

O Pisto/EPT

8.5.2009

1 (5)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

KESTOISUUSTYÖRYHMÄN KOKOUS II/2009

AIKA 7.5.2009 klo 10.00 – 15.30

PAIKKA PÖYRY-TALO, VANTAA

OSALLISTUJAT	Reijo Hukkanen	Stora Enso Oyj, Oulun tehdas, pj.
	Lasse Koivisto	Andritz Oy, Varkaus
	Pekka Pohjanne	VTT, Espoo
	Kalle Salmi	Metso Power Oy, Tampere
	Ari Santavuori	If Vahinkovakuutus Oy, Helsinki
	Jorma Viinikainen	Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno
	Esa Ilves	Inspecta
	Outi Pisto	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa, siht.

Kohtien 1 – 3.2 aikana

Timo Karjunen Boildec Oy

LIITE I Timo Karjunen: Raportti tulipesän 1. materiaalikokeita.

LIITE II Jouko Hildén: Orgaaniset kemikaalit ja luonnon orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa.

LIITE III VTT ja Teollisuuden Vesi Oy: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen -osion jatkoehdotuksia.

LIITE IV Reijo Hukkanen, tutkimussuunnitelma: Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen (TOC) vähentäminen.

LIITE V Teollisuuden Vesi Oy: TOC mittaukset Kotka Stora Enso Laminating Papers 2009, alustavat tulokset.

LIITE VI Oulun yliopisto, tarjous tulenkestävien massojen kokeellisesta tutkimuksesta.

LIITE VII KLTK-suositus, revisio 10.

JAKELU

Tiedotetaan sähköpostilla:

(46)

(10) Kestoisuustyöryhmä

(12) Hallitus

(21) Vaurioraportoinnin yhdyshenkilöt

(3) Arkisto EPT/OMP/MNN

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Hannu Hänninen, Jyri Järvi, Tapio Huuska ja Lauri Mattila olivat estyneet osallistumaan kokoukseen.

2 ASIALISTA

Asialista hyväksyttiin muutoksitta.

3 SKYREC

3.1 Boildec Oy: Materiaalikokeet tulipesässä

Timo Karjunen kävi läpi ensimmäisiä tulipesässä tehtyjä materiaalikokeita, liite I.

Ensimmäinen koe epäonnistui, oletettavaksi syynä oli höyrystimen pieneneminen aikaisempiin kokeisiin verrattuna (kokeessa käytettiin samaa höyrystintä kuin aikaisemmin, mutta sen tilavuus oli pienentynyt, kun aikaisemmissa kokeissa koepalat oli irrotettu sahaamalla myös osa sivuseinistä). Höyrystimen yläosassa ei lämmönsiirto toiminut riittävän tehokkaasti, vaikka sondi oli paineisena, ja lämpötilat karkasivat. Lämmönsiirtokriisin syynä ei siten ollut liian suuri lämpökuorma suhteessa ko. nesteen kykyyn ottaa vastaan lämpöä kuplakiehunnalla, vaan höyryn osuuden kasvu liian suureksi nyt pieneksi käyneessä höyrystimestä.

Kokeita päästään jatkamaan Joutsenon tehtaan seisakin loputtua juhannuksen jälkeen, aikaisintaan viikolla 25.

Kommentti 1

Laitteistossa sähkövastus on asennettu laskuputkeen, joka voi hidastaa liuoksen kiertoa ja tai jopa aiheuttaa liuoksen kierron väärään suuntaan.

Kommentti 2

Kiertohäiriö on voinut aiheitua myös laitteen puutteellisesta ilmauksesta. Annettu Karjuselle vihje laitteen ilmaamiseksi tyhjöjektorilla.

3.2 WP4: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

3.2.1 VTT: Kirjallisuusselvitys ”Orgaanisista yhdisteistä syöttö- ja kattilaveden käsittelyssä”

Jouko Hildénin ja Pekka Pohjanteen kirjallisuustyö orgaanisista yhdisteistä kattilaveden käsittelyssä on valmis ja lähetetty hallitukselle, kestoisuus-työryhmälle sekä SKYREC-johtoryhmän jäsenille.

Pohjanne esitteli työn tuloksia, liite II.

3.2.2 VTT ja Teollisuuden Vesi: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

Pohjanne esitteli VTT:n ja Teollisuuden Veden ehdotuksia Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen -osion jatkosta, liite III.

Ehdotus on jaettu neljään osaan, kaikkia ei välttämättä voida toteuttaa yhtäaikaaisesti:

- Osio A: Autoklaavikokeita, työ mahdollista aloittaa loppusyksystä
- Osio B: Resurssit Teollisuuden Vedellä valmiina
- Osio C: Kirjallisuusselvitys, resurssit olemassa
 - o Rajoittaako analyysimenetelmien tarkkuus mittauksia?
- Osio D: Toteutettavissa projektin lopussa, kun muut tutkimukset tehty

Pyydettiin Pohjannetta päivittämään osaa A koskeva tarjous amiinien hajoamisella.

3.2.3 Tutkimussuunnitelma orgaanisen aineen vähentämiseksi lisävedessä

Reijo Hukkanen on tehnyt tutkimussuunnitelman ”Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen (TOC) vähentäminen”, liite IV, joka voitaisiin toteuttaa Oulun Yliopistossa opinnäytetyönä.

Oulun Yliopiston mukaan opinnäytetyön hinta olisi noin 8.000 – 12.000 € (analyysit sisältyvät kustannuksiin), joka maksettaisiin yliopistolle stipendinä, josta säätiö pidättää 15 %.

Päätettiin tettaa tutkimus. Työryhmää pyydetään kommentoimaan tutkimussuunnitelmaa ja VTT:tä kommentoimaan, kuinka työtä olisi täydennettävä.

Hukkanen varmistaa Oulun yliopisto TOC-mittarin mittaustarkkuuden.

Kommentti

Työ on samantapainen kuin kohdan 3.2.2 työssä esitetty osa B. Rinnalle kaivataan myös jonkin muun menetelmän tutkimista.

Myös ohjeistus käyttäjille tärkeää oikeiden toimintatapojen käyttämiseksi.

3.2.4 Teollisuuden Vesi Oy: TOC mittaukset Kotka Stora Enso Laminating Papers 2009

Mittaukset Laminating Papersilla on tehty, alustavat mittaustulokset on esitetty liitteessä V.

3.3 Keraamiset materiaalit

TP1: Keraamiset ja metalliset rakennemateriaalit uusissa soodakattiloissa

Puheenjohtaja on käynyt keskustelua Oulun yliopiston (OY) tarjouksesta tulenkestävien massojen kokeellisesta tutkimuksesta soodakattilassa. OY on lähettänyt uuden tarjouksen laboratoriokokeista, jossa keraamisia materiaaleja testattaisiin sulassa, liite VI.

Päätettiin pyytää revidoitua tarjousta kenttäkokeista, jossa massoja testattaisiin sekä ruiskuaukoissa että miesluukkuun asennettavalla muurauksella. Testit tehdään tarjouksessa esitetyillä massoilla Stora Enson Oulun tehtaalla.

3.4 VTT, Tulistinmateriaalien tutkimus

Puheenjohtaja on pyytänyt tarjousta Markku Orjalalta (VTT) Tulistinmateriaalitutkimuksista tulipesässä. Tarjous tulee toukokuun aikana ja käsitellään seuraavassa SKYREC joryn kokouksessa 3.6.

3.5 LTY: Soodakattilan keon lämmönsiirto-ominaisuudet

Työ on tilattu Esa Vakkilaiselta, ja työ on meneillään. Työn on tarkoitus valmistua elokuun loppuun mennessä 2009.

Hukkanen tarkastaa kommenttinsa Vakkilaisen Keko-kirjallisuustutkimukseen.

4 KLTK-OHJEIDEN PÄIVITYS

Käytiin läpi kommentit KLTK-suositukseen, liite VII.

5 MUUT ASIAT

Pekka Pohjanne esitteli Direct Write – Suoratulostusanturiteknologiaa ja sen kattilasovelluksia. Menetelmällä voidaan tuottaa mm. erilaisia antureita ja johdotuksia suoraan tuotteen/komponentin pintaan (esim. termoelementtejä kattilaputkiin). Lisätietoja Helena Ronkaiselta ja Erja Turuselta (VTT).

Teknologiaa esitellään VTT:n seminaarissa ”Funktionaalisuutta tuotteisiin” 2.6.2009 Otaniemessä.

6 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous pidetään 1.9.2009 klo 10 Pöyryllä Vantaalla.

HUOM! Seuraavan kokouksen aikaa joudutaan muuttamaan. Käsitellään kesäkuun alussa.

Vakuudeksi

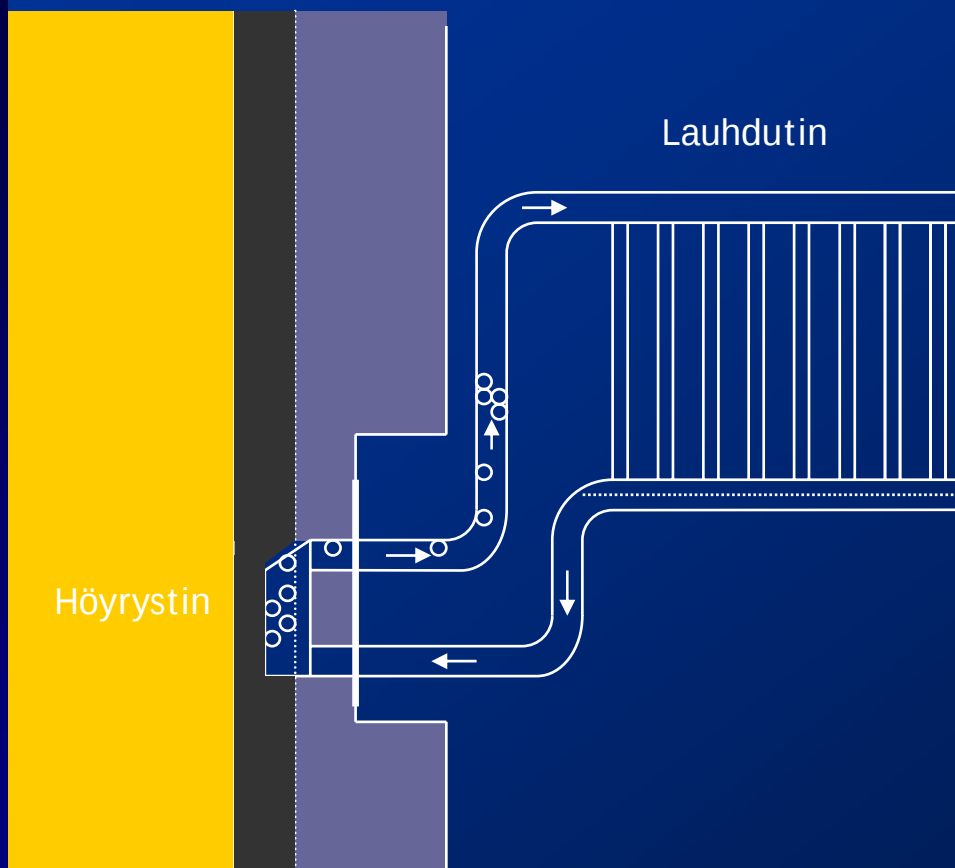
Outi Pisto

Liite I

Timo Karjunen: Raportti tulipesän 1. materiaalikokeita



Kiehuvan sondin rakenne ja toiminta

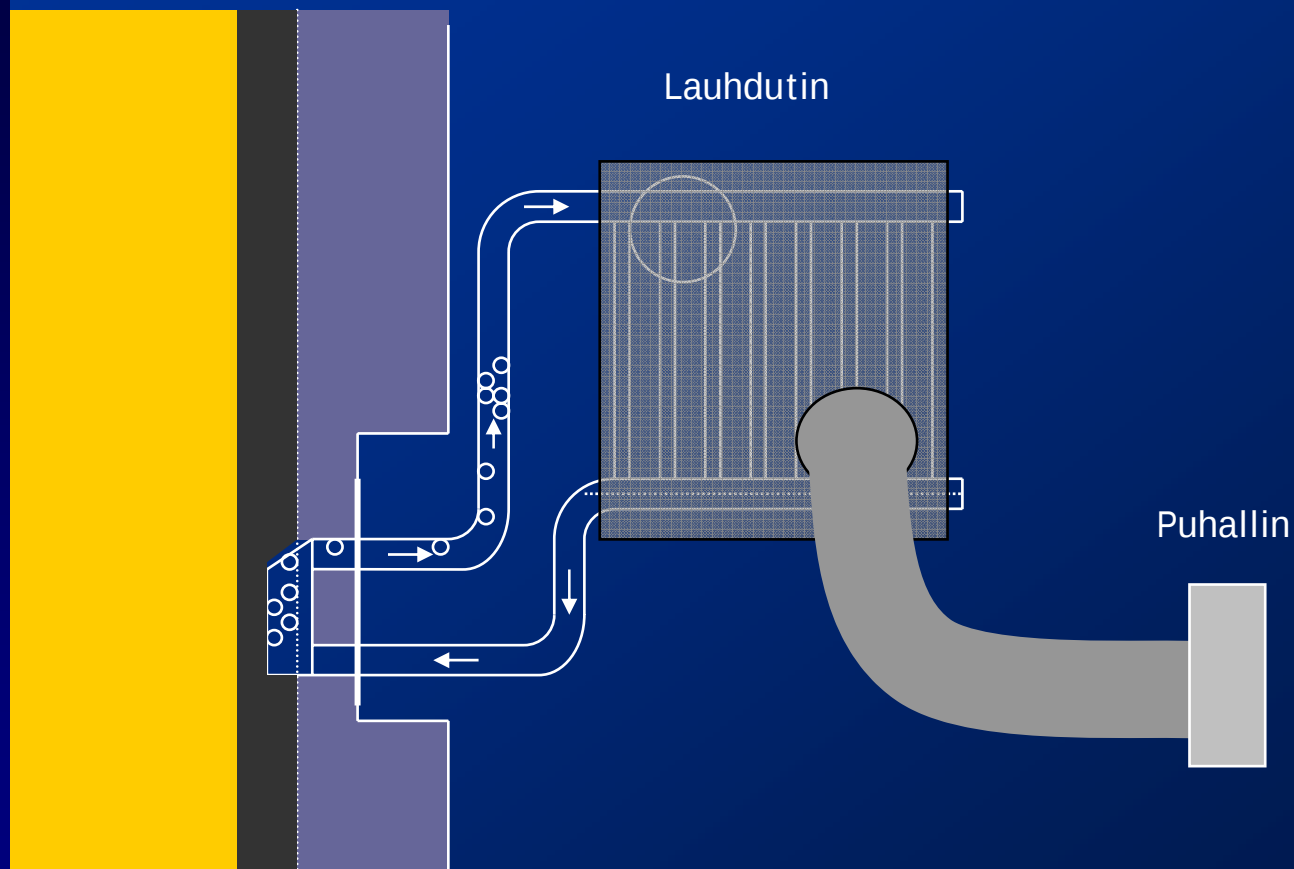


Boildec Oy

Lämmönsiirtoaineena orgaaninen lämmönsiirtoneste,
jonka kiehumispiste 1 - 14 bar paineessa on 256 - 425°C



Kiehuvan sondin rakenne ja toiminta



Boildec Oy

Sondin lauhdutinta jäähdytetään ilmalla, jonka virtausta säätämällä voidaan ohjata sondin painetta ja lämpötilaa



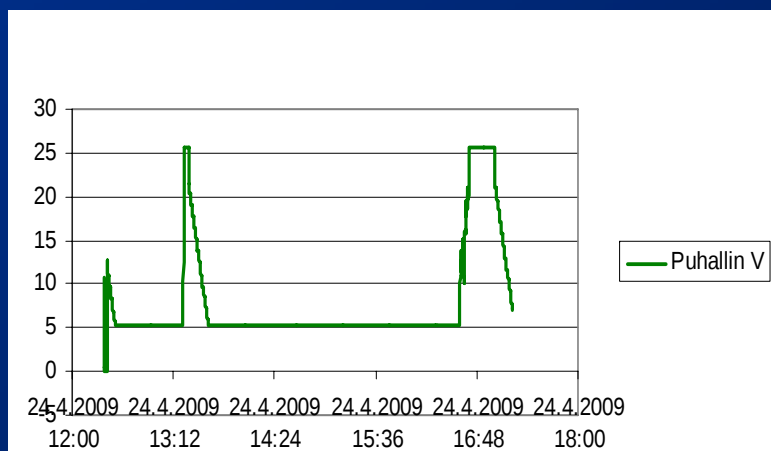
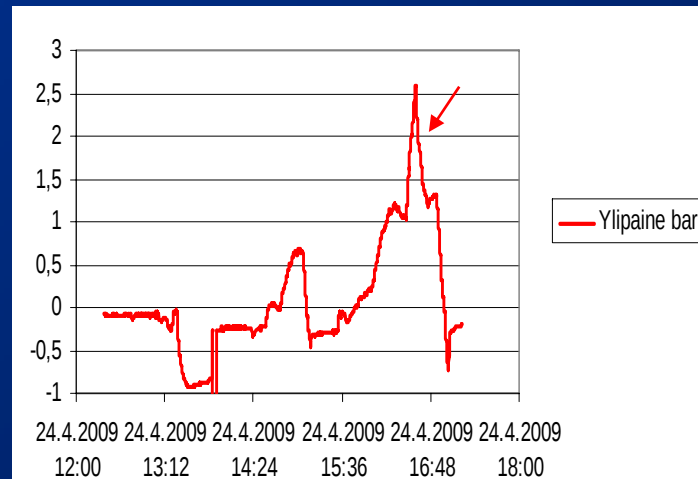
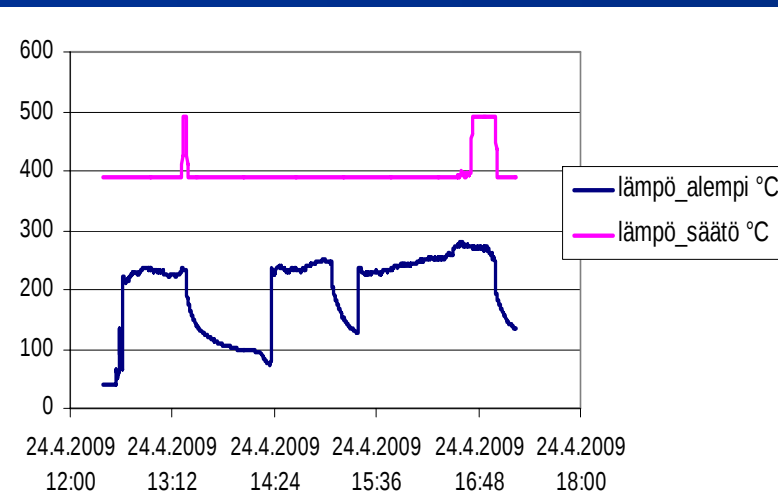
Koelaitteisto



Boildec Oy

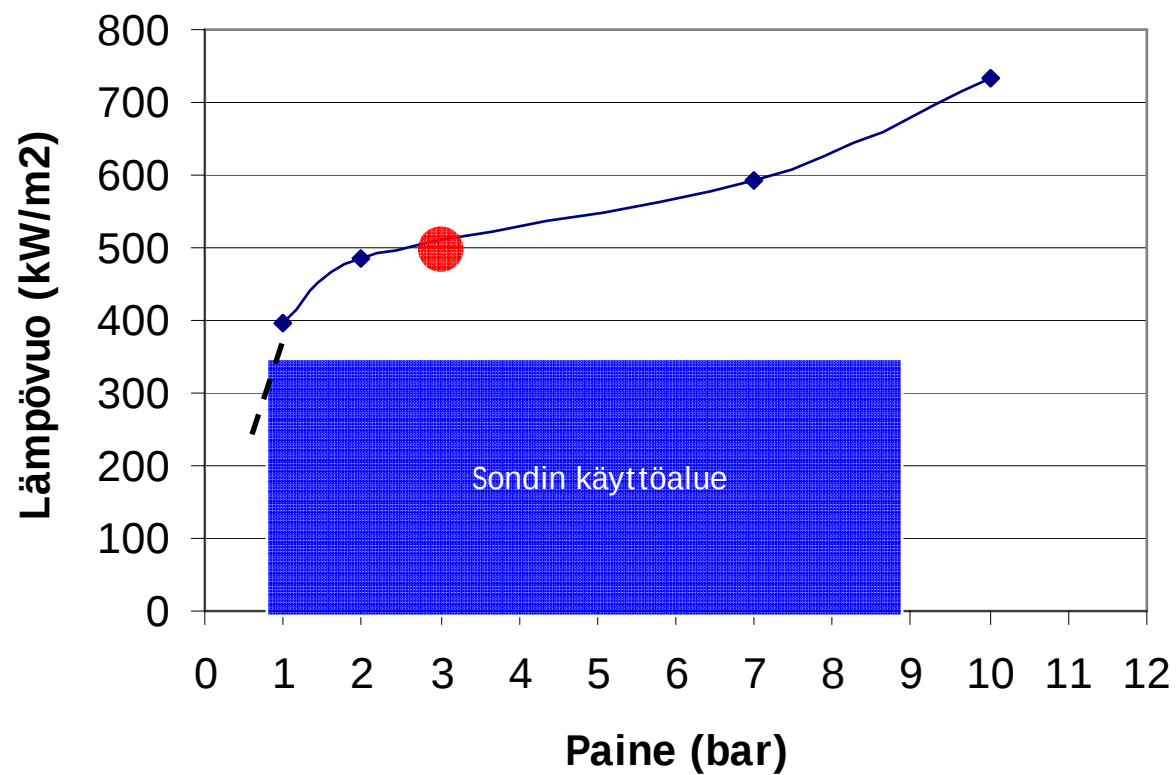


Kokeen 1 tulokset





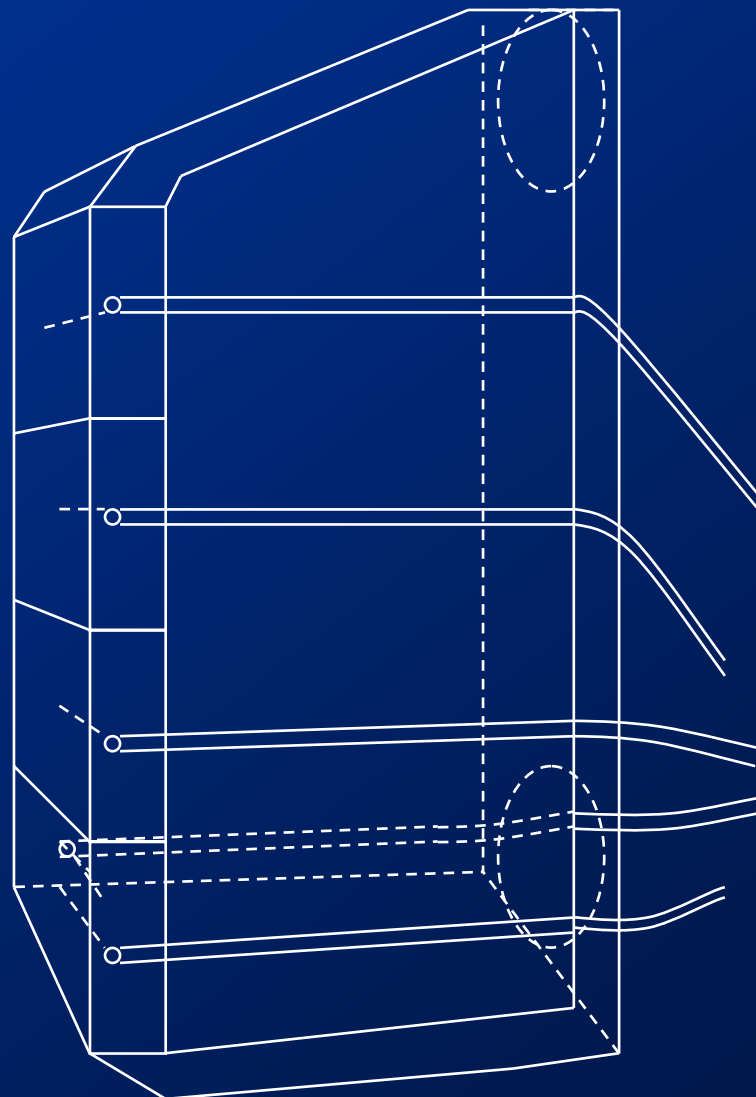
Lämmönsiirtonesteiden kriittinen lämpövuoto





Koemateriaalien lämpötilan mittaus

Kaksi termoelementtiä eri
syvyyksillä lämpövuon
määrittystä varten



Liite II

**Jouko Hildén:
Orgaaniset kemikaalit ja luonnon orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa**

Orgaaniset kemikaalit ja luonnon orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

Jouko Hildén

Energiatekniikan laitemateriaalit



Teknologiasta liiketoimintaa

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Kirjallisuusselvityksen tausta:**
 - Suomessa käytössä olevien haihtuvien orgaanisten amiinien ominaisuudet:
 - Emäsvahvuus
 - Jakautumiskertoimet höyry- ja vesifaasin välillä
 - Kemikaalien hajoaminen korkeassa lämpötilassa
 - Lauhteen ominaisuudet hajoamistuotteiden ja amiinin ominaisuuksien pohjalta
 - Luonnon orgaanisen aineen reaktiot vesihöyrykierrossa
 - Arvio orgaanisten aineiden vaikutuksesta ilmapatterien vaurioihin

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa:**

- Orgaanisia aineita on vesi-höyrykierrossa:
 - lisäaineena:
 - alkaloivat amiinit
 - orgaaniset hapensitojat
 - dispergointi ja kelatointi aineet kattilakerrostumien vähentämiseksi
 - polyamiineja, jotka muodostavat teräksen pinnalle hydrofobisen kalvon, käytetään korroosion ja kerrostumien estoon
 - epäpuhtautena:
 - luonnon orgaaninen aines (natural organic matter – NOM) lisäveden mukana tai lauhdutin vuodon seurauksena
 - kemikaalijäämä laitoksen rakennusvaiheesta tai huoltotoimenpiteiden seurauksena

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Alkaloivien amiinien käytöllä tavoiteltavia etuja:**
 - korroosion väheneminen ja sitä kautta vähäisempi korroosiotuotteiden kulkeutuminen kattilaan
 - syöttöveden laadun paraneminen ja pienempi ulospuhallustarve
 - nopeampi käyntiinajosykli, johtuen vähäisemmästä korroosiotuotteiden kulkeutumisesta
 - kemikaaliannostuksen yksinkertaistaminen, käyttämällä valmiita kaupallisia seoskemikaaleja
- **Miksi em. etuja oletetaan saavutettavan?**
 - lauhteen pH on korkeampi, mikä johtuu alkaloivien amiinien ammoniakkia suotuisammasta jakautumiskertoimesta vesi- ja höyryfaasin välillä.

