



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

**Soodakattilalaitosten käyttämät
kemikaalit, jatkuvatoimiset
analysaattorit, veden laatutiedot ja
sovelletut laatuarvot**

Sinikka Kurkela

11.1.2002

Raportti 1/2002

**SOODAKATTILALAITOSTEN KÄYTTÄMÄT KEMIKAALIT,
JATKUVATOIMISET ANALYSAATTORIT, VEDEN LAATUTIEDOT JA
SOVELLETUT LAATUARVOT**

Sinikka Kurkela

1	LÄHTÖTIEDOT	3
2	TULOSTEN KÄSITTELY	3
3	VESI-HÖYRYKIERRON JATKUVA ANALYTIikka.....	3
3.1	Yleistä	3
3.1.1	pH-mittaus.....	3
3.1.2	Johtokykymittaus.....	3
3.1.3	Silikaatti- ja fosfaattianalysointori	4
3.1.4	Natrium- ja happianalysointorit	4
4	LAATUNORMIT JA LÄMPÖKUORMAN HUOMIOON OTTAMINEN.....	4
5	KÄYTETTY VESI-HÖYRYKIERRON JÄLKIANNOSTELUKEMIKAALIT	5
5.1	Kemikaalien annosteluyhdistelmät.....	5
5.2	Kemikaalien vesi-höyrykierron käyttäytymistietoja.....	5
6	VESI-HÖYRYKIERRON ANALYYSITIEDOT.....	9
6.1	Lähtötiedot	9
6.2	Arvio syöttövesi- ja kattilavesilaadusta	9
6.2.1	Lieriöpaine < 67 bar.....	9
6.2.2	Lieriöpaine 67 - 75 bar.....	9
6.2.3	Lieriöpaine 76 - 90 bar.....	10
6.2.4	Lieriöpaine 91 - 100 bar.....	11
6.2.5	Lieriöpaine > 100 bar.....	12
7	YHTEENVETO	13

LIITTEET I-IX

1 LÄHTÖTIEDOT

Suomen Soodakattilayhdistys ry. on esille tulleiden kattilavauriotapausten johdosta, jotka ovat aiheutuneet ns. vetyhyökkäyksestä (lähinnä soodakattilan compound-osassa), suorittanut toukokuussa 2001 jäsenlaitoksillaan kyselyn, jossa pyrittiin selvittämään mm. kattilan käyttöpaine, sovellettu vesi-höyrykierron laatunormisto (onko laatunormeissa esim. otettu huomioon mahdollinen paikallisesti $>230 \text{ kW/m}^2$ lämpökuorma ja että tällöin tulisi noudattaa kattilapaineesta huolimatta ankarampia ohjearvoja), käytetyt jälkiannostelukemikaalit, vesi-höyrykierron laadun jatkuva analytiikka ja vesi-höyrykierron laatu normaaliajossa (jatkuvan ajonarvo, miniarvo ja maksimiarvo).

2 TULOSTEN KÄSITTELY

Selvityksessä on mukana 20 kattilayksikköä (kyselyyn vastanneet laitokset). Kattilayksiköt on tulosten käsittelyssä ryhmitelty viiteen paineluokkaan ilmoitetun lieriö-paineen mukaisesti: $<67 \text{ bar}$; $67 - 75 \text{ bar}$; $76 - 90 \text{ bar}$; $91 - 100 \text{ bar}$ ja $> 100 \text{ bar}$. Kyselyn vastausten tietojen yhteenveto on esitettyä liitteissä I-VIII ja laitosten vastaukset ovat liitteessä IV.

3 VESI-HÖYRYKIERRON JATKUVA ANALYTIikka

3.1 Yleistä

Vesi-höyrykierron jatkuvan valvonnan analytiikasta selvitettiin seuraavien analysaattoreiden käyttöä: pH, johtokyky (ns. suora johtokyky), ns. kationinvaihdettu johtokyky (K-johtokyky), silikaatti, fosfaatti, natrium ja happi. Yhteenveto käytetyistä analysaattoreista on esitetty liitteessä I Yhteenvedon johdosta voidaan todeta seuraavaa:

3.1.1 pH-mittaus

Kaikissa yksiköissä kahta syöttövesimittausta lukuun ottamatta on jatkuva pH-valvonta sekä syöttövedessä että kattilavedessä. Korkeimmissa paineluokissa on pH-mittaus myös tulistetussa höyryssä ($91 - 100 \text{ bar}$ 2 kpl ja $> 100 \text{ bar}$ 3 kpl).

3.1.2 Johtokykymittaus

Myös ns. suora johtokykymittaus on kolmea syöttövesimittausta lukuun ottamatta kaikissa syöttövesissä ja kattilavesissä sekä pääosassa tulistettuja höyryjä. Ainoastaan kationinvaihdettu johtokykymittaus on ilmoitettu olevan yhdessä yksikössä kaikissa mittauksissa (syöttövesi, kattilavesi ja tulistettu höyry) ja yhdessä yksikössä sekä syöttövedessä että tulistetussa höyryssä. Lisämittauksena kyseinen syöttöveden ja tulistetun höyryn kationinvaihdettu johtokykymittaus on toteutettu vain muutamassa yksikössä, lähinnä lieriöpaineen ollessa yli 76 bar . Viidessä yksikössä on toteutettu myös kattilaveden kationinvaihdetun näytteen johtokykymittaus. Todettakoon, että ko. arvo kuuluu mm. VGB:n ohjearvosuosituksiin.

Ns. kationinvaihdettujohtokyky antaa paremman tiedon ko. vesilaadusta kuin ns. suora johtokykymittaus erityisesti syöttöveden ja tulistetun höyryn osalta. Happoelvytetyssä (vahvaa kationihartsia sisältävässä) näytekationinvaihtimessa saadaan poistettua vesikiertoon annostellut haihtuvat alkalit (kuten ammoniakki), jotka suurentavat johtokykyarvoa, sekä muutettua neutraalisuolat (esim. natriumkloridi) vastaaviksi hapoiksi. Neutraalisuoloja vastaavien happojen johtokykyarvo on 3 - 4 kertaa suurempi kuin ko. neutraalisuolan, näin ollen tällä mittauksella saadaan luotettavammin esille myös pienetkin neutraalisuolujen epäpuhtausvuodot. Todettakoon kuitenkin, että lipeävuodot (esim. NaOH) eivät tule tässä mittauksessa esille, sillä ne muuttuvat näytekationinvaihtimessa vedeksi (otettava huomioon määrätyissä lauhteissa).

3.1.3 Silikaatti- ja fosfaattianalyssaattori

Silikaattianalyssaattori on ainoastaan neljän yksikön syöttövedessä, neljän yksikön kattilavedessä ja yhdeksän yksikön tulistetussa höyryssä.

Fosfaattianalyssaattori on ainoastaan yhden yksikön kattilavedessä.

3.1.4 Natrium- ja happianalyssaattorit

Natriumanalyssaattori on > 100 bar yksikössä kahdessa syöttövedessä, yhdessä kattilavedessä ja tulistetussa höyryssä sekä < 67 bar kahden yksikön tulistetussa höyryssä.

Happianalyssaattori on yhdeksän yksikön syöttövedessä.

4 LAATUNORMIT JA LÄMPÖKUORMAN HUOMIOON OTTAMINEN

Yleensä soodakattilayksiköiden vesi-höyrykierron valvonnassa noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia vuodelta 1985 (Energia-Ekono), kaikkien yksiköiden käyttämät laatinormit eivät kuitenkaan tulleet vastauksista esille. Ilmoitetut laatinormit noudattivat melko tarkoin DENÅ-ohjearvosuosituksen ko. paineluokkaa. Ainoastaan yhdessä > 100 bar yksikössä ja kahdessa 84/85 bar yksikössä on käytössä ilmoitettua lieriöpainetta alemman paineluokan laatinormit (mahdollisesti ko. tapauksissa laitoksia ajetaan ilmoitettua lieriöpainetta alemmalla paineella). Se, että lämpökuorman paikallisesti ollessa > 230 kW/m², on noudatettava kattilavedessä paineluokasta riippumatta 160/140 bar ohjearvosuosituksia silikaattia lukuun ottamatta ja syöttövedessä > 67 bar ohjearvosuosituksia, on otettu huomioon ainoastaan yhdessä laitoksessa, jossa noudatetaan lieriöpaineesta 94 bar huolimatta kattilavedessä 160/140 bar DENÅ-ohjearvosuosituksia. Yksi laitos, lieriöpaine 105 bar, ilmoittaa noudattavansa mahdollisen korkeamman lämpökuorman takia 125/110 bar paineluokan DENÅ-ohjearvosuosituksia, tämä ei kuitenkaan vastaa DENÅ-ohjearvosuositusta 160/140 bar, jota ko. tapauksessa edellytetään. Myös ajotavassa, jossa käytetään syöttöveden alkalointiin amiineja (kattilaveteen ei annostella haihtumatonta alkalia), noudatetaan yleensä DENÅ-ohjearvosuosituksia. Kyseisessä ajotavassa tulisi kattilaveden osalta kuitenkin noudattaa amiinien toimittajan antamia ohjearvoja tai mahdollisesti ellei ko. ohjearvoja ole annettu esim. VGB:n ns. AVT-ajotavan laatuvaatimuksia.

5 KÄYTETYT VESI-HÖYRYKIERRON JÄLKIANNOSTELUKEMIKAALIT

5.1 Kemikaalien annosteluyhdistelmät

Vastausten perusteella, liitteessä II, on käytössä seuraavat kemikaalien annostusyhdistelmät:

– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$	2 yksikköä
– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$	1 ”
– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 / \text{Na}_3\text{PO}_4$	1 ”
– $\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4 (\text{NaOH})$	2 ”
– Elimin-ox + Na_3PO_4	3 ”
– Elimin-ox + $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (puskuri)	1 ”
– Boilex 510 A + Na_3PO_4	3 ”
– Boilex 510 A	1 ”
– Amercor 853 S	5 ”
– Azamina 8026-RD + Na_3PO_4	1 ”

Happeasitovana kemikaalina kahdestakymmenestä yksiköstä kuudessa käytetään edelleen hydratsiinia; neljässä käytetään Elimin-ox:ia, jonka happeasitova kemikaali on 1,3-diaminourea; neljässä yksikössä Boilex:ia, joka on amiini yhdisteiden monikomponenttituote ja jonka happeasitova kemikaali on metyylietyyliketoksiimi (MEKOR); yhdessä yksikössä Azamina 8026-RD:tä, jonka happeasitova kemikaali on eräänlainen amiinikompleksi (bruttokaava $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_6\text{O}$) ja joka sisältää myös alkaloivia amiineja sekä viidessä Amercor 853 S nimistä niin ikään amiinien monikomponentti tuotetta. Amercor 853 S ei varsinaisesti ole hapensitojaa vaan kalvoamuodostava ja neutraloiva tuote.

Kemikaalia vaihdettaessa ainoastaan yhdessä > 100 bar laitoksessa suoritettiin peittäus ennen kemikaalin vaihtoa.

5.2 Kemikaalien vesi-höyrykierron käyttäytymistietoja

Käytetyt hapensitojat reagoivat vesi-höyrykierrossa kirjallisuuslähteiden mukaan seuraavasti:

Hydratsiinin reaktoidessa hapen kanssa muodostuu lopputuotteeksi vettä ja typpeä:

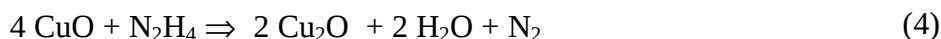


Hydratsiinin ja hapen välinen reaktionopeus on riippuvainen mm. lämpötilasta, pH-arvosta ja suolapitoisuudesta (sekä katalyytistä). pH-arvon ollessa alueella 9 -11 on reaktio hapen kanssa nopeimmillaan. Hydratsiinin termisessä hajoamisessa, joka on havaittavissa 200 °C lähtien ja johon vaikuttaa myös pH-arvo, muodostuu ammoniakkia ja typpeä:



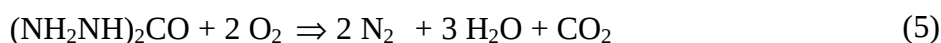
Eräiden lähteiden mukaan on korkeammissa lämpötiloissa mahdollista, että muodostuu ammoniakkin ja typen lisäksi vetyä, käytännössä tätä ei ole kuitenkaan voitu todeta. Hydratsiinista ei näin ollen muodostu vesi-höyrykierrossa haittaa aiheuttavia yhdisteitä.

