pitää tietyllä tasolla, veden kiehumisen estämiseksi. Magnetiittikalvon ajossa kaasujäähdytinpiirin paine pidetään n. 140-145 bar, jolloin lämpötila on välillä 250-270 °C. (liite 7) Magnetiittikalvon ajovaihe kaasunjäähdyttimiin kestää noin vuorokauden. (3.)

## 10 YHTEENVETO

Ennen töiden aloittamista voimalaitosrakennustyömaalla Lahti Energia Oy:n puolesta järjestettiin turvakoulutus, jossa käytiin mm. seuraavia asioita työmaan järjestys ja siisteys, työturvallisuus käyvän laitoksen vieressä, vaaralliset työt kuten nosto- ja telinetyöt sekä henkilökohtaisten turvavarusteiden käyttö työmaalla. Työmaa-alueella oli paljon ulkopuolisia ihmisiä työskentelemässä samaan aikaan ja työskentelyympäristöt olivat osittain ahtaita ja likaisia. Em. asioiden takia liikkumiseen ja työskentelyyn piti kiinnittää erityistä huomiota ja varovaisuutta sekä käyttää tietenkin tarvittavia henkilökohtaisia turvavarusteita kuten kypärä, kuulosuojaimet, suojalasit, suojakäsineet ja työvaatteet.

Kaasujäähdyttimien ja kaasukattilan peittaus-toimenpiteet Lahti Energian Kymijärven voimalaitoksella syyskuussa 2011 saatiin vietyä onnistuneesti läpi. Suunnitellusta aikataulusta viivästyttiin vähän erilaisten käytännön järjestelyjen takia, mutta tällaiset viivästykset ovat melko tavallisia tällaisissa projekteissa.

Kaasujäähdyttimien peittaus onnistui suunnitelmien mukaan eikä peittauksen aikana havaittu mitään normaalista poikkeavaa tapahtumaa. Kaasujäähdyttimien peittausliemi, jouduttiin kuitenkin jättämään peittauspiiriin reiluksi vuorokaudeksi, koska sen loppusijoituspaikasta ei oltu täysin varmoja mahdollisten raskasmetallipitoisuuksien sekä jatkokäsittelyn vuoksi. Mittauksissa havaittujen korkeiden kromipitoisuuksien sekä jäteveden käsittelyä varten tarvittaviin laitteisiin ei ollut tilaa, joten jätevedet vietiin jatkokäsitteltäväksi Ekokem Oy käsittelylaitokseen. Tyhjennettäessä kaikkia jätevesiä ei saatu pumppuaseman tyhjennyslinjasta, vaan loput jouduttiin ottamaan kaasu-

jäähdyttimien pohjan tyhjennyslinjojen kautta. Kaasujäähdytinpiiriin jätettiin hapensidontakemikaalit odottamaan magnetiittikalvon ajoa, joka tapahtui myöhemmin.

Kaasukattilan peittauksessa, peittauspiirin lämmitys olikin haasteellinen, koska lämmintä lisävettä oli vaan rajallinen määrä ja peittaustilavuus 100 m<sup>3</sup>. Lämmitys tapahtui siten, että lisävettä valmistettiin aina syöttövesisäiliö täyteen. Lämmitys kesti noin kaksi tuntia / syöttövesisäiliö. Syöttövedellä lämmitettiin kattilan eri osia vaihteittain. Lopulta saatiin kaikkialle kattilaan oikea lämpötila ja voitiin näin aloittaa peittaus.

Peittausten, kaasukattilan tiiveyskokeen ja muurausten kuivatuksen jälkeen oli vuorossa kaasukattilan magnetiittikalvon ajo. Magnetiittikalvon ajo onnistui vesianalyysin ja järjestelmämittausten perusteella hyvin, ainoastaan kaasupoltin sammui kerran ajon aikana, jolloin lämpötila ja paine laskivat hetkellisesti.

Kaasukattila jäi magnetiittikalvon ajon jälkeen tyhjilleen muutamiksi päiviksi ennen uudelleenlämmitystä. Kaasunjäähdyttimien magnetiittikalvon ajon yhteydessä tarkastettiin myös magnetiittikalvon pitävyys kaasukattilassa mahdollisten vaurioiden varalta.

Peittaustapahtumat ovat kertaluonteisia, käytännönläheisiä ja aikaa vieviä toimenpiteitä. Tärkeimpänä- ja mielenkiintoisimpana asiana peittauksessa näin työn käytännönläheisyyden. Tapahtumassa pääsin näkemään käytännönläheisesti miten peittauslinjasot, pumppu, venttiilit ym. oli sijoitettu ja liitetty peittauskohteisiin kattilalaitoksessa. Pääsin tutustumaan kattilalaitoksen laitteisiin ja kytkentöihin sekä niiden merkitykseen peittauksen kannalta. Mielenkiintoisia oli myös nähdä se, miten käytännössä työ suoritetaan ja mitkä olivat kemikaalien tehtävät ja miten niitä käsitellään turvallisesti. Lopuksi oli mielenkiintoista nähdä, miten suojakalvo muodostuu peittauskohteisiin ja seurata toimenpiteitä muodostumisen aikana.

