

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 4/2011

AIKA 17.2.2012 klo 10.00 – 15.30

PAIKKA Pöyry Finland Oy, Vantaa

LÄSNÄ

Ismo Tapalinen	UPM Kaukas
Marja Heinola	Andritz Oy
Raine Rantanen	UPM Kymi
Esa Vakkilainen	LUT (osan aikaa)
Eevi Smolander	Metso Power Oy
Risto Honkanen	Andritz Oy
Lauri Mattila	UPM Pietarsaari
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa

LIITE 1 Pohdiskelua väkevien hajukaasujen polttoehdoista

LIITE 2 Hajukaasusuositus muokattu 17.2.2012

JAKELU Projektityöryhmä, Hallitus



22.2.2012

2 (4)

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Kari Haaga	Metso Power Oy
Tuomo Hilli	Metso Power Oy

Ismo Tapalinen on nykyään UPM Kaukaan palveluksessa.

2 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

2.1 Projektin tavoite

Päivittää suositus viime vuosina toteutettujen sellutehdasprojektien kokemusten perusteella ja ehdottaa missä laajuudessa suositus käsittelee myös hajukaasukeräilyjärjestelmää

2.2 Työsuunnitelma ja tehtävänjako

Jokainen lukee tahollaan suosituksen läpi ja merkitsee kommentit/päivitystä vaativat kohdat. Kokouksessa kommenttien läpikäynti, keskustelu ja tekstin päivittäminen.

Lisäksi työryhmän laitetoimittajajäsenet käyvät läpi suosituksen laimeiden/väkevien/hönkien kapasiteettirajoitukset (milloin hajukaasun polton voi aloittaa) ja selvittävät voidaanko nykyisiä rajoja perustellusti alentaa.

Työryhmän tehdashenkilöt kokoavat tahollaan listan kokemukseen perustuvista asioista jotka tulisi huomioida laimeiden/väkevien/hönkien keräilyn sekä polton osalta ylös/alasajossa ja seisokkitilanteissa.

3 PÄIVITYKSEN TILANNE

Käytiin läpi Esa Vakkilaisen pohdiskelut väkevien hajukaasujen polttoehdoista, LIITE 1.

Päästiin yhteisymmärrykseen väkevien polttoehdoista, alla tärkeimmät sovitut asiat, koko suositus, LIITE 2:

Vaikutukset soodakattilan rikki päästöihin (s. 9)

- Hajukaasuja ei tulisi polttaa soodakattilalla jos vuositasolla rikki päästöt nousevat merkittävästi. Kyseisessä tapauksessa hajukaasujen polttopaikaksi suositellaan eril-listä polttopaikkaa jossa on rikin talteenotto.

22.2.2012

3 (4)

Laimeiden hajukaasujen polton logiikka (s. 21):

- Soodakattilayhdistys suosittelee että hajukaasujärjestelmä on ollut käytössä riittävän pitkään (esim. yli 1 tunti) ennen syötön aloittamista, jotta lauhteen jälleen-höyrystyminen estyy. Jos mahdollista laimeiden hajukaasujen keräily tulisi olla päällä seisokin aikana. Tavoite on että laimeiden hajukaasujen järjestelmässä ei tapahdu konsentroitumista väkeviksi.

Väkevien hajukaasujen syötön aloittaminen (s. 40):

- Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m². Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti

Väkevien hajukaasujen poltto ilman tukiliekkiä (s. 42):

- Kattilan tuliteho suurempi kuin 1,5 MW/m². Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.

Vaihtoehtoinen polttopaikka (s. 50)

- Väkevien hajukaasujen polton edellytys soodakattilassa on, että järjestelmässä on olemassa vaihtoehtoinen paikka, minne kaasut voidaan automaattisesti ohjata tilanteessa jossa hajukaasujen poltto soodakattilassa keskeytyy. Kääntö vaihtoehtoiseen polttopaikkaan pyritään toteuttamaan niin että väkeviä hajukaasuja ei pääse ympäristöön.

3.1 Standardi 12952-8

Standardissa 12952-8 “Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 8: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boiler” todetaan että:

- A.3.3.1 Introduction of any toxic or odorous gas or gas mixture into the furnace shall not be allowed unless at least 50 % of the rated capacity of the boiler is established by means of black liquor firing.

Tämän asian muutos täytyy laittaa vireille suosituksen julkaisun jälkeen.

3.2 Yhteenveto

Kappaleet:

1. Yleistä s. 1-2 (OK)
2. Määritelmiä ja lyhenteitä s.3-7 (OK)
3. Vaikutukset soodakattila päästöihin s. 8-11 (OK)
4. Hajukaasujärjestelmien riskit ja korroosio s. 12-16 (OK)
5. Laimeiden hajukaasujen järjestelmät s. 17-26 (OK)



22.2.2012

4 (4)

6. Liuottimen höngän käsittelyjärjestelmät s. 27-33 (KOMMENTOIMATTA)
7. Väkevien hajukaasujen poltto s. 34-45 (OK)
8. Metanolin/tärpätin poltto s.46-50 (KOMMENTOIMATTA)
9. Toiminta erikoistilanteissa s. 51-53 (KOMMENTOIMATTA)
10. Erikoisohjeet hajukaasulinjojen suunnittelussa s.54-59 (KOMMENTOIMATTA)
11. Suunnitteluun ja käyttöön vaikuttavat muut ohjeet s.60-62 (KOMMENTOIMATTA)
12. Poikkeamat muiden ohjeiden käyttöön (s.64-65) (KOMMENTOIMATTA)
13. Esimerkkejä vaurioista s.66-68 (KOMMENTOIMATTA)
14. Loppusanat s.69
15. Kirjallisuusviitteitä s.70

3.3 Tärkeitä asioita myöhemmin pohdittavaksi:

- sekoitussäiliön höngät väkeviä (missä tilanteissa mahdollista)
- metanolin ja tärpätin sekoitus
- metanolin ja tärpätin poltto kaasumaisena
- liuottajan hönkäkaasupuhallin, syttymislähde
- metanolin nesteytys
- seisokki- ja starttitilanteissa lauhtunut tärpähti
- laimeiden kaasujen käyttöturvallisuustiedote -> määritelläänkö edelleen haitalliseksi
- potentiaaliset vaaratilanteet
- väkevien happimittaus

4 AIKATAULU

Nykyisen suosituksen läpikäynti ja tekstin päivitys pyritään tekemään vuoden 2012 aikana.

Tarvitaan vielä ainakin kaksi kokousta, viimeisessä käydään läpi koko suositus.

5 MUUT ASIAT

6 SEURAAVA KOKOUS

Seuraavassa kokous sovittiin pidettäväksi 16.3.2012 Kymillä Kuusankoskella klo 10 alkaen.

LIITE 1

**Pohdiskelut väkevien hajukaasujen polttoehdoista
12.2.2012**



Suomen Soodakattilayhdistys

(Hajukaasusuosituskokous 17.2.2011)

Pohdiskelua väkevien polttoehdoista

Soodakattiloissa on poltettu väkeviä hajukaasuja jo vuosia. Siksi onkin asiallista miettiä niiden polttoon liittyviä asioita perusteellisesti. Ohessa asian pohtimisen helpottamiseksi joitain omia mietintöjäni.