Hydratsiinillä on myös passivoivia ominaisuuksia. Se pelkistää kolmenarvoisen raudan kahdenarvoiseksi ja kahden arvoisen kuparin yhdenarvoiseksi. Mm. seuraavat ns. heterogeenireaktioiden bruttoreaktiot esitetään:

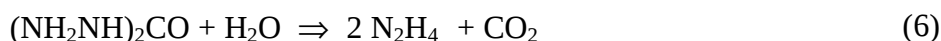


Näin ollen hydratsiini vaikuttaa edullisesti myös tätä kautta korroosiota estäen. [1]

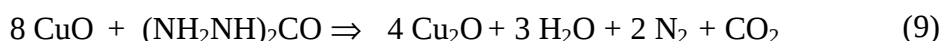
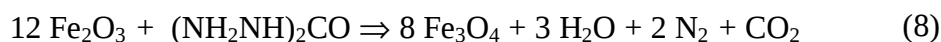
Elimin-ox:in, jonka happeasitova kemikaali on 1,3-diamiinourea, pääreaktion hapen kanssa lopputuotteet ovat typpi, vesi ja hiilidioksidi:



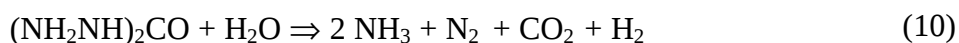
Sivureaktiossa $>135^\circ\text{C}$ lämpötilassa muodostuu myös hydratsiinia:



Elimin-ox passivoi metallin ja oksidit erilaisin mekanismehein. Kirjallisuuslähteen [2] mukaan sen passivoiva vaikutus olisi parempi kuin hydratsiinin ja siinä esitetään seuraavat heterogeenireaktiot:

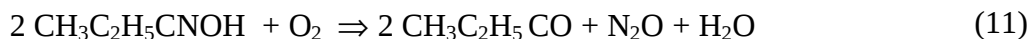


Termisessä hajoamisessa, joka on havaittavissa niin ikään yli 200°C lämpötilassa muodostuu ammoniakkia, typpeä, vetyä ja hiilidioksidia.



Hapen kanssa reagoidessaan Elimin-ox:ista muodostuva hiilidioksidi neutraloituu pääosin termisessä hajoamisessa muodostuvan ammoniakkin ansiosta. Elimin-ox:in neutraloivat ominaisuudet eivät kuitenkaan ole kovin hyvät, tuotteesta onkin saatavana myös versioita, jotka sisältävät morfoliinia (ELIMIN OX/ MOR) tai kolmen eri amiinin seosta (NALCO Tri-Act). Laitosvastauksista ei tullut esille käytetty Eliminox-versio. Elimin-ox (1,3-diamiinourea) ei Nalcon lähteen [3, V 12] mukaan muodosta haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. [3]

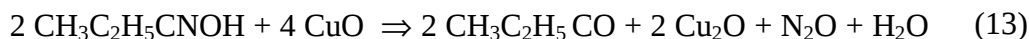
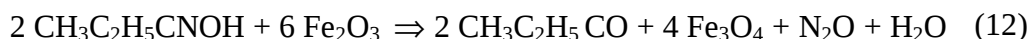
Boilex:in, Boilex 510 A on amiiniyhdisteiden monikomponenttituote, jota käytetään hapenpoistokemikaalina ja vesi-höyrykierron alkalointiin. Sen sisältämät käyttöturvallisuustiedotteessa (vuodelta 1994) ilmoitettavat aineosat ovat sykloheksyyliaminiä (>25 %) ja metyylietyyliketoksiimia (40-50 %), muista aineosista ei ole tietoa. Boilex 510 A:n sisältämän hapensitojan metyylietyyliketoksiimin (MEKOR) brutto-reaktio hapen kanssa on:



Tietoja reaktionopeudesta ja siitä miten muodostuva yhdiste, dityppioksididi (typpioksiduuli), (N_2O) tarkkaan ottaen reagoi vesi-höyrykierrossa ei ole käytettävissä. Dityppioksididi on vesiliukoinen yhdiste (liukenee veteen alityyppihapokeeksi) ja se poistunee osaksi kaasunpoistimessa hönkähöyryn mukana ja osittain se muuttuu muiksi typen oksideiksi/yhdisteiksi (myyjän antama tieto).

Dityppioksididi voi mahdollisesti hajota muodostaen myös tyyppiä ja happea.

MEKOR on myös passivoiva yhdiste (myyjän ilmoituksen mukaan) ja reagoi oletettavasti oksidien kanssa seuraavasti:

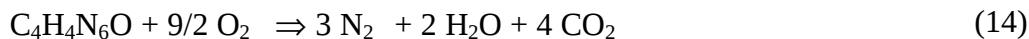


MEKOR ei kuitenkaan ole yhtä tehokas pintojen passivoija kuin hydratsiini [4].

Termisessä hajoamisessa (oksiimien ilmoitetaan olevan stabiileja aina 300 °C:een asti) muodostuu metyylietyyliketonia, tyyppiä, dityppioksidia, amoniakkia ja hiilidioksidia [4]. Hajoamistuotteiden tiedot vaihtelevat eri kirjallisuuslähteissä. Kirjallisuus lähteen [3, V6] mukaan metyylietyyliketoksiimi hajoaa termisesti metyylietyyliketoniksi, dityppioksidiksi, ammoniakiksi, hiilidioksidiksi, tyypeksi ja erilaisiksi orgaanisiksi hapoiksi. Lopputuloksista voidaan kuitenkin päätellä että myös metyylietyyliketoni (MEK) hajaantuu.

Amercor 853 S koostuu kalvoamuodostavista ja neutraloivista amiineista Käyttöturvallisuustiedotteessa (vuodelta 1998) ilmoitettavat aineosat ovat 2-amino-2me-tyyli-1-propanolia (20 - 40 %) ja sykloheksyyliamiinia (< 10 %), mahdollisista muista aineosista ei ole tietoa. Amercor 853 S ei varsinaisesti ole happeasitova kemikaali, mutta sisältänee hieman syklistä hapensitojaa, käytettävissä ei ole tarkempia tietoja ko. aineesta.

Azamina 8026-RD koostuu alkaloivista amiineista ja happeasitovasta kemikaalista, joka on heterosyklisestä yhdisteestä johdettu amiinikompleksi (bruttokaava $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_6\text{O}$). Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan se on haihtuva alkaloiva ja pelkistävä amiiniyhdiste, jonka kt-tiedotteessa ilmoitettavat aineosat ovat morfoliini 2 % ja dietyyliaminoetanoli 18 %, mahdollisista muista aineosista ei ole tietoa. Happeasitovan kemikaalin bruttoreaktion hapen kanssa ilmoitetaan olevan seuraavan:



Azamina 8026-RD:n termisestä kestävydestä ei käytettävissäni ole tarkempia tietoja, sen ilmoitetaan olevan termisesti melko kestävä. Myöskään pintoja mahdollisesti passivoivista ominaisuuksista ei ole käytettävissä tietoja [8].

pH-arvon säätämiseksi optimialueelle vesi-höyrykiertoon annostellaan *fosfaattia* (joko trinatriumfosfaattia tai trinatriumfosfaatin ja dinatriumfosfaatin seosta) joskus myös lipeää (NaOH) tai vähän haihtuvia (ns. haihtumattomia) amiineja (lähinnä amiinien seoksia). Fosfaatilla voidaan sitoa myös mahdollinen pieni kovuusvuoto.

Tavallisin fosfaatin annostelutapa on ns. perinteinen, jossa fosfaattipitoisuus pidetään määrättyllä ohjearvosuosituksen osoittamalla alueella. Tällöin voi muodostua ongelmaksi liian korkea pH-arvo. Liian suuren alkalisuuden estämiseksi suositellaan modifioituja fosfaattiannostelutapoja. Näistä tunnetuimpia ovat ns. koordinoitu fosfaatinannostelu, jossa säädetään kattilaveden pH-arvo ja PO_4 -pitoisuus siten, että kattilaveden pH-arvo vastaa puhtaan trinatriumfosfaatin pH-arvoa tai on hieman sitä pienempi. Fosfaatilla on taipumus rikastua suurilla kuormilla raskaasti kuormitetuille tulipinnoille (hide out ilmiö) enemmän kuin trinatriumfosfaatin moolisuhde edellyttää, piiloutuva yhdiste on happamampaa kuin Na_3PO_4 moolisuhde edellyttää. Tämän seurauksena kattilaveden pH-arvo nousee. Ongelman estämiseksi on kehitetty ns. kongurentti fosfaatin valvonta, jossa Na/PO_4 - moolisuhteen maksimiarvo pidetään 2,8 tai 2,6 kattilapaineesta riippuen [5].

On ilmeistä kuitenkin, että myös kongurentissa fosfaatinannostuksessa ilmenee fosfaattien piiloutumista happamina yhdisteinä, jos pinnoilla on epäpuhtauskerrostumia, jotka aiheuttavat korroosiota, erityisesti jos suhde on 2,6 [6].

Kattilaveden pH-arvo voidaan säätää optimialueelle myös orgaanisilla amiineilla, joiden haihtuvuus kattilavedestä on pieni ja joiden dissosioituminen ko. olosuhteissa on riittävä. Tällöin tulee kattilavedessä noudattaa tuotteen myyjän antamia ohjearvoja tai ellei näitä ole esim. VGB:n ns. ATV-ajotavan ohjearvoja.

Kalvoamuodostavat amiinit, jota esim. Amercor 853 S sisältää, muodostavat metallin (myös oksidien) pinnalle korroosiota inhiboivan (estävän) kerrostuman. Kalvoamuodostavista amiineista on kahtalaisia kokemuksia sekä positiivisia että jossain määrin negatiivisia. Esim. Ruotsissa ei juuri käytetä kalvoamuodostavia amiineja epäiltyjen vauriotapausten takia. Kirjallisuudessa [3, V 16 - 18] esiintyy kuitenkin positiivisia tietoja (lähinnä 400 °C lämpötilassa) kalvoamuodostavien amiinien käytöstä (ko. kirjallisuusviitteistä ei kuitenkaan tule esille lieriökattiloiden kattila-veden ohjearvoja). Siitä miten kestäviä ko. amiinit ovat korkeissa lämpötiloissa ja paineissa ei ole käytettävissä amiinikohtaisia luotettavia tietoja. Hajoamistuotteet ovat joka tapauksessa orgaanisia pienimolekyylisiä yhdisteitä.

Todettakoon myös, ettei kalvoamuodostavien amiinien yhteydessä tule käyttää fosfaattiannostusta.

6 VESI-HÖYRYKIERRON ANALYYSITIEDOT

6.1 Lähtötiedot

Soodakattilayhdistyksen jäsenyrityksille suunnatussa kyselyssä tiedusteltiin syöttöveden ja kattilaveden tärkeimmät analyysitiedot. Analyysitietoja on käsitelty niin ikään viiteen paineluokkaan jaoteltuna (< 67 bar; 67 - 75 bar; 76 - 90 bar, 91 – 100 ar ja > 100 bar lieriöpainetta). Tuloksien yhteenvedot ja kyseisen paineluokan sekä DENÅ (vuodelta 1985, Energia-Ekono) että VGB (vuodelta 1988, lähde Merkblatt VGB-R 450L) ohjearvosuositukset on esitetty liitteissä III – VIII. Todettakoon, että DENÅ-ohjearvosuositukset perustuvat kattilaveden alkalointiin ns. haihtumattomilla alkaleilla (esim trinatriumfosfaatilla) ja että myös VGB suosittelee < 60 bar lieriökattilalaitoksille haihtumattoman alkalin (lipeä tai fosfaatti) annostusta kattila-veden pH-arvon säätöön ja että mikäli käytetään amiineja tulee noudattaa ns. AVT-ajotavan ohjearvoja kattilavedelle. Nämä ohjearvot edellyttävät kattilavedessä riittävän pientä suolapitoisuutta. VGB edellyttää, että lieriökattilan veden alkalointiin käytettävän kemikaalin haihtuvuuden tulee on riittävän pieni ja että se on niin ikään ko. olosuhteissa voimakkaasti dissosioituvia. Koska laitoksilta, jotka käyttävät alkalointiin vain amiineja (ns. AVT-ajotapa), ei ole tietoa onko käytettävissä tuotteen myyjän antamat ohjearvot, käytetään tässä selvityksessä VGB:n AVT-ajotavan ohjearvoja.

Tulosten käsittelyssä on oletettu, että fosfaatti pitoisuus on ilmoitettu P_2O_5 :nä, ellei toisin ole ilmoitettu.