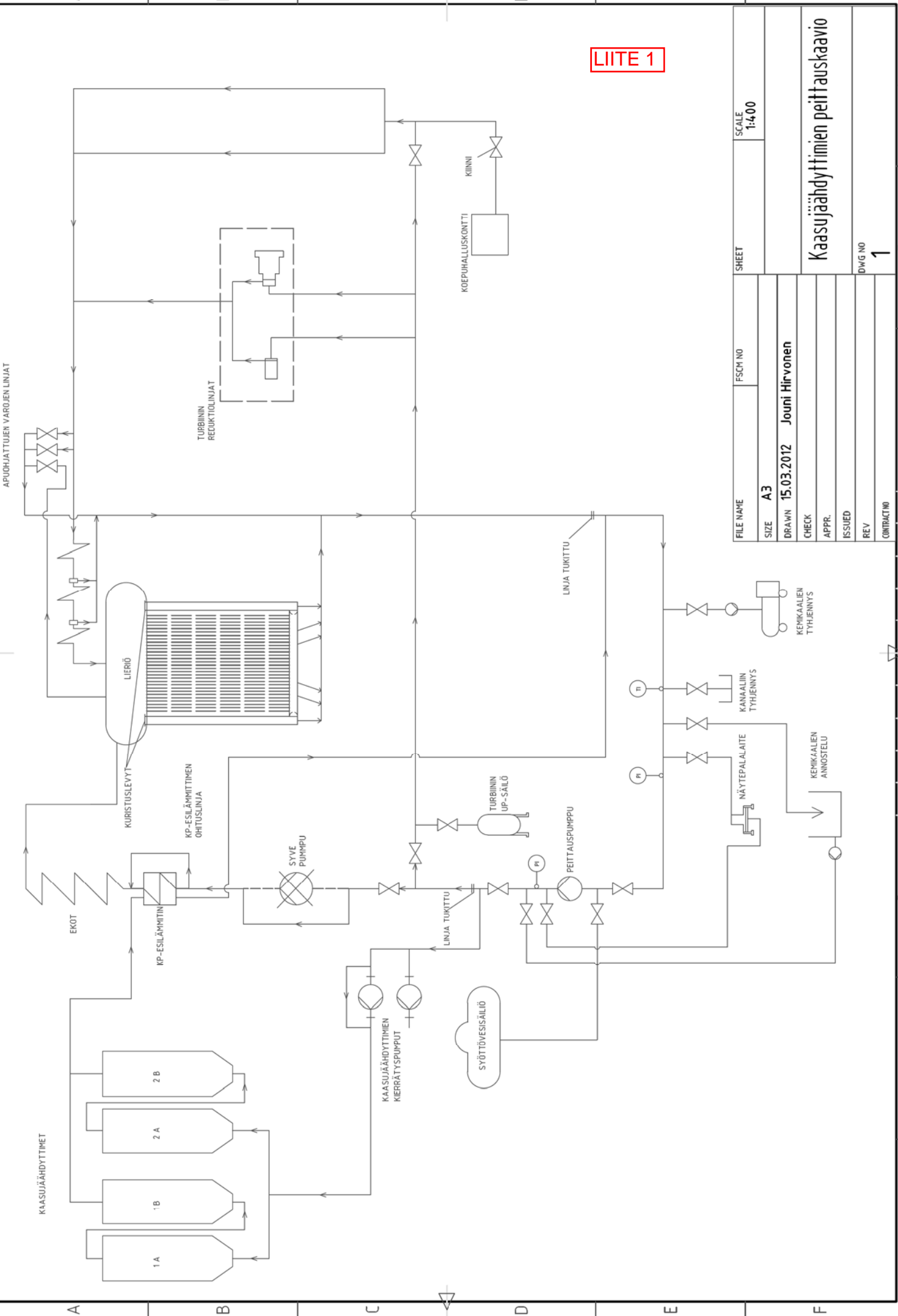
Ympäristöasiat otettiin työmaalla huomioon mm. viemällä käytetyt kemikaalit jatkokäsiteltäväksi ja muut työmaalla syntyvät jätteet toimitettiin merkityille jätelavoille.