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- Alkaloivat Amiinit Suomessa*

Alkaloiva amiini	Nimi Englanniksi ja lyhenne	Kemikaaliseoksen kaupp nimi
Sykloheksyyliamiini	Cyclohexylamine (CHA)	Boilex 510A / Amercor 853s
2-aminometyylipropanoli	Aminomethylpropanol (AMP)	Boilex 510A / Amercor 853s
Morfoliini	Morpholine (Morph)	KK-Amina 8026 / Eliminox-mor
Dietyyliaminoetanoli	Diethylaminoethanol (DEAE)	KK-Amina 8026
Etanoliamiinijohdannainen	“Ethanolamine (ETA)”	KK-Amina 8026

*Lehtovuori, V., “Suomen soodakattiloissa käytössä olevat vesi-höyrykierrossa tarvittavat hapenpoisto ja alkalointikemikaalit ja niiden reaktiot” 2007

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Haihtuvuus määrittelee amiinin jakaantumisen vesi-höyry kierrossa**

- Yleisesti käytetään kahta eri termiä määrittämään jakaantuminen vesi- ja höyryfaasin välillä.

1. suhteellinen haihtuvuus ($RV = \text{Relative Volatility}$), joka voidaan määrittää kaavalla:

$$RV = C_s/C_w$$

jossa C_s on pitoisuus höyryssä ja C_w on pitoisuus liuosfaasissa

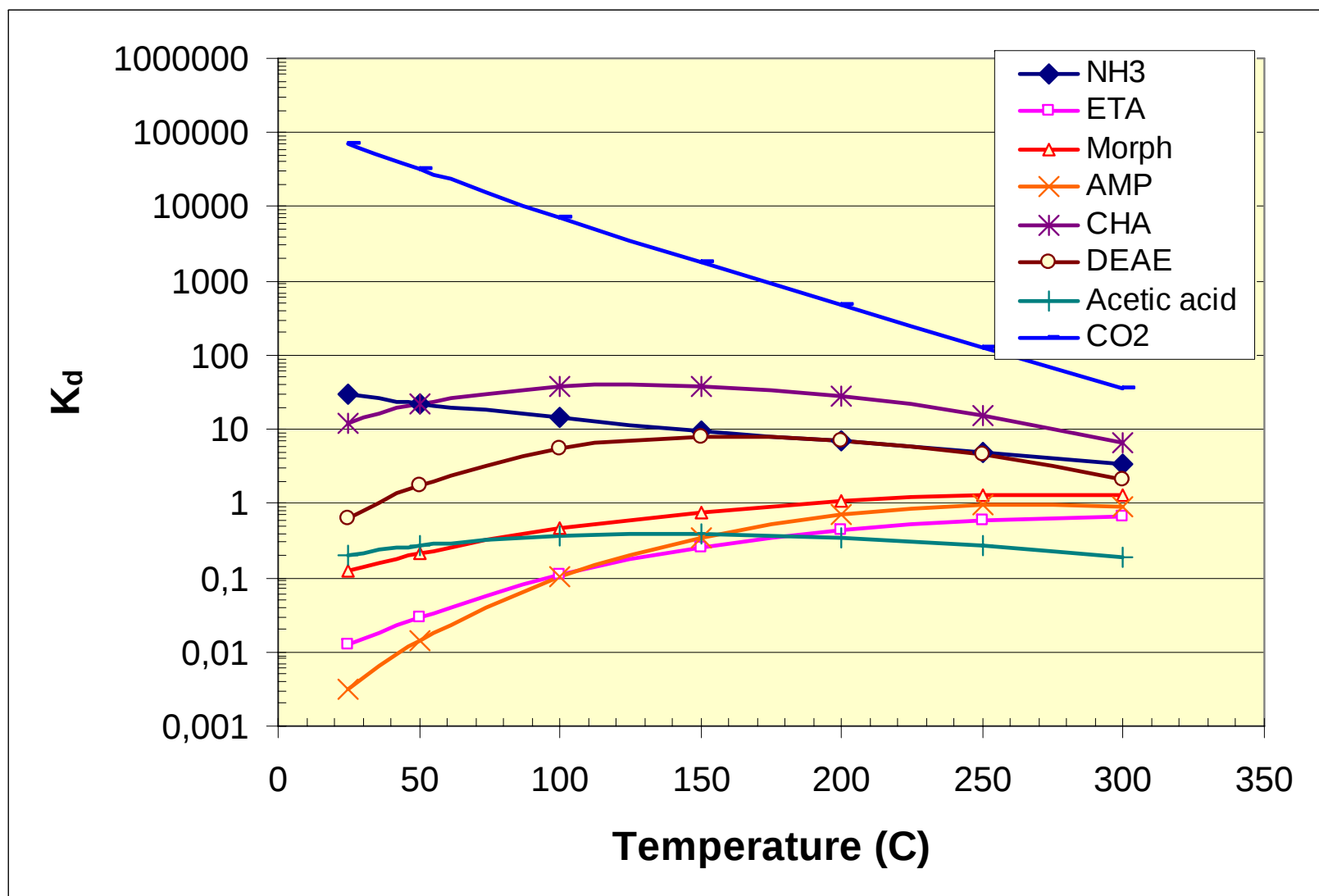
(Suhteellinen haihtuvuus määritellään siis höyryfaasin ja liuosfaasin pitoisuuden suhteena. Koska vain ionisoitumaton (ei dissosioitunut) osa amiinista on haihtuva on suhteellinen haihtuvuus voimakkaasti riippuvainen amiinin konsentraatiosta)

2. Konsentraationriippuvuuden vuoksi on määritelty jakautumiskerroin (K_d – Distribution coefficient), joka määritellään kaavalla:

$$K_d = C_s/C'_w$$

jossa C'_w on vesifaasissa ionisoitumattoman osan konsentraatio

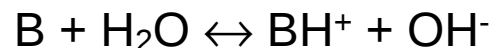
Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa



Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

Emäsvakio:

- Alkaloivat orgaaniset amiinit ovat heikkoja emäksiä.
 - Kun amiinia liuotetaan veteen, ne ionisoituvat osittain muodostaen hydroksidi-ionin (OH^-), reaktio voidaan kirjoittaa:



- Emäsvahvuus määrittelee amiinin kyvyn nostaa vesiliuoksen pH:ta ja se määritellään emäksen ionisoitumiskertoimen (K_b) mukaisesti yhtälöllä:

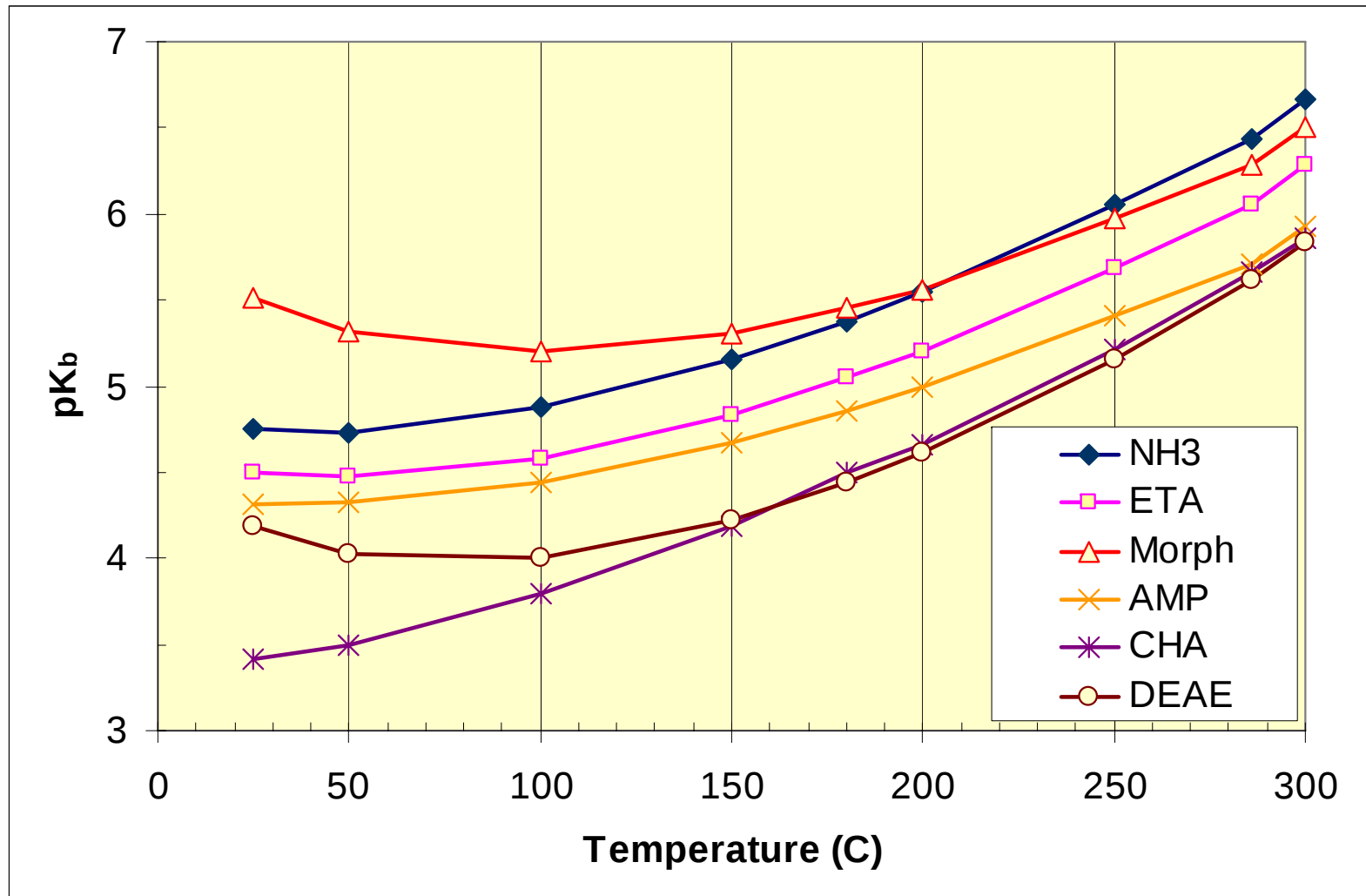
$$K_b = [\text{BH}^+][\text{OH}^-] / [\text{B}]$$

- Heikkojen happojen ionisoitumisvakio usein liian pieni luku kätevästi käsiteltäväksi, joten se usein ilmaistaan muodossa $\text{p}K_b$

$$\text{p}K_b = -\log_{10} K_b$$

- Tällä tavoin esitettynä pienempi $\text{p}K_b$ tarkoittaa suurempaa ionisoitumista ja suurempaa emäsvahvuutta

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa



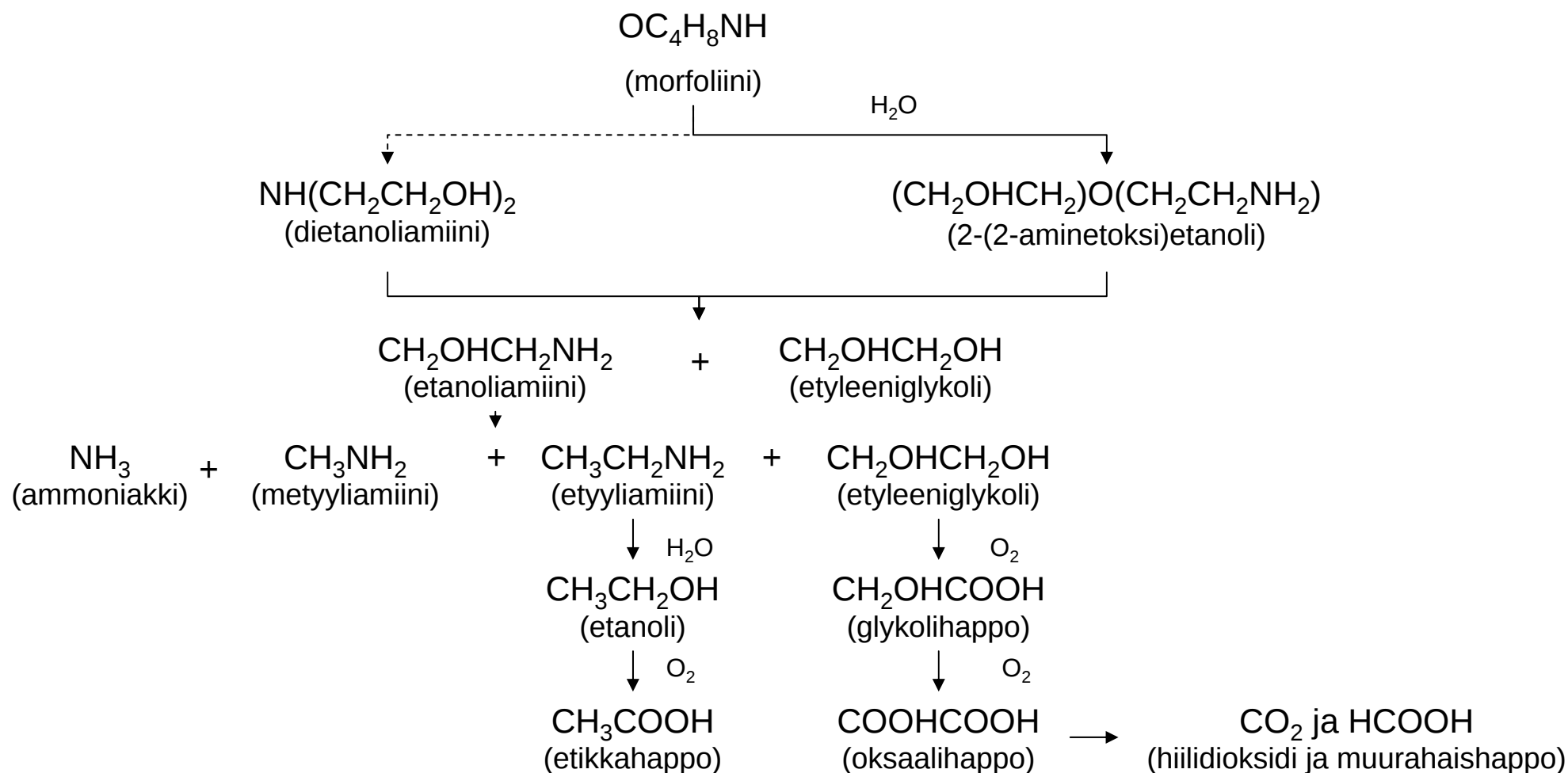
Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

Orgaanisten amiinien hajoaminen kattilaolosuhteissa:

- Orgaaniset amiinit voivat hajota kattilaolosuhteissa hydrolysoitumalla ja hapettumalla.
- Amiinien hajoaminen vähentää niiden konsentraatiota ja pH:ta puskuroivaa vaikutusta.
- Hajoaminen tuottaa myös erilaisia hajoamistuotteita, jotka vaikuttavat amiinien toimintaan syöttö- ja kattilaveden käsittelyssä. Hajoamisen seurauksena syntyy kuitenkin myös orgaanisia happoja ja hiilidioksidia, jotka alentavat pH:ta ja voivat vaikuttaa varsinkin lauhdelinjojen korroosioon
- Orgaanisten amiinien hajoamistuotteena syntyy myös ammoniakkia ja muita amiineja, jotka tasapainottavat happamien hajoamistuotteiden vaikutusta

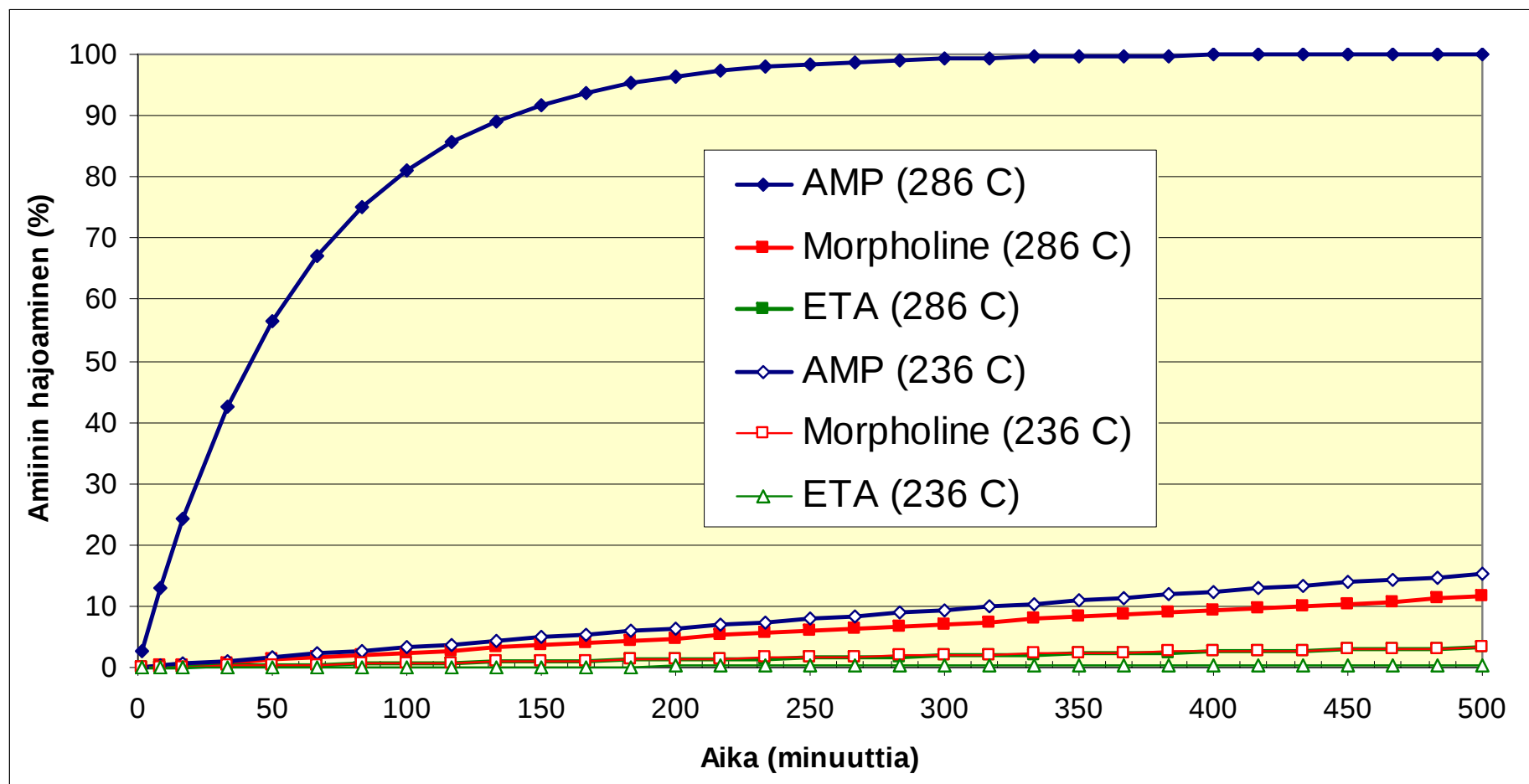
Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- Morfoliinin hajoamisreaktiot*



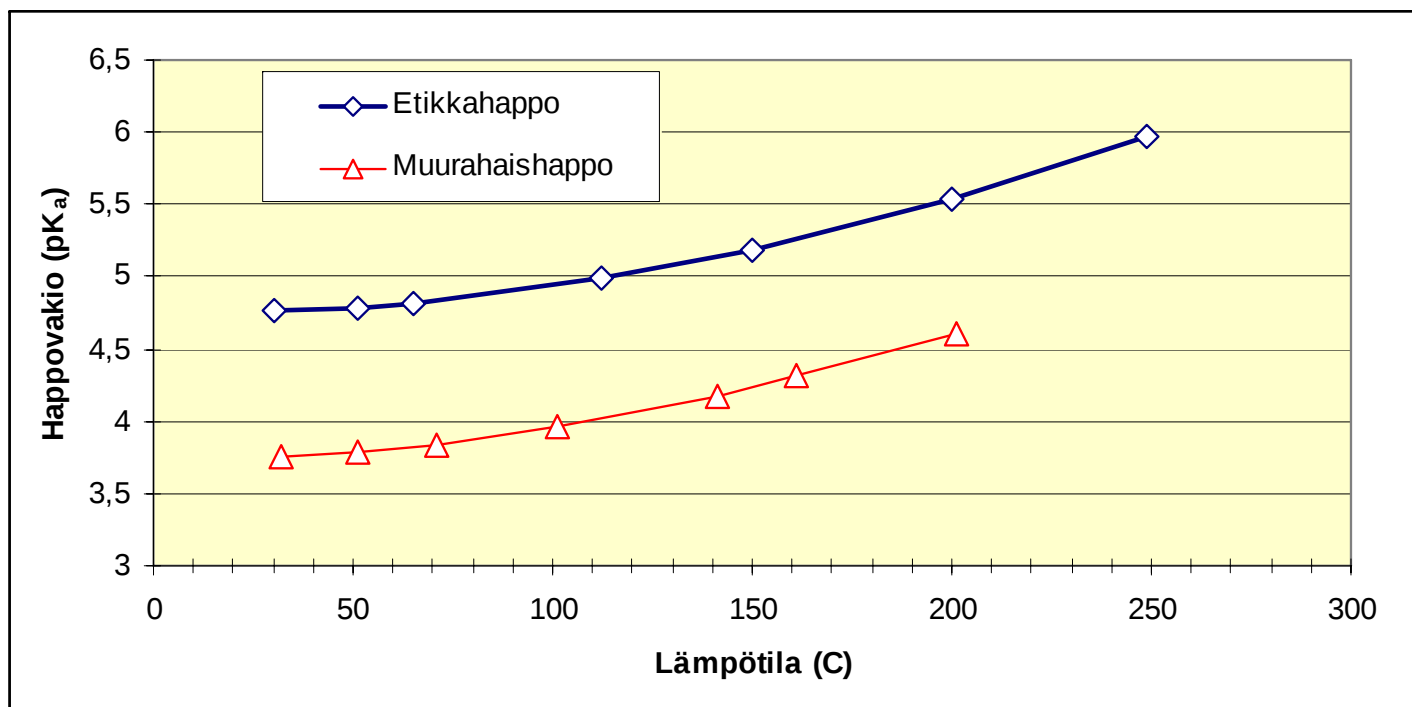
*(Gilbert & Lamarre, 1989)

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa



Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

Orgaanisten happojen ja hiilidioksidin ominaisuudet:



Hiilidioksidi, veteen liuetessaan, muodostaa pienen määrän hiilihappoa, jonka happovakio itsessään on n. kaksi kertaa suurempi kuin muurahaishapolla mutta, kun otetaan huomioon hiilidioksidin dissosioituminen hiilihapoksi, on sen happamuus vesiliuoksessa n. 100 kertaa etikkahappoa pienempi.