6.2 Arvio syöttövesi- ja kattilavesilaadusta

6.2.1 Lieriöpaine < 67 bar

Kyseisessä paineluokassa on tiedot kahdesta yksiköstä, joissa kummassakin käytetään jälkiannostelukemikaalina Elimin-ox:a + trinatriumfosfaattia. Käytettävä laatunormisto ei tullut esille vastauksesta. Laitoksissa noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia 125/110 bar.

Syöttö- ja kattilaveden laatu (liite III) vastaa normaaliajossa jatkuvana arvona DENÅ-ohjearvosuosituksia < 67 bar, myöskin maksimi arvot ovat hyväksyttävissä rajoissa, ainoastaan sekä minimi että maksimi pH-arvot eivät noudata suositusarvoja. Niin ikään on kattilaveden pH-arvo hieman yli DENÅ suosituksen ylärajaa, pH/ P_2O_5 -suhde ei kuitenkaan jatkuvana normaaliarvona osoita, että kattilavedessä olisi vapaata lipeää. Sitä vastoin maksimi arvojen perusteella kattilavedessä on jopa runsaasti vapaata lipeää. VGB:n suosituksen mukaan tulisi syöttöveden pH-arvon olla yli 9,0. Myös kattilavedessä on fosfaatin ansiosta puskuriarvoa pH:n vaihtelujen varalta.

6.2.2 Lieriöpaine 67 - 75 bar

Tässä paineluokassa on tiedot kahdesta yksiköstä, joista toisessa käytetään jälkiannostuskemikaalina ammoniakkia + hydratsiinia + trinatriumfosfaattia ja toisessa Elimin-ox:ia + trinatriumfosfaattia + natriumsulfaattia (natriumsulfaattia käytetään kattilaveden pH-ylärajan vakiinnuttamiseksi siis kattilaveden pH-puskurin lisäämiseksi). Tämän paineluokan laitoksien vastauksista ei tule esille käytetyt laatunormit.

6 VESI-HÖYRYKIERRON ANALYYSITIEDOT

6.1 Lähtötiedot

Soodakattilayhdistyksen jäsenyrityksille suunnatussa kyselyssä tiedusteltiin syöttöveden ja kattilaveden tärkeimmät analyysitiedot. Analyysitietoja on käsitelty niin ikään viiteen paineluokkaan jaoteltuna (< 67 bar; 67 - 75 bar; 76 - 90 bar, 91 – 100 ar ja > 100 bar lieriöpainetta). Tuloksien yhteenvedot ja kyseisen paineluokan sekä DENÅ (vuodelta 1985, Energia-Ekono) että VGB (vuodelta 1988, lähde Merkblatt VGB-R 450L) ohjearvosuositukset on esitetty liitteissä III – VIII. Todettakoon, että DENÅ-ohjearvosuositukset perustuvat kattilaveden alkalointiin ns. haihtumattomilla alkaleilla (esim trinatriumfosfaatilla) ja että myös VGB suosittelee < 60 bar lieriökattilalaitoksille haihtumattoman alkalin (lipeä tai fosfaatti) annostusta kattila-veden pH-arvon säätöön ja että mikäli käytetään amiineja tulee noudattaa ns. AVT-ajotavan ohjearvoja kattilavedelle. Nämä ohjearvot edellyttävät kattilavedessä riittävän pientä suolapitoisuutta. VGB edellyttää, että lieriökattilan veden alkalointiin käytettävän kemikaalin haihtuvuuden tulee on riittävän pieni ja että se on niin ikään ko. olosuhteissa voimakkaasti dissosioituvia. Koska laitoksilta, jotka käyttävät alkalointiin vain amiineja (ns. AVT-ajotapa), ei ole tietoa onko käytettävissä tuotteen myyjän antamat ohjearvot, käytetään tässä selvityksessä VGB:n AVT-ajotavan ohjearvoja.

Tulosten käsittelyssä on oletettu, että fosfaatti pitoisuus on ilmoitettu P_2O_5 :nä, ellei toisin ole ilmoitettu.

6.2 Arvio syöttövesi- ja kattilavesilaadusta

6.2.1 Lieriöpaine < 67 bar

Kyseisessä paineluokassa on tiedot kahdesta yksiköstä, joissa kummassakin käytetään jälkiannostelukemikaalina Elimin-ox:a + trinatriumfosfaattia. Laitoksissa noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia 125/110 bar.

Syöttö- ja kattilaveden laatu (liite III) vastaa normaaliajossa jatkuvana arvona DENÅ-ohjearvosuosituksia < 67 bar, myöskin maksimi arvot ovat hyväksyttävissä rajoissa, ainoastaan sekä minimi että maksimi pH-arvot eivät noudata suositusarvoja. Niin ikään on kattilaveden pH-arvo hieman yli DENÅ-suosituksen ylärajaa, pH/ P_2O_5 -suhde ei kuitenkaan jatkuvana normaaliarvona osoita, että kattilavedessä olisi vapaata lipeää. Sitä vastoin maksimi arvojen perusteella kattilavedessä on jopa runsaasti vapaata lipeää. VGB:n suosituksen mukaan tulisi syöttöveden pH-arvon olla yli 9,0. Myös kattilavedessä on fosfaatin ansiosta puskuriarvoa pH:n vaihtelujen varalta.

6.2.2 Lieriöpaine 67 - 75 bar

Tässä paineluokassa on tiedot kahdesta yksiköstä, joista toisessa käytetään jälkiannostuskemikaalina ammoniakkia + hydratsiinia + trinatriumfosfaattia ja toisessa Elimin-ox:ia + trinatriumfosfaattia + natriumsulfaattia (natriumsulfaattia käytetään kattilaveden pH-ylärajan vakiinnuttamiseksi siis kattilaveden pH-puskurin lisäämiseksi). Tämän paineluokan laitoksien vastauksista ei tule esille käytetyt laatu normit.

Kummassakin kemikaalien annosteluyhdistelmässä syöttö- ja kattilaveden laatu (liite IV) vastaa normaaliajossa DENÅ-ohjearvosuosituksia. Kuitenkin kattilayksikössä, jossa mitataan syöttöveden ns. kationinvaihdettua johtokykyä, on kyseinen arvo 0,06 mS/m yli VGB:n suosituksen 0,02 mS/m.

Yksikössä, jossa käytetään Elimin-ox:ia ja fosfaattia, on syöttövedessä pH-arvo suosituksen ylärajalla. Tämä aiheuttaa luonnollisesti hieman korkeamman ns. suoran johtokykyarvon syöttövedeen kuin alemmalla haihtuvan alkalien pH-arvolla. Kuitenkin toisella laitoksella, jossa suhteen pH/P₂O₅ (oletettu, että fosfaatti ilmoitettu ko. arvona) normaaliarvo on 9,5/2, esiintyy kattilavedessä jatkuvasti hieman vapaata lipeää (vapaata lipeää esiintyy myös maksimiarvolla kummassakin tämän paineluokan yksiköissä).

Todettakoon, että yksikössä, jossa annostellaan kattilaveteen Na₂SO₄ (glaubersuolaa), onnistutaan noudattamaan paremmin kattilaveden pH-arvon suhteen DENÅ-suosituksen ylärajaa, joka on sidottu ns. fenolftaleenin suhteen neutraloituun johtokykyyn.

6.2.3 Lieriöpaine 76 - 90 bar

Kyseisessä paineluokassa on vastaustiedot kuudesta yksiköstä. Yksiköissä on käytössä kolme eri jälkiannostelukemikaalien yhdistelmää (kaksi hydratsiiniyhdistelmää) nimittäin yhdessä laitoksessa hydratsiini + fosfaatti (mononatriumfosfaatti + dinatriumfosfaatti tai trinatriumfosfaatti), yhdessä laitoksessa ammoniakki + hydratsiini + trinatriumfosfaatti (tarvittaessa NaOH), yhdessä laitoksessa Boilex 510 A + trinatriumfosfaatti ja kolmessa laitoksessa Amercor 853 S (analyysitietojen yhdistelmä liitteessä V). Yhdessä yksikössä noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia 90/84 bar ja kahdessa yksikössä ilmoitetuista kattilapaineista 85 ja 84 bar huolimatta ohjearvoja 71/65 bar. Kolmen yksikön laatunormit eivät tulleet esille vastauksista.

Hydratsiinia ja fosfaattia (ammoniakkia) jälkiannostelukemikaalina käyttävien yksiköiden (kaksi yksikköä) analyysiarvot (myös maksimiarvot toisen laitoksen hieman liian korkea pH-arvoa lukuunottamatta) täyttävät DENÅ-suositukset (syöttövesi > 67 bar ja kattilavesi 90/84 bar). Sitä vastoin pH/P₂O₅-suhde osoittaa toisen laitoksen kattilavedessä olevan hieman vapaata lipeää normaaliarvoilla sekä kohtalaisesti maksimiarvoilla. Fosfaatin ansiosta kattilavedessä on kuitenkin pH-arvon muutosten suhteen puskuriarvoa.

Boilex 510 A:ta ja fosfaattia jälkiannostelukemikaalina käyttävän yksikön syöttö- ja kattilaveden analyysiarvot ovat kattilaveden liian korkea pH-arvoa lukuunottamatta DENÅ-suositusten mukaiset. DENÅ-ohjearvosuositusten mukaan johtokykyarvolla 1,4 mS/m (mikäli analysoitu FF:n suhteen neutraloidusta näytteestä) saisi kattilaveden pH-arvo olla korkeintaan 9,2. Myös pH/P₂O₅ -suhde osoittaa, että ko. yksikössä on kattilavedessä jatkuvasti runsaasti vapaata lipeää.

Amercor 853 S:ää käyttävien yksiköiden (kolme yksikköä) syöttöveden normaaliarvot täyttävät DENÅ-suositukset 90/84 bar (myös yksiköissä, joissa ilmoitettiin noudatettavan laatuunormeja 71/65 bar) syöttöveden rautapitoisuutta $> 0,02 \text{ g/l}$ lukuun ottamatta. Kattilavesien johtokykyarvot on ilmoitettu ns. suorana johtokykymittauksena, joka ei anna riittävää informaatiota kattilaveden laadusta, sillä amiinikemiassa (ei haihtumattoman alkalien annostusta kattilaveteen) tulee kattilaveden johtokyky mitata happoelvytetyn näytekationinvaihtimen kautta otetusta näytteestä. Amercorin kalvoamuodostava amiini häiritsee kuitenkin pahasti johtokykymittauksia, sillä se pidättyy hartsiin ja muodostaa kalvon mitta-antureihin (otettava huomioon myös pH-mittauksessa). Yhdellä laitoksella on kattilavedessä myös K-johtokykymittaus, vastauksesta ei kuitenkaan käy ilmi onko ilmoitettu johtokykyarvo mitattu näyte-kationinvaihtimen jälkeen, mikäli näin on, ylittää ko. arvo (normaalijossa $0,69 \text{ mS/m}$) VGB:n AVT-ajotavan ohjearvon lämpökuormalla $< 50 \text{ W/m}^2$ johtokyky $< 0,5 \text{ mS/m}$, suuremmalla lämpökuormalla ohjearvo johtokyky $< 0,3 \text{ mS/m}$. Kattila-veden johtokyky suhteessa pH-arvoon on kuitenkin pieni ja sen puskurikapasiteetti pH-arvon vaihteluiden suhteen on ilmeisesti heikko. Toisaalta korkea kattilaveden pH-arvo osoittaa kattilavedessä olevan vapaata alkalia.

6.2.4 Lieriöpaine 91 - 100 bar

Kyseisestä paineluokasta on tiedot kuudesta laitosyksiköstä. Jälkiannostelukemikaaleina näissä yksiköissä on kahdessa hydratsiini + trinatriumfosfaatti, yhdessä hydratsiini + dinatriumfosfaatti + trinatriumfosfaatti ja yhdessä yksikössä Boilex 510 A ja yhdessä yksikössä Amercor 853 S. Laatuunormeina kolmessa yksikössä noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia 90/84 bar (kahdessa ilmoitetusta lieriöpaineesta 95 bar huolimatta), yhdessä yksikössä DENÅ-ohjearvosuosituksia 125/110 bar ja yhdessä yksikössä on otettu huomioon, että lämpökuorma voi paikallisesti nousta $> 230 \text{ kW/m}^2$ ja noudatetaan kattilavedellä DENÅ-ohjearvosuosituksia 160/140 bar.