Polton turvallisuus

Väkeviä hajukaasuja poltettaessa on turvallisuussyistä mietittävä ainakin seuraavia välittömiä turvallisuustekijöitä:

1. liekin palamisen varmistaminen
2. polttokelpoisen seoksen ylläpito
3. poltettavan seoksen räjähtämisen esto
4. liekkirintaman eteneminen hajukaasujärjestelmään
5. kondensoituneen veden liikkeellelähdön vaara
6. sulavesiräjähdys
7. kaasuräjähdys

Vastaavasti on mietittävä ainakin seuraavia pitkäaikaisia ongelmia aiheuttavia tekijöitä:

1. rikkiptoisten kaasujen aiheuttama korroosio paineastialle
2. rikkiptoisten kaasujen aiheuttama korroosio apulaitteille
3. rikkiptoisten kaasujen aiheuttama likaantuminen ja tukkeutuminen sivuvaikutuksineen
4. ympäristökuormitus

Pohdittavia asioita

Mielestäni on erotettava ainakin seuraavia osittain päällekkäin olevia kysymyksiä;

Millä kuormalla voidaan turvallisesti käynnistää hajukaasupoltin?

Eli kun ruvetaan ajamaan kattilaa ylös niin milloin voidaan ottaa myös hajukaasupoltin päälle apupolttoaineella.

Millä kuormalla voidaan turvallisesti käynnistää hajukaasupolttimessa hajukaasun syöttö?

Eli kun ruvetaan ajamaan kattilaa ylös niin milloin voidaan hajukaasupolttimessa laittaa hajukaasut päälle.

Pitääkö hajukaasupolttimen täyttää erillisen hajukaasukattilan polton ehdot lämpötilan ja viiveen suhteen?

Eli koskeeko määräys esim. 2 sekuntia ja 900 °C myös hajukaasujen polttoa tulipesässä.

Voiko hajukaasuja polttaa jos tuotamme lisää SO₂-päästöjä?

Jos kattila jo lähtökohtaisesti tuottaa SO₂-päästöjä voidaanko sitä suositella myös hajukaasujen polttoon.

Voiko hajukaasuja polttaa jos tuotamme lisää TRS-päästöjä?

Jos hajukaasujen poltto lisää TRS-päästöjä voidaanko sitä suositella myös hajukaasujen polttoon.

Voiko hajukaasuja polttaa soodakattilassa jos muuta polttopaikka ei ole?

Onko haluttomuus investoida riittävä ehto sille että niitä voidaan polttaa soodakattilassa.

Onko Soodakattilayhdistyksen suosituksen noudatettava myös IPPC BAT BREFiä?

Edellytämmekö kahta vaihtoehtoista polttopaikkaa? Edellytämmekö koko ajan varalla olevaa polttopaikkaa? Edellytämmekö että pitää olla mahdollisuus polttaa myös kattilan seisokin aikana?

Pohdiskelee

Esa Vakkilainen

LIITE 2

**Hajukaasusuositus muokattu
17.2.2012**

E. Vakkilainen/EPT

16.12.2005

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

Alkuperäinen versio 30.5.2002

Revisio A 16.12.2005

Revisio B

ESIPUHE

Tämä Soodakattilayhdistyksen suositus on päivitetty versio 30.5.2002 ilmestyneestä suosituksesta. Suositus on päivitetty vastaamaan uusimpia tarpeita ja siihen on lisätty liuottimen hönkien käsittelyä koskeva osa.

Alkuperäisen suosituksen jälkeen on julkaistu ATEX-ohjeet. Soodakattilayhdistys katsoo että ATEX ei vaikuta tähän ohjeeseen.

Tämän täydennetyn suosituksen tekemisestä on vastannut Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmä puheenjohtajanaan Pekka Posti Oy Metsä-Botnia Ab, Sihteerinä Jens Kohlmann Jaakko Pöyry Oy ja jäseninä Hanna Anttila Andritz Oy, Jouni Hiltunen Stora Enso Fine Paper Oy, Mikko Anttila Kvaerner Power Oy, Kari Parviainen Teknillinen korkeakoulu, Harri Jussila UPM-Kymmene Oyj, Kymi, Jorma Torniainen Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium AB ja Juha Tolvanen Alstom Power Finland Oy sekä asiantuntijana Esa Vakkilainen Jaakko Pöyry Oy.

Alkuperäisen suosituksen tekemisestä vastasi Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmä puheenjohtajanaan Pekka Posti Oy Metsä-Botnia Ab, Sihteerinä Sebastian Kankkonen Jaakko Pöyry Oy ja jäseninä Aimo Hakkarainen Andritz-Ahlstrom Oy, Jouni Hiltunen Stora Enso Fine Paper Oy, Markku Isoniemi Kvaerner Pulping Oy, Kari Parviainen Jaakko Pöyry Oy, Matti Tikka Kymi Paper Oy, Esko Talka Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium AB ja Juha Tolvanen Alstom Power Finland Oy sekä asiantuntijana Esa Vakkilainen Jaakko Pöyry Oy.

Ympäristötyöryhmä kiittää Reijo Hukkasta Stora Enso Oy ahkerasta ja asiantuntevasta kommentoinnista.

Tämä suositus ei yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta tai pakottaa käyttäjiä tai valmistajia samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin.

Suosituksessa esitetään perustietoutta, jota voidaan käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna. Yhdistyksen Ympäristötyöryhmä on kommentoinut työtä ja valvonut sen edistymistä työn valmistumiseen asti. Suosituksessa on käytetty hyväksi sitä tietoa jota on ollut käytettävissä syksyllä 2005.

Yhdistys ei vastaa tämän suosituksen virheistä eikä tästä johtuvista mahdollisista ongelmista. Mahdollinen päivitetty versio on jäsenten löydettävissä yhdistyksen kotisivuilta tai saatavissa sihteeristöstä.

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Matti Tikka
Hallituksen puheenjohtaja

Pekka Posti
Ympäristötyöryhmän puheenjohtaja

SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	1
2	MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ.....	<u>33</u>
2.1	VÄKEVÄT HAJUKAASUT.....	<u>33</u>
2.2	LAIMEAT HAJUKAASUT	<u>44</u>
2.3	LIUOTINSÄILÖN HÖNKÄ.....	<u>44</u>
2.4	METANOLI.....	<u>55</u>
2.5	TÄRPÄTTI.....	<u>55</u>
2.6	MÄÄRITELMIÄ.....	<u>66</u>
2.7	LYHENTEITÄ	<u>77</u>
2.8	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA.....	<u>77</u>
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	<u>99</u>
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	<u>99</u>
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x PÄÄSTÖIHIN.....	<u>109</u>
3.2.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	<u>104</u>
3.2.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS	<u>104</u>
3.2.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS.....	<u>114</u>
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS PÄÄSTÖIHIN	<u>114</u>
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	<u>114</u>
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	<u>124</u>
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	<u>134</u>
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN	<u>134</u>
4.1.1	TUULETUS/HÖYRYTYS	<u>144</u>
4.1.2	HAJU.....	<u>144</u>
4.1.3	SUOJAUTUMINEN	<u>144</u>
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT	<u>144</u>
4.2.1	VESILUKON KUIVUMINEN.....	<u>154</u>
4.2.2	VESILUKON TUKKEUTUMINEN	<u>154</u>
4.2.3	VESITYSTASKUN TÄYTTYMINEN	<u>154</u>
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	<u>154</u>
4.3.1	ALAS- JA YLÖSAJOTILANTEET.....	<u>164</u>
4.3.2	TULENKÄSITTELY- JA TUPAKOINTIKIELTO.....	<u>164</u>
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA	<u>164</u>
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA.....	<u>164</u>
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	<u>174</u>
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ	<u>174</u>
4.8	KORJAUS JA HUOLTOTÖIDEN LUVAT	<u>174</u>
5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA..	<u>184</u>
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ.....	<u>184</u>
5.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS.....	<u>214</u>
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	<u>212</u>
5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	<u>222</u>