## LÄHTEET

1. Enerkem Oy kotisivut. Saatavissa: <http://www.enerkem.fi> [viitattu 17.1.2012].
2. Peittaussuunnitelma, 12.9.2011–30.9.2011 Lahti: Enerkem Oy / Metso Power Oy.
3. Launne, T. Henkilökohtaiset keskustelut 12.9.2011–30.9.2011. Lahti: Enerkem Oy.
4. Metso Oyj kotisivut. Saatavissa: [http://www.metso.com/corporation/ir\\_eng.nsf/WebWID/WTB-100608-2256F-357D3/\\$File/metso\\_CMD\\_2010\\_pasi\\_laine\\_EET\\_capital\\_markets\\_day.pdf](http://www.metso.com/corporation/ir_eng.nsf/WebWID/WTB-100608-2256F-357D3/$File/metso_CMD_2010_pasi_laine_EET_capital_markets_day.pdf) [viitattu 10.10.2011].
5. Huhtinen, M. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.
6. Kunnossapitoyhdistys ry. 2006. Korroosiokäsikirja. Helsinki: KP-Media Oy.
7. Oikeudellisen aineiston julkinen palvelu. Edita Publishing Oy. sa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/> [viitattu 16.5.2012].
8. Työturvallisuuskeskus TTK. Saatavissa: [http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu\\_tyopaikalla/kemialliset\\_tekijat](http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu_tyopaikalla/kemialliset_tekijat) [viitattu 16.5.2012].
9. Kemikaalivalmistaja AkzoNobel. 2012. Saatavissa: <http://sc.akzonobel.com/en/fabric-cleaning/Pages/product-detail.aspx?prodID=8205> [viitattu 10.5.2012].
10. Wikipedia tietosanakirja. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Tensidi> [viitattu 10.5.2012].
11. Jokinen, I. 2010. Opetushallitus. Tensidien toiminta. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/> [viitattu 8.5.2012].
12. Teknokemian yhdistys ry. 2006. Pesuaktiiviset aineet. Saatavissa: [http://www.teknokem.fi/pesuaktiiviset\\_aineet](http://www.teknokem.fi/pesuaktiiviset_aineet) [viitattu 8.5.2012].
13. Wikipedia tietosanakirja. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Elektrolyytti> [viitattu 8.5.2012].
14. Katodiset inhibiitit. Saatavissa: <http://yliyveska.cop.fi/karip/kemia/031S01Y/s%C3%A4hk%C3%B6kemiallinen%20korroosio.pdf> [viitattu 8.5.2012].