Yksikössä, jossa noudatetaan paikalliseen lämpökuormaan $> 230 \text{ kW/m}^2$ perustuen kattilavedellä DENÅ-ohjearvosuosituksia 160/140 bar kattilavedelle on jälkiannostelun kemikaalina Elimin-ox ja di- sekä trinatriumfosfaatti (analyysitiedot liitteessä VI). Kyseisen yksikön syöttö- ja kattilavesi ovat DENÅ-suositusten mukaiset, syöttövesi $> 67 \text{ Bar}$ ja kattilavesi 160/140 bar, kattilaveden pH-arvoa lukuun ottamatta. Niin ikään on syöttöveden ns. kationivaihdettu johtokyky yli ohjearvosuositusten. Ko. arvo on kuitenkin suurempi kuin ns. suora johtokyky, asian tarkastelu tältä osin vaatisi lisäselvityksiä (onko K-vaihtimen kapasiteetti ylittymässä vai onko laitoksella pieni neutraalisuola vuoto). Näin hyvälaatuisessa kattilavedessä, jonka johtokyky $0,7 \text{ mS/m}$ (oletettu neutraloiduksi FF:n suhteen) olisi DENÅ-suositusten mukaan maksimi pH 9,1. Tällaisissa tapauksissa pH:n kohdistuvassa häiriötilanteessa muutokset ovat suuria. Todettakoon toisaalta, ettei VGB:n kattilaveden ohjearvosuosituksissa ole johtokykyyn kytkettyä maksimi pH-arvoa. Niin ikään suhde $\text{pH/P}_2\text{O}_5$ (oletettu, että fosfaatti ilmoitettu ko. yksikkönä) osoittaa, että kattilavedessä olisi vapaata lipeää.

Kyseisessä yksikössä tulisi tarkastaa Na_2HPO_4 :n ja Na_3PO_4 :n annostelusuhde.

Kahdessa yksiköissä, joissa jälkiannostelukemikaaleina käytetään hydratsiinia ja trinitriumfosfaattia, noudatetaan kattilavedessä joko 90 tai 125 bar DENÅ-suosituksia, vertailussa käytetään kuitenkin kattilavedelle 125/110 bar DENÅ-suosituksia (analyysitiedot liitteessä VII). Niiltä osin kuin analyysitietoja on käytettävissä (osassa yksiköitä ei vastattu kaikkiin kysyttyihin tietoihin) voidaan todeta sekä syöttö- että kattilaveden täyttävän DENÅ-suositukset syöttöveden ns. kationinvaihdettua johtokykyä lukuun ottamatta. Myöskään pH/P₂O₅-suhteen mukaan kattilavesissä ei ole vapaata lipeää (ei myöskään maksimiarvoilla).

Yksikössä, jossa jälkiannostelukemikaalina käytetään Boilex 510 A:ta ja noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia kattilavedellä 90/84 bar (fosfaattiannostelusta ei ole tietoja, mutta kattilavedessä on analysoitu fosfaattia) täytyvät myös syöttö- ja kattilaveden DENÅ-ohjearvosuositukset kattilaveden pH-arvoa lukuun ottamatta. Kattila-veden pH-arvo ylittää ko. suosituksen huomattavasti. Myös suhde pH/P₂O₅ osoittaa, että kattilavedessä on runsaasti vapaata alkalia. Mikäli käytetään vain amiineja tulee tämä ottaa huomioon ohjearvoissa.

Yksikössä, jossa jälkiannostelukemikaalina käytetään Amercor 853 S:ää ja noudatetaan DENÅ-ohjearvosuosituksia 90/84 bar (lieriöpaine 92 bar) on syöttövesi osittain ko. suosituksien mukainen. Syöttöveden pH-arvoa jatkuvana arvona ylittää DENÅ-ohjearvosuosituksen. Niin ikään ylittää syöttöveden K-johtokyky, jatkuva arvo 0,13 mS/m, VGB:n suositusarvon < 0,02 mS/m. Kattilaveden johtokykyarvo on ilmoitettu ns. suorana johtokykymittauksena, joka ei anna riittävää informaatiota kattilaveden laadusta, sillä amiineja käytettäessä (ei haihtumattoman alkalin annostusta kattilaveteen) ns. ATV-ajotavassa tulee kattilaveden johtokyky mitata happo-elvytetyn näytekationinvaihtimen kautta otetusta näytteestä. Amercorin sisältämä kalvoamuodostava amiini häiritsee kuitenkin johtokykymittauksista pahasti, sillä se pidättyy hartsin ja muodostaa kalvon mitta-anturien pinnalle (otettava huomioon myös pH-mittauksessa).

6.2.5 Lieriöpaine > 100 bar

Kyseisen paineluokan yksiköitä kyselyyn vastauksissa on mukana viisi.

Tämän lieriöpaineryhmän yksiköissä käytetään seuraavia jälkiannostelukemikaalien yhdistelminä: yhdessä yksikössä Elimin-ox:ia + Na₃PO₄, kahdessa yksikössä Boilex 510 A:ta + Na₃PO₄, yhdessä yksikössä Amercor 853 S:ää ja yhdessä yksikössä Azamina 8026-RD:ta + Na₃PO₄. Yksiköissä noudatetaan seuraavia laatumormeja: yksi yksikkö ei tietoja, yksi yksikkö DENÅ-ohjearvosuosituksia 90/84 bar, yksi yksikkö DENÅ-ohjearvosuosituksia 120/100 bar ja yksi yksikkö DENÅ-ohjearvosuosituksia 125/100 bar ja yhdessä sovellettuja DENÅ-ohjearvoja, analyysitietojen tulkinnessa on käytetty DENÅ-ohjearvosuosituksista arvoja 125/110 bar, ATV-ajotavan kattilavesilaatua lukuun ottamatta. Analyysitietojen yhdistelmä liitteessä VIII.

Yksikössä, jossa happeasitovana kemikaalina käytetään Elimin-ox:ia ja jossa kattilaveteen annostellaan trinitriumfosfaattia sekä syöttövesi että kattilavesi täyttävät DENÅ-suositukset, ainoastaan syöttöveden jäännöshappipitoisuus 0,015 mg/l ylittää hieman ohjearvon happipitoisuus < 0,01 mg/l. Kattilaveden pH-arvon suhteessa johtokykyarvoon tulisi jatkuvana normaaliarvona olla hieman alhaisempi. Normaali-tilanteessa pH/ P₂O₅-suhteen perusteella kattilavedessä ei kuitenkaan esiinny vapaata lipeää, sitä vastoin maksimiarvoilla ko. suhteen perusteella vapaata lipeää esiintyisi.

Myös jälkiannostelukemikaaliyhdistelmällä (kahdessa yksikössä) Boilex 510 A + Na₃PO₄ käyttävässä toisessa yksikössä syöttövesi ja kattilavesi täyttävät DENÅ-suositukset (syöttöveden kokonaiskupariksi ilmoitettu kuitenkin < 0,01 mg/l, ohje-arvosuositus < 0,003 mg/l). Toisessa laitoksessa Boilex-pitoisuus on erittäin alhainen (alle 0,1 mg/l), eikä näin ollen kattilaveteen aiheudu korkeaa pH-arvoa. Myöskään pH/P₂O₅-suhteen perusteella kattilavedessä ei olisi vapaata alkalia. Toisessa yksikössä sitä vastoin ylittyvät sekä syöttöveden että kattilaveden pH-arvon DENÅ-suositukset, muuten ohjearvot noudattavat ko. suosituksia.

Amercor 853 S:ää käyttävässä yksiköissä täyttyvät DENÅ-ohjearvosuositukset syöttövedessä vain osittain, mm. syöttöveden kokonaiskuparipitoisuus on 0,029 mg/l (ohjearvo < 0,003 mg/l). Kattilaveden johtokykyarvo on ilmoitettu ns. suorana johtokykymittauksena, joka ei anna riittävää informaatiota kattilaveden laadusta, sillä amiineja käytettäessä (ei haihtumattoman alkalien annostusta kattilaveteen) ns. ATV-ajotavassa tulee kattilaveden johtokyky mitata happoelvytetyn näytekationinvaihtimen kautta otetusta näytteestä. Amercorin sisältämä kalvoamuodostava amiini häiritsee kuitenkin pahasti johtokykymittauksia, sillä se pidättyy hartsiin ja muodostaa kalvon mitta-antureihin (otettava huomioon myös pH-mittauksessa). Kattilaveden suorajohtokyky 15 mS/m jatkuvana arvona on kuitenkin suhteellisen korkea. Kattilaveden SiO₂-pitoisuus myös on korkeahko (DENÅ-ohjearvosuositus SiO₂ < 1,0 g/l tai < 3,0 mg/l, jos noudatetaan kattilavedelle 90 bar ohjearvosuosituksia, joita yksikössä ilmoitetaan noudatettavan).

Azamina 8026-RD käyttävässä yksikössä, jossa noudatetaan sovellettuja DENÅ-ohjearvoja sekä syöttöveden että kattilaveden normaaliarvot täyttää myös DENÅ-ohjearvosuositukset syöttövesi >67 bar ja kattilavesi 160/140 bar. Laitokselta on käytettävissä ns. keskimääräiset analyysitiedot.

7

YHTEENVETO

Soodakattilalaitoksien vesi-höyrykiertoa koskevan kyselyn (toukokuussa 2001) perusteella voidaan todeta, että vesi-höyrykierron jatkuvassa analytiikassa on pH- ja ns. suora johtokykymittaus lähes kaikissa yksiköissä. Sitä vastoin syöttövedessä ja tulistetussa höyryssä on kyseisien näytteiden todellista laatua paremmin kuvaava ns. kationinvaihdettu johtokykymittaus toteutettu vain muutamassa yksikössä. Myöskään silikaatti-, natrium- ja happianalyysaattorit eivät ole kovin yleisiä. Fosfaattianalyysaattori on vain yhdessä yksikössä. Ainoastaan amiineja käyttävissä ns. AVT-ajotavan kaikissa kattilavesissä ei ollut K-johtokykymittauksia, jota tämän ajotavan kattilaveden laadun valvonta edellyttää.

Suosittelavat jatkuvan analytiikan instrumentit ovat:

- syöttövesi : pH, ns. kationinvaihdettu johtokyky, happi, natrium ja silikaatti
- kattilavesi: pH, johtokyky (mahdollisesti myös ns. kationinvaihdettu johtokyky), silikaatti ja natrium (ja fosfaatti)
- tulistettu höyry: ns. kationinvaihdettu johtokyky , silikaatti, natrium ja pH
- kyläinen höyry: ns. kationinvaihdettu johtokyky
- ruiskutusvesi (esim. Dolezal): ns. kationinvaihdettu johtokyky

Vesi-höyrykierron laatuormina käytetään lähes yksinomaan laitoksen paineluokkaa vastaavia DENÅ-ohjearvosuosituksia. Ainoastaan yhdessä yksikössä (laitoksessa) on otettu huomioon, että kun lämpökuorma on paikallisesti $> 230 \text{ kW/m}^2$, tulisi noudattaa paineluokasta riippumatta kattilavedessä silikaattia lukuun ottamatta 160/140 bar ja syöttövedessä $> 67 \text{ bar}$ ohjearvosuosituksia. Tämä olisi kuitenkin kaikissa mahdollisissa tapauksissa otettava paremmin huomioon.

Ainoastaan amiineja käyttävässä jälkiannostuksessa tulisi noudattaa tuotteen myyjän antamia ohjearvoja ja ellei näitä ole VGB:n ns. AVT-ajotavan ohjearvosuosituksista johtokykyarvolle. VGB:n AVT-ajotavan johtokykyarvon suositus kattilavedelle on: K-johtokyky $< 0,5 \text{ mS/m}$, jos lämpökuorma $< 250 \text{ kW/m}^2$ ja $< 0,3 \text{ mS/m}$, jos lämpökuorma $> 250 \text{ kW/m}^2$. [3] Kalvoamuodostavien amiinien suhteen on todettava, että se häiritsee sekä pH- että johtokykymittausta muodostaen kalvon mitta-anturien pinnalle ja pidättyy näytekatationinvaihtimen hartsin saastuttaen sen.

Laitoksilla on käytössä seuraavat jälkiannostelukemikaaliyhdistelmät:

– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$	2 yksikköä
– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$	1 ”
– $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 / \text{Na}_3\text{PO}_4$	1 ”
– $\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4 (\text{NaOH})$	2 ”
– Elimin-ox + Na_3PO_4	3 ”
– Elimin-ox + $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (puskuri)	1 ”
– Boilex 510 A + Na_3PO_4	3 ”
– Boilex 510 A	1 ”
– Amercor 853 S	5 ”
– Azamina 8026-RD + Na_3PO_4	1 ”

Kemikaalin vaihdon yhteydessä vain yhdessä tapauksessa oli tehty peittäus.