5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS	2323
5.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	2324
5.4	PUHALLIN	2424
5.5	VARASILMAYHDE	2425
5.6	KANAVAT	2425
5.6.1	KANAVAMATERIAALI.....	2525
5.6.2	VIRTAUS.....	2525
5.6.3	MAADOITUS	2526
5.7	LAUHTENPOISTO	2626
5.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO.....	2626
5.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SIOITUS.....	2626
5.7.3	VESILUKOT.....	2627
5.8	PESURI	2727
5.9	VENTTIILIT	2727
5.9.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	2727
5.9.2	SULKULAITTEET	2728
5.10	OHITUS	2828
5.11	PISARANEROITIN	2828
5.12	LIEKINESTIN	2828
5.13	RÄJÄHDYSLEVY	2828
5.14	ALIPAINESUOJA	2829
5.15	YLIPAINESUOJA	2829
5.16	PITOISUUSMITTAUS	2829
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA 3030	
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	3030
6.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	3131
6.3	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA	3131
6.3.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	3131
6.3.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS	3232
6.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	3332
6.4	PUHALLIN	3333
6.5	KANAVAT	3333
6.5.1	KANAVAMATERIAALI.....	3333
6.5.2	VIRTAUS.....	3333
6.5.3	MAADOITUS	3333
6.6	LAUHTENPOISTO	3433
6.6.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO.....	3433
6.6.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SIOITUS.....	3434
6.6.3	VESILUKOT.....	3434
6.7	PESURI	3534
6.8	VENTTIILIT	3534
6.8.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	3535
6.8.2	SULKULAITTEET	3535
6.9	OHITUS	3535
6.10	PISARANEROITIN	3635

6.11	LIEKINESTIN.....	<u>3635</u>
6.12	RÄJÄHDYSLEVY.....	<u>3636</u>
6.13	ALIPAINESUOJA.....	<u>3636</u>
6.14	YLIPAINESUOJA.....	<u>3636</u>
6.15	PITOISUUSMITTAUS	<u>3636</u>
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA.....	<u>3737</u>
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	<u>3737</u>
7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	<u>4039</u>
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	<u>4040</u>
7.2.2	KAPASITEETTIRAJOITUS	<u>4140</u>
7.2.3	TUKILIEKIN TARVE.....	<u>4141</u>
7.2.4	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON PYSÄYTTÄMINEN	<u>4241</u>
7.2.5	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN POLTTOA EI TARVITSE PYSÄYTTÄÄ	<u>4443</u>
7.3	POLTIN	<u>4443</u>
7.3.1	TUKI/PILOTTILIEKKI.....	<u>4544</u>
7.4	PUTKISTO	<u>4544</u>
7.4.1	PUTKISTON RAKENNEMATERIAALI	<u>4644</u>
7.4.2	PUTKISTON HÖYRYTYS.....	<u>4644</u>
7.4.3	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	<u>4645</u>
7.5	MAADOITUS JA POTENTIAALITASAU.....	<u>4645</u>
7.6	VENTTIILIT.....	<u>4745</u>
7.6.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	<u>4745</u>
7.6.2	SULKUVENTTIILIT	<u>4746</u>
7.6.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA.....	<u>4746</u>
7.7	LAUHTENPOISTO	<u>4846</u>
7.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO.....	<u>4846</u>
7.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SJOITUS	<u>4846</u>
7.7.3	VESILUKOT.....	<u>4847</u>
7.8	EJEKTORI	<u>4947</u>
7.9	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS.....	<u>4948</u>
7.10	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	<u>5048</u>
7.11	LIEKINEROTUS	<u>5048</u>
7.11.1	LIEKINEROTTIMEN PESU	<u>5048</u>
7.11.2	LIEKINEROTTIMEN PAINEMITTAUS	<u>5048</u>
7.12	VAIHTOEHTOINEN PAIKKA	<u>5049</u>
7.12.1	VENTTIILIT	<u>5149</u>
7.12.2	HÖYRYTYS	<u>5149</u>
7.12.3	SOIHDUN SJOITUS.....	<u>5149</u>
7.13	ALIPAINESUOJA.....	<u>5149</u>
7.14	YLIPAINESUOJA.....	<u>5149</u>
7.14.1	RÄJÄHDYSLEVY.....	<u>5150</u>
7.14.2	RÄJÄHDYSLEVYJEN SJOITUS	<u>5250</u>
7.15	PITOISUUSMITTAUS	<u>5250</u>
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA.....	<u>5351</u>
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	<u>5452</u>

8.1.1	METANOLIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	5553
8.1.2	METANOLIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	5654
8.1.3	TÄRPÄTIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	5654
8.1.4	TÄRPÄTIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	5755
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	5755
8.3	VENTTIILIT.....	5755
8.3.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	5755
8.3.2	SULKUVENTTIILIT	5856
8.3.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA.....	5856
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	5957
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ.....	5957
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	5957
9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ.....	5957
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA	6058
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN	6058
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAISIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN.....	6159
9.5	TOIMINTA HÄIRIÖIDEN YHTEYDESSÄ	6159
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA.....	6260
10.1	LUOKITTELU	6260
10.2	KYLTIT.....	6260
10.3	VESITYKSET	6361
10.4	VENTTIILIT.....	6361
10.5	KANAVIEN KALLISTUKSET	6361
10.6	KANAVAMATERIAALI	6462
10.7	KANAVIEN ERISTYKSET.....	6462
10.8	LAIPAT, YHTEET	6462
10.9	PUHALTIMET	6462
10.10	EJEKTORIT	6462
10.11	KANAVAMITOITUS.....	6563
10.12	LIEKINEROTTIMEN SJOITUS	6563
10.13	RÄJÄHDYSLEVYJEN SJOITUS	6563
10.14	OHITUKSEN SJOITUS.....	6664
10.15	TILALUOKITUKSET	6664
10.16	VALMISTUSLUVAT	6765
11	SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	6866
11.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ	6866
11.1.1	HAZOP.....	6866
11.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	6866
11.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX)	6967
11.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT.....	6967
11.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET.....	6967

11.3.1	SODAHUSKOMMITTÉN	7068
11.3.2	BLRBAC	7068
12	POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN	7270
12.1	POIKKEAMAT BLRBACn OHJEISIIN	7270
12.2	POIKKEAMAT SHKn OHJEISIIN	7270
13	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA	7472
13.1	ESIMERKKI: VARKAUDEN TAPAU 1980-LUVULLA	7472
13.2	ESIMERKKI: KLABININ TAPAU BRASILIASSA 10.10.1998	7573
13.3	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, KEMIN TEHTAAN VAURIO 29.12.1998	7573
14	LOPPUSANAT	7775
15	KIRJALLISUUSVIITTEITÄ	7876

LIITTEET

Liite I Esimerkkilaskelma

1 YLEISTÄ

Hajukaasujen poltto soodakattiloissa on yleistä. Suomen Soodakattilayhdistys ei ota kantaa siihen missä hajukaasujen poltto pitäisi suorittaa. Kuitenkin soodakattilayhdistys suosittaa että liuottimen hönkä poltetaan soodakattilassa. Hajukaasujen poltto soodakattilassa lisää onnettomuusriskejä ja hajukaasujen käsittely aiheuttaa työturvallisuusongelmia. Koska hajukaasuja kuitenkin poltetaan, niin yhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää ohjetta sellutehtaan hajukaasujen käsittelyyn ja polttoon soodakattilalla. Taustana on huoli turvallisuudesta ja kokonaisprosessin toimivuudesta.