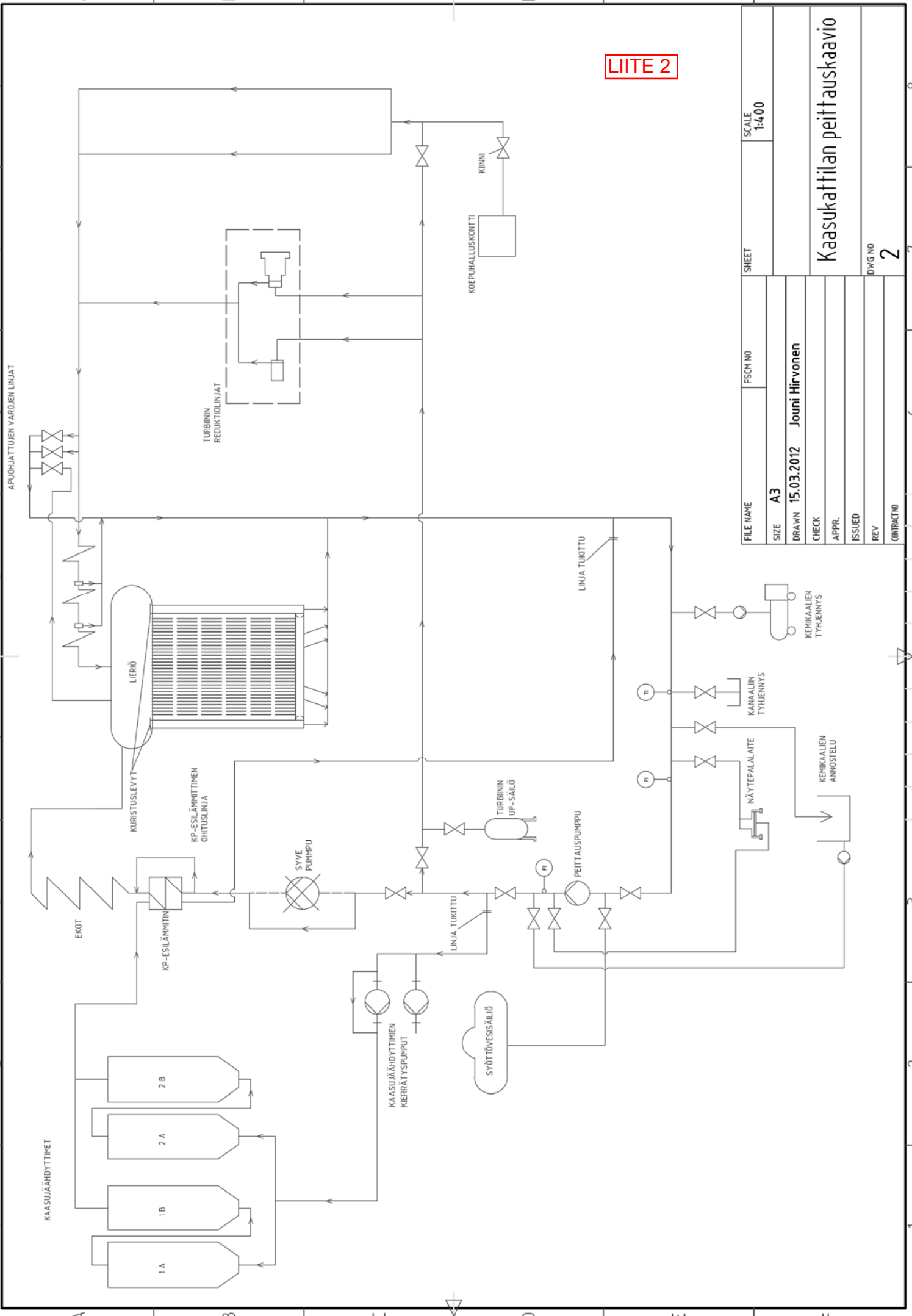
15. Kemikaalivalmistaja Rhodia. 2010. Saatavissa:  
[http://www.rhodia.com/en/markets\\_and\\_products/product\\_finder/product\\_details\\_90002508\\_STANNINE+LTP.tcm](http://www.rhodia.com/en/markets_and_products/product_finder/product_details_90002508_STANNINE+LTP.tcm) [viitattu 8.5.2012].
16. Kansainväliset kemikaalikortit. 2011. Saatavissa:  
<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/index.php?page=info.html> [viitattu 8.5.2012].
17. Wikipedia tietosanakirja. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ammoniakki> [viitattu 8.5.2012].
18. OVA-ohjeet. 2011. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/> [viitattu 8.5.2012].
19. Työntekijät, Henkilökohtaiset keskustelut 12.9.2011–30.9.2011 Lahti: Enerkem Oy.
20. Elojärvi, L. Yrityksen projektimateriaali 12.9.2011–30.9.2011. Lahti: Metso Power Oy.
21. Lukkari, J. kunnossapitokoulu kuumalujat teräkset ja niiden hitsaus 1998, 5. Saatavissa: [http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu\\_id=110](http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu_id=110) [viitattu 12.3.2012].
22. Kemikaalivalmistaja Sigma-aldrich. 2011. Saatavissa:  
<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/383090?lang=fi&region=FI> [viitattu 16.5.2011].
23. Käyttöhenkilökunta, Henkilökohtaiset keskustelut ja kuvamateriaalit 12.9.2011–30.9.2011. Lahti: Lahti Energia Oy.
24. Anttila, A-M. 2005. Tekniikan Kemia. Helsinki: Edita Prima Oy.
25. Laiterä, S. Promaint lehden artikkeli Fortum Power and Heat Oy. Saatavissa:  
[http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu\\_id=500](http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu_id=500) [viitattu 16.11.2011].
26. Haakana, M. Henkilökohtaiset keskustelut 12.9.2011–30.9.2011. Lahti: Enerkem Oy.
27. Valokuvat, 12.9.2011–30.9.2011 Lahti Energia Oy Kymijärven voimalaitos.

LIITE 1



FILE NAME	FSCM NO	SHEET	SCALE
SIZE	A3		1:400
DRAWN	15.03.2012	Jouni Hirvonen	
CHECK			
APPR.			
ISSUED			
REV			
CONTRACT NO			
Kaasuäähdyttimien peittäuskaavio			
DWG NO			1