Pelkistetysti voidaan todeta, että parhaiten asianomaisen paineluokan DENÅ-ohjearvosuosituksien saavutettiin käyttäessä jälkiannostukseen hydratsiinin/Elimin-ox:in (1,3 diaminourea) ja fosfaattien (trinitiumfosfaatti tai eri natriumfosfaattien) yhdistelmää. Eräissä yksiköissä, joissa jälkiannostukseen käytetään ns. amiinijoh-dannaisten monikomponenttituotteita on ollut seurauksena kattilaveteen korkea pH-arvo Todettakoon, että DENÅ-ohjearvo suositukset edellyttävät haihtumattoman alkalien käyttöä kattilaveden pH-arvon säätöön ja että VGB suosittelee lieriökattiloihin kattilaveden pH-arvon säätöön haihtumatonta alkalia (NaOH tai fosfaatteja) [3, sivut 13 ja 17].

DENÅ-ohjearvosuosituksien mukainen pH-yläraja-arvo kattilavedessä ylitetään usein. Todettakoon kuitenkin, ettei VGB:n ohjearvosuosituksissa pH-yläraja-arvoa ole kytketty johtokykyyn. VGB:n pH:n ohjearvo kattilavedessä kun $p < 136 \text{ bar}$ on $10 \pm 0,2$ laitoksissa, joissa on suolanpoistettu syöttövesi. Kyseistä pH-arvoa voidaan pitää toisaalta korkeana ja johtavan tilanteeseen, jossa kattilavedessä on vapaata alkalia. Mikäli pH-arvo on liian korkea muodostuu, magnetiittikalvo huokosena ja huonosti kiinnittyvänä kerrokseen, jos taas pH-arvo on liian alhainen muodostuu laminoitunut, huokonen metalliin kiinnittynyt magnetiittikerros. Tämä koskee myös kattilan vesi-pintojen mahdollisia kokonaisuudesta poikkeavia paikallisia olosuhteita. Korkea pH-arvo vaikuttaa epäedullisesti myös höyryn laatuun. Tämän ja kattilateräksen korroosiokestävyyden takia tulee pH-arvon olla optimialueella.

Tarkasteltaessa kattilaveden laatua suhteen $\text{pH}/\text{P}_2\text{O}_5$ avulla, voidaan todeta, että useissa yksiköissä kattilavedessä on vapaata lipeää. Näissä tapauksissa olisi suositeltavaa siirtyä modifioituihin fosfaatin annostelujärjestelmiin, lähinnä koordinoituun fosfaatin-valvontaan tai mahdollisesti kongurenttiin fosfaatin valvontaan. Tällöin voidaan määrätyn edellytyksin estää fosfaatin piiloutuminen (hide out ilmiö) happamina fosfaattiyhdisteinä raskaasti kuormitetuille lämpöpinnoille. Kongurentissakin fosfaatin valvonnassa on kuitenkin esiintynyt fosfaattien piiloutumista, kun lämpöpinnoilla on ollut ”korroosiokerrostuma” [6].

Kattilaveden puskurikapasiteetti pH-arvon suhteen on useissa tapauksissa pieni, erityisesti tapauksissa, joissa ei käytetä fosfaatteja. Tästä on seurauksena häiriötapauksissa suuret muutokset pH-arvossa.

Liunneen hapen pitoisuudet ovat eräissä tapauksissa suurehkoja.

Johtokykyarvot ns. suorana mittauksena eivät anna informaatiota pienistä neutraalisuolavuodoista . Ainakin syöttövedessä ja höyryissä (myös lauhteissa, ellei alkali-vuotoa) tulisi olla ns. K-vaihdettu johtokykymittaus.

Lyhyesti ns. vetyhyökkäyksestä (joka on eräs hot water oxidation muoto) voidaan todeta, että se muodostuu alueelle missä on epäpuhtauksia sisältävä kerros, häiriintynyt virtaus ja kohonnut lämpötila. Happamuuden tai alkalisuuden takia muodostunut huokonen magnetiittikalvo, joka ei suoja. Vaurio aiheutuu siitä, että korroosioreaktiossa muodostunut vety voi diffundoitua putkimateriaaliin (jossain määrin myös materiaalin läpi). Syntyvä vety in statu nascendi-tilassa aiheuttaa myös metaanin muodostumista teräksen sisälle reaktiosta hiilen kanssa. Sekä putkimateriaaliin diffundoituva vety että muodostuva metaani (syntyneiden kaasukuplien paineen kasvaessa riittävän suureksi) aiheuttavat mikrohalkemia, jotka riittävässä määrin esiintyessään johtavat ko. vaurion. Ongelmallinen tilanne on compoundteräksillä, sillä vedyn diffundoituminen ruostumattoman teräsmateriaalin lävitse on erittäin pieni. Päätekijät tässä korroosiotapahtumassa ovat happamat epäpuhtaudet tai happamuutta kattilaolosuhteissa esim. magnetiittikerroksen huokosissa muodostavat yhdisteet (kattilavesi voi tällöin olla alkalinen), suspendoituvat aineet, liukoiset suolat (erityisesti klorideja pidetään vaarallisina), liennut happi ja kupari. pH-alue alle 4-5 pH-yksikön on erittäin ongelmallinen. Tapahtuman reaktiot nopeutuvat huomattavasti kun lämpötila on yli 400 °C. Ongelmien estämiseksi tulisi kattilavedessä olla kiinteää alkalia (NaOH tai fosfaattia) oikean pH-alueen ylläpitämiseksi sekä alhainen johtokyky ts. alhainen edellä esitettyjen epäpuhtauksien määrä. On kuitenkin otettava huomioon, että myös liian suuri alkalisuus aiheuttaa ongelmia ja vastaavan tyyppisen vaurion, tällöin edellytetään kuitenkin huomattavaa alkalisuutta. Myös kattilan konsruktiolla ja mm. hitsaussaumojen laadulla voidaan vaikuttaa edellä esitettyihin tapahtumiin. [7]

Lopuksi voidaan todeta, että vesi-höyrykierron analyttiseen valvontaan tulisi panostaa entistä enemmän ja että olisi varmistettava riittävän puhdas vesilaatu (erityisesti tulisi minimoida sekä liuenneen hapen että suolojen kuten kloridien pitoisuudet, samoin kuin CO_2 -pitoisuus). Olisi myös selvittävä, lähinnä SiO_2 , kokonais-Fe:n ja kokonais-Cu:n suhteen, että käytetään kyseiseen tarkoitukseen soveltuvaa analyysi-menetelmää. Niin ikään voidaan todeta, että kyseisissä ”puhtaissa” vesilaaduissa, jo pienetkin häiriötekijät (kuten pieni neutraalisuolavuoto) voivat aiheuttaa ongelmia ja vaurioittaa terästä suojaavaa magnetiittikalvoa erilaisin mekanismein. Erityisen ongelmallinen on tilanne, jossa on liuennutta happea läsnä. Myös kupari aiheuttaa häiriötä magnetiittikalvossa, tämän lisäksi jäännöshappi aiheuttaa vesi-höyrykierrossa suoranaista happikorroosiota.

Kattilavesikemikaalien toimittajilta tulee edellyttää selkeitä vedenlaadun ohjearvoja tilanteisiin, jotka ovat yleisten ohjearvosuositusten ulkopuolella. Samoin tulee edellyttää selvitystä kaikista kemikaaleista ja kemikaalien hajoamistuotteista ja niiden merkityksestä vesihöyrykiertoon.

KIRJALLISUUS:

[1] Sinikka Kurkela, DI-työ TKK 1985, Terminen kaasunpoisto ja jäännöskaasujen vaikutus korroosioon kaukolämpöjärjestelmien vesikiertossa.

[2] Nalco, Hydratsiinia korvaava Elimin-ox: 12 vuotta tuloksia lämpövoimalaitoksissa (suomennos esitelmästä, joka on pidetty Power-gen Europea, Pariisi 25.-27.5.1993).

[3] VGB-Sondertagung ” Orgaanise Konditionieruns- und Sauerstoffbindmittel” VGB-TB 450, V. X = Vortrag nro X.

[4] Carl J. Cappabianca ja Jesse S. Beecher (Ashland), Update on the Chemistry and Applications of Methyl Ethyl Ketoxime, Corrosion '87 Moscone Center San Francisco, California March 9-13 1987.

[5] Renne Orsa, Syöttöveden käsittely, EKONO 125.

[6] Barry Dooley ja Warren P. McNaughton, Appropriate Controls for Phosphate Boiler Water Treatments to Avoid Acid Phosphate Corrosion and Hydrogen Damage, Power Plant Chemistry 2001, 3(3), s 127-134.

[7] G. M. W. Mann, History and Causes of On-Load Waterside Corrosion in Power Boilers, Br. Corros. J., 1977, Vol. 12, No 1 ja P.-H. Effertz, Spröde Rohrraisser in den Verdampferrohren von Naturumlaufkessel nach ungewöhnlich intensiver Heisswasseroxidation, VGB Kraftwerkstechnik 1/1990.

[8] Tuotteen myyjän, Suomen KL-Lämpö Oy. esite.

LIITTEET I-VIII

LIERIÖPAINE ANALYSAATTORIT	<67 bar syve kave tuhö	67 -75 bar syve kave tuhö	76 - 90 bar syve kave tuhö	91 - 100 bar syve kave tuhö	> 100bar syve kave tuhö
pH	2 2 0	2 2 0	4 6 4	5 3 2	5 5 3
johtokyky	2 2 2	2 2 0	4 5 2	4 4 3	3 4 3
johtokyky K-vaihdettu	0 0 0	1 0 1	2 1 1	2 1 2	4 3 1
Silikaatti	0 0 2	0 0 1	1 1+1 ⁽¹⁾ 1+1 ⁽¹⁾	2 0 0	1 2 4
fosfaatti	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0
natrium	0 0 2	0 0 0	0 0 0	0 0 0	2 1 1
happi	2	2 ⁽²⁾	2	1	2
LAATUNOIRMIT LÄMPÖKUORMA	< 67 bar	67 - 75 bar	76 -90 bar	91 - 100 bar	> 100bar
Ei tietoa kpl DENÅ/VGB kpl/bar	2 ; 125/110 ⁽⁵⁾	2	3 ⁽³⁾ 2 ; 71/65 ⁽⁴⁾ 1; 90/84 ⁽⁵⁾	2; 94/80 ⁽⁵⁾ 1; 90/84 ⁽⁵⁾ 1; 125/110 ⁽⁵⁾ 1; 160/140 ⁽⁵⁾	1; 90/84 ⁽⁵⁾ 1; 120/100 ⁽⁵⁾ 1; 125/100 ⁽⁵⁾
LÄMPÖKUORMA > 230 kW/m2 on otettu huomioon kpl ei otettu huomioon kpl ei osaa sanoa kpl ei tietoja kpl	2	1 1	3 1 2	3 1 ⁽⁷⁾	1 ⁽⁶⁾ 3

¹⁾ epäkunnossa²⁾ toisessa laitoksessa siirrettävä³⁾ laitoksien DENÅ/VGB paineluokasta ei tietoa⁴⁾ sovellettu DENÅ/VGB⁵⁾ DENÅ⁶⁾ laitoksen ohjearvot eivät vastaa DENÅ-ohjeearvosuosituksia 160/140 bar kattilavedelle⁷⁾ laitoksessa sovelletaan DENÅ-ohjeearvosuosituksia 160/140 bar kattilavedellä

TIEDOT JÄLKIANNOSTELUN KEMIKAALEISTA (laitosyksikköä kpl)	< 67 bar	67 - 75 bar	76 - 90 bar	91 - 100 bar	> 100 bar
N ₂ H ₄ + Na ₃ PO ₄ N ₂ H ₄ + Na ₂ HPO ₄ +Na ₃ PO ₄ N ₂ H ₄ + NaH ₂ PO ₄ + Na ₂ HPO ₄ /Na ₃ PO ₄ NH ₃ + N ₂ H ₄ + Na ₃ PO ₄ (tarv. NaOH) Elimin-ox + Na ₃ PO ₄ Elimin-ox + Na ₃ PO ₄ + Na ₂ SO ₄ ¹⁾ Boilex 510 A + Na ₃ PO ₄ Boilex 510 A Amercor 853 S Azamina 8026-RD+Na ₃ PO ₄	2	1 1	1 1 1 3	2 1 1 ²⁾	1 2 1 1
VAIHTO AO. KEMIKAALIIN kpl/vuosi	< 67 bar	67 - 75 bar	76 - 90 bar	91 - 100 bar	> 100 bar
Elimin-ox Boilex 510 A Amercor 853 S Azamina 8002 Azamina 8006 Azamina 8026 EI VAIHTOA, N ₂ H ₄	2 (?)	1 (-95)	1 (-97) 8 (-88) ; 1 (-94)	1 (?) 1 (?) 1 ³⁾ 1 ³⁾	1(-91) ; 1 (?) 1 (-91) 1(98)
PEITTAUS KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ, kpl	< 67 bar	67 - 75 bar	76 - 90 bar	91 - 100 bar	> 100 bar
Suoritettu peittäus Ei peittäusta Ei tietoja	2	1	4	2	2 3