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Natural Organic Matter – NOM**

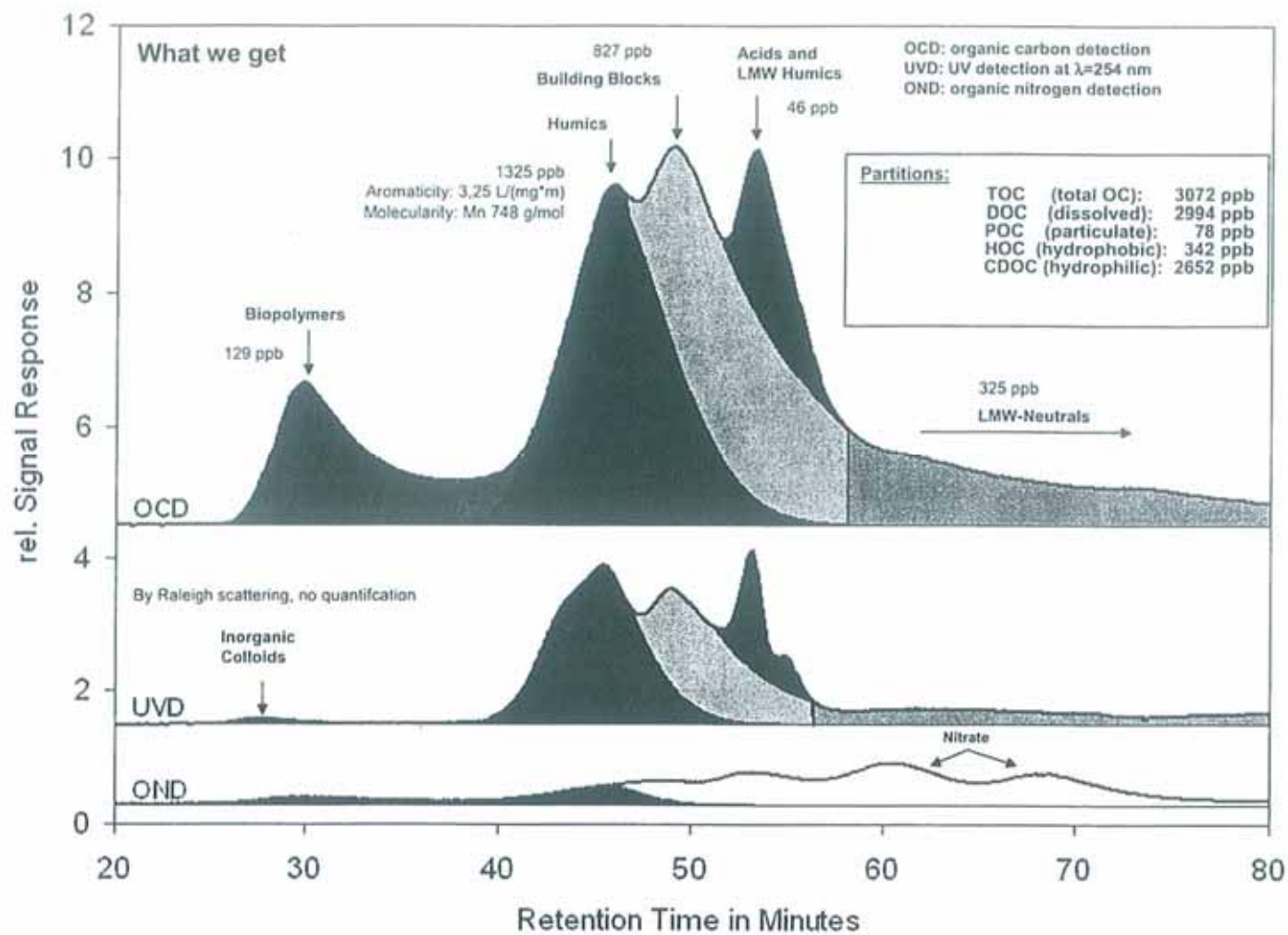
- NOM tulee kiertoon lisäveden mukana
 - Soodakattiloissa tyypillisesti melko suuri lisäveden tarve - verrattuna voimakattiloihin
 - Vedenkäsittelyssä tulisi pyrkiä minimoimaan orgaanisen aineksen määrä
- Orgaanisen aineksen määrää voidaan mitata TOC (total organic carbon) analysaattoreilla (ppb-tasolle)
- Luonnon orgaaninen aines esiintyy monessa muodossa (joita ei yksilöllisesti voi identifioida), lisäksi orgaaniseen ainekseen on usein sitoutuneena epäorgaanisia ioneja (kloridi, sulfaatti yms.)
- Osittainen fraktiointi LC-OCD menetelmällä, jolla voidaan erottaa seitsemän jaetta (perustuen molekyylikokoon)

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

Liquid Chromatography – Organic Carbon Detection (LC – OCD)

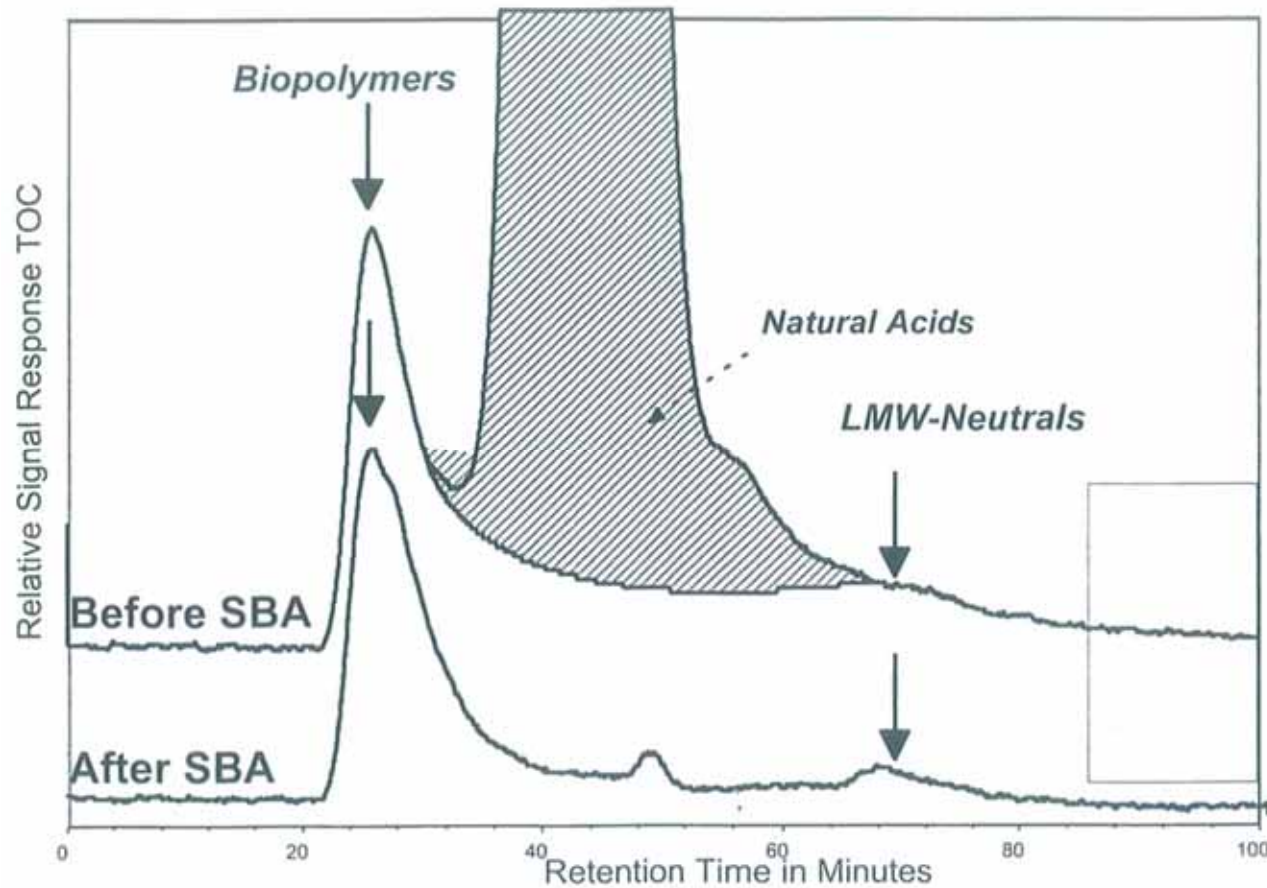
- Kiintoaines (yli 0,45 μm)
- Hydrofobiset aineet (HOC)
- Hydrofiiliset aineet (CDOC), jotka jakautuvat
 - a) Polysakkaridit/Biopolymeerit
 - b) Humus
 - c) Building Blocks (humuksen hydrolysoitumistuotteet)
 - d) lyhytketjuiset neutraalit
 - e) lyhytketjuiset orgaaniset hapot

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa



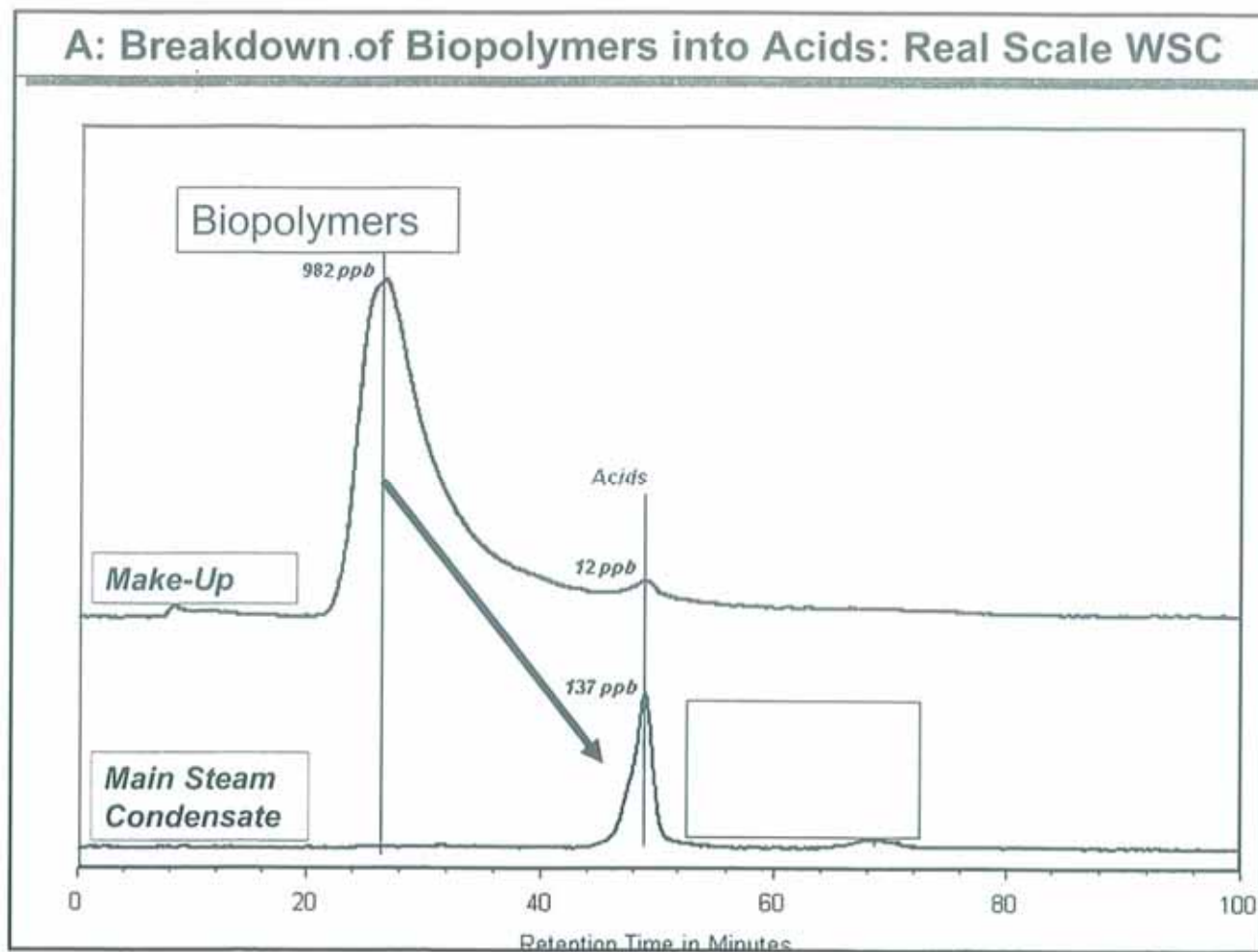
Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- Orgaanisen aineksen poistuminen suolanpoistossa ioninvaihtotekniikalla



Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- Luonnon orgaanisen aineen hajoaminen kattilaolosuhteissa

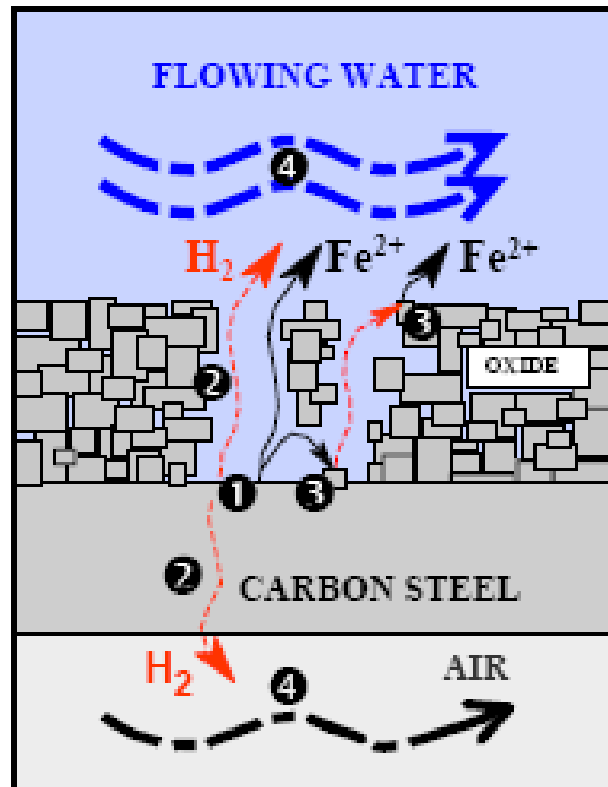


Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Orgaanisten aineiden vaikutus korroosioon:**
- Lisätyt orgaaniset amiinit, hapenpoistokemikaalit ja luonnon orgaaninen aines sinänsä eivät ole haitallisia voimalaitoksen materiaaleille.
- Orgaanisten aineiden merkittävin vaikutus vesi-höyrykiertoon ovat termisen hajoamisen ja hapettumisen kautta muodostuvat orgaaniset hapot ja hiilidioksidi, jotka vaikuttavat pH-arvoon ja jakautumiskertoimien perusteella varsinkin lauhteen pH-arvoon, joka muuttuu lauhtumisen edetessä höyrynkosteuden funktiona
- Merkittävin korroosiomekanismi, johon orgaaninen kuorma pH-muutoksen kautta vaikuttaa, lienee virtauksen kiihdyttämä korroosio (FAC = Flow Accelerated Corrosion)

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- Virtauksen kiihdyttämää korroosiota esiintyy vesifaasissa ja kosteassa höyryssä
- ei tapahdu kuivassa höyryssä



1. Steel oxidation at metal/oxide interface:

– soluble ferrous ions: $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

– and magnetite: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

it is assumed that one-half of the total amount of oxidized iron is converted into magnetite at the metal-oxide interface

2. diffusion of:

– iron soluble species through the oxide layer porosities from the metal surface to the main water flow,

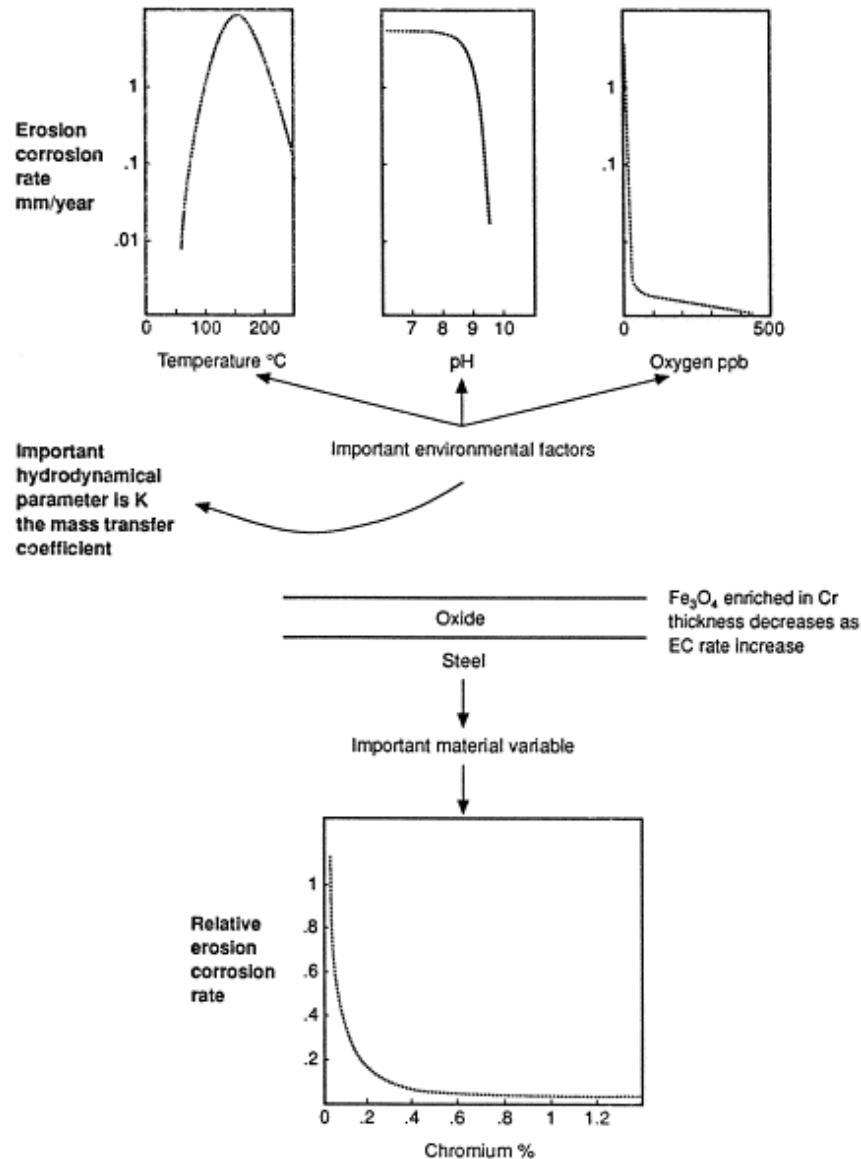
– hydrogen produced at the metal-oxide interface into water via the oxide porosities (or through the steel),

3. dissolution-reduction of magnetite at the oxide/water interface:

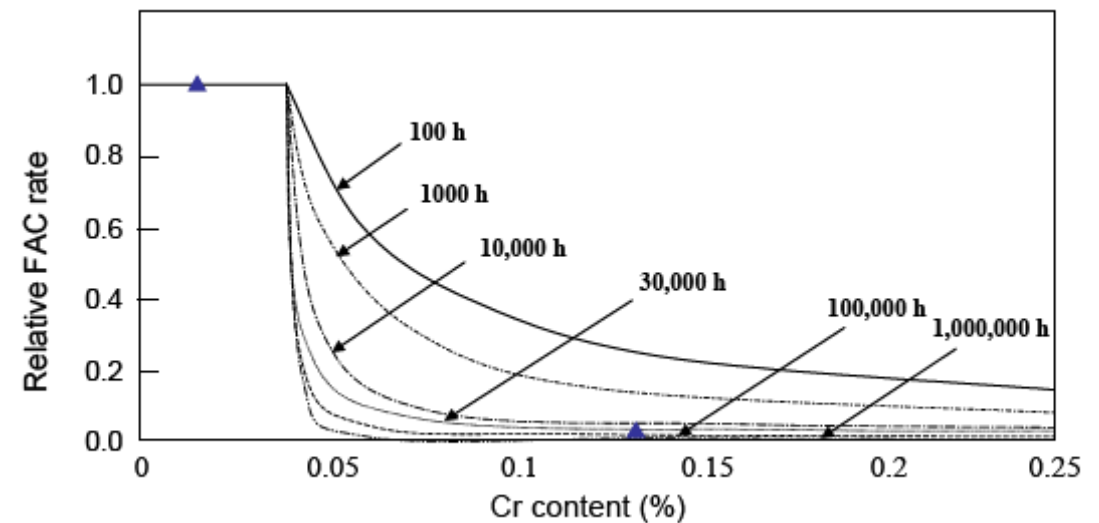
$\frac{1}{3}\text{Fe}_3\text{O}_4 + (2-b)\text{H}^+ + \frac{1}{3}\text{H}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})^{(2-b)+} + (\frac{4}{3} - b)\text{H}_2\text{O}$

4. diffusion of soluble iron species in flowing water from the oxide-water interface and hydrogen transfer in air by convection.

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa



Schematic effects of important variables on flow assisted corrosion of carbon steel in water (Poulson, B. Wear, 233-235 (1999). 497-504)



"Bouchacourt" model for chrome content and exposure time effect on relative FAC rate with carbon steels.