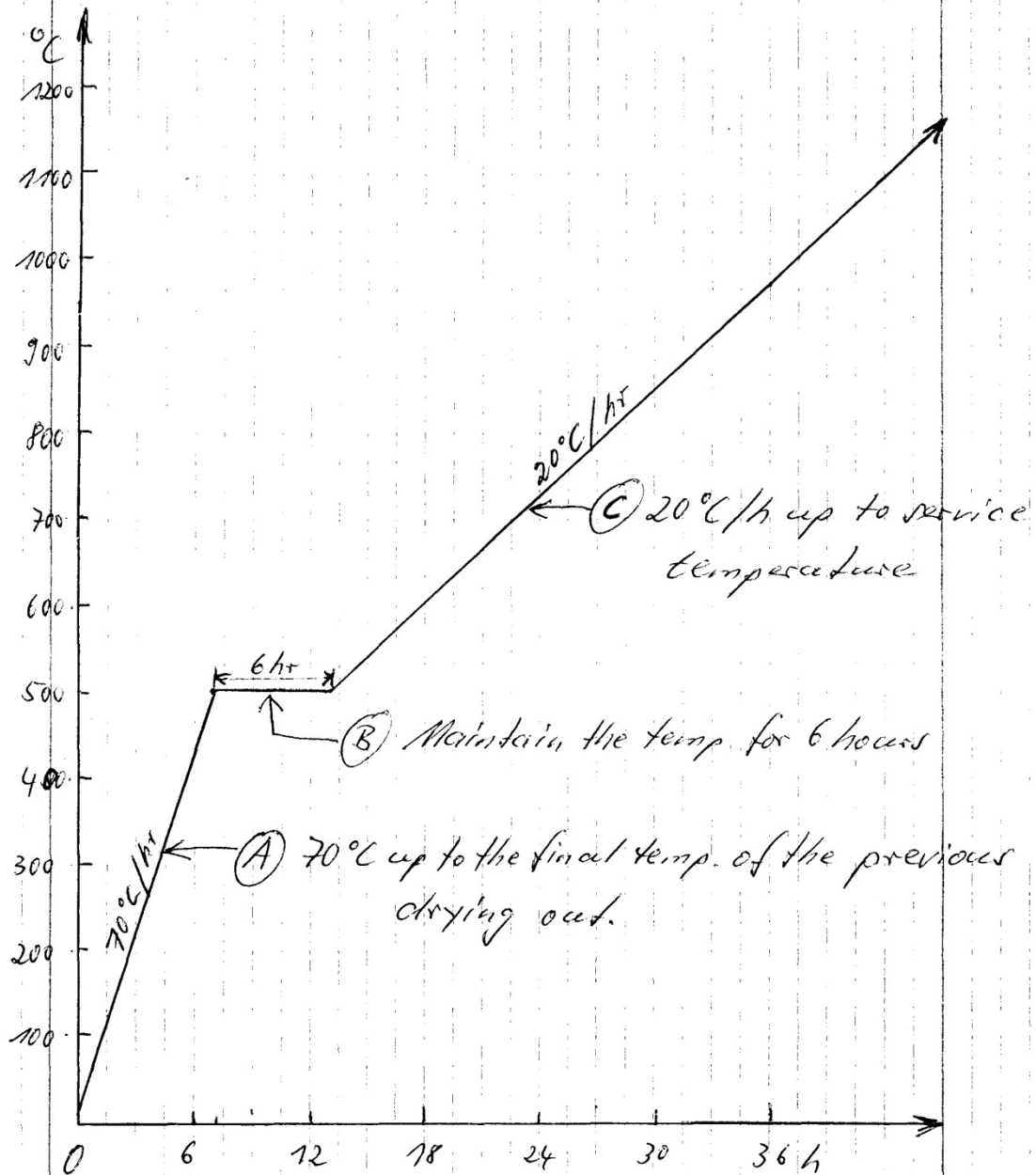
LIITE 2



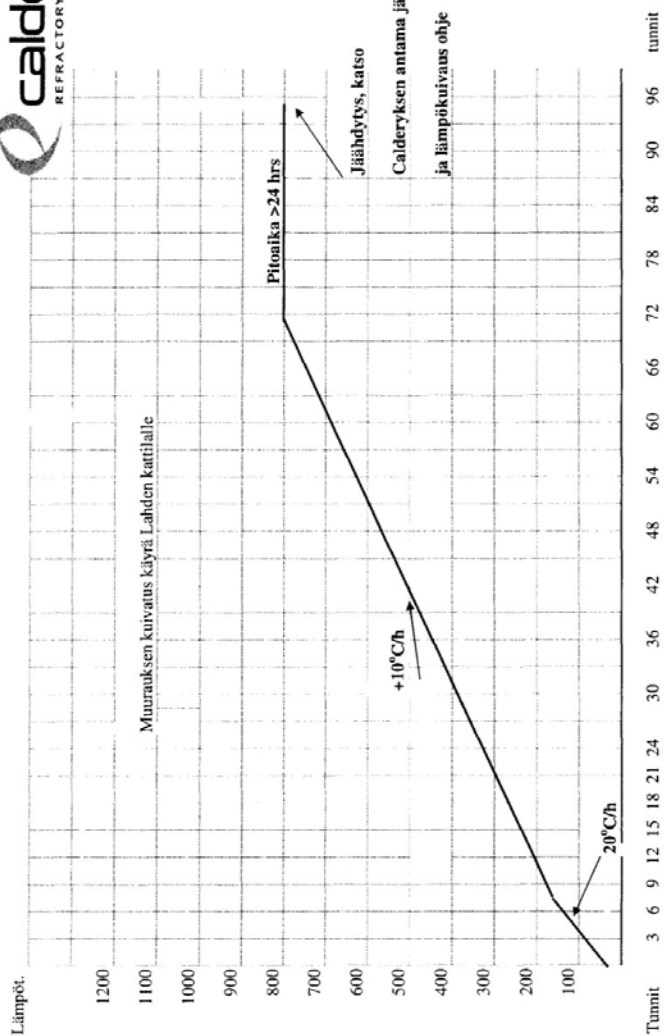
FILE NAME	FSCM NO	SHEET	SCALE
SIZE	A3		1:400
DRAWN	15.03.2012	Jouni Hirvonen	
CHECK			
APPR.			
ISSUED			
REV			
CONTRACT NO			
Kaasuturbin peittäuskaavio			DWG NO
			2