Tämä suositus koskee hajukaasujärjestelmiä soodakattilalla ja siihen liittyviä laitteita. Hajukaasujen keräilykohteisiin ja keräilytapoihin sekä niihin liittyviin laitteisiin ei oteta kantaa. Keräilyn suunnittelu täytyy kuitenkin tehdä kokonaisvaltaisesti. Suositus ei myöskään yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta eikä pakottaa samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin. Sen sijaan esitetään perustietoutta jota tulee käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna.

Soodakattila vaatii käyttöympäristönä erittäin luotettavat ja turvalliset järjestelmät. Laitteiden laatuun ja niiden oikeaan käyttöön kannattaa investoida. Sellutehtaalla lyhyetkin häiriöistä aiheutuvat käyttöseisokit maksavat usein enemmän kuin niiden eston tarvitsema investointi. Hajukaasujen poltto lisää soodakattilan käyttöön monimutkaisuutta ja palavien myrkyllisten kaasujen käsittely tuo onnettomuusriskejä. Tämän suosituksen ohjeiden noudattaminen pienentää kyseisiä riskejä ja vaaratilanteita.

Tämä suositus ei ota kantaa hajukaasujen keräilyn ja polton järjestelmien vaatimaan käyttäjäkoulutuksen sisältöön. Ennen kuin uusia laitteita aletaan käyttää ja ennen kuin uudet työntekijät alkavat hajukaasujen polttolaitteilla työskennellä on asianmukainen koulutus ja työhön perehdyttäminen suoritettava.

Suositus ei ota kantaa hajukaasujärjestelmien laitteiden mekaanisiin huolto- ja kunnossapitotoimintoihin. Sen sijaan suosituksessa on otettu kantaa tarkastusväliin ja -tapaan.

Eräillä tehtailla, myös Suomessa metanoli ja tärpätti yhteispoltetaan. ~~Tämä suositus käsittelee vain tapauksia, joissa sekä metanoli että tärpätti erotetaan ja käsitellään koko prosessin ajan erillään.~~

Suosituksia laadittaessa on noudatettu huolellista valmistelutapaa ja yritetty kuulla sekä tehtaiden, laitetoimittajien että vakuutuslaitosten mielipiteitä hajukaasujen poltosta. Tämä suositus lähtee siitä olettamuksesta, että hajukaasujärjestelmän laitteet ensisijaisesti täyttävät ne vaatimukset, jotka Suomen voimassa olevat lait ja oikeussäännökset mm. työsuojelulaki sekä palavia nesteitä ja kaasuja koskevat lait ja asetukset, määräävät tai valvovat viranomaiset asettavat. Hajukaasulaitteistojen oletetaan myös olevan kaikin puolin ensiluokkaisia, asianmukaisia ja käyttövarmoja sekä rakenteeltaan tarkoituksenmukaisia ja lisäksi käytettyjen aineiden ja työn moitteettomuuden suhteen ensiluokkaisia.

Vastuu hajukaasujärjestelmän toimivuudesta ja prosessiratkaisuista on laitteiden suunnittelijoilla. Vastuu hajukaasujärjestelmän oikeasta ja huolellisesta käytöstä on laitoksen käyttäjillä. Soodakattilayhdistys suosittelee että ennen järjestelmän hankkimista toimittaja ja loppukäyttäjä suorittavat laitoksen HAZOPin ja käyvät yhdessä läpi vaaranarvioinnin vaatimat tiedot. Soodakattilayhdistys on raporttisarjassaan julkaissut raportin 11/2001 ”Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi”.

Huolimatta siitä mitä tässä suosituksessa on sanottu, on ensisijaisesti noudatettava lakeja, asetuksia ja viranomaisten antamia määräyksiä ja ohjeita.

2 MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

Hajukaasut sisältävät sellun valmistuksen yhteydessä vapautuvia kaasuja, puun mukana tulevia kaasuuntuvia yhdisteitä, vesihöyryä ja ilmaa. Keitossa, mustalipeän käsittelyssä ja kaustisoinnissa vapautuvat kaasut ja höngät; rikkivety, metyyliimerkaptaani, dimetyylisulfidi, ~~ja~~ dimetyylidisulfidi, metanoli ja tärpätti ovat palavia, räjähtäviä ja voimakkaasti haisevia yhdisteitä, mikä antaa hajukaasuille niiden luontaisen aromin. Puun mukana tulevat kaasuuntuvat yhdisteet; tärpätti ja metanoli, eivät puhtaana haise, mutta sellutehtaassa ne sisältävät epäpuhtautena haisevia komponentteja. Ilma on yleensä vuotoilmaa.

Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti:

- laimeat hajukaasut
- väkevät hajukaasut
- liuottajan ja sekoitussäiliön hönkäkaasut
- nestemäinen metanoli
- nestemäinen tärpätti

Tässä suosituksessa ei metanolin ja tärpätin polttoon kaasumaisena oteta kantaa.

2.1 Väkevät hajukaasut

Väkevät hajukaasut ovat pääosin peräisin ~~keittämöltä~~, haihduttamolta, ~~tai~~ strippauksesta, polttolipeäsäiliöstä, vahvalipeäsäiliöstä, ja pieniä määriä voi tulla myös keittämöltä.

Väkevät hajukaasut sisältävät paljon palavaa kaasua, jolloin väkevien hajukaasujen käsittelyssä riskinä on räjähdysvaara. Räjähdysvaara poistetaan ~~estetään~~ estämällä ilman vuoto järjestelmään ja eliminoimalla sytytysenergian lähteet.

Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS, Total Reduced Sulphur) ja etenkin tärpätti ovat räjähdysherkkiä laajalla pitoisuusalueella.

Englanninkielinen lyhenne LVHC (Low Volume High Concentration) tarkoittaa väkeviä hajukaasuja. BLRBAC:in ohjeessa käytetään amerikkalaista termiä CNCG (Concentrated Non-Condensable Gas).

SOG (Stripper Off Gases) tarkoittaa stripperiltä tulevia lauhtumattomia väkeviä kaasuja, jossa esim. metanoli on höyryfaasissa. Jos stripperin kaasuille tehdään metanolin nesteytys, niin polttoprosessi saadaan tasaisemmaksi ja varmatoimisemmaksi varsinkin haihduttamon ja stripperin häiriötilanteissa.

2.2 Laimeat hajukaasut

Laimeita hajukaasuja kerätään säiliöistä ja laitteilta kuitulinjalta, haihduttamolta, mäntyöljykeittämöltä sekä kaustisointilaitokselta. Paineellisista mustalipeäsäiliöistä tulevat kaasut pitää ohjata väkeviin hajukaasuihin. Paineettomasta vahvalipeäsäiliöistä tulevat kaasut suositellaan pitäisi johdettavaksi ohjata väkeviin hajukaasuihin.

Laimeat hajukaasut sisältävät samoja komponentteja kuin väkevätkin hajukaasut. Laimeat hajukaasut sisältävät niin paljon vuotoilmaa, että ne ovat pitoisuuksiltaan räjähdysalueen alapuolella. Laimeiden hajukaasujen käsittelyn prosessiratkaisujen pitää huolehtia kaasujen laimeudesta kaikissa olosuhteissa.