¹⁾ Na₂SO₄ kattilaveden pH-puskurikapasiteetin lisäämiseksi

²⁾ ei todennäköisesti fosfaatin annostusta

³⁾ sama laitos useampia vaihtoja

VESI-HÖYRYKIERRON VALVONTA

LIITE III

LIERIÖPAINE <67 bar, 2 yksikköä (liite 9, laitokset 5 ja 6)

	Ohjearvot		Normaaliajossa arvo		
	VGB ⁽¹⁾	DENÅ ⁽²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	> 9	8,5- 9,5 ⁽⁴⁾	8,8	7,8	9,9
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,15	0,08	0,45
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.			
Happi mg/l	ei määrit.	< 0,01	0,01	<0,005	0,04
Hapensitoja mg/l			Elimin-ox		
Kok.Fe mg/l	<0,020	<0,05	0,7	<0,2	2
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
SiO ₂ mg/l	<0,02	kave vaat. muk.	0,005 ⁽⁶⁾	0,001	0,015
Kovuus mval/l		<0,03			
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/- 0,2	9,0 - 9,1+lgγ ⁽⁵⁾	9,5	8,3	10,4
johtokyky mS/m		< 80	2	0,6	9,7
K-johtokyky mS/m	< 5				
p-arvo mval/l		<2	0,03	0	0,15
Na mg/l		<650 (Na+K)		1	9,5
P ₂ O ₅ mg/l	< 6 (PO ₄)	< 15 (PO ₄)	2,5	1	10
Kok.Fe mg/l			0,02	0,01	0,04
SiO ₂ mg/l	< 10 ⁽³⁾	35+3,5xp-arvo	0,3	0,1	1
KMnO ₄ mg/l		<200	5	2	12

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)

²⁾ DENÅ syöttövesi < 67 bar ja kattilavesi 67/62 bar (vuodelta 1985)

³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta, arvioitu vuoden 1980 ohjearvokäyrästä

⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2

⁵⁾ neutraloitu fenolftaleeiinin suhteen, johtokyky mS/m

⁶⁾ lisäveden pitoisuudet

VESI-HÖYRYKIERRON VALVONTA

LIITE IV

LIERIÖPAINE 67 - 75 bar bar, 2 yksikköä (liite 9, laitokset 9 ja 15)

	Ohjearvot		Normaalijaksossa arvo		
	VGB ⁽¹⁾	DENÅ ⁽²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	>9	8,5 - 9,5 ⁽⁴⁾	9,0 (9,5)	8,7	9,8
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,35(0,6)	0,2	0,8
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.	0,06	0,03	0,1
Happi mg/l	ei määrit.	<0,01	0,005	0,5	0,12
Hapensitoja			N ₂ H ₄ /Elimin-ox		
mg/l			0,1/0,4	?/0,2	0,02/1,0
Kok.Fe mg/l	< 0,020	<0,02	0,01		0,02
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,003			
SiO ₂ mg/l	<0,020	kave vaat. muk.			
Kovuus mval/l		<0,001			
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/-0,2	9,0 - 9,1+lgγ ⁽³⁾	9,4	8,6	10
johtokyky mS/m		<40 ⁽³⁾	3,5	1,5	8
K-johtokyky mS/m	<5				
p-arvo mval/l		<0,75	0,03	0,01	0,2
Na mg/l		< 80 (Na+K)			
P ₂ O ₅ mg/l	<6 (PO ₄)	2 - 6 (PO ₄)	2	0,7	5
Kok.Fe mg/l			0,06	0,01	0,12
SiO ₂ mg/l	<8 ⁽³⁾	< 3	0,5	0,2	1
KMnO ₄ mg/l		<40	7	4	15

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)

²⁾ DENÅ syöttövesi < 67 bar ja kattilavesi 90/84 bar (vuodelta 1985)

³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta arvosta, arvioitu vuoden 1980 ohjearvokäyrästä

⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2

⁵⁾ neutraloitu fenolftaleeiinin suhteen, johtokyky mS/m

VESI-HÖYRYKIERRON VALVONTA

LIITE V

LIERIÖPAINE 76 - 90 bar, 6 yksikköä (liite 9, laitokset 10,12,13,14,17,18)

	Ohjearvot		Normaaliajossa arvo		
	VGB ¹⁾	DENÅ ²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	>9	8,5 - 9,5 ⁴⁾	9/9,8	8,0/9,0	10
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,25	0,2	0,4
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.	0,03-0,13		
Happi mg/l	ei määrit.	<0,01	0,003		0,01
Hapensitoja			N ₂ H ₄ /Boilex/Amerc		
mg/l			0,08/0,65/1,42	0,05/0,10,8	0,15/0,9/3
Kok.Fe mg/l	< 0,020	<0,02	0,01	0	0,02
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,003	0	0	0,02
SiO ₂ mg/l	<0,020	kave vaat. muk.			
Kovuus mval/l		<0,001			
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/-0,2	9,0 - 9,1+lgγ ⁵⁾	9,5	8,5	10
johtokyky mS/m		<40 ⁵⁾	2/ 0,7 ⁶⁾	1,5/ 0,4 ⁶⁾	50/ 0,7 ⁶⁾
K-johtokyky mS/m	<5				
p-arvo mval/l		<0,75	0,03	0,01	0,2
Na mg/l		< 80 (Na+K)	<5/0,4		<300
P ₂ O ₅ mg/l	<6 (PO ₄)	2 - 6 (PO ₄)	2,0 ⁷⁾	1	4
Kok.Fe mg/l			0,03	0,02	0,1
SiO ₂ mg/l	³⁾	< 3	0,25	0,2	0,9
KMnO ₄ mg/l		<40	3,0/12,0	-/10	-/15

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)

²⁾ DENÅ syöttövesi > 67 bar ja kattilavesi 90/84 bar (vuodelta 1985)

³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta arvosta

⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2

⁵⁾ neutraloitu fenolftaleeiinin suhteen, johtokyky mS/m

⁶⁾ Amercor-annostus, ATV-ajotavassa tulisi kattilaveden K-johtokykyarvon olla < 0,5 mS/m lämpökuorman < 250 kW/m² tai < 0,3 mS/m lämpökuormalla > 250 kW/m²

⁷⁾ N₂H₄ + Na₃PO₄-annostus

VESI-HÖYRYKIERRON VALVONTA

LIITE VI

LIERIÖPAINE 91 - 100 bar, 1 yksikköä(94 bar), ohjearvot 160/140 bar (liite 9, laitos4)

	Ohjearvot		Normaalijaksossa arvo		
	VGB ⁽¹⁾	DENÅ ⁽²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	>9	8,5 - 9,5 ⁽⁴⁾	8,6	8	9
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,05	0,03	0,1
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.	0,08	0,05	0,1
Happi mg/l	ei määrit.	<0,01	0,005		
Hapensitoja			Elimin-ox		
mg/l			0,1	0,05	0,5
Kok.Fe mg/l	< 0,020	<0,02	0,01		
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,003			
SiO ₂ mg/l	<0,020	kave vaat. muk.			
Kovuus mval/l		<0,001			
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/-0,2	8,5 - 9,1+lgγ ⁽⁵⁾	9,5	8,5	9,9
johtokyky mS/m		<4 ⁽⁵⁾	0,7	0,2	0,9
K-johtokyky mS/m	<5				
p-arvo mval/l		<0,05	0,02	0,01	0,05
Na mg/l		< 8 (Na+K)	1,2	1	1,8
P ₂ O ₅ mg/l	<6 (PO ₄)	2 - 6 (PO ₄)	1,2	0,5	3
Kok.Fe mg/l			0		
SiO ₂ mg/l	⁽³⁾	< 0,35	0,15	0,1	0,5
KMnO ₄ mg/l		<5	2	1	4

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)

²⁾ DENÅ syöttövesi < 67 bar ja kattilavesi 160/140 bar (vuodelta 1985)

³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta arvosta

⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2

⁵⁾ neutraloitu fenolftaleeiinin suhteen, johtokyky mS/m

LIERIÖPAINE 91 - 100 bar, 4 yksikköä (liite 9, laitokset 1, 7, 11, 19)

	Ohjearvot		Normaaliajossa arvo		
	VGB ⁽¹⁾	DENÅ ⁽²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	>9	8,5 - 9,5 ⁽⁴⁾	8,6/9,8	8,3/9,5	9,2/10
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,2	0,11	0,52
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.	0,06	0,04	0,1
Happi mg/l	ei määrit.	<0,01	<0,005		<0,005/0,01
Hapensitoja			N ₂ H ₄ /Boilex/Amercort ⁽⁸⁾		
mg/l			0,24/0,27/4	0,16/0,15/2	0,33/0,35/6
Kok.Fe mg/l	< 0,020	<0,02	0,02	0,02	0,02
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,003			
SiO ₂ mg/l	<0,020	kave vaat. muk.			
Kovuus mval/l		<0,001	<0,01°dH ⁽⁶⁾	<0,01°dH ⁽⁶⁾	<0,01°dH ⁽⁶⁾
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/-0,2	8,5 - 9,1+lgγ ⁽⁵⁾	9,1/10,5 ⁽⁷⁾ /9,5 ⁽⁸⁾	8,4/10,2/9,2	9,5/10,8/10
johtokyky mS/m		<15 ⁽⁵⁾	1,7/4,9 ⁽⁷⁾ /1,5 ⁽⁸⁾	1,7/3/0,7	2,6/9/3,1
K-johtokyky mS/m	<5				
p-arvo mval/l		<0,20	/0,02 ⁽⁸⁾	/0,01	/0,15
Na mg/l		< 30 (Na+K)	3,05	1	5
P ₂ O ₅ mg/l	<6 (PO ₄)	2 - 6 (PO ₄)	2,58/0,82	0,56/0,36	5,14/1,28
Kok.Fe mg/l			0,07	0,03	0,19
SiO ₂ mg/l	⁽³⁾	< 1,0	0,25	0,13	1
KMnO ₄ mg/l		<15	6	5	12

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)²⁾ DENÅ syöttövesi > 67 bar ja kattilavesi 125/110 bar (vuodelta 1985)³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2⁵⁾ neutraloitu fenoltaleeiinin suhteen, johtokyky⁶⁾ tiedot vain yhdestä yksiköstä⁷⁾ Boilex-annostus⁸⁾ Americor-annostus, ATV-ajotavassa tulisi kattilaveden K-johtokykyarvon olla < 0,5 mS/m lämpökuorman < 250 kW/m² tai < 0,3 mS/m lämpökuormalla > 250 kW/m²

VESI-HÖYRYKIERRON VALVONTA

LIITE VIII

LIERIÖPAINE >100 bar, 5 yksikköä (liite 9, laitokset 2, 3, 8, 16,20)