Restrokinning, des Aurinmuering  
SAACKE previous drying out curve

04.08.2017 Bauer

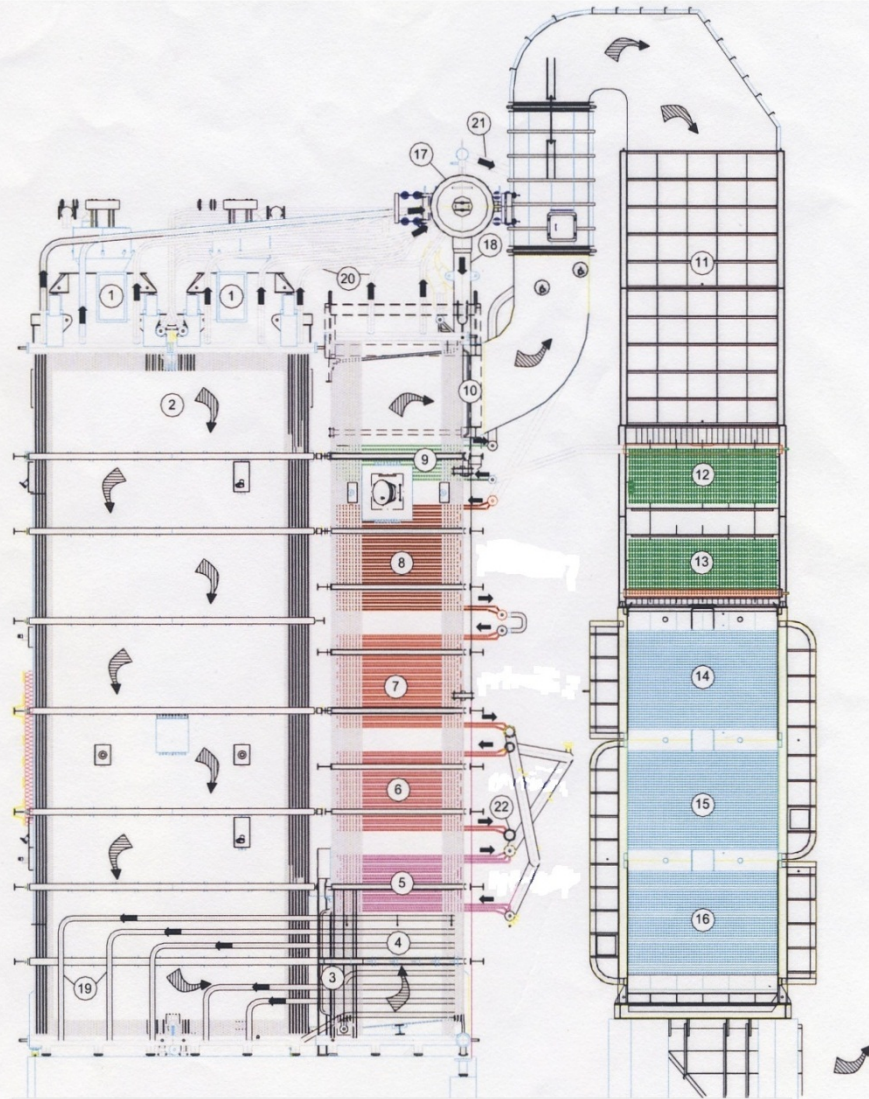


Yritys: Finland Oy QA      Projekti: Lahti Suomi      Asiakas: MW Power Oy TURKU  
 Luokitus: A      Päiväys: 17.5.2011      Tehnyt: ME