Englanninkielinen lyhenne HVLC (High Volume Low Concentration) tarkoittaa laimeita hajukaasuja. BLRBAC:in ohjeessa käytetään amerikkalaista termiä DNCG (Diluted Non-Condensable Gas).

~~Tuhkan ja mustalipeän sekoitussäiliö voidaan yhdistää laimeisiin hajukaasuihin tai liuotinsäilön hönkiin esimerkiksi tyhjennyssäiliön kautta. Sekoitussäiliön höngän keräilyssä pitää prosessiratkaisun olla sellainen, jossa kaasut ovat laimeita kaikissa olosuhteissa.~~

2.3 Liuotinsäiliön ja sekoitussäiliön höngät

Tuhkan ja mustalipeän sekoitussäiliö voidaan yhdistää laimeisiin hajukaasuihin tai liuotinsäilön hönkiin esimerkiksi tyhjennyssäiliön kautta. Sekoitussäiliön höngän keräilyssä pitää prosessiratkaisun olla sellainen, jossa kaasut ovat laimeita kaikissa olosuhteissa.

Liutinsäiliön hönkä sisältää haisevia rikkiyhdisteitä. Hönkää ei perinteisesti ole luettu hajukaasuksi. Kuitenkin, jos hönkä johdetaan soodakattilan tulipesään, tulee sen käsittelyssä noudattaa laimeille hajukaasuille annettuja suosituksia höngän suuren kosteuspitoisuuden vuoksi.

2.4 Metanoli

Metanolia syntyy sellunkeitossa. Puhdas metanoli (CH_3OH) on väritön, lähes hajuton ja myrkyllinen kaasu/neste, mutta sulfaattitehtaalla metanolin joukkoon erottuu runsaasti haisevia yhdisteitä. Metanoli tyypillisesti poltetaan.

~~Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn metanolin polttoon.~~

2.5 Tärpätti

Tärpättiä syntyy sellun keitossa. Tärpätti erotetaan ja joissain tapauksissa poltetaan. Puhdas tärpätti on väritön ja miedosti tuoksuva kaasu/neste, mutta sulfaattitehtaalla tärpätin joukkoon erottuu runsaasti haisevia yhdisteitä.

Kerätessä kohteita, joissa voi esiintyä terpeenejä, rajoitetaan suuria pitoisuuksia lauhduttamalla kaasuja. Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiinien osapainetta vastaava määrä. Edellä olevasta johtuu, että tällaiset mahdollisesti runsaasti terpeenejä sisältävät laimeiden hajukaasujen kohteet on laimennettava keräyspisteen tai lauhdutuksen jälkeen. Keräyskohteen maksimilämpötilan ylittyessä on kohde rajattava automaattisesti pois keräilystä.

Terpeenipitoisia keräyskohteita voi olla esimerkiksi seuraavat: havuhakkeen syöttösiilot, likaislaudesäiliöt, keräily- ja laihalipeäsäiliöt, jos niihin johdetaan ajoittainkin tärpättipitoisia lauhhteita.

Myös seis~~ak~~ki- ja starttitilanteissa voi lauhtunut tärpätti höyrystyä hajukaasujen joukkoon lauhdesäiliöiden pinnalta tai kanavista.

~~Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn tärpätin polttoon.~~

2.6 Määritelmiä

Alempi räjähdysraja, LEL Pitoisuus jota korkeampi palavan kaasun pitoisuus voi räjähtää (pelkkä ilma ei räjähdä)

Ylempi räjähdysraja, HEL Pitoisuus jota alempi palavan kaasun pitoisuus voi räjähtää (pelkkä polttoaine ei räjähdä)

2.7 Lyhenteitä

Lyhennys	Suomalainen <u>määritelmä</u>	<u>Englanninkielinen määritelmä</u>
BLRBAC	Amerikan soodakattilayhdistys	Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
CH ₃ SH	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
(CH ₃) ₂ S	dimetyylisulfidi	dimethylsulfide
(CH ₃) ₂ S ₂	dimetyylidisulfidi	dimethyldisulfide
C ₁₀ H ₁₆	tärpätti	turpentine
CH ₃ OH	metanoli	methanol
<u>C₂H₅OH</u>	<u>etanoli</u>	<u>ethanol</u>
H ₂ S	rikkivety	hydrogen sulfide
<u>SO₂</u>	<u>rikkidioksidi</u>	<u>sulfur dioxide</u>
<u>O₂</u>	<u>happi</u>	<u>oxygen</u>
<u>NH₃</u>	<u>ammoniakki</u>	<u>ammonia</u>
<u>H₂O</u>	<u>vesi</u>	<u>water</u>
<u>CO₂</u>	<u>hiilidioksidi</u>	<u>carbon dioxide</u>
<u>CO</u>	<u>hiilimonoksidi</u>	<u>carbon monoxide</u>
<u>NO</u>	<u>typpioksidi</u>	<u>nitric oxide</u>
CNCG	väkevät hajukaasut	concentrated non condensible gas
DNCG	laimeat hajukaasut	diluted non condensible gas
HEL	ylempi räjähdysraja	higher explosion limit
HVLC	laimeat hajukaasut	high volume low concentration
LEL	alempi räjähdysraja	lower explosion limit
LVHC	väkevät hajukaasut	low volume high concentration
NCG	hajukaasu	non condensible gas
SHK	Ruotsin soodakattilayhdistys	Sodahuskommittén
SOG	stripperin kaasut	stripper off gases
TRS	pelkistyneet rikkityhdisteet	total reduced sulfur compounds
UEL	ylempi räjähdysraja	upper explosion limit
<u>HAZOP</u>	<u>poikkeamatarkastelu</u>	<u>hazard and operability study</u>

2.8 Räjähdysrajojen laskentakaavoja

Räjähdysraja lasketaan tyypillisesti seoksen komponenttien avulla.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä [\(807/2001\) liite 1 kohta 7.7.1](#) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle. Pohjana on käytetty standardia [ISO 10156](#) ja sen taulukoita 1 ja 2 jotka antavat eri palaville ja inerteille kaasulle laskentavakioita.

Taulukko 2-1. Hajukaasun eri komponenttien syttymisominaisuuksia ilmassa, Burgess ja Young 1992.

Yhdiste	Räjähdyksäraja		Liekin nopeus m/s	Itsesyttymislämpötila °C
	Alempi til-%	Ylempi til-%		
H ₂ S	4.3	45.0		260
CH ₃ SH	3.9	21.8	0.55	
CH ₃ S CH ₃	2.2	19.7		206
CH ₃ SSCH ₃	1.1	16.1		300
Alfa-naphtoli	0.8	6.0	154* 0.62	253
Metanoli	6.7	36.5	0.5	464

~~*Tämä arvo on mahdollisesti detonaationopeus joka aiheutuu räjähdysten aiheuttamasta paineesta.~~

Syttymis- eli räjähdysrajoja määriteltäessä on syytä käyttää menetelmää, joka varmasti antaa turvalliset rajat. Räjähdysrajoja voidaan laskea eri periaatteilla. Yleensä sovelletaan yleisesti tunnettua le Chatelierin menetelmää kuten esimerkiksi standardissa ISO 10156 kohdassa 4.6.1. Toinen tapa on tarkkailla ongelmaa termodynaamisesti (Hokynar 1999). Eroa ei juurikaan ole alemman räjähdysrajan osalta, mutta ylemmän räjähdysrajan määrittely eroaa koska inertin kaasun vaikutus on eri kahdessa edellä mainitussa menetelmässä.