	Ohjearvot		Normaaliajossa arvo		
	VGB ⁽¹⁾	DENÅ ⁽²⁾	jatkuva	minimi	maksimi
syöttövesi					
pH	>9	8,5 - 9,5 ⁽⁴⁾	8,8/9	8	9,5
Johtokyky mS/m	ei määrit.	kave vaat. muk.	0,05/0,3 ⁽⁶⁾	0,02/0,25	0,1/0,5
K-johtokyky mS/m	<0,02	kave vaat. muk.	0,7 ⁽⁹⁾		
Happi mg/l	ei määrit.	<0,01	0,015	0,01	0,05
Hapensitoja mg/l			Elimin-ox/Boilex/Amecor/Azamina		
Kok.Fe mg/l	< 0,020	<0,02	0,7/90 ⁽⁸⁾ /0,3 ⁽⁹⁾	0,3/50 ⁽⁸⁾ /-	1/100 ⁽⁸⁾ /-
Kok. Cu mg/l	<0,003	<0,003	0,015/<0,02 ⁽⁹⁾	0,008	0,05
SiO ₂ mg/l	<0,020	kave vaat. muk.	0,029/<0,003 ⁽⁹⁾	0,01	0,05
Kovuus mval/l		<0,001			
Na mg/l		kave vaat. muk.			
KMnO ₄ mg/l		kave vaat. muk.			
kattilavesi					
pH	10 +/-0,2	8,5 - 9,1+lg ⁻¹ ⁽⁵⁾	9,0/10,2 ⁽⁷⁾ /8,5-9,5 ⁽⁹⁾	8,0/10,0	10/10,6
johtokyky mS/m		<15 ⁽⁵⁾	0,7/4 ⁽⁶⁾ /15 ⁽⁷⁾ /2,3 ⁽⁹⁾	0,3/3/10	3,0/10,0/17/2,3
K-johtokyky mS/m	<5				
p-arvo mval/l		<0,20	0,02/0,4 ⁽⁷⁾ /0,02 ⁽⁹⁾	0,01/0,2	0,1/0,6
Na mg/l		< 30 (Na+K)	2/6,8 ⁽⁷⁾ /3,3 ⁽⁹⁾	1	5/15 ⁽⁷⁾
P ₂ O ₅ mg/l	<6 (PO ₄)	2 - 6 (PO ₄)	2/3,5 ⁽⁹⁾ (PO ₄)	0,5	7
Kok.Fe mg/l			0,02/0,016 ⁽⁹⁾	0,008	2
SiO ₂ mg/l	⁽³⁾	< 1,0	0,3/4 ⁽⁷⁾	0,1/2	3,0/6
KMnO ₄ mg/l		<15	2/6 ⁽⁹⁾	0,5	9

¹⁾ VGB syöttövesi > 64 bar ja kattilavesi <136 bar (vuodelta 1988)

²⁾ DENÅ syöttövesi > 67 bar ja kattilavesi 125/110 bar (vuodelta 1985)

³⁾ Riippuu paineesta ja p-arvosta

⁴⁾ jos Cu-metalleja yläraja 9,2

⁵⁾ neutraloitu fenolftaleeiinin suhteen, johtokyky mS/m

⁶⁾ Boilex-annostus

⁷⁾ Amecor-annostus, ATV-ajotavassa tulisi kattilaveden K-johtokykyarvon olla < 0,5 mS/m lämpökuorman < 250 kW/m² tai < 0,3 mS/m lämpökuormalla > 250 kW/m². Ohjearvot laitoksella 90/84 bar

⁸⁾ suureen yksikkö?

⁹⁾ Azamina -annostus

LIITE IX

	1	2	3
KATTILAN KÄYTTÖARVOT (LIERIÖPAINE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA)	bar / kg/s		
SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO	DENÄ / VGB		
LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA	ETY-raportti 15/1985 DENÄ	DENÄ	DENÄ
ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA	KYLLÄ /EI		
KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA	Ei	Ei	Kyllä
TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)	1991	1975	1996
	12,4	8,6	12,572
	12,8	8,6	12,572
	34	20	38,5

NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESI JA KATTILAVESI ANNOSTUS KEMIKAALIT			
KEMIKAALI 1 NIMI			
KEMIKAALIN KALUPPANIIMI	Azamina 8002 v.1991, Azamina 8026 v. 1998	Polyamiini vuodesta 1991	Boilex 510, 1996
ANNOSTUSKOHTA	Syöttövesisäiliö	Amercor 853S	Syöttövesisäiliö
ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	4-5 mg/l	4 mg/l syöttövetä
KEMIKAALI 2 NIMI	Sykloheksyyliamiini >25%, Etyylimetyylikatokssiimi	40-50% v 1999	Trinatriumfosfaatti, 1996
KEMIKAALIN KALUPPANIIMI	Boiler 510A		
ANNOSTUSKOHTA	Syöttövesisäiliö		ennen ekonomaiseria
ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	3000 l/vuosi	0,3 mg/l syöttövetä
PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?	Ei	Ei	
VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvittaessa)			

pH	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
Johtokyky	x	x		x	x		x	x	x
Johtokyky kationin vaihdon jälkeen	x	x		x	x	x	x	x	x
Silikaatti			x					x	x
Fosfaatti									
Natrium				x					
Happi									

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANALYSAATORI MÄÄRITYKSET JA NIIDEN TULOKSET (Lisää taulukosta mahdolliset puuttuvat arvot)

	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa a	Maksimi arvo normaaliajossa a	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa a	Maksimi arvo normaaliajossa a	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa a	Maksimi arvo normaaliajossa a
Syöttöveden pH-arvo	8,8	8,6	9,2	8,8	8,4	9,2	8,7	8	9,5
Syöttöveden johtokyky mS/m	0,15	0,11	0,33	2,4	1,5	3,5	0,3	0,25	0,5
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)				220	200	240			
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l	0,27	0,15	0,35				90	50	100
Mikä kemikaali?	Boilex 510 A						Boilex		
Syöttöveden happipitoisuus mg/l	<0,005	0	<0,005	0,015	0,01	0,025	< 0,01		< 0,01
Kokonaisarauta mg/kg	0,02	0,02	0,03	0,012	0,008	0,03	0,02	< 0,004	0,05
Kokonaiskupari mg/kg				0,029	0,01	0,05	< 0,01		< 0,01
Kattilaveden pH-arvo	10,5	10,2	10,8	10,2	10	10,6	9,2	8,5	9,8
Kattilaveden johtokyky mS/m	4,9	3	9	150	100	170	4	3	8
Kattilaveden p-arvo	0,26	0,14	0,49	0,4	0,2	0,6			
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)				6,8	1	15			
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg	0,82	0,36	1,28				3	1	7
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg	0,07	0,03	0,19	0,015	0,015	2	0,03	0,01	0,1
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg	0,25	0,13	0,42	4	2	6	0,6	0,3	1,2
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg	8,1	4,9	12,2	4,5	2	9			
Muu kemikaalipitoisuus mg/l									
Mikä kemikaali?									
Kattilavesi jatkuvauulospuhallus pH-arvo	10,5	10,3	10,8						
Kattilavesi jatkuvauulospuhallus johtokyky mS/m	5,3	3,4	9,9						
Kattilavesi jatkuvauulospuhallus p-arvo	0,28	0,16	0,53						
Syöttöveden kovuus °dH	<0,01	<0,01	<0,01				< 0,001		0,015
Kattilavedan Mn pit. mg/l							< 0,01		0,03
Kattilaveden Cu-pit.									

Laboratorion määritykset 1.1-30.4.2001

		4		5	
KATTILAN KÄYTTÖÄRVOT (LIERIÖPAINE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA)	bar / kg/s	94	108	67	37
SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO	DENÅ / VGB	DENÅ		DENÅ	
LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA	Lieriö / tulis. höyry KYLLÄ /EI	160	140	120	110
ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA		EOS		1993	
KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA					
TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)		12,5	11,7	31	7 8,1
NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESI JA KATTILAVESI ANNOSTUS KEMIKAALIT KEMIKAALI 1 NIMI		Trinatriumfosfatti, 1990		Trinatriumfosfatti	
KEMIKAALIN KAUPPANIMI ANNOSTUSKOHTA ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	Ennen doletsaalia		0,221 g/t	
KEMIKAALI 2 NIMI		Dinatriumfosfaatti, 1990		Elimin-OX	
KEMIKAALIN KAUPPANIMI ANNOSTUSKOHTA ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	Ennen doletsaalia		1,16 g/t	
PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?					
VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvittaessa)					

pH
Johtokyky
Johtokyky kationin vaihdon jälkeen
Silikaatti
Fosfaatti
Natrium
Happi

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	x
x	x	x
x		

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	
x	x	x
		x
		x
x *		

* epäkunnossa

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAI

Syöttöveden pH-arvo
Syöttöveden johtokyky mS/m
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l

Mikä kemikaali?
Syöttöveden happipitoisuus mg/l
Kokonaisarauta mg/kg
Kokonaiskupari mg/kg
Kattilaveden pH-arvo
Kattilaveden johtokyky mS/m
Kattilaveden p-arvo
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg
Muu kemikaalipitoisuus mg/l
Mikä kemikaali?
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus pH-arvo
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus johtokyky mS/m

Kattilavesi jatkuvaulospuhallus p-arvo
Syöttöveden kovuus °dH
Kattilavedan Mn pit. mg/l
Kattilaveden Cu-pit.

Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
8,6	8	9
0,05	0,03	0,1
0,08	0,05	0,1
0,1	0,05	0,5
Elimin OX		
0,005		
0,01		
9,5	8,5	9,9
0,7	0,2	0,9
0,02	0,01	0,05
1,2	1	1,8
1,2	0,5	3
0		
150	100	500
2	4	1
0,001	0	0,003

Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
9	7,8	9,9
0,2	0,11	0,45
0,8	0,3	2
Elimin- OX		
0,015	0,005	0,04
<0,01	<0,01	0,01
0,005	0,001	0,015
9,5	8,3	10,2
2	0,6	9,5
0,04	0	0,15
2	1	6
2,5	1	6
0,02	0,01	0,04
0,4	0,15	1
3,5	2	8,5

lisävesi

		6		7		8	
KATTILAN KÄYTTÖARVOT (LIERIÖPAINE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA)	bar / kg/s	92	85	95	75	103	70
SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO	DENÄ / VGB	DENÄ		DENÄ			
LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA	Lieriö / tulis. höyry KYLLÄ /EI	125	110		84	120	100
ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA				Ei		Ei	
KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA		1990	1995	1977		1977 sekä ne osat, jotka on vaihdettu.	
TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)		11	9,6	10	10,5	26,4	9,81 9,81 23
NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESI JA KATTILAVESI ANNOSTUS KEMIKAALIT							
KEMIKAALI 1 NIMI	Trinatriumfosfatti			Hydraziini, 1977* Liozan		Elimin-OX, 1996	
KEMIKAALIN KAUPPANIEMI				Syve-säiliö		Syöttövesisäiliö kaasunpoistajan alaosaan 0,5 mg/l syöttövesipumppujen imupuolella jäännöstä	
ANNOSTUSKOHTA							
ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	0,221 g/t					
KEMIKAALI 2 NIMI				Trinatriumfosfatti, 1977		Fosfaatti, 1977	
KEMIKAALIN KAUPPANIEMI	Elimin-OX			Syöttövesilinja kattilaan		Trinatriumfosfaatti	
ANNOSTUSKOHTA						Eko 3 jälkeen ennen lieriötä	
ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	1,16 g/t				1..2 mg/i kattilavedestä mitattuna	
PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?				Ei ole vaihdettu		Ei	
VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvitaessa)							

	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry		Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry		Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry	
pH	x	x			x	x			x	x	x	
Johtokyky	x	x	x		x	x	x		x	x	x	
Johtokyky kationin vaihdon jälkeen									x	x	x	
Silikaatti			x								x	
Fosfaatti												
Natrium			x						x	x	x	
Happi	x								x			

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAI

	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa		Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa		Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa	
Syöttöveden pH-arvo	8,8	7,8	9,2		9,2				9,2	8	9,5	
Syöttöveden johtokyky mS/m	0,15	0,08	0,39		0,52				0,05	0,02	0,1	
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)												
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l	0,7	0,2	1,3						0,7	0,3	1	
Mikä kemikaali?	Elimin- OX											
Syöttöveden happipitoisuus mg/l	0,01	0	0,026						0,015	0,01	0,05	
Kokonaisarauta mg/kg	<0,01	<0,01	0,01						0,01	0,005	0,04	
Kokonaiskupari mg/kg	0,005	0,001	0,015						-			
Kattilaveden pH-arvo	9,5	7,3	10,4		9,3				9,3	8	10	
Kattilaveden johtokyky mS/m	2	0,8	9,7		2,6				0,7	0,3	3	
Kattilaveden p-arvo	0,03	0	0,15		0,05				0,02	0,01	0,04	
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)	2	1	9,5		2,82				2	0,8	5	
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg	3	1,4	10		3,3				2	0,5	6	
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg	<0,01	<0,01	0,03						0,015	0,008	0,5	
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg	0,25	0,1	0,4		0,16				0,25	0,1	1	
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg	6	4	12		7				1,2	0,5	3	
Muu kemikaalipitoisuus mg/l												
Mikä kemikaali?												
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus pH-arvo												
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus johtokyky mS/m												
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus p-arvo												
Syöttöveden kovuus °dH					0				0		0,002 mmol/l	
Kattilavedan Mn pit. mg/l												
Kattilaveden Cu-pit.												