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

• Johtopäätökset

- Monilla alkaloivilla amiineilla on suotuisampi jakautumiskerroin kuin ammoniakilla
- Amiinit hajoavat termisesti, jolloin muodostuu haihtuvia orgaanisia happoja ja hiilidioksidia, mutta amiinien hajotessa muodostuu myös tasapainottava alkalinen kationi
- Termisen hajoamisen nopeus vaihtelee merkittävästi ja tunnetaan huonosti yli 300 asteen lämpötiloissa
- Luonnon orgaaninen aines hajoaa myös termisesti, jolloin muodostuu haihtuvia orgaanisia happoja, mutta ei tasapainottavaa kationia
- Luonnon orgaanisen aineen mukana voi vesi-höyrykiertoon tulla epäorgaania anioneita – kloridia, josta aiheutuu suolahapon muosotumista
- Kaikki orgaaninen aines nostaa kationivaihdettua johtokykyä (voi vaikuttaa esim. lauhdutin vuotojen havaitsemista)
- Amiinit voivat vaikuttaa lauhdesuotattimien ionivaihtomassaan
- Orgaanisia kemikaaleja ei pääsääntöisesti ole sisällytetty kattilavesiohjeisiin – ohjeet kemikaalien valmistajilta
 - Järjestöistä esim. VGB and EPRI linjaavat: Orgaanisia aineita ei tarvita

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Johtopäätökset**

- Orgaanisen aineksen raja-arvojen määrittäminen vaikeaa
 - ei ole ratkaisevia todisteita siitä, että kaikki tai jotkut orgaanisten aineiden hajoamistuotteet, ovat haitallisia rakennemateriaaleille,
 - orgaanisen aineen rakenne ja käyttäytyminen vesi-höyrykierrossa täytyy ottaa huomioon,
 - käytetyllä vesikemialla ja ajotavalla on oma vaikutuksensa orgaanisen aineen hajoamiseen.
- Uusimmissa kattilavesisuosituksissa VGB R450L (2004) on kuitenkin yleinen ohjeistus -> liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuden lisävedessä ei tulisi ylittää 0,2 mg/l ja, että tavoitearvo on < 0,1 mg/l.
 - Tavoitearvo 0,1 mg/l voi joissain tapauksissa olla liian suuri, riippuen lisäveden määrästä -> Kaiken kaikkiaan, jos lisäveden tarve on suuri, pitää lisäveden orgaaninen kuorma minimoida

Yhteenveto: Raja-arvo on periaatteessa laitoskohtainen

Orgaaninen aines vesi-höyrykierrossa

- **Johtopäätökset**

- Kirjallisuuden ja vauriotietojen pohjalta voidaan arvioida, että ilmapatterivauriot aiheutuvat virtauksen kiihdyttämästä korroosiosta, joka tapahtuu pääasiassa kaksifaasialueella kosteassa höyryssä
 - Vaurioita esiintyy lämpötila-alueella 140 – 180 °C
 - Vauriot esiintyvät lauhtumisprosessin kaksifaasialueella ja kohdissa, joissa kostean höyryn virtausnopeus on suurin tai laitegeometria edistää turbulenttia virtausta
 - Olosuhteet ja korroosionmuoto ovat analogisia voimakattiloissa havaittujen vaurioiden kanssa, joita esiintyy syöttöveden matalapainelämmittimissä ja ilmalauhduttimissa
- Virtauksen kiihdyttämän korroosion estäminen
 - Ilmajäähdytteisille lauhduttimille lähestymistapa on pH:n nosto alueelle 9,6 – 9,8 tai jopa korkeammalle
 - Mitoitustekniset ja rakenteelliset keinot, joilla minimoidaan turbulenssi
 - Valitaan rakennemateriaaliksi kromi-seostettu teräs (suositeltava minimi 1,25 %) – erityisesti, jos virtauksen kiihdyttämä korrosio tapahtuu kosteassa höyryssä, on kromiseosteisen teräksen valitseminen todennäköisesti kustannustehokkain vaihtoehto, FAC-korroosion vähentämiseksi voimakattiloissa ja lämmöntalteenottokattiloissa [EPRI, Guidelines for Controlling Flow-Accelerated Corrosion in Fossil and Combined Cycle Plants, 2005]
 - paikallinen pH säätö, eli esimerkiksi amiinin syöttäminen ilmapatterien höyrylinjaan

Liite III

**VTT ja Teollisuuden Vesi Oy:
Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen -osion jatkoehdotuksia**

SKYREC

Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

**Pekka Pohjanne
Petri Kinnunen
Timo Saario**

**Maija Vidqvist
Jani Vuorinen**



KATTILAVEDEN JA HÖYRYN LAADUN VARMISTAMINEN

TAUSTAA

- Orgaanisia aineita esiintyy voimalaitosten vesi-höyrykierrossa sekä funktionaalisina käsittely-aineina että epäpuhtautena, joka tulee prosessiin esimerkiksi lisäveden mukana.
- Orgaaniset amiinit voivat hajota kattilaolosuhteissa hydrolysoitumalla ja hapettumalla.
 - Hajoamisen seurauksena syntyy mm. orgaanisia happoja ja hiilidioksidia, jotka alentavat pH:ta ja voivat vaikuttaa varsinkin lauhdelinjojen korroosioon
 - Hajoamistuotteena syntyy myös ammoniakkia ja muita amiineja, jotka tasapainottavat happamien hajoamistuotteiden vaikutusta
- Kemiakaalien korkealämpötilatietoja ($> 300^{\circ}\text{C}$) puuttuu - ainakaan niitä ei ole julkisesti saatavilla
 - ✓ Kaupallisten seosten hapenpoistokykyä ja hajoamistuotteita selvitetty aiemmin autoklaavikokein (VTT) - SOTU II
 - ✓ Orgaanisten alkaloivien amiinien ominaisuuksia selvietty kirjallisuuden avulla - SKYREC

KATTILAVEDEN JA HÖYRYN LAADUN VARMISTAMINEN

TAUSTAA ...

- Luonnon orgaaninen aines hajoaa myös termisesti
 - ✓ Muodostuu haihtuvia orgaanisia happoja, mutta ei tasapainottavaa kationia
- Luonnon orgaanisen aineen mukana voi vesi-höyrykiertoon tulla epäorgaania anioneita
 - ✓ Kloridit - suolahapon muodostuminen
- Orgaanisen aineksen raja-arvojen määrittäminen vaikeaa
 - ✓ VGB R450L (2004) yleinen ohjeistus: (DOC) pitoisuuden lisävedessä ei tulisi ylittää 0,2 mg/l ja, että tavoitearvo on $< 0,1$ mg/l.
 - ✓ Suuri lisäveden tarve - pitää lisäveden orgaaninen kuorma minimoida
- Käytetyllä vesikemialla ja ajotavalla on oma vaikutuksensa orgaanisen aineen hajoamiseen.
 - ✓ Raja-arvo on periaatteessa laitoskohtainen

KATTILAVEDEN JA HÖYRYN LAADUN VARMISTAMINEN

TULEVAISUUS

- Orgaanisten kemikaalien käyttö tulee lisääntymään ja laajenemaan
 - ✓ Epäorgaanisten kemikaalien käyttö ei ole ongelmattonta
 - ✓ Ohjeistuksen puute tekee laitosten operaattoreiden päätöksenteosta vaikean
- Kemikaalireseptejä ei ole mietitty loppuun asti ts. kaikkia mahdollisuuksia ei ole vielä hyödynnetty
 - ✓ Voidaan vaikuttaa esim. muodostuvan ensilauhteen pH arvoon ja myös pH-arvoon lauhtumisen edetessä loppuun asti.
 - ✓ Jakaantumiskertoimet ja emäsvakiot ovat lämpötilariippuvaisia, joten valintoja on tehtävä laitospohtaisesti ao. olosuhteiden mukaisesti
- Orgaanisen aineen poistomenetelmät
 - ✓ NOM - suuri lisäveden tarve
- Laitospohtaiset vesikemiaohjeet ja suositukset
 - ✓ Raaka- ja lisävesi
 - ✓ Höyry- ja lauhdekierto
 - ✓ Materiaaliratkaisut (ml. turbiinit, laudelinjat, kuivauskoneet)

KATTILAVEDEN JA HÖYRYN LAADUN VARMISTAMINEN

Vesikemiaohjeet & -suositukset

Tietoa tarvitaan mm.

- A. Magnetiitin muodostumisesta
- B. TOC poistomenetelmistä
- C. Orgaanisten happojen aiheuttamasta korroosioriskistä
- D. Kemikaalivalinnat kriteereistä

A. Vesi-höyrykierron kemikaalit - kalvonkasvu (VTT)

- Amiinien ja luonnon orgaanisen aineen vaikutuksista magnetiittikerroksen muodostumiseen ja suojauskykyyn ei ole riittävästi tietoa
- Kalvonkasvua (passivoitumista) korkealämpötilaolosuhteissa tutkittu VTT:llä ydinvoimalaitos materiaalitukimuksen yhteydessä.
 - ✓ Käytettävissä varmistetut menetelmät oksidifilmien in-situ ja ex-situ karakterisoimiseen.

Tässä hankkeessa

- ✓ Selvitetään vedenlaadun vaikutusta magnetiittikerroksen muodostumiseen (kinetiikka) ja suojauskykyyn/pysyvyyteen
 - Parametrejä: vesikemia (amiinit, O₂, myös orgaaninen kuorma), lämpötila (esim. 280 ja 320...340°C, ...), vesi- ja höyryfaasi
 - In-situ mittaukset (impedanssi, polarisaatio), ex-situ irrallisilla näytteillä (kalvon paksuus, ex-situ impedanssi), redox-potentiaali
- ✓ Saadaan tietoa myös amiinien termisen hajoamisen nopeudesta
- ✓ Pohjatietoa ajotapa/vesikemiaohjeiden laatimiseen (kohta D)

B. TOC-poisto tai sen vähentäminen lisävedestä (Teollisuuden Vesi)

- Lisäveden orgaaninen aines ei poistu kokonaan saostuksessa ja ioninvaihdossa.
 - ✓ Pintavedellä TOC-taso on lisävedessä tyypillisesti yli tavoiterajojen (0,2...0,5 mg TOC/l).

Tässä hankkeessa

- ✓ Esitellään TOC-poistomenetelmät (mm. aktiivihiilisuodatus, RO, UV ja ultrasuodatus) ja niiden toiminta- sekä suunnitteluperiaatteet
- ✓ Selvitetään investointi- ja käyttökustannukset sekä tilantarve esimerkkilaitokse(i)lla
- ✓ Valitaan TOC-poistomenetelmien joukosta lupaavimmat kaksi menetelmää ja tehdään niille pilot-mittakaavan kokeita TOC:n poistamiseksi ja kustannustehokkuuden tarkistamiseksi

C. Orgaanisten happojen aiheuttama korroosio (VTT & Teollisuuden Vesi)

- Orgaanisten aineiden merkittävin vaikutus vesi-höyrykiertoon ovat termisen hajoamisen ja hapettumisen kautta muodostuvat orgaaniset hapot ja hiilidioksidi, jotka vaikuttavat pH-arvoon ja jakautumiskertoimien perusteella varsinkin lauhteen pH-arvoon, joka muuttuu lauhtumisen edetessä höyrynkosteuden funktiona

Tässä hankkeessa

- ✓ Selvitetään erityyppisten orgaanisten happojen vaikutus yleisimpien höyry- ja lauhdekierron sekä kuivauskoneen rakennemateriaalien korroosioriskiin (Cu-, RST-, hiiliteräs, ...) - kirjallisuustutkimus
- ✓ Määritetään orgaanisten happojen pitoisuuksia tehdasmittauksin, kun lisäveden TOC-pitoisuus on korkeahko ja käytössä on orgaanisia kemikaaleja.
- ✓ Mahdollisuus rajoitettuun määrään korroosiokokeita (kirjallisuusdatojen täydentäminen)
- ✓ Saadaan perustelut TOC-tasolle syöttövedessä ja selville TOC-tasoon liittyvistä riskeistä

D. Vesikemia ja ajotapojen sovellettavuus soodakattilaympäristöön (Teollisuuden Vesi + VTT)

- Vesikemian ajotapoja on esitetty runsaasti kirjallisuudessa (mm. OT, AVT, CT, ET ja phosphate treatment). Toisaalta standardit (VGB, ISO ja EPRI) kuvaavat kunkin ajotavan vaatimukset lisäveden laadulle. Amiineja ja niiden käyttöä ei standardeissa oteta lukuun.

Tässä hankkeessa

- ✓ Kuvataan eri ajotavat ja syyt vaatimuksille lisäveden laadusta sekä mahdolliset seuraukset niiden täyttämättä jättämisestä.
- ✓ Selvitetään, miten eri amiineja tulisi käyttää esim. syöttöveden ja lauhteen pH:n ylläpitämisessä.
- ✓ Luodaan pohja uudelle soodakattilaympäristöön soveltuvalle standardille ottaen huomioon nykyiset paineluokat ja mahdollinen rakennusasteen nosto.

Liite IV

**Reijo Hukkanen, tutkimussuunnitelma:
Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen (TOC) vähentäminen**

5.5.2009

Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen (TOC) vähentäminen

1 Tausta

Projekti on osa Soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostaminen uudelle tasolle -projektia ja sen Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen -osaprojektia.

Hiilivetyrakenteen termisen hajoamisen kautta syntyneet hapot ja hiilidioksidi alentavat kattilaveden höyryn ja muodostuvan lauhteen (varsinkin ns. ensilauhteen) pH-arvoa. VTT:n juuri julkaistussa tutkimuksessa todettiin tarvittavan lisätutkimusta lisäveden tuomien orgaanisten aineiden vähentämisestä koska useissa tapauksissa lisäveden tuoma orgaanisen aineen määrä voi olla merkittävämpi, kuin käytettävän orgaanisen kemikaalin hajoamistuotteet, orgaanisen kuormituksen vaikutus on kuitenkin kokonaisuus.

Soodakattiloiden vesi-höyrykierrossa korostuu lauhteiden vajaa palautus ja tarvittavan lisäveden runsas määrä. Lisäveden kautta kiertoan tuleva orgaaninen aine on rakenteeltaan huomattavasti heterogeenisempää kuin orgaanisten kemikaalien sisältämä, ja sen määrä sekä kokojakauma riippuvat merkittävästi raakavesilähteestä, vesilaitoksen prosessista ja myös vuodenaikasta. VTT:n tutkimuksessa korostetaan nimenomaan vedenpuhdistusprosessin merkitystä ja esitetään että suiolanpoistolaitoksissa vaikeimmin poistettavia biopolymeerejä voidaan poistaa aktiivihiihikäsittelyllä. Kuitenkaan ei ole suoritettu tutkimuksia joiden tuloksia joita voitaisiin soveltaa suoraan suomalaisiin pintavesiin. On olemassa tutkimuksia joissa aktiivihiihien vaikutus puhdistustulokseen on todettu lyhytaikaiseksi, mutta tutkimukseen on otettu selvitys käyttää aktiivihiihtä tavoilla joita ei ole ainmin tutkittu.

2 Toteutus

2.1 Vaiheet, työpaketit, tehtävät

Tutkimuksessa selvitetään kolmen samaa pintavettä raakavetenään käyttävän laitoksen prosessin, kemikaloinnin ja aktiivihiihikäsittelyn vaikutusta saatavan kemiallisesti puhdistetun veden laatuun, TOC:n vähenemiseen ja käyttökelpoisuuteen lisäveden ja myöskin paperin valmistusprosessiin. Viimeksimainittu koska teollisuus on vierastanut ferrisulfaatin käyttöä vesilaitoksissaan. Myös selvitetään mitkä on edetykset ferrisulfaatin käyttöön VKE-laitoksilla. Selvityksessä sivutaan myös taloudellisuuskysymystä. Selvitetään parantuneen veden laadun vaikutus lisäveteen.

Laitokset 1 ja 2 ovat kunnallisia laitoksia joissa puhdiskemikaalina on ferrisulfaatti ja joissa on aktiivihiihikäsittely. Laitos 3 on tyypillinen teollisuuden vesilaitos jossa prosessina on alumiinisaostus.

HEINÄ-JOULUKUU 2008		RAAKAVESI,	Vesilaitos 1	Vesilaitos 3	Vesilaitos 3
MÄÄRITYKSET	yksikkö	keskiarvo	keskiarvo	keskiarvo	keskiarvo
kaliumpermanganaattiluku	mg/l	46	4,0	< 4,0	7,0
orgaaninen kokonaishiili TOC-arvo	mg/l	11,7	1,6	1,6	3,0
rauta	mg/l	0,72	ei todettu	ei todettu	ei todettu
väriluku	mg/lPt	90	< 5	< 5	

5.5.2009

Tutkitaan teoreettisesti ja myös laboratorio sekä kenttäkokeiden avulla aktiivihili käsittelyn sislyttämistä teollisuuden suolanpoistolaitoksen prosessiin omana vaiheenaan tai yhdistämällä se esimerkiksi sekavaihtimeen tarkoituksena vähentää lisäveteen jäävää orgaanisen aineen määrää. Tämä vaihe on tutkimuksen merkittävin koska aktiivihilien tarve ja kulutus on merkittävästi pienempää kun sillä käsitellään jo anionivaihtimella käsiteltyä vettä jonka TOC pitoisuus on 1/10 osa tulevan veden pitoisuudesta.

Suoritetaan mittaukset Suomen kaikkien soodakattilalaitoksen raakaveden TOC pitoisuudesta ja lisävedenkäsittelyn vaikutus jäävään TOC pitoisuuteen. Vaiheeseen pyydetään pääsääntöisesti näytteet laitoksilta ja kuvaus vedenpuhdistusprosessista

Tulokset raportoidaan yy.xx.2010 mennessä, mikäli työ aloitetaan aaaa kuun 2009 alussa.

2.2 Organisointi

Työ suoritetaan opintyönäyteenä Oulun Yliopiston kemian laitoksella.

KTR toimii työn ohjaajana, yhteyshenkilönä ja Soodakattila-yhdistyksen edustajana.

Liite V

**Teollisuuden Vesi Oy:
TOC mittaukset Kotka Stora Enso Laminating Papers 2009,
alustavat tulokset**

Jakelu:

Soodakattilayhdistys ry

TOC mittaukset Kotka Stora Enso Laminating Papers 2009

TOC mittaukset Kotka Stora Enso Laminating Papers 2009

1 Johdanto ja yhteenveto.....	3
2 Mittaukset	5
2.1 Käytetyt mittalaitteet ja menetelmät.....	5
2.2 Mittaustulokset.....	6
3 TOC tase.....	9
3.1 Tase vesi-höyrykierron kemikalioidinnin kanssa.....	9
3.2 Tase ilman haihtuvia kemikaaleja.....	11
4 Vesi-höyrykierto, muut mittaukset	12
4.1 Johtokyky ja pH vertailumittaukset.....	12
4.2 Anionimittaukset ja laskennallinen CO ₂	13

Viitteet

Liitteet

1 JOHDANTO JA YHTEENVETO

2 MITTAUKSET

2.1 Käytetyt mittalaitteet ja menetelmät

2.2 Mittaustulokset

Taulukko 1. TOC tulokset normaalin kemikalioinnin aikana.

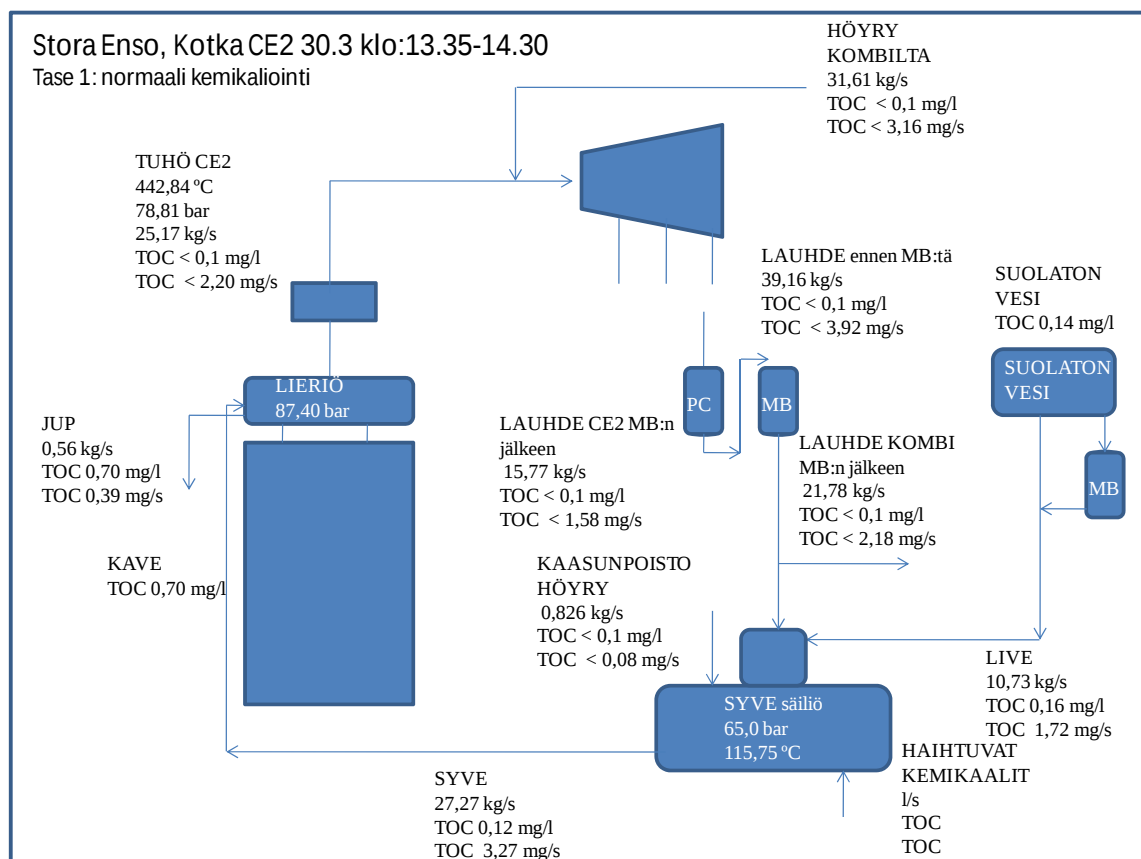
Näyte	Näytteenottoaika	Mittausarvo	Mittaustulos	Yksikkö
TUHÖ CE2	30.3.2009 13:35	0,00	< 0,1	mg TOC/l
KP TUHÖ	30.3.2009 13:35	0,00	< 0,1	mg TOC/l
MP Höyry	30.3.2009 13:35	0,00	< 0,1	mg TOC/l
Kokonaislauhde	30.3.2009 14:30	0,06	< 0,1	mg TOC/l
Lauhde MB:n jälkeen	30.3.2009 14:30	0,02	< 0,1	mg TOC/l
CE2 Syve	30.3.2009 13:35	0,12	0,12	mg TOC/l
Kombi syve	30.3.2009 13:35	0,12	0,12	mg TOC/l
Live MB:n jälkeen	30.3.2009 14:10	0,16	0,16	mg TOC/l
Suolaton vesi	30.3.2009 13:35	0,14	0,14	mg TOC/l
KP kattilavesi	30.3.2009 13:35	0,53	0,53	mg TOC/l
MP Kave	30.3.2009 13:35	0,66	0,66	mg TOC/l
Kave CE2	30.3.2009 13:35	0,70	0,70	mg TOC/l

Taulukko 2. TOC tulokset ilman haihtuvien kemikaalien annostelua.