3 VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

Hajukaasujen poltto soodakattilassa saattaa vaikuttaa soodakattilan emissioihin. Hajukaasujen poltto alentaa soodakattilan tuhkasuolan karbonaattipitoisuutta ja pH:ta. Hajukaasujen mukana tulipesään sisään syötettävä lisärikki näkyy ensin savukaasujen mukana sähkösuodattimille tulevassa tuhkasuolassa olevan karbonaatin korvaantumisena sulfaatilla. Karbonaatin tultua käytetyksi ylimäärä rikistä muodostaa jää-SO₂:ta,ksi.

~~On syytä tutkia mahdollisimman tarkkaan soodakattilan kyky ottaa vastaan lisärikkikuorma ennen kuin hajukaasujen poltosta soodakattilassa päätetään.~~

3.1 Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

Hajukaasujen sisältämä lisärikki nostaa aina soodakattilan tuhkan sulfaattipitoisuutta ja täten, saattaa alentaa sen pH:ta. J-jallei riittävää karbonaattipuskurivaraa ole, saattaa aiheuttaa kattilan SO₂ päästötason noustaun. Kattilan SO₂ päästötasoon vaikuttaa tehtaan korkea sulfiditeetti, polttolipeän kuiva-aine ja lämpöarvo sekä kattilan kuorma.

Hajukaasuja ei tulisi polttaa soodakattilalla jos vuositasolla rikkipäästöt nousevat merkittävästi. Kyseisessä tapauksessa hajukaasujen polttopaikaksi suositellaan erillistä polttopaikkaa jossa on rikin talteenotto.

Rikkipäästöä voidaan pienentää alentamalla mustalipeän sulfiditeettia ja nostamalla polttolipeän kuiva-ainetta.

Rikkipäästöjen voidaan arvioida olevan häiriöttömässä ajossa vähäiset väkeviä hajukaasuja poltettaessa, jos polttolipeän kuiva-aine on vähintään 72 % ja lipeäkuorma on lähes täysi, kun sulfiditeetti on lähellä 40 %.

Laimeita hajukaasuja poltettaessa rikkipäästön voidaan ajatella nousevan, jos polttolipeän kuiva-aine on 68 % tai sen alle.

Jos hajukaasuja poltetaan osakuormilla, pitää tapauskohtaisesti analysoida sähkösuodintuhkan pH ja karbonaattipitoisuus sekä savukaasujen SO₂-pitoisuus. Jat

~~kuvasti osakuormalla ajava kattila tarvitsee korkeammat kuiva-aineet kuin nimelliskuormalla tai sen yli ajava kattila häiriöttömän käytön ylläpitämiseksi~~

3.2 Vaikutukset soodakattilan NOX päästöihin

Varsinkin väkevät hajukaasut sisältävät typpiyhdisteitä. Nämä typpiyhdisteet ovat pääosin ammoniakkia, joka erottuu haihduttamalla mustalipeästä. Osa tästä tyyppistä on muodostunut soodakattilan sulan mukana liuotinsäiliöön tulleen typen reaktioissa kaustisointialueella ja on kiertänyt keiton kautta takaisin soodakattilaan.

3.2.1 Laimeiden hajukaasujen vaikutus

Laimeiden hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5... 15 % koko ilmamäärästä. Typpi laihoissa hajukaasuissa on pääasiassa ammoniakkia. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 10 ppm. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO:ksi. Jos kattilan NO taso on luokkaa 100 ppm, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0.3 * 0.1 * 10)}{100} - 1 \leq 1\%$$

Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu, jos laimeat hajukaasut ohjataan tulipesässä oikealle lämpötila-alueelle.

3.2.2 Liuotinhöngän vaikutus

Liuotinhöngän mukana tulevan ilman osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5 % koko ilmamäärästä. Typpi liuotinhöngässä on peräisin haihduttamon sekundäärilauhteista tai sulan mukana liuotinsäiliöön tulevan typen reagoimisesta ammoniakiksi. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 100 ppm. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO:ksi. Jos kattilan NO taso on luokkaa 100 ppm, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0.3 * 0.05 * 100)}{100} - 1 \approx 1\%$$

Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu, jos laimeat hajukaasut ohjataan tulipesässä oikealle lämpötila-alueelle.~~Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu.~~

3.2.3 Väkevien hajukaasujen vaikutus

Väkevien hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 0.2... 3 % koko ilmamäärästä. Typpi väkevissä hajukaasuissa on pääasiassa ammoniakkia. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 2000 ppm. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO:ksi. Jos kattilan NO taso on luokkaa 100 ppm, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys saattaa olla ~~on~~ silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0.3 * 0.01 * 2000)}{100} - 1 \approx 6\%$$

~~Vaikutus on näkynyt kattiloiden vuosipäästöissä.~~

3.3 Vaikutukset soodakattilan TRS päästöihin

Moderneissa kattiloissa, joissa on riittävä sekoitus ja hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei kattilan TRS päästö merkittävästi lisäännä, mikäli hajukaasut syötetään vyöhykkeelle, jossa lämpötila on vähintään 900 °C.

Jos kattilan ylimmälle ilmatasolle syötetään laimeita hajukaasuja, on mahdollista että jonkin verran hajukaasuista kulkeutuu reagoimatta kylmiä seinänvieriä pitkin.

Mitattava vaikutus kokonaisvirrassa on käytännössä ollut joitakin ppm:n kymmenesosia.

3.4 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

~~Tyypillisesti hajukaasujen polttoa kattilassa on tehty vain, jos tuhkasuola on kyennyt sitomaan hajukaasujen mukana vapautuvan rikin.~~

Jos hajukaasujen poltto-olosuhteet soodakattilassa eivät ole optimaaliset, jolloin syntyy SO₂ päästöjä~~mukana tuleva rikkimäärä on niin iso, että poltto synnyttää SO₂ päästöä~~, niin kattilan ja sähkösuodattimen tukkeentumis- ja korroosioalttius

erityisesti ekonomaiserialueella happamien tuhkasuolojen takia (alhainen pH) lisääntyy.

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

Moderneissa kattiloissa, joissa on riittävä sekoitus ja riittävä kuiva-aine, sekä kun hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei vaikutuksia soodakattilan muuhun toimintaan ole havaittu. Esimerkiksi muutoksista reduktioon ei ole raportoitu.

~~Hajukaasun polton aiheuttama sulfaatin lisääntyminen tuhkasuolassa nostaa hiukan tuhkasuolan massan määrää. Jos tuhkan kuljettimet ovat kattilan toimintaa rajoittava tekijä, pitää tämä huomioida hajukaasujärjestelmiä toteutettaessa. Lisärikki voi aiheuttaa myös sähkösuotimen tukkeutumisongelmia.~~

Hajukaasujen polton aloittaminen pienentää yleensä tehtaan kokonaisrikkipäästöjä. Tämä vaikuttaa tehtaan kemikaalitaseisiin ja pyrkii nostamaan sulfiditeettia. Rikkitase tehtaalla pitääkin aina tarkastella uudestaan.

Liuotinhöngän ja laimeiden hajukaasujen mukana kattilaan tulee vesihöyryä, mikä saattaa hiukan rajoittaa kattilan kapasiteettia ~~muutaman prosenttiyksikön~~.

4 HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO

Tyypillisiä riskejä hajukaasujärjestelmissä ovat räjähdysvaara (kaasujen konsentroituminen ja syttyminen kipinästä, esimerkiksi ylipaineesta tulipesässä), myrkytysvaara, lauhteenpoisto-ongelmat (vesi tulipesään) ja korroosio/eroosio.