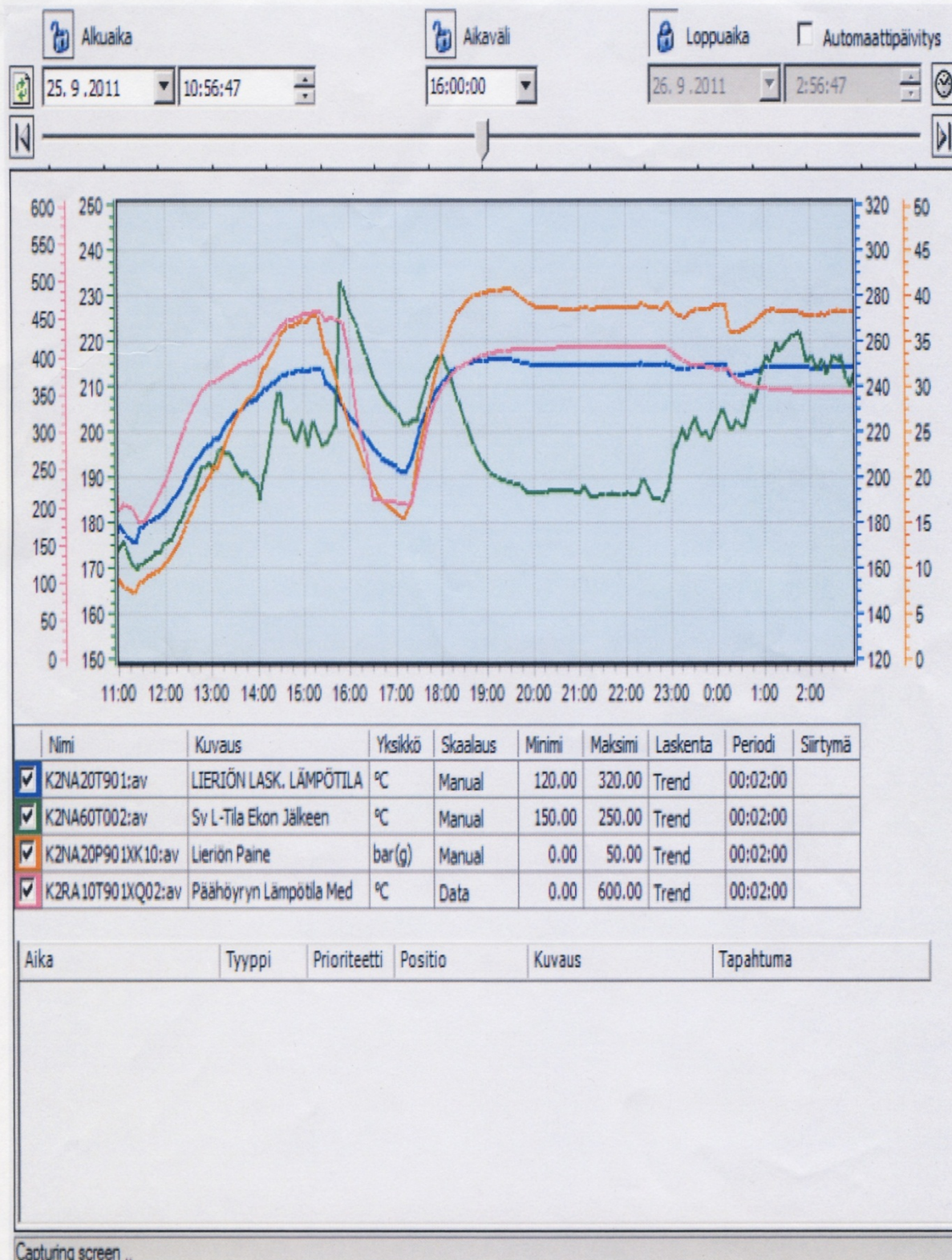


Lämpötila mitataan 100 mm muurausten pinnasta, kuuminnasta paikasta.