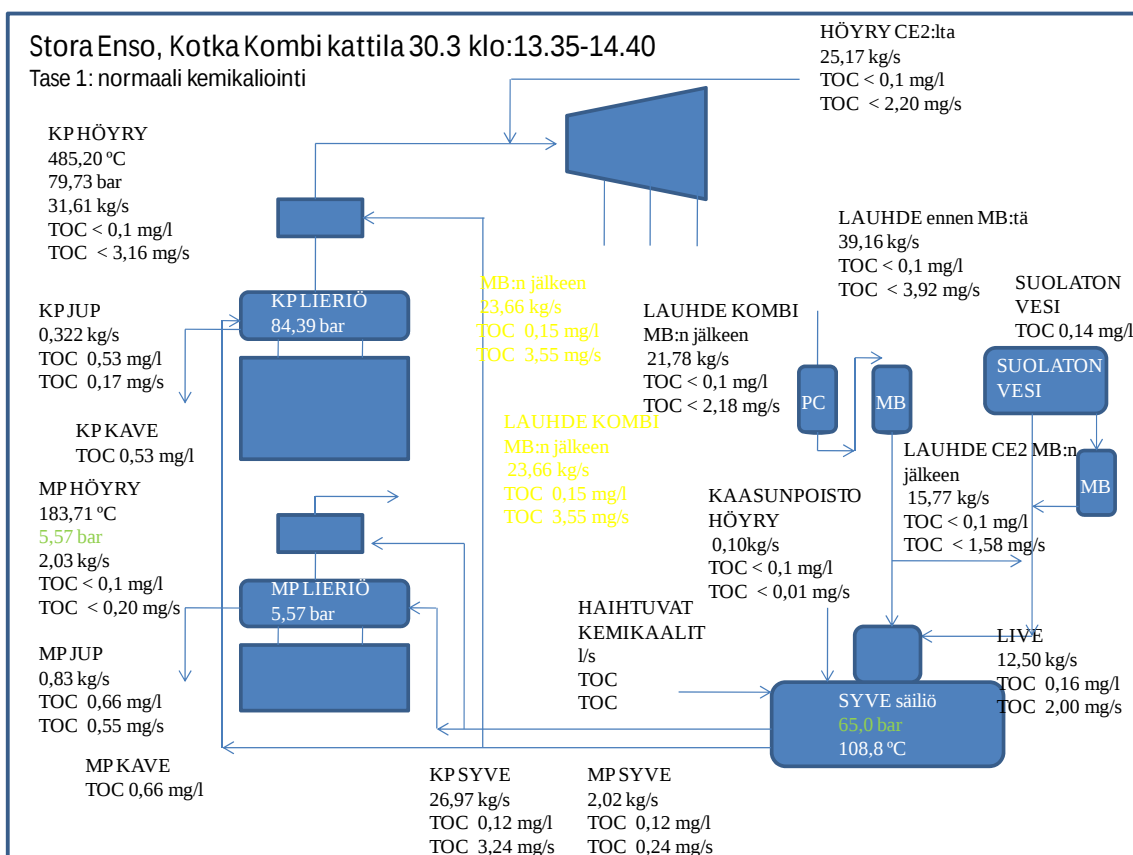
Näyte	Näytteenottoaika	Mittausarvo	Mittaustulos	Yksikkö
TUHÖ CE2	31.3.2009 11:00	0,07	< 0,1	mg TOC/l
KP TUHÖ	31.3.2009 11:00	0,07	< 0,1	mg TOC/l
MP Höyry	31.3.2009 11:00	0,01	< 0,1	mg TOC/l
Kokonaislauhde	31.3.2009 13:30	0,14	0,14	mg TOC/l
Lauhde MB:n jälkeen	31.3.2009 13:30	0,15	0,15	mg TOC/l
CE2 Syve	31.3.2009 11:00	0,15	0,15	mg TOC/l
Kombi syve	31.3.2009 11:00	0,16	0,16	mg TOC/l
Live MB:n jälkeen	31.3.2009 13:30	0,25	0,25	mg TOC/l
Suolaton vesi	31.3.2009 13:30	0,27	0,27	mg TOC/l
KP kattilavesi	31.3.2009 11:00	1,19	1,19	mg TOC/l
MP Kave	31.3.2009 11:00	1,04	1,04	mg TOC/l
Kave CE2	31.3.2009 11:00	0,86	0,86	mg TOC/l

3 TOC TASE

3.1 Tase vesi-höyrykierron kemikalioinnin kanssa

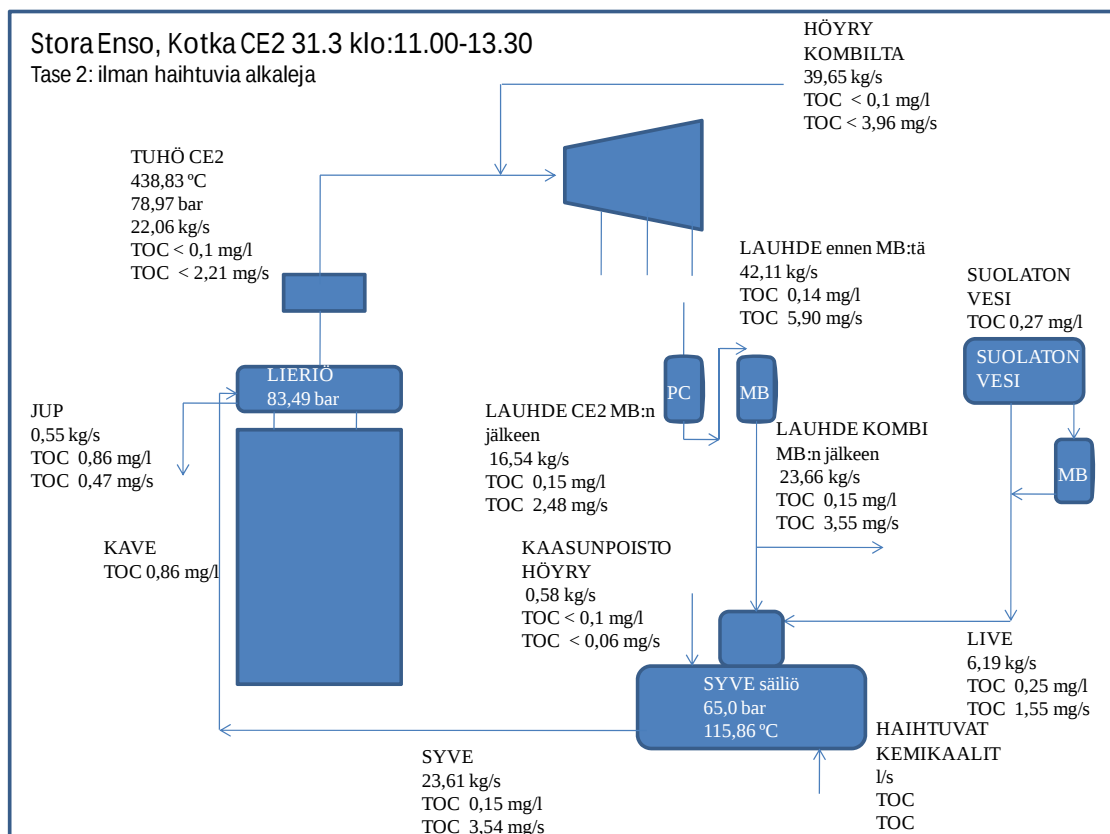


Kuva 1. Soodakattilan CE2 TOC tase tilanteelle jossa normaali kemikaaliannostelu.



Kuva 2. Kombikattilan TOC tase tilanteelle jossa normaali kemikaaliannostelu.

3.2 Tase ilman haihtuvia kemikaaleja



Kuva 3. Soodakattilan CE2 TOC tase tilanteelle jossa kiertoon ei annostella haihtuvia kemikaaleja..

4 VESI-HÖYRYKIERTO MUUT MITTAUKSET

4.1 Johtokyky ja pH vertailumittaukset

4.2 Anionimittaukset ja laskennallinen CO₂

Taulukko 3. Anionimittaukset ja laskennallinen CO₂ normaali kemikalioinnin aikana.

Näyte	TUHÖ CE2	Kokonaislauhde	Lauhde MB:n jälkeen	CE2 Syve	Live MB:n jälkeen	Suolaton vesi
Näytteenottoaika	30.3.2009 13:35	30.3.2009 14:30	30.3.2009 14:30	30.3.2009 13:35	30.3.2009 14:30	30.3.2009 13:35
F (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Asetatti (µg/L)	15,6	6,8	0,5	1,1	0,6	0,6
Formiaatti (µg/L)	< 0,4	3,2	< 0,4	0,7	0,4	0,4
Cl (µg/L)	0,4	2,9	0,3	0,6	0,4	0,4
NO ₂ (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,6	0,3	0,3
NO ₃ (µg/L)	< 0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	< 0,4
SO ₄ (µg/L)	2,2	4,2	0,8	< 0,4	< 0,4	< 0,4
HPO ₄ (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Oksalaatti (µg/L)	0,8	0,3	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
CO ₂ (µg/L) *	10,0	36,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0

Taulukko 4. Anionimittaukset ja laskennallinen CO₂ ilman haihtuvien kemikaalien annotelua.

Näyte	TUHÖ CE2	Kokonaislauhde	Lauhde MB:n jälkeen	CE2 Syve	Live MB:n jälkeen	Suolaton vesi
Näytteenottoaika	31.3.2009 9:40	31.3.2009 13:30	31.3.2009 13:30	31.3.2009 9:40	31.3.2009 13:30	31.3.2009 9:40
F (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Asetatti (µg/L)	16,4	0,7	0,5	1,3	0,6	0,5
Formiaatti (µg/L)	< 0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4
Cl (µg/L)	0,8	8,6	< 0,4	0,4	0,4	0,4
NO ₂ (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
NO ₃ (µg/L)	0,3	0,6	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,3
SO ₄ (µg/L)	5,1	6,8	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
HPO ₄ (µg/L)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Oksalaatti (µg/L)	< 0,4	1,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
CO ₂ (µg/L) *	< 10,0	34,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0

Liite VI

**Oulun yliopisto,
tarjous tulenkestävien massojen kokeellisesta tutkimuksesta**



TARJOUS TUTKIMUKSEN SUORITTAMISESTA

Tarjoamme tulenkestävien soodakattimateriaalien tutkimuksen suorittamista alla mainituin ehdoin.

1 Tarjouksen tekijä

Oulun yliopisto, prosessimetallurgian laboratorio.

2 Tarjouksen kohde ja suoritusaika

On liitteellä 1.

3 Maksuehdot

Tutkimus laskutetaan sopimushintaan 27 289 € ALV 0 %
Maksu suoritetaan kertasuorituksena loppuraportoinnin jälkeen.

4 Muut ehdot

Tarjous on voimassa 2 kuukautta tarjouskirjeen päiväyksestä.

Mikäli tarjous tulee hyväksytyksi, sopimukseen sovelletaan Oulun yliopiston tilaajarahoitteisen tutkimuksen yleisiä sopimusehtoja (Liite 2).

5 Tutkimuksen tekijää koskevat tiedot

Vastuullinen johtaja :Professori Jouko Härkki
Sähköposti: jouko.harkki@oulu.fi
Puhelin: 040-5215655

Yhteyshenkilö: Laboratorioinsinööri Riku Mattila
Sähköposti: riku.mattila@oulu.fi
Puhelin: 040-7301094
Osoite: Prosessimetallurgian laboratorio
Erkki Koiso-Kanttilan katu, ovi V2
90570 Oulu

Allekirjoitus

Oulun yliopisto

27/03 2009

Jouko Härkki

Tutkimuksen vastuullinen johtaja

TUTKIMUS SOODAKATTILAN TULENKESTÄVISTÄ

TAUSTAA

Oulun yliopiston prosessi- ja ympäristötekniikan osaston prosessimetallurgian laboratoriossa tutkittiin syksyllä 2005 soodakattilan tulenkestäviä materiaaleja. Tutkimuksen tilaajana oli Suomen Soodakattilayhdistys ry.

Kokeellisessa osassa testattiin osittain spinelliin pohjautuvaa materiaalia altistamalla se soodakattilan sulalle Stora Enson Oulun tehtaalla. Vertailukohteena käytettiin nykyisin käytössä olevaa samottista materiaalia. Spinelliä sisältäneet koekappaleet kestivät soodakattilan olosuhteita paremmin kuin nykyisin käytetystä materiaalista valmistettu kappale. Spinelliä sisältävän materiaalin lisäksi jatkotutkimuksiin suositeltiin myös ZrO_2 -pohjaista materiaalia sekä forsteriitin ja ceriumoksidin soveltuvuuden arviointia.

TUTKIMUSSUUNNITELMA

Testit tehdään Oulun yliopistossa, Prosessimetallurgian laboratoriossa. Testimenetelmä käytetään niin sanottua sormitestää. Sormitestissä tulenkestävää kappaletta pyöritetään soodakattilasulassa. Soodakattilasulan toimittaa tilaaja. Sulanäytteen murskaus ja jauhatus voidaan tehdä prosessimetallurgian laboratoriossa.

TESTATTAVAT MATERIAALIT

- Vertailu materiaali (Hassle massa)
- Spinelliä muodostavaa massaa (Betker)
- Valmista spinelliä sisältävää massaa (omavalmiste)
- ZrO_2 kaupallista massaa (Zircoa-CastTM Castable Refractory, 0872-8D)
- CeO_2 pohjainen massa (omavalmiste)
- Forsteriitti pohjainen massa (omavalmiste)

Testattavat materiaalit löytyvät prosessimetallurgian laboratoriosta.

KOEKAPPALEIDEN TEKO

Koekappaleet valmistetaan massanvalmistajien ohjeiden mukaisesti. Omavalmisteiset tehdään esimerkiksi aluminaattisementtisementti sidoksella. Lisäksi valmistetaan pari koekappaletta joissa tulenkestävän pinta on suljettu lämmön avulla tiiviiksi. Vertailukappaleet valetaan kaikista massoista ja käytetään koetta vastaavassa lämpötilassa jotta on helpompi verrata mikä on kemiallisen reaktion aiheuttamaa muutosta ja mikä on pelkästään lämpötilan vaikutusta koekappaleeseen.

KOKEIDEN TEKO

Kokeen pyörityslaitteena on IKA power control visc, joka mittaa myös momenttia kierrosluku säädön lisäksi. Upokasmateriaalina voidaan käyttää tulenkestävää terästä jolloin testilämpötilana on max. 1150 C. Valitaan testilämpötilaksi 1000 C joka kuvaa soodakattilasulan lämpötilaa hyvin. Valmiina on esimerkiksi 150 mm syvä ja 85 mm halkaisialtaan oleva upokas jonka tilavuus on noin 0,9 litraa. Soodakattilasulaa käytetään esimerkiksi 6 dl / koe. Koekappaleen paksuus valitaan materiaalien maksimiraekoon, valmistusteknisten ja upokkaan perusteella vähintään 28 mm ja enintään 50 mm. Upotussyvyys on 50 mm. Kierrosnopeus ja pitoaika pitää hakea vertailu materiaali (Hassle massa) visuaalisesti havaittavasta merkittävästä kulumisesta. Esipolttolämpötilana koekappaleille käytetään prosessin öljypoltin vastaavaa, esimerkiksi 1000 C ja 1 h.

KOEKAPPALEIDEN TARKASTELU

- Ensin visuaalinen tarkastelu ja valokuvaus
- Mikroskooppitarkastelut kaikista
- SEM / EDS analyysi kahdesta parhaasta

RAPORTOINTI

Väliraportointi visuaalisista havainnoista sekä mikroskooppitarkasteluista ennen SEM/EDS analyysia. Loppuraportointi 2 kk kuluttua tilauksen vahvistamisesta.

AIKATAULU

Tutkimus kestää 2 kk ja se jakaantuu ajallisesti seuraavasti:

Suunnittelutyö 3 pv

Pyöritysmuotin teko 2 pv

Koekappaleiden ja vertailukappaleiden valmistus 2 pv

Kokeiden teko ja vertailukappaleiden poltto 1 vk

Raportointi kokeiden teosta 2 pv

Koekappaleiden halkaisu kuivana ja kuvaus 1 pv

Vertailukappaleiden halkaisu ja kuvaus 1 pv

Väliraportointi makroskooppisista havainnoista 2 pv

Mikroskooppi preparaattien valmistus 2 pv

Tunkeumien ja reaktioiden arviointi valomikroskoopilla kaikista koekappaleista verrattuna samassa lämpötilassa poltettuun massaan 1 vk

Väliraportointi mikroskooppi havainnoista 1 vk

SEM näytteiden valmistus kahdesta parhaasta materiaalista 2 pv

SEM/EDS tutkimus kahdesta parhaasta materiaalista 1 pv

Raportointi SEM/EDS 2 pv

Loppuraportin kirjoitus suosituksineen 1 vk

SALASSAPITO

Tutkimustulokset ovat vain tilaajan ja tekijän tiedossa.

Oulussa 27.03.2009 Riku Mattila

OULUN YLIOPISTON TILAAJARAHOITTEISEN TUTKIMUKSEN YLEISET SOPIMUSEHDOT

1 SOPIMUSEHTOJEN SOVELTAMISALA JA SOPIMUSASIAKIRJAT

- 1.1 Näitä yleisiä sopimusehtoja käytetään Tilaaajan ja Oulun yliopiston (jäljempänä yliopisto) välisessä tilaustutkimuksessa. Sopijapuolet voivat kirjallisesti sopia näiden ehtojen yksittäisten määräysten muuttamisesta tai poissulkemisesta tai asettaa lisäehtoja.
- 1.2 Tutkimuksen määrittely ja aikataulu, korvauksen määrä, korvauksen maksuaikataulu ja muut mahdolliset projektikohtaiset ehdot sovitaan erillisessä tutkimussopimuksessa ja siihen liittyvässä tutkimussuunnitelmassa, jotka yhdessä näiden yleisten sopimusehtojen kanssa muodostavat Tilaaajan ja yliopiston välisen tutkimustyötä koskevan sopimuksen.
- 1.3 Mikäli tutkimussopimuksen ja sen liitteiden välillä on ristiriitaa, noudatetaan ensin tutkimussopimusta, toiseksi yleisiä sopimusehtoja ja kolmanneksi tutkimussuunnitelmaa. Mikäli muu taho kuin sopijapuolet rahoittaa toimeksiantoa, sellaiseen rahoitukseen liittyvät erityiset ehdot sijoittuvat soveltamisjärjestyksessä kaikkien muiden sopimusasiakirjojen edelle.
- 1.4 Tutkimussopimusta tai sen mukaisia velvoitteita ei voida siirtää kolmannelle osapuolelle ilman toisen sopijapuolen kirjallista suostumusta. Yliopistolla ei ole ilman Tilaaajan suostumusta oikeutta käyttää yliopiston ulkopuolista alihankkijaa koko toimeksiannon tai sen merkittävän osan suorittamiseen.

2 MÄÄRITELMÄT

- 2.1 **Tulosaineisto** tarkoittaa kaikkea sitä tietoa ja niitä tuloksia, jotka sopijapuoli tai sen lukuun työskentelevä kolmas osapuoli on saanut aikaan projektissa sekä patentteja, keksintöjä ja tietokoneohjelmia (mukaan lukien lähdekoodit).
- 2.2 **Tausta-aineisto** tarkoittaa sellaista projektien alalta tai sitä lähellä olevalta alalta olevaa teknistä, liiketaloudellista, kaupallista ja rahoituksellista tietoa, jonka sopijapuoli omistaa ja joka on kehitetty projektin ulkopuolella.

3 TUTKIMUSSOPIMUKSEN SYNTYMINEN

- 3.1 Tutkimussopimus katsotaan syntyneeksi,
 - a) kun yliopisto ja Tilaaaja ovat allekirjoittaneet tutkimussopimuksen joko tähän tarkoitukseen varatulla lomakkeella tai vapaamuotoisena sopimusasiakirjana tai
 - b) kun yliopisto on vastaanottanut Tilaaajalta kirjallisen ilmoituksen tarjouksen hyväksymisestä tai
 - c) kun yliopisto on Tilaaajan pyynnöstä kirjallisesti vahvistanut tilauksen.
- 3.2 Yliopiston kirjallinen tarjous on voimassa kaksi (2) kuukautta sen päiväyksestä, ellei tarjouksessa ole toisin mainittu.

4 TUTKIMUSPROJEKTIN JOHTO

- 4.1 Tutkimusprojektiin on nimetty vastuullinen johtaja, tutkimuksen valvoja ja yhteyshenkilöt.
- 4.2 Tarvittaessa sopijapuolet nimeävät projektille johtoryhmän. Johtoryhmän tehtävänä on valvoa ja ohjata projektin toteuttamista sopimuksen rajaamissa puitteissa. Johtoryhmän tehtäviin kuuluu mm. täsmentää projektin tavoitteet ja hyväksyä projektin suunnitelmat, hyväksyä tutkimussuunnitelman muutokset tai tarvittaessa esitellä ne sopijapuolten hyväksyttäväksi, hyväksyä projektin tulokset ja todeta projekti loppuun suoritetuksi.

5 VELOITUSPERUSTEET JA LASKUTUS

- 5.1 Tutkimuksen kustannuksia laskettaessa noudatetaan valtion maksuperustelakia (150/92), valtion maksuperusteasetusta (211/92) ja niiden perusteella annettuja päätöksiä. Tutkimussuunnitelmaa muutettaessa tarkistetaan tutkimuksen kustannukset ja maksut vastaavasti.
- 5.2 Yliopistolla on oikeus ennakkeloitukseen tutkimustyön alkaessa, mikäli tutkimussopimuksessa on näin sovittu.
- 5.3 Maksu on suoritettava 14 päivän kuluessa siitä, kun lasku on toimitettu suoritteiden tilaajalle tai suoritteiden vastaanottajalle. Postitse lähetetty lasku on toimitettu suoritteiden tilaajalle tai suoritteiden vastaanottajalle seitsemäntenä päivänä sen jälkeen, kun lasku on annettu postin kuljetettavaksi. Maksamattomalle määrälle peritään vuotuista viivästyskorkoa korkolain 4 §:n 3 momentissa tarkoitetun korkokannan mukaan. Viivästyskoron sijasta yliopisto voi periä 5 euron suuruisen viivästysmaksun, jos viivästyskoron määrä jää tätä pienemmäksi. Perimiskulut laskutetaan erikseen.
- 5.4 Tilaaja maksaa arvonlisäverolain perusteella perittävän arvonlisäveron.

6 TUTKIMUSRAHOITUKSELLA HANKITTU OMAISUUS

- 6.1 Tutkimuksen yhteydessä hankitut laitteet kuuluvat yliopistolle.

7 TULOS- JA TAUSTA-AINEISTON OMISTUS- JA KÄYTTÖOIKEUDET

- 7.1 Tutkimuksen tulosaineisto on tilaajan omaisuutta, kun sopimuksen mukaiset maksuerät on suoritettu. Yliopisto vastaa tarvittavien oikeuksiensierrojen tekemisestä.
- 7.2 Yliopistolla ja sen tutkimustoimintaan osallistuneella henkilöstöllä aina on oikeus käyttää hyväkseen tutkimuksen yhteydessä saatua ammattitaitoa ja kokemusta myös muussa kuin tutkimussopimuksen tarkoittamassa toiminnassa. Yliopistolla ja sen tutkijoilla on oikeus käyttää opetus- ja tutkimustyössä tutkimuksen tuloksia. Sopijapuolet saavat käyttää tutkimuksen suorittamista varten käyttöönsä saamaansa toisen sopijapuolen tausta-aineistoa vain sopimuksen mukaisten tehtävien suorittamisessa.

8 KEKSINTÖJEN KÄSITTELY

- 8.1 Keksijän on tehtävä viipymättä kirjallinen ilmoitus keksinnöstä yliopistolle. Yliopisto on tämän jälkeen velvollinen välittömästi tekemään Tulosaineistoon kuuluvasta keksinnöstä kirjallisen ilmoituksen tilaajan yhteyshenkilölle ja projektin johtoryhmälle, jos tällainen on määrätty.
- 8.2 Tilaajan, joka haluaa omistusoikeuden keksintöön, on maksettava yliopistolle kohtuullinen korvaus. Kohtuullisen korvauksen tasoa määritettäessä voidaan apuna käyttää tilaajan sisäistä keksintöohjesääntöä.

9 LUOTTAMUKSELLISUUS

- 9.1 Sopijapuolet eivät anna tutkimuksen tekemisen yhteydessä saamiaan luottamuksellisia tietoja ja asiakirjoja kolmannen osapuolen tietoon. Tilaaja on velvollinen ilmoittamaan, mitä luovutettuja tietoja se haluaa käsiteltävän luottamuksellisina. Luottamuksellista tietoa ei kuitenkaan koskaan ole tieto, joka on (a) tullut yleiseen tietoisuuteen ilman yliopiston sopimusrikkomusta, (b) yliopiston tutkijat tai kolmannet ovat kehittäneet tiedon itsenäisesti ilman yliopiston sopimusrikkomusta, tai (c) Tilaaja on antanut luvan tiedon julkistamiseen tai käyttöön.