Lisäksi hajukaasujen poltto voi aiheuttaa prosessiongelmia kuten rikkipäästöä kattilasta, ekojen ja keittopintojen tukkeutumista ja polttohäiriöitä.

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

Hajukaasuja voi vuotaa liitoksista, venttiileistä, vesityksistä tai vauriokohdista laitteiston ulkopuolelle. Varsinkin väkevissä hajukaasuissa on orgaanisten rikkijyhdisteiden ja rikkivedyn pitoisuus niin korkea, että myrkytysvaara on olemassa. Jos vuoto tapahtuu kattilahuoneeseen tai muuhun tilaan, pitää koko huone tai muu tila ~~teh~~tuulettaa hyvin ja mittauksin varmistaa tilan sopivuus työskentelyyn.

Hajukaasuja on vuotanut työskentelytilaan esimerkiksi silloin, kun hajukaasujen keräily ei toimi keräilykohteissa tai kunnossapitotöiden yhteydessä. Tyypillisemmin vuoto on tapahtunut hajukaasujärjestelmän vesilukkosäiliöiden~~liikasta lauhteiden keräilyjärjestelmän~~ kautta. Erityistä huolellisuutta vaaditaan metanoli- ja tärpättipolttimien käsittelyssä. Pienetkin vuotavat määrät (alle desilitra) aiheuttavat merkittävän hajuhaitan.

Koska väkevien hajukaasujen linjat ovat ylipaineisia ejektorin jälkeen soodakattilarakennuksessa, voi soodakattilarakennukseen muodostua kaasumyrkytysvaara hajukaasulinjan vuotaessa ja jollakin huonosti tuuletetulla alueella voi olla kaasuräjähdyksivaara.

Sallittu rikkivety-pitoisuus sisätiloissa on ~~40~~ 5 ppm (7 mg/m³) /8 h ja 10 ppm (14 mg/m³) /15 min Sosiaali- ja Terveysministeriön ohjeen ”Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet” mukaisesti. Nämä ns. HTP-arvot (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) ovat pienimpiä pitoisuuksia, joiden uskotaan voivan vahingoittaa työntekijää.

~~T~~Monilla-tehtailla on sekä kiinteitä että henkilökunnalla kannettavia rikkivetymittareita. ~~T~~Yleensä-tehtailla on myös käytössä vilkkuvia hälytysvaloja ja summereita, jos rikkivetypitoisuus ilmassa on liian korkea.

Kun hajukaasulinjoilla tai -laitteilla tehdään korjaus- tai huoltotöitä, täytyy ko. työkohteilla saada erityislupa työn suorittamiseksi, ~~katso kohta 4.8.~~

4.1.1 Tuuletus/Höyrytys

Hajukaasulinjat, kuten muutkin lipeäosaston linjat, on saatettava turvalliseen tilaan ennen kuin niiden sisällä voidaan työskennellä. Laimeiden hajukaasujen linjat on huolellisesti tuuletettava. Väkevien hajukaasujen linjat vaativat höyrytyksen sekä tarvittaessa typetyksen. Hajukaasulinjat vaativat myös LEL ja rikkipitoisten kaasujen mittauksen ennen töiden aloittamista.

Tuuletus on aina johdettava ulkoilmaan.

4.1.2 Haju

~~Hajukaasujen sisältämät orgaaniset komponentit ovat nenällä havaittavissa jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Sen vuoksi on pienintäkin toistuvaa vuotoa vältettävä.~~

Hajuaisti turtuu suuremmissa pitoisuuksissa, joten ~~pelkkään~~ nenään ei saa luottaa. Tilanne voi muodostua hengenvaaralliseksi, jollei asianmukaisia suojatoimia käytetä. Kaikkien hajukaasuja sisältävien laitteiden parissa työskentelevien on tutustuttava laimeitten – ja väkevien hajukaasujen käyttöturvallisuustiedotteisiin.

4.1.3 Suojautuminen

Hajukaasuilta suojautumiseen ~~saa~~ käytetään ainoastaan paineilmalaitteita. Kaasunaamari ja hengitysilmasuojain on tarkoitettu vain vaara-alueelta poistumista varten.

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa sulavesiräjähdyksvaara, mikäli tämä vesi pääsee soodakattilaan.

Vesityksiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja ne pitää järjestää linjoihin kattavasti.

4.2.1 Vesilukon kuivuminen

Vesilukon kuivumista edistää hajukaasujen lämmitys lauhtumislämpötilaa korkeammalle. Vesilukkoihin on kuivumisen estämiseksi aina johdettava riittävä tuorevesivirta ja ne on varustettava vähintään virtausvahdeilla.

Vesilukkojen kuivuminen on estettävä myös seisokkien aikana.

4.2.2 Vesilukon tukkeutuminen

Hajukaasujen mukana kulkeutuu pieniä määriä lipeävaahtoa/~~suopaa, joka saattaa-
Vaahto-ke~~rääntyä kanaviston alimpiin kohtiin kuten vesityksiin. Jos putkien halkaisija ei ole riittävän suuri, voi putkisto tukkeutua kokonaan.

4.2.3 Vesitystaskun täyttyminen

Yleinen ongelma hajukaasujärjestelmissä on ajoittainen runsas lauhdemäärä. Vesitystaskut ~~lähimpänä soodakattilaa, joissa voi esiintyä runsaasti lauhdetta,~~ on varustettava yläpinnan hälytyksellä sekä tarvittaessa lukituksella jolloin hajukaasut kääntyvät pois poltosta.-

4.3 Räjähdyksvaarat hajukaasulinjoissa

Väkevän hajukaasun siirtokuljetus ja poltto toteutetaan siten, että kaasu ei ole missään tilanteessa räjähtävää. Räjähdyksvaara syntyy, jos väkevän hajukaasun joukkoon vuotaa ilmaa. ~~Joissain tapauksissa räjähdysvaara voi syntyä kun hajukaasuissa olevaa vesihöyryä lauhdutetaan pois.-~~ Väkevien hajukaasujen konsentraatio pidetään ylemmän räjähdysrajan yläpuolella huolehtimalla tiiviydellä.

Laimean hajukaasun siirtokuljetus ja poltto toteutetaan niin, että kaasun konsentraatio on alle alemman räjähdysrajan. ~~laimeampi, kuin sellainen konsentraatio, mikä voi räjähtää.-~~ Laimeiden konsentraatio pidetään alle räjähdysrajan esimerkiksi onkin pidettävä tarpeeksi matalana huolehtimalla ilmalaimennuksesta. Joissain tapauksissa räjähdysvaara voi syntyä kun hajukaasuissa olevaa vesihöyryä lauhdutetaan pois.

Syttyminen vaatii syttymisenergiaa. Maadoituksin, rakentein ja laitevalinnoin yritetään kipinän syntyä mahdollisuuksien mukaan estää.

4.3.1 Alas- ja ylösajotilanteet

Erityistä huomiota laimeiden hajukaasujen konsentraatioihin on kiinnitettävä alas- ja ylösajotilanteiden aikana. Usein soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet juuri laimeiden hajukaasujen järjestelmille, joissa seisokki- tai häiriötilanteessa on konsentraatio päässyt nousemaan liian suureksi. Eräs tyypillinen ongelma on ollut räjähtävien kaasujen ~~ärpätin~~ kerääntyminen putkistoon seisokin aikana ja sen höyrystyminen käynnistyksen yhteydessä.