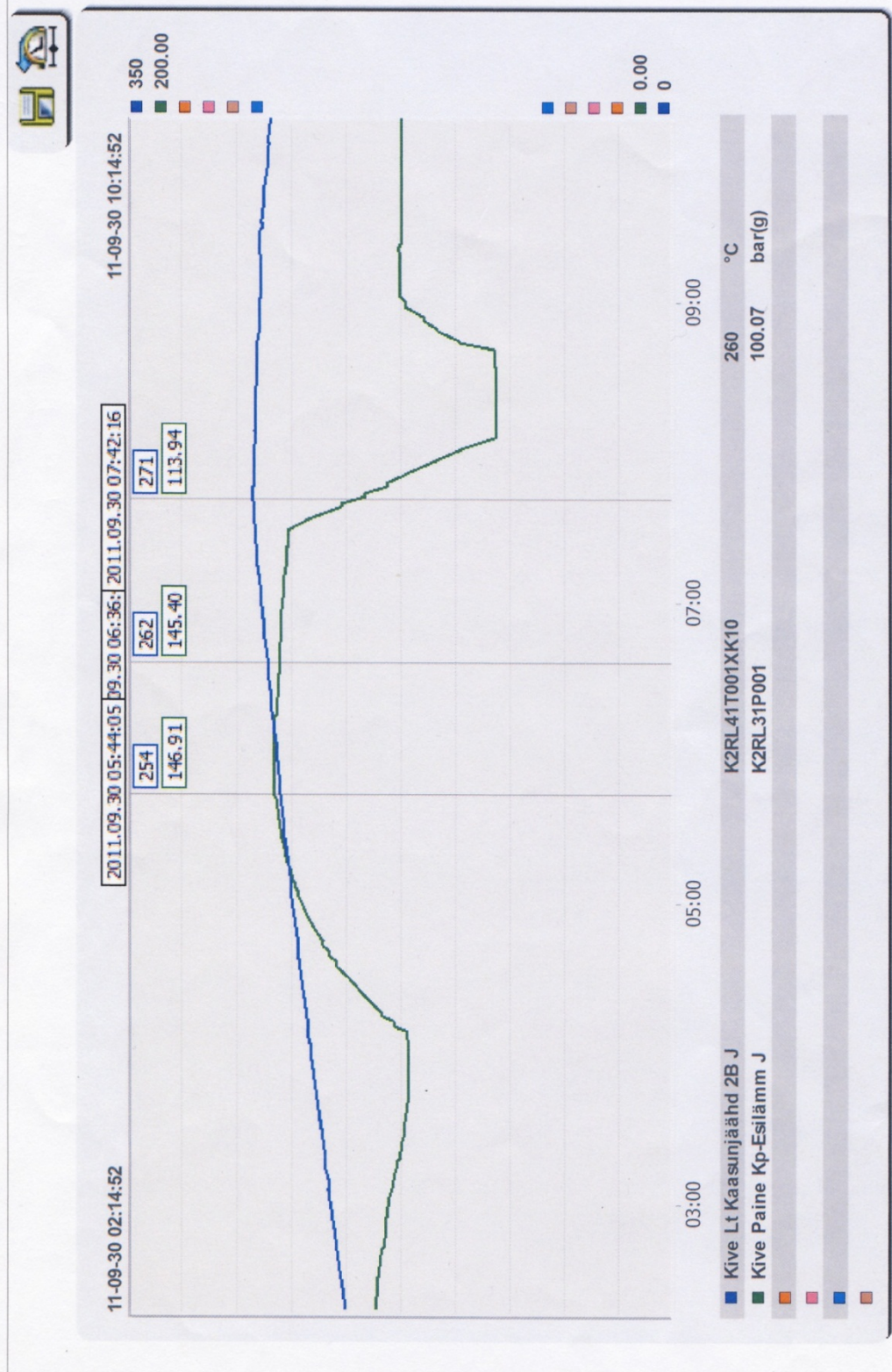




1. Kaasupolttimet 4 kpl	14. Palamisilman esilämmitin (LUVO)
2. Tulipesä	15. Palamisilman esilämmitin (LUVO)
3. Taivutettu putkihila (tulipesän pohja)	16. Palamisilman esilämmitin (LUVO)
4. Konvektio-osa	17. Lieriö
5. Sekundääritulistin	18. Lieriön laskuputket 2 kpl
6. Tertiääritulistin	19. Kattilan alakiertoputket
7. Primääritulistin 2	20. Kattilan yläkiertoputket
8. Primääritulistin 1	21. Kylläisenhöyryn putki
9. Ekonomaiseri (syve-esilämmitys)	22. Päähöyryputken kokoojakammio
10. Savukaasut poistuvat kattilasta (konvektio-osan yläpää)	
11. Taivutetut putkihilat (savukaasukanava)	
12. Ekonomaiseri (syve-esilämmitys)	
13. Ekonomaiseri (syve-esilämmitys)	



#K2RL41T001XK10:ia:ampos\_1x6



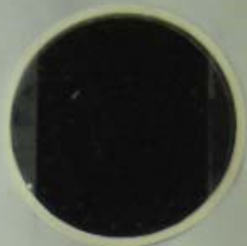
2011.09.30 10:18:50

K2RL41T001XK10/Kive Lt Kaasunjäähd 2B J

2419, Metsä Power / Lahti

Kave

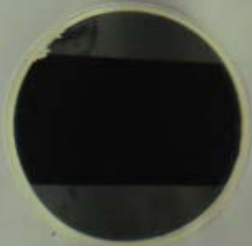
16.00  
Kave



18.00  
Kave



10.50



Willkaviy



Syve



25.1 kello 01:00

KAVE



Kuoll. höyry



SYVE



03.00 Suodatukset 25.9.2011

KAVE

Kyll. höyry

Syve



05.15 Suodatukset

KAVE

Kyll. höyry

Syve



7.45 Suodatukset

LOVE

Kyll. höyry

Syve



25.9.2011 Metsä Power / Lahti

11.00

(epävarma näyte)  
polttimek pois  
väärte

Tul. höny



13.30

Koue

Syve

Kyll. höny

Tul. höny



15.30



18.30



25. 1. 2011

21.30

Kave

Syve

kyl.höyry

tul.höyry



00.30 - 26. 7. 2011



30



06.00