10 JULKAISUOIKEUDET

- 10.1 Yliopistolla on oikeus julkaista ne tulokset, joilla on yleistä tieteellistä mielenkiintoa noudattaen seuraavassa kohdassa mainittua menettelyä, ellei tutkimuksen tai jonkun sen osan kohdalta nimenomaisesti toisin ole sovittu.
- 10.2 Tilaajan nimeämälle yhteyshenkilölle varataan mahdollisuus tutustua julkaistavaksi ehdotettuun aineistoon viimeistään kuusikymmentä (60) päivää ennen aiottua julkaisemista. Tilaajalla on oikeus kieltää aiottu julkaisu kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa aineiston saamisesta, mikäli julkaiseminen vaarantaa mahdollista Tilaajan patentin hakua tai muuta immateriaalioikeudellista suojaamista tai sisältää Tilaajan luottamuksellisia tietoja. Kieltävä päätös tulee perustella ja ilmoittaa kirjallisesti kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa aineiston saamisesta. Yliopistolla on oikeus saada aineisto, jonka julkistamiseen Tilaaja on antanut kielteisen päätöksen, muokattavaksi yhteistyössä Tilaajan kanssa ja julkaistavaksi sen jälkeen kun Tilaajan etuja haittaavat kohdat on poistettu.

11 TUTKIMUSTULOSTEN LUOVUTTAMINEN JA TUTKIMUSMATERIAALIN PALAUTTAMINEN

- 11.1 Tutkimussopimuksen perusteella syntyneet raportit, selvitykset ja muut tulokset, joiden luovuttamisesta on tutkimussopimuksessa sovittu, luovutetaan Tilaajalle, kun sopimuksen mukaiset maksuerät on suoritettu.
- 11.2 Yliopisto toimittaa takaisin Tilaajalta saamansa tutkimusmateriaalin tai muun palvelun tuottamiseen saamansa materiaalin vain, mikäli näin on sovittu. Yliopistolla on oikeus hävittää materiaali, jota ei palauteta kaksi (2) kuukautta tulosten tai suorituksen luovuttamisesta tilaajalle.

12 SOPIJAPUOLTEN ASEMA

- 12.1 Tilaaja toimittaa yliopiston käyttöön veloituksetta tutkimuksen tekemisessä tarpeelliset perustiedot sekä erikseen sovittavat tarvittavat laitteistot ja muut resurssit. Tilaaja vastaa toimittamansa aineiston oikeellisuudesta ja siitä, että yliopisto voi käyttää aineistoa tutkimussopimuksen ja tutkimussuunnitelman mukaiseen tutkimustyöhön.
- 12.2 Sopijapuolten on viipymättä ilmoitettava toisilleen seikoista, jotka saattavat vaarantaa tutkimuksen suorittamisen tai aiheuttaa tarpeettomia kustannuksia.
- 12.3 Yliopiston nimen tai muun tunnuksen käyttö kaupallisiin tarkoituksiin ei ole sallittua ilman ennakolta hankittavaa lupaa.

13 YLIOPISTON VASTUU

- 13.1 Yliopisto suorittaa toimeksiannon huolellisesti ammattitaitoisista henkilökuntaa ja tarkoituksenmukaisia menetelmiä käyttäen. Tutkimustuloksia luovuttaessaan yliopisto pyrkii siihen, että luovutettavat tulokset ovat mahdollisimman virheettömiä. Yliopisto ei kuitenkaan ole velvollinen antamaan luovutuksen kohteelle immateriaalioikeudet mukaan lukien mitään takuuta ja luovutettujen tulosten käyttö tapahtuu yksin luovutuksensaajan vastuulla.
- 13.2 Yliopisto vastaa alihankkijan työstä kuin omastaan sekä huolehtii omien salassapitoa ja oikeuksien siirtoa käsittelevien sopimusvelvoitteidensa sisällyttämisestä alihankintasopimukseen.
- 13.3 Yliopiston taloudellinen vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa enintään Tilaajan tutkimussopimuksen mukaan yliopistolle suorittaman maksun määrään.
- 13.4 Yliopisto ei vastaa välillisestä vahingosta. Yliopisto ei myöskään vastaa tutkimukseen liittyvässä koe- tai testitoiminnassa syntyneistä vahingoista.
- 13.5 Vahingonkorvausvaatimukset yliopistoa kohtaan on esitettävä kuuden (6) kuukauden kuluessa vahingon syntyhetkestä tai hetkestä, jolloin vahinko tuli Tilaajan tietoon. Kaikki vahingonkorvausvaateet on kuitenkin esitettävä viimeistään vuoden kuluttua sopimuksen voimassaoloajan päättymisestä.

14 VAARANVASTUU

- 14.1 Tilaaja vastaa yliopiston käyttöön tutkimuksen ajaksi luovuttamistaan laitteista.
- 14.2 Vaaranvastuu tuloksista siirtyy Tilaajalle tulosten luovutushetkellä. Mikäli luovuttaminen viivästyy Tilaajan syystä, vaaranvastuu siirtyy hetkellä, jolloin luovutuksen olisi viimeistään tutkimussopimuksen mukaan pitänyt tapahtua.

15 YLIVOIMAINEN ESTE

- 15.1 Ylivoimaisena esteenä pidetään tapahtumaa, joka estää tai tekee kohtuuttoman vaikeaksi tutkimuksen suorittamisen määräajassa. Tällaisia ovat sota, kapina, luonnonmullistus, yleinen energianjakelun keskeytyminen, tulipalo, lakko, saarto, valtion talousarvion tai valtioneuvoston asettama oleellinen rajoitus yliopiston toiminnalle tai muu yhtä merkittävä ja epätavallinen sopijapuolesta riippumaton syy.
- 15.2 Alihankkijan viivästys edellä mainitusta syystä katsotaan myös ylivoimaiseksi esteeksi.

15.3 Kumpikaan sopijapuoli ei ole vastuussa toiselle sopijapuolelle ylivoimaisesta esteestä johtuvista vahingoista tai viivästyksistä.

16 TUTKIMUSSOPIMUKSEN PURKAMINEN

16.1 Kummallakin sopijapuolella on oikeus purkaa tutkimussopimus, jos sopimuksen täyttäminen ylivoimaisen esteen tai sen jatkumisen johdosta tulee mahdottomaksi tai viivästyy oleellisesti tai yli kuusi kuukautta.

16.2 Sopijapuolella on oikeus purkaa sopimus, mikäli toinen sopijapuoli oleellisesti rikkoo sopimuksen ehtoja. Purkuilmoitus on tehtävä toiselle sopijapuolelle viivytyksettä ja kirjallisesti.

16.3 Yliopistolla on oikeus purkaa tutkimussopimus myös, jos Tilaaja asetetaan selvitystilaan, velkajärjestely- tai yrityssaneerausmenettelyyn tai konkurssiin.

16.4 Yliopistolla on tutkimussopimuksen purkamisen sijasta myös oikeus keskeyttää työt väliaikaisesti, kunnes nähdään, johtaako sopimusrikkomus tutkimussopimuksen purkamiseen. Mikäli tutkimussopimus puretaan, maksaa Tilaaja suoritetusta tutkimuksen osasta sovitun veloituseriaatteen mukaisen korvauksen purkamispäivään saakka tai mikäli töitä sovitaan tehtäväksi purkamispäivän jälkeen, töiden lopettamishetkeen saakka.

16.5 Jos tutkimussopimuksen purkaminen johtuu Tilaajasta tai tämän vastuulla olevasta muusta syystä, yliopistolla on oikeus saada korvaus sopimuksen purkamisesta aiheutuneista kustannuksista, taloudellisista menetyksistä ja välittömistä vahingoista.

17 MITÄTTÖMÄT SOPIMUSEHDOT

17.1 Jos yksi sopimuslauseke tai –ehto todetaan mitättömäksi, ei tällaisella mitättömyydellä ole vaikutusta muiden sopimusehtojen voimassaoloon. Sopijapuolten on korvattava mitätön ehto sellaisella pätevällä ehdolla, joka parhaiten kuvaa sopijapuolten tahtoa tutkimussopimuksen allekirjoitushetkellä.

18 ERIKESKISYYKSIEN RATKAISEMINEN

18.1 Tutkimussopimuksen tulkinnassa sovelletaan Suomen lakia. Sopimuksesta aiheutuvat riidat, joista ei päästä neuvottelemalla yksimielisyyteen, käsitellään Oulun käräjäoikeudessa, ellei toisin sovita.

Liite VII

KLTK-suositus, revisio 10

Kattilalaitosten turvallisuussuositus

SOODAKATTILAT

Alkuperäisen suojeluohjeen on laatinut Kattilalaitosten turvallisuuskomitea (KLTK). Ohje on päivitetty vuonna 2008 Suomen Soodakattilayhdistyksessä ja se on julkaistu vuonna 2009 suosituksena

1. Suosituksen soveltamisala
2. Polttoliipeä ja lipeälaitteisto
3. Apupolttolaitteet
4. Hajukaasujen poltto
5. Polttoilma ja savukaasut
6. Sulakourut ja liuottaja
7. Kattilalaitos
8. Käynnistys ja käyttö
9. Pysäytysmenetelmät
10. Vaaranarviointi ja turvallisuuslaitteet
11. Vuodot ja häiriöt
12. Tarkastukset
13. Vedenlaatu ja valvonta
14. Laitoskohtaiset ohjeet

1. SUOSITUKSEN SOVELTAMISALA

1.1 Soveltamisala

Tämä suositus koskee soodakattiloiden varustelua, käyttöä, tarkastusta ja valvontaa. Soodakattilalla tarkoitetaan höyrykattilaa, jota käytetään sellutehtaissa mustalipeän sisältämien kemikaalien regenerointiin ja puusta liuotetun orgaanisen aineksen lämpösisällön talteenottoon.

Soodakattilalaitoksissa noudatetaan liitteen mukaisia lakeja, asetuksia, päätöksiä, ohjeita ja standardeja sekä laitoskohtaisia ohjeita ja suosituksia.

Suositus perustuu käytettävän tekniikan osalta kirjoitusvuoden tasoon, joka on toteutettavissa uusissa soodakattilalaitoksissa. Vanhemmissa laitoksissa on suositusta sovellettava niin, että saavutetaan vastaava turvallisuustaso. Laitokseen tehtävissä modernisoineissa toteutetaan suosituksen tekniikkaa.

1.2 Määritellyt nimitykset

- **Mustalipeällä** tarkoitetaan sellun keitosta talteenotettua natriumpohjaisten keittokemikaalien ja puusta liuenneitten aineosien vesiliuosta.
- **Laihalipeällä** tarkoitetaan pesemöstä saatavaa, talteenotettua mustalipeää.
- **Vahvalipeällä** tarkoitetaan haihduttamalla väkevöityä mustalipeää.

- **Polttoliipeä** on tulipesään ruiskutettava liipeä, joka yleensä sisältää lisätyn lentotuhkan, ja jonka kuiva-ainepitoisuutta valvotaan myöhemmin esitetyllä tavalla. Polttoliipeän lämpötila on säädetty sopivan polttoviskositeetin saavuttamiseksi.
- **Laiha valkoliipeä** on meesan pesusta saatu liuos.
- **Soodaliipeällä/Viherliipeällä** tarkoitetaan sulan ja laihaan valkoliipeän liuosta.
- **Suopa ja mäntyöljy** ovat nestemäiset rasva- ja hartsisaippuat, jotka erotetaan mustaliipeästä.
- **Väkeviä hajukaasuja** ovat keittämön, haihuttamon ja likaislauhteitten strippauksen lauhtumattomat kaasut, joiden pitoisuus on ylemmän räjähdysrajan yläpuolella.
 - Lyhenne LVHC (Low Volume High Concentration) tarkoittaa väkeviä lauhtumattomia hajukaasuja. BLRBACin ohjeessa käytetään termiä CNCG (Concentrated Non-Condensable Gas).
 - SOG (Stripper Off Gases) tarkoittaa stripperiltä tulevia lauhtumattomia väkeviä kaasuja, jossa esim. metanoli on höyryfaasissa.
- **Laimeita hajukaasuja** muodostuu kohteissa, joissa käsitellään tai säilytetään mustaliipeää niin, että se on suorassa kontaktissa ilman kanssa. Laimeiden hajukaasujen väkevyys on pidettävä aina alemman räjähdysrajan alapuolella.
 - Lyhenne HVLC (High Volume Low Concentration) tarkoittaa laimeita hajukaasuja. BLRBACin ohjeessa käytetään termiä DNCG (Diluted Non-Condensable Gas).
 - Soodakattilan liuottimen hönkä ei ole laimea hajukaasu, vaikka usein käsitellään vastaavalla tavalla.
- **Apupolttolaitteet**
 - Käynnistyspolttimet ovat öljy- ja/tai maakaasupolttimia, jotka sijaitsevat tulipesän polttovyöhykkeessä lähellä kekoa. Niiden tarkoituksena on tuoda lämpöä keon alueelle kattilan käynnistyksen, pysäytyksen, liipeänpolton häiriöiden ja pienellä liipeäkuormalla ajon aikana.
 - Kuormapolttimilla tarkoitetaan öljy- ja/tai maakaasupolttimia, jotka sijaitsevat tulipesän jälkipolttovyöhykkeessä liipeäpolttimien yläpuolella ja joita käytetään kattilan höyrytehon lisäämiseen tai tasaamiseen.
 - Hajukaasupolttimilla tarkoitetaan erillispolttimia, joilla poltetaan väkeviä hajukaasuja sekä mahdollisesti metanolia ja tärpät-tä.
- **Kattilalaitoksen vaaranarviointi.**

Kattilalaitoksen täytyy laatia ja ylläpitää joko omana työnään tai ulkopuolisen asiantuntijan avulla erityinen kirjallinen dokumentti, ns. vaaranarviointiselvitys. Toiminnanharjoittaja osoittaa vaaranarviointiselvityksen avulla:

 - Tunnistaneensa ja arvioineensa laitoksen toimintaan liittyvät onnettomuusmahdollisuudet sekä niiden syyt ja seuraukset.
 - Ryhtyneensä sekä teknisiin että muihin järjestelyihin onnettomuuksien estämiseksi ja seurausten rajoittamiseksi.
- **TLJ Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä** (SRS, safety related system) tarkoittaa järjestelmää, joka toteuttaa ohjattavan laitteiston tai prosessin turvallisen tilan saavuttamiseksi tai ylläpitämiseksi tarpeelliset vaaditut turvatoiminnot. TLJ on tarkoitettu saavuttamaan vaadittu turvatoimintojen tarpeellinen turvallisuuden eheys.
- **TAJ Turva-automaatiojärjestelmä** (SIS, Safety Instrumented System) tarkoittaa turvallisuuteen liittyvää automaatiojärjestelmää, joka koostuu mittausantureista, logiikkaosasta (S/E/OE), ohjattavista kohteista (releet, venttiilit, moottorit jne.) sekä näiden välisestä kaapeloinnista
- TAJ-logiikkaosa (**TAJI**) on TAJ:n osuus, joka on kytketty antureihin ja toimilaitteisiin.

2. POLTTOLIPEÄ JA LIPEÄLAITTEISTO

2.1 Polttolipeän kuiva-ainepitoisuus

Polttolipeän kuiva-ainepitoisuus on yleensä yli 70 %. Matala kuiva-ainepitoisuus on estettävä sulavesiräjähdysvaaran takia mutta myös polttohäiriöiden vähentämiseksi. Polttolipeän kuiva-ainepitoisuutta kattilaan syötössä on valvottava tässä suosituksessa esitetyllä tai kattilalaitoksen vaaran arvioinnissa tarkastetulla ja hyväksytyllä tavalla.

Alhaisesta kuiva-ainepitoisuudesta on oltava hälytys, ja lipeän syöttö kattilaan on lopetettava, jos lipeän kuiva-ainepitoisuus laskee alle 58 %.

Kuiva-ainepitoisuutta on mitattava vähintään kahdella jatkuvatoimisella mittalaitteella, joiden tulee olla erillisiä, ja joilla on erilliset lukitustoiminnot. Yhden mittauksen lukitustoiminta saadaan ohittaa tilapäisesti tarpeellisen huolto- ja korjaustoimenpiteen ajaksi noudattamalla kattilan käyttöohjeen varojärjestelyä. Lukitukset kuiva-aineesta suositellaan kuitenkin tehtäväksi 2/3-periaatteella. Kuiva-ainemittauksia on tässä tapauksessa kolme, joista yksi voi olla ilman erillisiä toimenpiteitä häiriössä tai huollettavana. (Katso TLJ kohta 10.1.)

2.3 Vahva- tai polttolipeään sekoitettavat aineet

Vahva- tai polttolipeään sekoitetaan savukaasuista erotettu lentotuhka. Lentotuhka lisätään lipeän sekaan sekoitussäiliössä, josta se yhä yleisemmin palautetaan haihduttamolle väkivointia varten. Samoin jätevesiliete lisätään mustalipeän sekaan haihduttamalla. Nämä aineet alentavat lipeän lämpöarvoa, ja niiden suuri määrä ja epätasainen lisäys voivat aiheuttaa lipeän palamishäiriöitä. Nykyaikaisissa tuhka- ja lipeäkytkennöissä on kuitenkin suuria varastosäiliöitä, jotka tehokkaasti tasaavat tuhkan aiheuttamia lipeän laatuvariaatioita.

Kun jätehappoa hävitetään mustalipeään lisäämällä, tulee se neutraloida ennen sekoittamista. Sekoittaminen mustalipeään täytyy olla ohjeistettua ja sekoitussuhteeltaan valvottua (virtausmäärän mittaustavalla ja säätö). Neutraloitu jätehappo on lisättävä lipeään ennen lipeän kuiva-ainepitoisuuden valvontaa.

Kaliumin ja kloorin poistolaitoksista palautettava vettä sisältävä kiintoaine on lisättävä lipeään ennen polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden valvontaa.

Jos polttolipeän mukana poltetaan suopaa, on sen annostelun oltava tasaista ja annostelulaitteissa on huolehdittava sekoitussuhteen jatkuvasta valvonnasta (virtausmäärän mittaustavalla ja säätö). Suopa parantaa lipeän lämpöarvoa, mutta vaihteleva suopapitoisuus tekee polton ja keon hallinnan vaikeaksi. Suopaa lisääessä on myös erityisesti huomioitava riski suovasta erkaantuneen laihan mustalipeän äkillisestä esiintymisestä. Suovan sekoitus on tehtävä ennen lipeän kuiva-ainevalvontaa ja on varmistettava, ettei suopa häiritse määrä- ja kuiva-ainemittausten toimintaa.

Polttolipeään ei saa sekoittaa polttoöljyä tai metanolia ja tärpättä.

Tehtäessä minkä tahansa edellä hyväksytyn aineen lisäys polttolipeään, ko. aineen putkisto varustetaan tarpeellisilla automaattiventtiileillä, joilla on vastaavat lukitukset kuin lipeänpoltolla.

2.4 Lipeälaitteisto

Polttolipeän virtaus kattilaan on aina mitattava.

Lipeälaitteiston rakenteessa on joka suhteessa kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei vettä pääse polttolipeän joukkoon. Lipeäpolttotaso on varustettava TV-valvonnalla.

- Mustalipeäpumpuissa on käytettävä mekaanisia tiivisteitä ja niissä on oltava tiivisteveden määrän ilmaisu. Tiivisterakenteen tulee olla turvallinen mahdollisesti lipeän joukkoon päätyvän nestemäärän suhteen.

- Pestäessä tai höyrypuhallettaessa polttoli-
peälinjoja linjoja on varmistettava, ettei tuli-
pesään pääse vettä. Vesiliitännät on kytket-
tävä irti tai liitännät on varmistettava ventti-
lilukituksin normaalin käynnin aikana. Pu-
hallushöyrylinjoissa tulee olla kertyneen
nesteiden vartiointi pintakytkimillä ja auto-
maattinen kanaaliin kääntö.
- Puhallushöyry-yhteet voidaan varustaa
myös kahdella sulkuventtiiliä, joiden välissä
on tyhjennysventtiili, joka on muuten auki
paitsi puhallettaessa. Puhallus vasta sen
jälkeen, kun lauhde on poistunut tyhjennys-
venttiilistä, joka suljetaan ja puhallusventtiili
avataan.
- Lukituksin varmistetaan lisäksi, että polttoli-
peärenkaaseen ei ole jäänyt vettä ennen
polton aloitusta (renkaan purge-aika).
- Puhallushöyryn runkolinja pitää suunnitella
sitte, että siinä on riittävästi laskua ja kun-
nollinen lauhteenpoisto. Puhallushöyry-
yhteiden ulosotto pitäisi olla runkolinjan
yläosasta eikä pohjasta.
- Kattilan lentotuhkan palautusjärjestelmä on
rakennettava sitte, että mahdollisen kattila-
tai ekonomaiserivuodon johdosta tuh-
kasuppiloihin kerääntynyt vesi poistuu kul-
jetinjärjestelmästä pääsemättä mustali-
peäjärjestelmään ja sieltä tulipesään.

Lipeän ruiskutasolla ja myös sularännien ym-
päristössä on toiminnallisesti kriittisille laitteille
menevät ohjausinstrumentti-ilmaputkistot ja -
kaapelit rakennettava tai suojattava kestäämään
lipeä- ja sularoiskeitte ja häiriötilanteessa au-
koista purkaantuvaa kuumaa kaasua.

Lipeäpolttimet on varustettava valvonta-, sulku-
ja lukituslaitteilla sitte, että valvomossa tiede-
tään käytössä olevat lipeäsuuttimet ja estetään
lukituksilla esimerkiksi lipeäputkiston pesun
yhteydessä pesuveden joutuminen tulipesään.

Vahvalipeän varastosäiliöt pitää varustaa lipe-
än sekoitus- ja/tai kierrätyslaitteilla. Seisokin
aikana säiliön ylälämpeneminen on estettävä
lämpötilavalvonnalla ja rajoittamalla tarpeen
mukaan energian tuontia sekoituksen kautta.
Seisokkiin mentäessä säiliöt on laihdutettava
alle 70 %:iin ja säiliöt on kaasattava paineetto-
miksi.

Kaikki paineellista lipeää käsittelevät laitteet
kuten lämmönvaihtimet ja säiliöt on suunnitel-
tava kestäämään korkein esiintyvä paine ja läm-
pötila huomioiden esimerkiksi linjojen puhallushöyry.
Laitteisiin on sisällytettävä luotettavasti
toimivat varolaitteet kuten varoventtiilit tai rä-
jähdyskalvot.

Säiliöiden hallitusta kaasauksesta on huolehdit-
tava myös seisokkien aikana. Paineellisia vah-
va- ja polttolipeäsäiliöitä ei saa kaasata laih-
hajukaasujärjestelmään.

Polttolipeäputkistojen materiaalit itse putkistos-
sa ja varusteissa tulee valita korroosio huomi-
oiden. Polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden ylit-
täessä n. 75 % materiaalin tulee olla olosuhteis-
siin sopivaa. Ferriittiset ruostumattomat materi-
aalit, kuten Duplex, ovat kestäneet hyvin ko.
olosuhteissa. Kuiva-ainepitoisuuden ylittäessä
68 % haponkestävä teräslaatu, kuten esimer-
kiksi AISI 316, ei sovellu käytettäväksi.

2.5 Tulipesän valvontalaitteet

Keon ja kaikkien polttolaitteiden toiminnan val-
vomiseksi tulipesä on varustettava sopivilla au-
koilla, jotka on pidettävä puhtaina käyttöohjei-
den mukaisesti.

Käyttäjällä tulee olla mahdollisuus valvomosta
jatkuvasti todeta joko mittauksia tai tuli-
pesäkameraa käyttäen keon muoto ja lämpötila
sekä ruiskujen toiminta.

2.6 Sulavesiräjähdyksen vaara

Soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara, jos tulipesän pohjalla olevaan sulaan, hehkuvaan kekkoon tai alasajon jälkeen puutteellisesti jäähtyneeseen kekkoon pääsee vettä. Vesi voi tällöin höyrystyä niin nopeasti, että seurauksena on tuhoisa paineaalto. Tällainen räjähdys voi tapahtua jopa useita tunteja tai vuorokausia tulen sammumisen jälkeen.