* Lyhyitä kokeiluja Azaminalla, lauhdeiden (kuivauskone ja turbiinilauhdutin) kuparipitoisuus nousi voimak

		9		10	
KATTILAN KÄYTTÖARVOT (LIERIÖPAINE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA)	bar / kg/s	70	66	84	140
SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO	DENÄ / VGB				
LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA	Lieriö / tulis. höyry				
ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITTU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA	KYLLÄ /EI				
KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA	Uusi SK5 on peitattu ennen käyttöönottoa 1987			Uusi SK6 on peitattu ennen käyttöönottoa 1992	
TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)		10,1	10,4	27,5	13,3 13,7 39
NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESIJÄ KATTILAVESI ANNOTUS KEMIKAALIT					
KEMIKAALI 1 NIMI	Ammoniakkiliuos (laim.)/ Syöttövesisäiliö			Ammoniakkiliuos (laim.)/ Syöttövesisäiliö	
KEMIKAALIN KALUPPANIIMI	Hydratsiiniliuos (laim.)(Lewox 15)/syöttövesisäiliö			Hydratsiiniliuos (laim.)(Lewox 15)/syöttövesisäiliö	
ANNOTUSKOHTA					
ANNOTUSMÄÄRÄ	mg / l ms	Analyyssien tulosten mukaan kuhunkin syöttökohteeseen		Analyyssien tulosten mukaan kuhunkin syöttökohteeseen	
KEMIKAALI 2 NIMI	Tri(mono)natriumfosfaattiliuos / Kattilaan			Tri(mono)natriumfosfaattiliuos / Kattilaan	
KEMIKAALIN KALUPPANIIMI	(Tarvittaessa NaOH hieman Fosfaatin seassa)			(Tarvittaessa NaOH hieman Fosfaatin seassa)	
ANNOTUSKOHTA					
ANNOTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	Analyyssien tulosten mukaan kuhunkin syöttökohteeseen		Analyyssien tulosten mukaan kuhunkin syöttökohteeseen	
PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?					
VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvittaessa)					

pH
Johtokyky
Johtokyky kationin vaihdon jälkeen
Silikaatti
Fosfaatti
Natrium
Happi

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	
x	x	
		x
Siir. mitt.		

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	
x	x	
		x
	epäk.	epäk.
x		

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAI

Syöttöveden pH-arvo
Syöttöveden johtokyky mS/m
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l

Mikä kemikaali?
Syöttöveden happipitoisuus mg/l
Kokonaisarauta mg/kg
Kokonaiskupari mg/kg
Kattilaveden pH-arvo
Kattilaveden johtokyky mS/m
Kattilaveden p-arvo
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg
Muu kemikaalipitoisuus mg/l
Mikä kemikaali?
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus pH-arvo
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus johtokyky mS/m

Kattilavesi jatkuvaulospuhallus p-arvo
Syöttöveden kovuus °dH
Kattilaveden Mn pit. mg/l
Kattilaveden Cu-pit.

Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
9 (+- 0,3)	8,7	9,3
0,35	0,2	0,4
0,1		0,2
N2H4		
0,002		alle 0.01
9,4	8,6	10
2	1,5	5,5
0,03	0,01	0,2
2	0,9	5
0,06	0,01	0,12
0,3	0,2	0,9
7	5	15

P2O5

Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
9 (+ - 0,3)	8,7	9,3
0,32	0,2	0,4
0,08	0,05	0,15
N2H4		
0,002		0,01
9,4	8,6	10
3	1,5	5,5
0,03	0,01	0,2
2	0,9	5
0,04	0,02	0,1
0,3	0,2	0,9
12	10	15

P2O5

ikaasti.

[illegible][illegible]

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAL...

[illegible]

	14		15
KATTILAN KÄYTTÖARVOT (LIERIÖPAINE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA)	bar / kg/s		
SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO	DENÄ / VGB		
LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA	Sov: Ekono/DENÄ/VGB	DENÄ	
ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITTU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA	Lieriö / tulis. höyry KYLLÄ /EI		
	71 65	70 40	
	71 65		
KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA	Ei	Ei	1980
TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)			
	8 8 19	6,4 7,4 21	
NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESI JA KATTILAVESI ANNOSTUS KEMIKAALIT			
KEMIKAALI 1 NIMI	Polyamiini/Kalvo, 1988	ELIMIN -OX, 1995	
KEMIKAALIN KAUPPANIMI	Amercon 853S (Ent. Mitco A-853S/IVAMIN 803)		
ANNOSTUSKOHTA	Syvesäiliö, vesipinnanalle	SYVE-SÄILIÖN KAASUNPOISTAJAN KAULA	
ANNOSTUSMÄÄRÄ	4 mg/m3	0,1—0,5 mg/l	
		trinatriumfosfaatti +glabersuola_VUODESTA_1980	
KEMIKAALI 2 NIMI			
KEMIKAALIN KAUPPANIMI			
ANNOSTUSKOHTA		SYVE-PAINEJOHTO HÖYRYNJÄÄHDYTYKSEN	
ANNOSTUSMÄÄRÄ	mg / l tms	FOSF. 0,5—3,0 mg /l	
PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?	Ei	Ei	
VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvitaessa)			

	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry	Kylläinen höyry	Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
pH	x	x			x	x	
Johtokyky	x	x	x	x	x	x	
Johtokyky kationin vaihdon jälkeen					x		x
Silikaatti							
Fosfaatti							
Natrium					x		
Happi							

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAI

	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
Syöttöveden pH-arvo	9	8	10	9,5	9,1	9,8
Syöttöveden johtokyky mS/m	0,17			0,6	0,3	0,8
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)				0,06	0,03	0,1
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l				0,4	0,2	1
				Elimin-Ox	0,2	1
Mikä kemikaali?				0,008	0,005	0,012
Syöttöveden happipitoisuus mg/l	0,005	<0,01		0,01		0,02
Kokonaisarauta mg/kg	0,032	<0,01				
Kokonaiskupari mg/kg				9,5	9,1	9,8
Kattilaveden pH-arvo	9,5	8,5	10	5	3	8
Kattilaveden johtokyky mS/m	0,98	<50		0,02	0,01	0,06
Kattilaveden p-arvo						
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)	<5	<300		2	0,7	3,5
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg						
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg	0,025	<0,1		0,6	0,3	1
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg	0,121	<6	1	7	4	10
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg		<50				
Muu kemikaalipitoisuus mg/l	1,61	0,8	3			
Mikä kemikaali?				Puhdaslauihde NH3-vesiliuos		
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus pH-arvo				1,2 mg/l	0,8 mg/l	2,0 mg/l
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus johtokyky mS/m						

Kattilavesi jatkuvaulospuhallus p-arvo
Syöttöveden kovuus °dH
Kattilavedan Mn pit. mg/l
Kattilaveden Cu-pit.

19

20

KATTILAN KÄYTTÖARVOT (LIERIÖPAINIE JA JATKUVA KORKEIN KUORMA) SOVELLETTAVA KATTILAVEDEN LAATUNORMISTO LAATUNORMISTOSTA KÄYTETTY PAINELUOKKA

bar / kg/s

92

91

103

DENÄ / VGB Lieriö / tulis. höyry KYLLÄ /EI

DENÄ

DENÄ

ONKO MAHDOLLISET PAIKALLISET KORKEAMMAT LÄMPÖKUORMAT HUOMIOITU OHJEARVOJA SOVELLETTAESSA

Ei

KATTILAN PEITTAUSVUODET KERROSTUMIEN PAKSUUDET ENNEN PEITTAUSTA

TULIPESÄN MITAT (Pohjanmitat a m * b m * korkeus nokan tasoon pohjalta c m)

10,9

10,8

31,6

NYT KÄYTETTÄVÄT SYÖTTÖVESI JA KATTILAVESI ANNOSTUS KEMIKAALIT KEMIKAALI 1 NIMI KEMIKAALIN KAUPPANIMI ANNOSTUSKOHTA ANNOSTUSMÄÄRÄ

Amercor853S

SYÖTTÖVESISÄILIJÖ 20 l/vrk

Azamina 8026, 1998

SYÖTTÖVESISÄILIJÖ

KEMIKAALI 2 NIMI KEMIKAALIN KAUPPANIMI ANNOSTUSKOHTA ANNOSTUSMÄÄRÄ

mg / l tms

Na3PO4

PEITATTIINKO KATTILA KEMIKAALIN VAIHDON YHTEYDESSÄ?

Ei

VEDENLAADUN VALVONTA JATKUVAT MITTAUKSET (merkitse ruksi ja lisää tarvittaessa)

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	
	x	
x		x

Syöttövesi	Kattilavesi	Tulistettu höyry
x	x	x
x	x	
x	x	x
x		

SYÖTTÖVEDEN JAKATTILAVEDEN LABORATORIO TAI ANAI

	Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
Syöttöveden pH-arvo	9,8	9,5	10
Syöttöveden johtokyky mS/m			
Syöttöveden johtokyky mS/m (kationi vaihdin)	0,13	0,08	0,3
Syöttöveden hapenpoistokemikaalin pitoisuus mg/l	4	2	6
Mikä kemikaali?	Amercon		
Syöttöveden happipitoisuus mg/l	0	0	0,01
Kokonaisarauta mg/kg	0,01	0	0,02
Kokonaiskupari mg/kg	0	0	0,002
Kattilaveden pH-arvo	9,5	9,2	10
Kattilaveden johtokyky mS/m	1,5	0,7	3,1
Kattilaveden p-arvo	0,02	0,01	0,05
Kattilaveden Na pitoisuus mg/kg (tai Na+K)	0,4	0,2	0,75
Kattilaveden fosfaattipitoisuus mg/kg			
Kattilaveden Fe pitoisuus mg/kg	0,015	0,002	0,05
Kattilaveden silikaattipitoisuus mg/kg	0,4	0,13	0,9
Kattilaveden KmnO4 kulutus mg/kg	4	1,7	7,5
Muu kemikaalipitoisuus mg/l			
Mikä kemikaali?			
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus pH-arvo			
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus johtokyky mS/m			
Kattilavesi jatkuvaulospuhallus p-arvo			
Syöttöveden kovuus °dH			
Kattilaveden Mn pit. mg/l			
Kattilaveden Cu-pit.			

Normaalin jatkuvan ajon arvo	Minimi arvo normaaliajossa	Maksimi arvo normaaliajossa
9-9,5		
0,7		
0,3		
Azamina		
0		
<0,02		
<0,003		
8,5-9,5		
2,3		
0,02		
3,3		
3,5		
0,016		
0,375		
6		
0,111		

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 2001, 25.1.2001
Oy Metsä-Botnia Ab Äänekosken tehtaat/
hotelli Alexandra, Jyväskylä; esitelmät
16A0913-110, 00-A221-16A/E21
- 2/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kattilavuotojen valvonta ja ohjeistus, Karjunen, Timo
21.2.2001 (16A0913-E0022)
- 3/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan uudet materiaalit –projekti; 1. ja 2. väliraportti
TKK/ Saarinen Pekka, VTT/ Hänninen Hannu, TKK/ Pohjanne Pekka
22.2.2001 (16A0913-E0023)
- 4/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattiloiden päästölaskelmien tehdaskartoitus
Jaakko Pöyry Oy/Lehtinen Markku
26.2.2001 (16A0913-E0024)
- 5/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2000 16
8.3.2001(16A0913-E0025)
- 6/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kartoitus hajukaasujen keräily- ja polttosuosituksen laatimista
Jaakko Pöyry Oy/Sebastian Kankkonen
5.3.2001 (16A0913-E0026)
- 7/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 2001, 29.3.2001, UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari, Valkeakoski,
Pöytäkirja (16A0913-E0027)
- 8/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Lehtinen M.; BLRBAC kevätkokous 2.-4.4.2001, Atlanta
Matkaraportti (16A0913-E0028)
- 9/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kemikaalikierron likaantumisongelmat. Seminaari 22.5.2001 KCL.
Kesseli H, Metso Paper; Nurminen K, Kvaerner Pulping Oy, Svensson C, Savcor Process Oy, Hupa M,
Åbo Akademi, Salmenoja K, Kvaerner Pulping Oy, Engdahl H, Andritz-Ahlstrom Oy, Järvinen R,
KCL. Toim. Niemelä K, KCL. (16A0913-E0029)
- 10/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 2001, 11.10.2001
Best Western Hotel Haaga, Helsinki, esitelmät
16A0913-E0030
- 11/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi
Soodakattilayhdistyksen Kestoisuustyöryhmä/Vaaranarvointityöryhmä
18.10.2001 (16A0913-E0032)

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilalaitosten käyttämät kemikaalit, jatkuvatoimiset analysaattorit, veden laatutiedot ja sovelletut
laatuarvot
Kurkela Sinikka
11.1.2002 (16A0913-0033)