Veden pääsy kekkoon tai sulaan voi johtua esim. seuraavista syistä:

- vuoto kattilan paineenalaisissa osissa siten, että vuotovesi pääsee tulipesään
- polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden lasku sallitun arvon alapuolelle mustaliipeäjärjestelmään päässeän vuotoveden tai haihdutuksessa sattuneen häiriön takia
- vuoto palamisilman esilämmittimessä tai sulakourujen jäähdytysjärjestelmässä siten, että vesi pääsee tulipesään
- lauhteen pääsy tulipesään hajukaasujen polttokanavasta
- polttoliipeäputkiston pesusta
- tulipesän vesipesussa, kun tulien sammu- tuksesta pesun aloitukseen on liian lyhyt varoaika
- hajukaasujärjestelmien putkistojen ja huonon veden poiston takia, jollei niiden käytössä, suunnittelussa tai varustelussa ei ole noudatettu Suomen Soodakattilayhdistyksen suositusta.

3. APUPOLTTOLAITTEET

3.1 Käynnistys- kuorma ja muut polttolaitteet

Soodakattiloiden käynnistys-, pysäytys- ja häiriötilanteissa sekä lisähöyryn tuotannossa käytetään apupolttoaineita kuten polttoöljyä tai maakaasua. Lisäksi erillisissä polttimissa voidaan polttaa muita kaasua- tai nestemäisiä sivutuotteita kuten tärpättiä, metanolia tai mäntyöljyä.

Soodakattilan apupolttoaineiden polttojärjestelmän tulee noudattaa turvallisuusmääräyksiään ja logiikaltaan öljyn ja kaasujen poltosta sekä kohdassa 10.1 TLJ (turvallisuuteen liittyvät järjestelmät) annettuja suosituksia ja määräyksiä Öljynpoltto-ohje (KLTk 2) ja Kaasunpoltto-ohje (KLTk 3). Soodakattilakäyttö ei anna perusteita näiden määräysten lievittämiseen.

3.2 Muut polttolaitteet

Mikäli soodakattilassa poltetaan erillisissä polttimissa suopaa, on sen polttolaitteissa noudatettava lipeälaitteistolle kappaleessa 2.4. esitettyjä ohjeita. Huomioitavaa on esimerkiksi kuiva-ainepitoisuuden valvonta kuten lipeällä.

3.3 Polttimien valvontalaitteet

Polttimet varustetaan automaattisilla liekinvalvonta-, sulku- ja lukituslaitteilla. Valvontalaitteita valittaessa on otettava huomioon soodakattilakäytön erikoisvaatimukset.

Polttimien liekinvalvonnan tulee soveltua soodakattilakäyttöön, ja sen tulee erottaa polttimen liekki taustan lipeä- kaasua-, öljy-, metanoli- ja hajukaasuliekeistä. Erityisesti on huolehdittava, että liekinvalvonta ei reagoi tulipesän vastapuolen apupolttoaineen liekkiin.

Maakaasupolttimien venttiileille on suoritettava ns. vuototestit määrätyin väliajoin.

3.4 Apupolttoaineiden palamishäiriöt

Soodakattiloissa on tapahtunut useita apupolttoaineiden aiheuttamia tulipesäräjähdyksiä. Soodakattilan apupolttoaineiden polttimien kuntoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska olosuhteista johtuen polttimien likaantuminen on nopeata. Apupolttoaineräjähdyksen vaara on suurin kattilan käynnistyksen, liekinvalvonnan toimintahäiriön tai lipeänpolton häiriön seurauksena tehtävän uudelleen sytytyksen aikana.

Kaikille apupolttoaineiden polttimille on oltava oma erillinen ilmarekisteri.

3.5 Apupolttoaineen pysäytys ja polttoaineiden katkaisu

Keskeyttäessä apupolttoaineen syöttö kattilaan, toimitaan Öljyn- ja kaasunpoltto-ohjeiden mukaisesti. Soodakattilaitos on varustettava ao. pysäytyksen vaatimilla valvomo- ja paikalliskytkimillä.

Apupolttoaineiden syöttö kattilarakennukseen tulee olla estettävissä palosuojaventtiileillä. Soodakattilanpikapysäytyksen tulee sulkea nämä venttiilit automaattisesti.

Apupolttoaineiden hätäseis-kytkimien valvomossa ja kattilahuoneen pääsisäänkäyntiovelle tulee sulkea palosuojaventtiilit ja pysäyttää polttoainepumppaukset.

4. HAJUKAASUJEN POLTTO

4.1 Väkevien hajukaasujen polttolaitteet

Väkevät hajukaasut poltetaan soodakattilassa niitä varten suunnitelluissa polttimissa. Näiden osalta noudatetaan Suomen Soodakattilayhdistyksen julkaisemaa Hajukaasujen polttosuositusta.

Kattilan minimikuorma, jolla väkevien hajukaasujen poltto soodakattilassa on mahdollista, määritetään yhdessä kattila- ja/tai poltintoimittajan kanssa tapauskohtaisesti.

Sulavesiräjähdyksvaaran vuoksi väkevien hajukaasujen lauhteiden poistoon on syytä kiinnittää erityistä huomiota ja lauhteenpoistolinjojen ja säiliöiden lauhdepinnoista tulee olla TAJ-lukitukset.

4.2 Laimeiden hajukaasujen polttolaitteet

Laimeat hajukaasut voidaan syöttää tulipesään primääri-ilman yläpuolisista ilmarekistereistä. Sallittu laimean hajukaasun osuus polttoilmasa on määritettävä tapauskohtaisesti.

Rakentamalla hajukaasujärjestelmä Soodakattilayhdistyksen Hajukaasujen polttosuosituksen mukaisesti käyttäen määriteltyä ja valvottua hajukaasujen laimennusta sekä lämpötilojen ylärajalukituksia, laimeita hajukaasuja ja liuotajan hönkiä voidaan polttaa aina kattilan ollessa käynnissä.

Johdettaessa laimeita hajukaasuja tulipesään palamisilman joukossa, on ilmajärjestelmä varustettava laittein, jotka estävät vuodot kattilahuoneeseen normaalin käytön sekä ilma-aukojen puhdistuksen aikana. Kaasulinjat varustetaan suosituksen mukaisilla pisaranerotus- ja esilämmityslaitteilla.

Sulavesiräjähdyksvaaran vuoksi myös laihojen hajukaasujen lauhteiden poistoon on syytä kiinnittää erityistä huomiota ja lauhteenpoistolinjojen ja säiliöiden lauhdepinnoista tulee olla TAJ-lukitukset.

4.3 Hajukaasuräjähdyksen vaara

Käytäntö on osoittanut, että laihojen hajukaasujen järjestelmät ovat aiheuttaneet lukuisia räjähdyksiä soodakattilalaitoksissa. Räjähdykset voivat tapahtua kattilaan tai ulos johtavissa kanavissa ja puhaltimissa. Kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä tulee suorittaa kaasujen räjähdysvaarallisuudesta laskelmat, jotka perustuvat keräyspisteiden suurimpiin mitattuihin kaasupitoisuuksiin ja järjestelmässä suoritettaviin lauhdutuslämpötiloihin ja laimennuksiin. Laskelmissa havaitut raja-arvot tulee suojata riittävillä mittauksiin perustuvilla lukituksilla. (Väkevien hajukaasujen virtaus tulee olla suljettavissa kattilarakennuksen ulkopuolelta.)

5. POLTTOILMA JA SAVUKAASUT

5.1 Polttoilmalaitteisto

Polttoilmalaitteiston rakenteella varmistetaan ilman hyvä sekoittuminen palavien kaasujen kanssa kaikilla kuormitustasoilla.

Polttoilmamäärät tulee mitata.

Kiertovedellä ja/tai höyryllä toimivien palamisilman esilämmityspattereiden jälkeiset ilmakanavat on rakennettava siten, että jokaisen kanavan alimmassa pisteessä on ilman virtaukselta suojattu veden keräyskouru ennen kun ilma johdetaan tulipesään. Kourun vesilukolla varustetun vedenpoistoyhteen tulee olla riittävä tehokkaan vedenpoiston varmistamiseksi. Yhteen poistopää tulee sijoittaa näkyvälle paikalle vesilukon vesitäyttöventtiilin näköyhteyteen.

5.2 Savukaasut

Soodakattila on varustettava vähintään kattilan molemmin puoleisella savukaasun happipitoisuuden ja häikäpitoisuuden mittauksella. Näiden mittauksien epävakauden ja epäluotettavuuden vuoksi, mittauksen perusteella tehtävät TAJ-lukitukset suositellaan sidottavaksi tulipesään syötettyjen polttoaineiden tarvitseman polttoilman mitatun ja lasketun väliseen merkitävään eroon.

6. SULAKOURUT JA LIUOTTAJA

6.1 Sulakourut

Sulakourujen jäähdytysjärjestelmä on rakennettava lappo- tai alipaineperiaatteella toimivaksi. Jäähdytysveden tulee olla lauhdetta tai täyssuolanpoistettua lisävetä. Jäähdytysvesijärjestelmä on varustettava virtaus-, lämpötila ja johtokyky mittauksella, ja sen toiminta on varmistettava varavesijärjestelmällä totaalisen sähkökatkoksen varalta. Veden riittävyys varavesijärjestelmästä on varmistettava myös sähkö ja ilma katkon varalta.

Sulakourut täytyy varustaa tehokkailla sulanhajottajilla, ja kourujen toimintaa on seurattava kameroiden välityksellä valvomosta.

Sulakourujen edusta suunnitellaan siten, että henkilöiden nopea poistuminen alueelta on mahdollista.

Jos sulakourujen suunniteltu vaihtoväli on yli 1 vuoden, on sulakourun valmistajalta saatava jokaisesta sulakourusta yksilöllinen tarkastus-/testaustodistus. Sulakourut on ennen käyttöönottoa koeponnistettava ja suoritettava kattava visuaalinen tarkastus.

Ilman erillistä kattilavalmistajan antamaa selvitystä sulakourujen pisin käyttöikä saa olla noin kaksi vuotta, jonka jälkeen ne on korvattava uusilla. Käytöstä poistetut sulakourut on romutettava. Sulakouruja ei saa korjata tarkoitukseensa, että ne voitaisiin ottaa uudelleen käyttöön.

Tukkeutuneiden sulakourujen avaamisesta tulee olla kirjalliset ohjeet. Suositeltavaa on varmistaa, että työhön osallistuvilla henkilöillä on työstä kokemusta. Samoin on suositeltavaa, että kattilan käytönvalvoja saa asiasta viivyttämättä tiedon. Henkilöstön on käytettävä tähän työhön ja tarkoitukseen suunniteltuja välineitä, suojaimia ja vaatteita.

6.2 Liuottaja

Liuottaja rakennetaan lujarakenteiseksi ja varustetaan paineenpurkausaukoilla, jotta liuottajaräjähdyksessä syntyvä paine pääsee purkautumaan vaaraa aiheuttamatta. Paineenpurkausaukot on suunniteltava siten, ettei purkautuva paine ja viherlipeä aiheuta henkilövaaraa. Liuottajan päällä on oltava lujarakenteinen betonitaso.

6.3 Liuottajaräjähdyksen edellytykset

Liuottajassa tapahtuu jatkuvasti pieniä räjähdyksiä sulan virratessa nesteeseen. Sulan hajoaminen pisaroiksi vähentää "paukahtelua". Liuottajaräjähdys voi olla seurausta useammasta tapahtumaketjusta. Seuraavassa on esitetty syitä, jotka voivat johtaa liuottajaräjähdykseen.

- Sellutehtaan prosessihäiriöiden seurauksena polttolipeän ja siten sulan laatu voi muuttua niin, ettei sulan liuotus toimi suunnitellusti. Ominaista näille häiriöille on mustalipeän orgaanisen aineen alhainen osuus ja/tai alhainen valkolipeän sulfiditeettitaso. Erityisen riskitekijän muodostaa soodakattilan pesuveden johtaminen haihduttamoon. Soodakattilan tulipesän pesuvedet tulisi käyttää mieluummin laihavalkolipeäksi ja johtaa matalapitoiset vedet jätevesijärjestelmään tehtaan ympäristöluvan sallissa.
- Sulakouruaukon tukkeutuessa tulipesän pohjalle kerääntyy ylimääräistä sulaa. Sulakourua avattaessa on sulan virtaus jonkin aikaa erittäin voimakasta ja muodostaa liuottajan räjähdysmahdollisuuden. Mahdollisuus tähän on erityisen suuri kattilan vesipesun jälkeen pohjalle kertyneen suolan takia, joka voi aikaan saada sulan kertymää. Vesipesun jälkeen tulee sulakourujen primääri-ilma-aukkojen edusta tulipesän sisäpuolella puhaltaa vapaaksi irtosuolasta.
- Voimakas sulavirtaus saattaa myös muodostaa liuottajaan sulakasauman, koska kaikki sula ei ehdi liueta nesteeseen.
- Useamman sulakourun tukkeutuessa on lipeän syöttö tulipesään välittömästi keskeytettävä.
- Sulakourujen huuvien seinille sekä liuottimen seinille ja kattoon kerääntyy sula-möykkyjä, jotka riittävästi kasvaessaan putoavat nesteeseen ja saattavat aiheuttaa liuottajaräjähdys.
- Liuottajan nestepinnan ollessa liian korkea, sulan hajotus ei toimi halutulla tavalla. Tästä saattaa aiheutua liuottimen nesteen ja sulan räjähdysmäinen ryöpsähtäminen liuottimen hoitotasolle.
- Ennen apupolttoaineen polttimen sytytystä on varmistettava, että liuottajassa on riittävästi nestettä ja sularännien jäähdytyskierto on päällä, sillä sulavirtaus saattaa alkaa nopeasti polttimen sytytyksen jälkeen. Liuottajan nestetäytön aloittaminen sen jälkeen, kun sulavirtaus on jo alkanut, johtaa todennäköisesti liuottajaräjähdykseen.
- Lipeän polton aloitus täytyy estää liuottimen pinnan ollessa alle lukitusrajan. Liuottimen pinnan mittauksen oikeellisuus on varmistettava säännöllisesti.

7. KATTILALAITOS

Kattilalaitoksen rakentamisesta on olemassa yksityiskohtaiset määräykset. Kattilalaitosrakennuksen rakenteissa on myös noudatettava rakennus-, paloturvallisuus- sekä työturvallisuusmääräyksiä. Tarkemmat määräykset sisältyvät standardiin SFS-EN 12952 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Standardissa käsitellään kattilalaitoksen sijoittaminen, runko-, seinä- ja kattorakenteet, hoitotasot, kulkusillat, portaat, tikkaat ja poistumistiet.

Kattilalaitoksesta tulee olla vähintään kaksi poistumisreittiä jokaiselta hoitotasolta kattilahuoneen ulkopuolelle poistumistikkaille ja/ tai porraskäytävään.

Poistumisreittien ovien aukeamissuunta tulee olla kattilahuoneen suuntaan. On huomattava, että tämä poikkeaa yleisistä rakennusnormeista.

Henkilöturvallisuuden ja mahdollisten räjähdysvaurioiden rajaamiseksi soodakattilarakennus tulee varustaa vähintään kahdella lujarakenteisella (betoni)tasolla.

8. KÄYNNISTYS JA KÄYTTÖ

8.1 Käytön edellytykset

Soodakattilalle on laadittava ja käyttöhenkilökunnan on tunnettava käynnistys- ja käyttöohjeet sekä toimintaohjeet vaaratilanteiden ehkäisemiseksi.

Soodakattilan käynnistystä edeltävät toimenpiteet ja käyttöedellytykset suunnitellaan ja toimenpiteiden suorituksesta on suositeltavaa pitää kirjaa. Järjestelmällisillä toimenpiteillä estetään käynnistuksen ja käytön aikana ilmenviä häiriöitä ja keskeytyksiä sekä häiriöistä aiheutuvia vahinkoja.

8.2 Käynnistys

Soodakattila käynnistetään aina apupolttoaineilla. Ennen ensimmäisen polttimen sytytystä on tulipesää tuuletettava ainakin 3 minuuttia puolta kuormaa vastaavalla ilmamäärällä, mikäli kattilan valmistaja ei ole määrännyt tätä tehokkaampaa tuuletusta.

Kattilan käynnistuksen aikana polttimia käytetään vuorottain tulipesän tasaisen lämpenemisen saavuttamiseksi. Erityisen tärkeää tämä on kattilanvesipesun jälkeen pohjalle jääneen sulakerroksen kuivaamiseksi, sillä usein on esiintynyt tilanteita, jossa lipeänpolton aloituksen jälkeen sulakouruista voi tulla sulan ohella myös vettä.

Lipeänpolton saa aloittaa vasta, kun tulipesän lämpötila on riittävä lipeän syttymiseksi. Normaalisti tämä edellyttää höyryn normaalia käytönpainetta ja pohjalla olevan keon pinnan sulamista. Lipeänpoltto aloitetaan ruiskuttamalla lipeää tulipesään jaksottaisesti tai ottamalla lipeäpolttimet käyttöön yksi kerrallaan.

Kattilan vakaan vesikierron turvaamiseksi ennen lipeänpolttoja kattilanvalmistaja voi määrätä minimi höyrykuorman lipeän polton aloittamisluvaksi. Muutoin lipeänpolton aloitukselle ei määrätä minimi höyrykuormaa ja kuormapolttimia ei tarvitse käyttää.

Kattilan käyttöohjeessa on määriteltävä, montako käynnistysöljypoltinta on oltava käytössä lipeänpoltto aloitettaessa, ettei tulipesän pohjalle pääse kertymään palamatonta mustalipeää. Tutkimusten mukaan pohjalla haihtuva ja palava mustalipeä saattaa vahingoittaa pohjan ”paljaita” putkimateriaaleja, ellei niitä ole suojattu esimerkiksi lentotuhkalla tai Na_2SO_4 :llä.

Lisättäessä palavan polttoaineen määrää tulipesässä, on myös vastaavasti lisättävä ilman määrää tulipesään pyrkien samalla pitämään savukaasujen happimäärä mahdollisimman tasaisena.

Palamisen vakaannuttua voidaan lipeän syöttöä tulipesään varovasti lisätä. Kun lipeänpoltto on saatu käyntiin ja kattila on saavuttanut minimikuorman, sammutetaan käynnistyspolttimet yksi kerrallaan käyttöohjeen mukaisesti.

Kaasuräjähdyksen välttämiseksi tulipesän alaosaan on aina syötettävä riittävä määrä palamisilmaa primääri- ja sekundääri-ilmarekisterin kautta. Tämä koskee erityisesti tilanteita, joissa on sallittua pitää vain kuormapolttimet käytössä tai tilanteita, joissa kuormapolttinten lisäksi poltetaan lipeää vain hyvin pienellä teholla.

8.3 Käyttö

Kattilalaitoksen käyttöohjeiden tulee sisältää ohjeet kaikkiin normaalisti esiintyville työtehtäville.

8.4 Lipeän palamishäiriöt

Lipeänpolton häiriöissä on huolehdittava riittävästä palamisilmamäärästä valvomalla jäännöshappipitoisuutta sekä palamattomien kaasujen (CO) pitoisuutta savukaasuissa. Tarvitavat ilmanlisäykset on toteutettava sekundääri- ja tertiääritasolle.

Yleisimmät syyt palamisen epätasaisuuteen ovat:

- liian alhainen tai suuri lipeämäärä suhteessa ilmamäärään
- lipeän laadun vaihtelu
- lipeän alhainen kuiva-ainepitoisuus
- palamisilman virheellinen määrä tai jako
- nuohouksen aikana tulistimesta putoavat suolakerrostumat
- lipeäsuuttimen viallisuus tai lipeän syötön epäsymmetrisyys

Jos palamista ei voida pitää tasaisena lipeän syöttömäärän tai lämpöarvon ollessa alhainen (esim. alhainen reduktio- ja kaustisointiaste tai suuri suolalisäys), on palamisen vakiinnuttamiseksi käytettävä käynnistyspolttimia.

Virheellinen lipeän syöttö- ja ilmamäärän suhde tai matala polttoilmanpaine aiheuttaa keon kasvamisen suureksi, jolloin on vaara, että keko luhistuu ja tukkii primääri-ilma-aukot sekä lisää sulasyöksyjen mahdollisuutta sularänneillä. Yleensä tällaiset häiriöt on korjattavissa vähentämällä lipeän syöttöä ja käyttämällä käynnistyspolttimia. Käynnistyspolttimia käytettäessä on huolehdittava, että polttimien edusta on vapaa, eikä keko pääse kaatumaan polttimien päälle. Kekoon johdettavaa ilmamäärää on myös lisättävä häiriön yhteydessä.

Jos polttolipeän kuiva-ainepitoisuus laskee normaalitasosta merkittävästi (esim. viisi prosenttiyksikköä), lipeän palaminen tavallisesti häiriintyy. Syy kuiva-ainepitoisuuden laskuun on heti selvitettävä ja ellei sitä voida selvittää tai poistaa, on lipeän poltto keskeytettävä ja ryhdyttävä tarpeellisiin toimenpiteisiin.

Jos lipeän palaminen ei ole hallittavissa ja keko alkaa sammua, on vähennettävä lipeävirtausta sekä aloitettava tulipesän vakiinnuttaminen lipeänpolttoon uudelleen käynnistyspolttimen avulla.

8.5 Käyttörutiinit

Soodakattilan käytön ja erityisesti käynnistytksen ja pysäytyksen aikana soodakattilalaitoksessa saa työskennellä vain henkilöt joiden työtehtävä liittyy suoraan kyseisen kattilan käyttöön ja huoltoon.

Soodakattilalaitokseen ei saa muodostaa kulkureittiä henkilöille, jotka eivät työskentele laitoksessa.

Määräaikaaisilla tarkastuskierroksilla on valvottava laitteiston kuntoa ja palamisen tasaisuutta. Tarkastuskierroksilla on erityisesti kiinnitettävä huomiota ja puhdistettava säännöllisesti:

- öljypolttimet ja niiden aukot
- lipeäpolttimet
- ilma-aukot
- sulakourut jäähdytyksineen ja kourujen aukot
- tulipesäkamerat

9. PYSÄYTYSMENETELMÄT

9.1 Normaali pysäytys

Normaali pysäytys tehdään etukäteen suunnitellun ohjelman mukaan. Pyrkimyksenä on riittävää huolellisuutta noudattaen luoda edellytykset seuraavaa käynnistystä ja huoltotoimenpiteitä varten. Menettelyssä siirrytään vaiheittain lipeänpoltosta öljyn- tai kaasunpolttoon, ja lopuksi pysäytetään toiminnot. Normaali pysäytys tehdään seuraavasti:

- Korkea kuiva-ainepitoista lipeää polttavissa kattiloissa lipeän kuiva-ainepitoisuutta ja painetta on laskettava seisokkiin valmistuttaessa, jotta säiliöiden paine ja kaasaus on hallinnassa ilman ylikuohumisen vaaraa. Paineelliset polttolipeäsäiliöt ajetaan ilmankehän paineeseen, jos seisokki kestää pitempään.

- Lipeän ruiskutusta vähennetään asteittain ja samalla otetaan käyttöön tarpeellinen määrä käynnistyspolttimia yksi kerrallaan. Polttimien sytytystapahtuma on tuulettusta lukuun ottamatta samankaltainen kuin käynnistyksessä.
- Lipeän lämpötilaa nostetaan (5 – 7 °C) normaalista ja primääri ja sekundääri-ilman paineesta ja määrien pienentämisestä huolehditaan erityisesti, jotta saavutetaan tehokas keon pois poltto.
- Kun palavan aineen osuus keossa laskee, pienennetään ilmansyöttöä hallitusti, jotta keossa säilyy riittävä lämpötila ja keon pois palaminen on mahdollista.
- Liuottimen säädöistä huolehditaan alasajossa erityisesti, jotta seuraavassa mahdollisesti pitkittyneessä kattilan käynnistyksessä on käytettävissä ensiluokkaista mustalipeää.
- Öljyn- tai kaasunpolttoa käynnistyspolttimilla jatketaan riittävällä teholla, kunnes tulipesän pohjalla oleva keko on palanut. Kun sulan virtaus lakkaa, suoritetaan mahdollinen sulan mekaaninen poisto. Näin menetellen voidaan keon jäähtymisaikaa merkittävästi lyhentää ennen turvallisesti suoritettavaa vesipesua. Tämän jälkeen polttotehoa vähennetään. Polttimet sammutetaan yksitellen kattilan käyttöohjeen mukaisesti. Otettaessa kattila pois käytöstä, suljetaan ilman virtaus polttimille vasta, kun tulipesä on tuulettunut.
- Keon / sulan lämpötilan mittaussanturit asennetaan tulipesään juuri ennen käynnistyspolttimien sammuttamista

9.2 Pikapysäytys

Pikapysäytys toteutetaan TAJ-järjestelmässä.

Soodakattila on varustettava pikapysäytysjärjestelmällä. Pikapysäytyksen tarkoituksena on lopettaa välittömästi lipeän poltto ja keon palaminen katkaisemalla polttoaineiden syöttö ja palamisilman tulo tulipesän alaosaan. Pikapysäytystä voidaan käyttää kaikissa yllätyksissä soodakattilaa koskeissa häiriöissä, koska näin kattilalaitos saadaan turvalliseen tilaan hyvin vähillä käyttötoimenpiteillä.

Pikapysäytyksen käynnistämiseksi on valvomossa oltava erillinen kytkin. Pysäytys ja sen valvonta sekä jatkotoimenpiteet hoidetaan valvomosta tai muusta turvallisesta paikasta.

Säätöventtiilit ja -pellit suljetaan automaattisesti ohjaamalla säätöpiiri käsiajolle ja säätäjän ulostulo nolnaan.

Kun pikapysäytyskytkintä painetaan tapahtuvat seuraavat toiminnot:

- soodakattilahuoneessa käynnistyy poistumishälytys ääni- ja valohälytyksenä
- pikapysäytyksen/pikatyhjennyksen tapahtumaraportointi käynnistyy
- polttolipeäpumput pysähtyvät ja/tai polttolipeän palosulkuventtiili sulkeutuu
- polttolipeänmäärän, paineen ja lämpötilan säätöventtiilit sulkeutuvat
- öljy- ja kaasupolttimet pysähtyvät ja pääsulkuventtiilit sulkeutuvat
- primääri-ilmapuhallin pysähtyy ja primääri-ilman säätöpellit sulkeutuvat
- sekundääri- ja tertiääri-ilman pellit ohjautuvat pikapysäytysasentoon. Tällä varmistetaan huuhteluilman riittävä tulo keon yläpuolelle. Huuhteluilmamäärää ei saa kasvattaa esimerkiksi käynnistämällä pysäytettyjä puhaltimia, jottei aiheutettaisi lisääntyntä räjähdysvaaraa tuomalla lisää
- nuohous pysähtyy ja nuohoimet ajetaan automaattisesti pois tulipesästä
- sähkösuotimien suurjännitteet kytkeytyvät pois

- tuhka- ja suolakuljettimet pysähtyvät
- väkevien hajukaasujen poltto keskeytetään ja ne ohjataan kattilarakennuksen ulkopuolelle
- suovan, mäntyöljyn, tärpätin ja metanolin poltto keskeytetään
- laimeiden hajukaasujen ja liuottimen hönkäkaasujen poltto keskeytetään ja ne ohjataan kattilarakennuksen ulkopuolelle.

Kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä sovitaan suoritetaanko pikapysäytyksen yhteydessä automaattisesti myös kattilan pullotus vai jätetäänkö syöttövesipumppu käyntiin ja syöttöveden säätöventtiili säätämään lieriön pintaa. Jos kattila päätetään pullottaa, tällöin tapahtuu mm. seuraavia toimintoja:

- syöttövesipumput pysähtyvät ja syöttöveden sulku ja säätöventtiilit sulkeutuvat
- syöttöveden turbiinipumpun automaattinen käynnistys estetään
- syöttövesilinjasta tulevat höyryn jäähdytysvesilinjan säätö- ja sulkuventtiilit sulkeutuvat
- päähöyryn sulkuventtiilit sulkeutuvat
- käynnistyshöyrylinjan sulkuventtiili avautuu ja säätöventtiili avautuu 20 %.

Käyttäjän on mahdollista palauttaa pullotuksessa tapahtuvat toimenpiteet käyttötilaan poistamatta pikapysäytystä. Käyttötila on tällöin saatavissa vastaavaksi kuin pullotusta ei olisi vaaranarvioinnissa sovitusti tehty.

9.3 Pikatyhjennys

Pikatyhjennys toteutetaan TAJ-järjestelmässä.

Soodakattila on varustettava pikatyhjennysjärjestelmällä, jonka tarkoituksena on estää veden pääsy kosketukseen sulan kanssa. Pikatyhjennyksessä alennetaan kattilan vedenpinta noin kolmen metrin korkeudelle tulipesän pohjasta noin 30 minuutin aikana. Pikatyhjennys voidaan käynnistää erillisestä kytkimestä, kun pikapysäytys on suoritettu ja todettu.

Pikatyhjennys suoritetaan, mikäli:

- todetaan vuoto kattilan paineenalaisissa osissa sellaisella alueella, että vettä pääsee tulipesään
- on perusteltu syy epäillä sellaisen vuodon olemassaoloa, että vettä pääsee tulipesään
- jostakin kattilan ulkopuolisesta laitteesta pääsee vettä tulipesään eikä vuotoa voida välittömästi estää.

Pikatyhjennysjärjestelmään kuuluu joukko pikatyhjennysputkia, joista kukin on varustettu vähintään yhdellä kauko-ohjattavalla ja yhdellä käsikäyttöisellä venttiilillä sarjaan kytkettynä. Alimmat pikatyhjennysputket yhdistetään kattilan tulipesän laskuputkiin siten, että vedenpinta saadaan laskettua n. 3 metrin korkeudelle kattilan pohjasta. Muut pikatyhjennysputket kytetään verhoputkien jakotukkiin tai verhoputkien laskuputkiin sekä tarvittaessa toisessa vedossa olevien kattilaputkien kammioon tai laskuputkiin. Kattilatoimittaja määrittää viimekädessä veden pinnan korkeuden tulipesässä huomioiden mm. kattilan fyysisen koon.

Pikatyhjennysputkisto johdetaan suoraan ulkoilmaan siten, ettei purkautuvasta vedestä ole vaaraa. Tyhjennysputket voidaan myös johtaa erilliseen ulospuhallussäiliöön, jossa paisunta-höyry erotetaan vedestä ennen sen johtamista ulkoilmaan.

Pikatyhjennyksessä tapahtuvan vedenpinnan laskun valvomiseksi on kattila varustettava sen koko korkeudella toimivalla vedenpinnan mittauksella.

Pikatyhjennysputkien automaatti- ja käsikäyttöisissä venttiileissä tulee olla ääriasentokytkimet, jotta valvomosta voidaan todeta venttiilien asento

- pikatyhjennyksen kolmen minuutin aikaviive käynnistyy.

Kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä voidaan sopia korkeintaan 3 minuutin viive (harkinta-aika) pikapysäytyksen ja pikatyhjennyksen välille. Mikäli pikatyhjennys käynnistetään viiveajan kuluessa pikapysäytyksestä tapahtuvat välittömästi seuraavat pullotuksen toiminnot TAJ järjestelmästä ohjattuna:

- syöttövesipumput pysähtyvät ja syöttöveden sulkua- ja säätöventtiilit sulkeutuvat
- syöttöveden turbiinipumpun automaattinen käynnistys estetään
- syöttövesilinjasta tulevat höyryn jäähdytysvesilinjan säätöventtiilit sulkeutuvat.
- päähöyryn sulkuventtiilit sulkeutuvat
- käynnistyshöyrylinjan venttiilit avautuvat (säätöventtiili 20 %).

Kun pikatyhjennyksen aikaviive on kulunut loppuun tai pikatyhjennyskytkintä painetaan aikaviiveen jälkeen tapahtuvat lisäksi seuraavat toiminnot:

- kaikki pikatyhjennysventtiilit avautuvat.

Jos pikatyhjennyskytkin palautetaan, niin pikatyhjennysventtiilit sulkeutuvat ja muut pikatyhjennyksen aikaansaamat TAJ-lukitukset vapautuvat.

Pikatyhjennysventtiilit koestetaan linjakohtaisesti määräajoin (väliaika kattilalaitoksen vaaranarvioinnista) käytön aikana sulkemalla pikatyhjennysventtiilien edessä olevat käsiventtiilit ja avaamalla tämän jälkeen pikatyhjennysventtiili. Koestuksen jälkeen käsiventtiilit palautetaan auki asentoon. Uuden soodakattilan koko pikatyhjennysjärjestelmä suositellaan testattavaksi ensimmäisen käynnistyksen yhteydessä. Tämän jälkeiset testaukset suoritetaan TAJ:n määräaikaistestauksen yhteydessä.

10. VAARANARVIOINTI JA TURVALLISUUSLAITTEET

10.1 TLJ (Turvallisuuteen liittyvät järjestelmät)

TLJ on Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä, joka koostuu mekaanisista turvajärjestelmistä (esim. varoventtiilit) ja Turva-automaatiojärjestelmästä (TAJ).

Soodakattilalle tulee tehdä riskien arviointi, johon kuuluu vaara- ja riskianalyysi sekä riskien arviointi. Riskin arvioinnissa tulee käsitellä eri vaaratilanteet ja niiden seuraukset, sekä tehdä päätös riskien siedettävyydestä. Tarpeellinen riskinvähennys voi koostua eri TLJ:stä ja ulkoisista riskien vähennyskeinoista (koulutus, liikkumisen rajoittaminen jne.). TLJ:ään luetaan TAJ lisäksi myös muut teknologian TLJ:t eli varoventtiilit, murtolevyt jne.

TAJ rakennetaan Suomen Soodakattilayhdistyksen Soodakattilan turva-automaatiosuosituksen mukaisesti.

10.2 Kattilasuoja

Kattilasuojalla ymmärretään seuraavien ehtojen muodostamaa kokonaisuutta, jonka voimassaolo on edellytyksenä kattilan toiminnalle.

"Kattilasuoja kunnossa" - tieto saadaan, kun:

- tulipesän paine on pienempi kuin TAJ:n suojaus yläraja
- lieriön pinta on alavesirajan yläpuolella (alitus sallittu 10 - 20 sekunnin ajan)
- primääri-ilmapuhallin käy
- sekundääri-ilmapuhallin käy
- primääri-ilmavirtaus ja kokonaisilmavirtaus ovat riittävät (alitus sallittu 10 sekunnin ajan) tai primääri-ilmavirtaus ja sekundääri-ilmavirtaus ovat riittävät
- vähintään yksi savukaasupuhallin käy, ja sen edessä ja jäljessä olevat pellit ovat auki.

Lisäksi voidaan asettaa kattilakohtaisia ehtoja kuten esimerkiksi lieriön yläpinta.

Mikäli kattilasuoja ei ole kunnossa niin:

- apupolttoaineiden poltto loppuu
- polttoliipeäpumput pysähtyvät
- polttoliipeän sulkua- ja säätöventtiilit sulkeutuvat
- laimeiden hajukaasujen poltto loppuu
- väkevien hajukaasujen poltto loppuu
- tuuletus ei käynnisty automaattisesti

Kattilasuoja toteutetaan TAJ-järjestelmässä.

10.2 Lukitus- ja hälytysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava asianmukaisella lukitusjärjestelmällä (TAJ), joka estää laitteiden käynnistymisen ja pysäyttämisen väärässä järjestyksessä, ja joka häiriön sattuessa kytkee laitteet irti automaattisesti turvallisessa järjestyksessä. Soodakattila on myös varustettava riittävällä määrällä hälytyksiä, jotta valvomossa on heti paikallistettavissa tapahtuneet häiriöt. Soodakattilan automaatio-järjestelmä tulee kehittää ja koestaa siten, että vaaratilanteet sen avulla ovat helposti hallittavissa.

Kattilalaitoksen käytönvalvojan tulee hyväksyä ja todeta TAJ-järjestelmään tehtävät muutokset.

TAJ-järjestelmän ohjelmoinnissa käytettävän koodiavaimien käytöstä vastaa kattilan käytönvalvoja.

10.3 Vaarahälytysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava riittävällä määrällä ääni- ja valohälytyslaitteita, jotka voidaan käynnistää valvomosta vaaran uhatessa. Hälytyslaitteiden tulee sijaita siten, että kattilalaitoksen sisäpuolella olevat sekä sisään pyrkivät havaitsevat hälytyksen. Vaarahälytysjärjestelmä täytyy kouluttaa ja ilmaista opastauluilla kaikille henkilöille, jotka vierailevat ja työskentelevät kattilalaitoksella. Vaarahälytys aktivoituu myös, kun pikapysäytys käynnistyy.

Pikapysäytyksen äänihälytys tulee voida poistaa jos voidaan varmistua muilla tavoin kattilahuoneen henkilöturvallisuudesta (pääsystä kattilahuoneeseen).

10.4 Vuodonvalvontajärjestelmä

Soodakattila on varustettava vuodonvalvontajärjestelmällä, joka tarvittaessa antaa hälytyksen henkilökunnalle. Yksinkertaisimmillaan järjestelmä voidaan muodostaa syöttövesi- ja höyryvirtaamien riittävän pitkistä keskiarvosta.

10.4 Paine- ja instrumentti-ilma

Soodakattilassa on varmistettava turvallisuuden kannalta tarpeellisten instrumenttien ja laitteiden toiminta instrumentti-ilmakatkoksen aikana. Varmistuminen käsitellään kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä.

Keinoja paineilman varmistamiseksi turvallisen alasajon ajaksi ovat ilman etusijaisuus, varastosäiliöt tai varavoimaan kytketyllä kompressorilla. Tärkein varautumiskeino on turvallinen toimuunta apuenergian poistuessa, mikä sinänsä ei poikkea muista kattilalaitoksista. Paineilmakäyttöisten laitteiden sijaan voidaan käyttää myös sähkötoimisia laitteita, joiden sähkösyöttö on varmennettu.

10.5 Vara- ja palovesijärjestelmät

Soodakattila on varustettava varavesijärjestelmällä, josta saadaan jäähdytysvesi turvallisen alasajon ajaksi tarpeellisiin kohteisiin. Näitä kohteita ovat ainakin sularännien jäähdytys, syöttövesipumput, paineilman valmistus ja varavoimakoneet.

Varavesijärjestelmä toimii hydrostaattisella periaatteella ja siinä tulee olla riittävä säiliötilavuus.

Paloveden saatavuus kattilalaitokselle on varmistettava myös sähkökatkojen varalta.

Varavesijärjestelmä käsitellään kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä.

10.6 Varavoima

Soodakattila on varustettava varavoimajärjestelmällä, josta saadaan tarvittava sähköenergia turvallisen alasajon varmistamiseksi tarpeellisiin kohteisiin. Näitä kohteita ovat ainakin automaatiojärjestelmä, sähkötoimiset turvallisuuteen liittyvät järjestelmät, hätävalot, -vilkut ja tarpeelliset vesipumput kuten lisäveden pumpaus varavesijärjestelmään, tiivistevesi- ja su-larännijärjestelmän kiertopumppu.

Automaatiojärjestelmä ja TLJ-järjestelmä on varmistettava myös akustovarmistuksella.

Varavoimajärjestelmä käsitellään kattilalaitoksen vaaranarvioinnin yhteydessä.

11. VUODOT JA HÄIRIÖT

Kattilakohtaisissa ohjeissa on oltava yksityiskohtaiset toimintaohjeet syöttövesihäiriöistä KLT:n ohjeen "Höyrykattilan vesihöyryjärjestelmä" mukaisesti. Ylisuuri syöttövesivirtaus höyryn kehitykseen verrattuna on yleensä merkinä vuodosta jossakin kattilan osassa. Riippuen vuodon paikasta tehdään pikapysäytys tai normaali pysäytys.

11.1 Vesivuoto tulipesään

Jos on epäiltävissä tai on todettu sellainen vuoto, että tulipesään pääsee vettä, on heti tehtävä pikapysäytys ja tilanteesta riippuen myös pikatyhjennys. Merkkeinä tällaisista vuodoista ovat seuraavanlaiset ilmiöt:

- veden ja sulan kohdatessa tapahtuvat paukahdukset
- vuodon aiheuttama ääni
- kattilan vedonsäädössä tapahtuvat häiriöt
- suuri syöttövesivirtaus höyryn kehitykseen verrattuna
- paikalliset palamishäiriöt keossa.

11.2 Vesivuoto tulipesän ulkopuolelle

Mikäli tulipesän vuoto sijaitsee kohdassa, jossa vettä tai höyryä vuotaa vain tulipesän ulkopuolelle, on kattila pysäytettävä vuodon laadun mukaan normaalipysäytyksellä tai pikapysäytyksellä.

11.3 Tulistinvuoto

Suuri tulistinvuoto aiheuttaa vaikeuksia kattilan hallittavuudessa, ja tällöin kattila on pikapysäytettävä. Jos tulistinvuoto on todettu sellaiseksi, että se mahdollisesti vaurioittaa tulipesän vesiputkia, tehdään pikatyhjennys.

Pieni tulistinvuoto on yleensä vaikeasti todettavissa. Jos tällaista vuotoa perustellusti epäillään, todennus voidaan tehdä lopettamalla lipeän poltto ja etsimällä vuoto apupolttoainepoltton aikana. Vuodosta riippuen kattilalle tehdään normaali pysäytys heti tai joissakin tapauksissa voidaan pysäytys siirtää sopivamman ajankohtaan.

Tulistinvuodot ovat varmuudella vaikeasti tunnistettavissa, joten ne on yleensä käsiteltävä vesivuotoina.

11.4 Vuoto ekonomaisierissa tai keittoputkistossa

Suuri vuoto aiheuttaa häiriöitä kattilan veden syötössä, ja vedonsäätö voi tulla hallitsemattomaksi. Kattila on tällöin pikapysäytettävä.

Pieni vuoto ekonomaisierissa tai keittoputkistossa ei aiheuta merkittäviä kattilan hallintavaikeuksia. Tällöin kattila pysäytetään normaalisti.

Kattilan rakenteesta riippuen voi keittoputkiston vuodosta päästä vettä myös tulipesään. Tällöin on tehtävä heti pikapysäytys ja tilanteesta riippuen myös pikatyhjennys.

11.5 Sähköhäiriöt

Lyhytaikaisen sähköhäiriön jälkeen kattila voidaan käynnistää normaalien käynnistysohjeiden mukaan. Jos sähköhäiriö jatkuu pitkään, toimitaan laitospöytäkirjan mahdollisuuksien mukaan, ja kattila saatetaan valmiustilaan kattilakohtaisten ohjeiden mukaan.

11.6 Automaatiohäiriö

Automaatiohäiriöön varaudutaan rakentamalla järjestelmät tämän suosituksen ja Suomen Soodakattilayhdistyksen Soodakattilan turva-automaatiosuosituksen periaatteiden mukaisesti.

12. TARKASTUKSET

12.1 Kattilan vesipesu

Kattilan pysäytyksen jälkeen mahdollisesti tehtävässä vesipesussa on olemassa sulavesiräjähdyksen vaara. Pesua ei saa aloittaa ennen kuin tulipesän pohjalla oleva sula on riittävästi jäähtynyt.

Jäähtymisen riittävyys on hyvin tapauskohtainen. Mahdollisuuksien mukaan on jähmettyvän sulan lämpötilaa mitattava ja päätettävä pesun aloitusaika mittauksien perusteella. Pikapysäytyksen jälkeen varoaika pesun aloitukselle tulistinalueelle tulee olla vähintään 24 tuntia, jos kekoa on tehokkaasti jäädytetty, muissa tapauksissa huomattavasti pitempi. Jos sulaa on alasajon yhteydessä poistettu tulipesästä, varoaika voi olla merkittävästi lyhyempi. Sulan lämpötilan mittauksella jäähtymisen varmistamiseksi suositellaan. Jos pesun yhteydessä kattilan pohjalle kerääntyy suuria määriä sulaa, on käynnistuksen yhteydessä otettava huomioon, että suola sitoo itseensä vettä. Käynnistys on pesun jälkeen tehtävä varovaisesti, jotta sulan sisältämä vesi ehtii höyrystyä.

Kattilan muiden lämpöpintojen pesu.

Kattilan vesipesu tehdään siten, että kattilaan joutuva kosteus haihtuu mahdollisimman nopeasti, koska kosteus yhdessä suolan kanssa aiheuttaa voimakasta syöpymistä. Jos on olettavissa, että pesun yhteydessä vettä pääsee myös kattilan ulkopuolelle eristeisiin, on kattilan syöpymämittauksissa tarkkailtava myös ulkopuolista syöpymää.

12.2 Kattilan putkiston määräaikaistarkastukset

Koska veden pääsy tulipesään aiheuttaa soodakattiloissa sulavesiräjähdyksen vaaran, on näissä kattiloissa paineastia-asetuksen määräämien paineastiatarkastusten lisäksi suoritettava myös seinämänpaksuusmittauksia ja käytettyjen suojausten tarkastuksia kaikissa kattilan paineenalaisissa putkissa, joihin syntynyt vuoto mahdollistaa vuotoveden pääsyn tulipesän pohjalle. Soodakattiloissa paineenalaiset putket voivat syöpyä erittäin nopeasti varsinkin tulipesän alaosassa. Tarkastukset suoritetaan mahdollisimman säännöllisin väliajoin. Tarkastusvälin pituus (1-3 v.) riippuu tulipesän seinämärakenteesta ja siinä käytettyjen materiaalien syöpymiskestävyydestä.

Tarkastuksissa suositellaan käytettäväksi systemaattista mittauskohtien valinta-, merkitseminen- ja kartoitusmenetelmää sekä mittauksien tallentamista ATK-järjestelmään.

13. VEDENLAATU JA VALVONTA

Sulavesiräjähdyksvaaran ja soodakattilan korkean tulipesälämpötilan vuoksi on soodakattilan höyryn, syöttö- ja kattilaveden laatua valvottava erityisellä huolellisuudella.

Vesi- höyrypuolen valvonta:

- käytettävät vesinormit
- käytettävät vedenkäsittely ja valvontajärjestelmät on hyväksyttävä (auditoitava) säännöllisin välein kolmannella osapuolella, joka on riippumaton käytettävistä kemikaaleista ja laitteistosta. Erityisesti tai kun suunnitellaan käyttöön otettavaksi tavanomaisesta poikkeavaa vesikemikaalia tai laadun valvontaa, niin kolmannella osapuolella vedenlaadun valvontajärjestelmä
- peittaukset
- korroosionvalvonta ja tarkastukset
- lauhteenpuhdistus

14. LAITOSKOHTAISET OHJEET

Kattilan valmistajan on tehtävä yhdessä kattilaitoksen henkilökunnan kanssa käyttöhenkilökunnalle yksityiskohtaiset käyttöohjeet. Näistä tulee selvittää kattilan käynnistys ja pysäytys, valvonta käynnin aikana sekä selvitettävä, miten menetellään erilaisissa häiriö- ja vaaratilanteissa.

Laitoskohtaisesti on määrättävä ne eri työvuoroissa käyttöön osallistuvat henkilöt, jotka tekevät päätöksen kattilan pysäyttämisestä ja tällöin käytettävästä menetelmästä häiriö- ja räjähdysvaaratilanteessa. Lopullinen ratkaisu tehdään mieluummin aina kahden henkilön yhteisellä päätöksellä. Myös päätöksen tekijöiden varamiehet olisi määrättävä.

Räjähdyksvaaran takia on laitoskohtaisesti nimettävä myös ne henkilöt, jotka tekevät päätöksen siitä, milloin vesipesu voidaan turvallisesti aloittaa.

Käyttöohjeet on pidettävä ajan tasalla sekä käyttöhenkilökunnan saatavilla. Kullakin kattilalaitoksella tulee olla laitoskohtaiset henkilöturvallisuusohjeet.