4.3.2 Tulenkäsittely- ja tupakointikielto

Hajukaasujen käsittelyalueella on tupakointi ja muu avotulenteko kielletty. Tästä syystä on hajukaasulinjat ja tupakointipaikat sijoitettava erilleen toisistaan. Kriittiset alueet tulee varustaa asianmukaisin varoituskilvin.

4.4 Kaasuräjähdyksessä kattilassa

Hajukaasut ovat polttoaineen, hapen ja inertin kaasun (typpi, vesihöyry) seos. Kuten aina polttoaineita käsitellessä on vaara, että tulipesässä tapahtuu kaasuräjähdyks. Kaasuräjähdyks saadaan aikaan jos polttoainetta johdetaan tulipesään ilman että se välittömästi palaa ja sen jälkeen seos saa niin paljon energiaa että se syttyy.

4.5 Sulavesiräjähdyksessä kattilassa

Merkittävä riski soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara. Hajukaasujen kanavistoon lauhtuneen veden joutuminen tulipesään voi aiheuttaa sulavesiräjähdyksen. Veden tulon estämiseksi laimeat hajukaasut lämmitetään riittävästi jotta suurin osa vedestä olisi höyrynä ja hajukaasulinjat rakennetaan niin, että niissä on riittävät lauhteenpoistot ja kallistukset.

Sulavesiräjähdyksellä tarkoitetaan kuumen kemikaalikeon kanssa kosketuksiin joutuvan veden erittäin nopeaa höyrystymistä. Höyrystymisen aiheuttama paineaalto saattaa ~~rikkoa~~ tulipesään ja aiheuttaa mahdollisen ~~yleensä~~ savukaasu/vesi/höyryvuodon kattilahuoneeseen.

~~Hajukaasujen kanavistoon lauhtuneen veden johtaminen tulipesään voi aiheuttaa sulavesiräjähdyksen. Veden tulon estämiseksi laimeat hajukaasut tuodaan kattilaan paljon niiden kastepistettä kuumempina ja hajukaasulinjat rakennetaan niin, että niissä on riittävät lauhteenpoistot ja kallistukset.~~

4.6 Korroosio-ongelmat

~~Hajukaasujen rikki-pitoiset lauhteet ovat korrodoivia.~~

~~Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisänneen soodakattilan korroosiota. Eräissä tapauksissa on epäilty laimeiden hajukaasujen polton aiheuttavan korroosiota tertiääri-ilma-aukoissa, mutta varmuutta hajukaasujen osuudesta korroosioon ei ole todennettu.~~

~~Oikeilla materiaalivalinnoilla voidaan korroosio-ongelmien olettaa olevan vähäisiä.~~

4.7 Kipinöinti/staattinen sähkö

Räjähdys vaatii alkuenergian esimerkiksi kipinästä. Turvallisuuden takaamiseksi hajukaasulinjat maadoitetaan kokonaan keräilypisteestä lähtien, jotta missään oloissa staattisen sähkön, galvaanisen parin tai potentiaalieron aiheuttamaa kipinää ei voida saada aikaan.

~~On huomioitava, että muovipuhallin ei katkaise linjan maadoitusta.~~

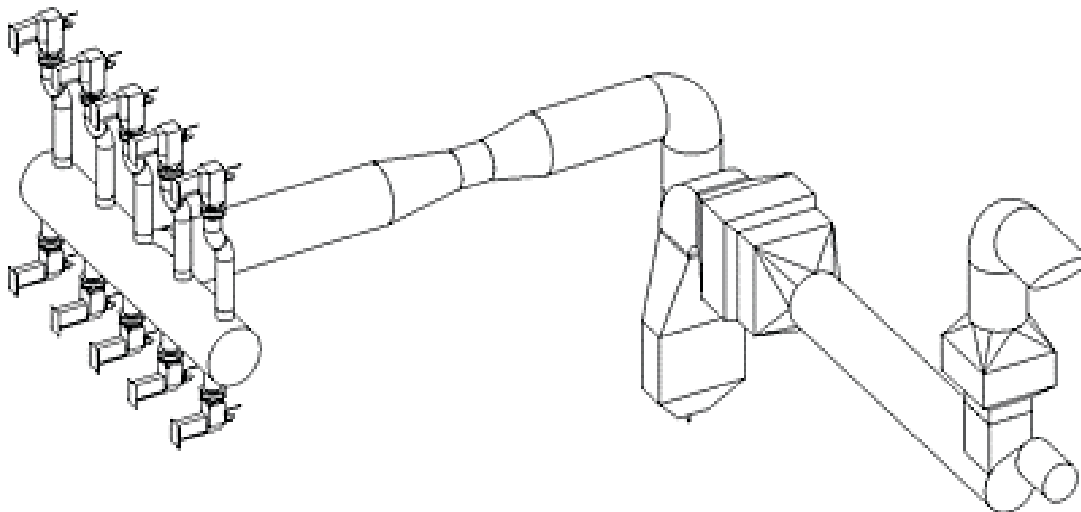
~~4.8 Korjaus ja huoltotöiden luvat~~

~~Kun hajukaasulinjoilla tai laitteilla tehdään korjaus tai huoltotöitä täytyy ko. työkohteilla saada erityislupa työn suorittamiseksi. Tehtailla, joilla hajukaasun polttoa tehdään, on oltava voimassa olevat ohjeet siitä miten tällainen lupa annetaan. Edelleen on määrättävä mitä vaaditaan, jotta voidaan työskennellä hajukaasun käsittelyyn liittyvillä laitteilla ja linjoilla.~~

5 LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

Laimeat hajukaasut eivät ole polttoainetta. Ne koostuvat pääasiassa ilmasta ja vesihöyrystä. Laimeat hajukaasut luokitellaan yleensä haitallisiksi, joten niiden laitteiden hankinta, suunnittelu, asennus ja käyttö tulee hoitaa tämän mukaisesti.

Soodakattilan käyttöturvallisuuden takia pitää veden joutuminen kattilaan estää laimeiden hajukaasujen polton yhteydessä. Laimeat hajukaasut jäähdytetään (osa kaasun sisältämästä vedestä lauhtuu), siirretään puhaltimella ja kuumennetaan, jotta mahdolliset pisarat höyrystyisivät ennen polttoa. Hajukaasulinjat varustetaan lauhteenpoistolla, jottei vettä kerääntyisi hajukaasulinjaan ja joutuisi siitä kattilaan.



Kuva 5-1. Laimeiden hajukaasujen kanavistoa

5.1 Koostumus ja määrä

Laimeat hajukaasut koostuvat mm. sellutehtaan kuitulinjan säiliö- ja laitehöngistä, haihduttamon säiliöalueen höngistä, kaustistamon höngistä yms. Laimeiden hajukaasujen määrä on noin $300 - 400 \text{ m}^3/\text{ADt}$ ja niiden rikkipitoisuus on noin $0.1 - 0.5 \text{ kgS}/\text{ADt}$. Kuitulinjan laimeat hajukaasut pääsääntöisesti käsitellään pesurityyppisellä hönkäjäjäähdyttimellä, jolloin käsiteltävä hajukaasumäärä pienenee. Sellutehtaan laimeiden hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä osastomääriä on esitetty taulukossa 5-1.

Taulukko 5-1. Laimeiden hajukaasujen keräilymäärät eri osastoilta lämpötilassa 40°C

Osasto	kg S / ADt	m³ n / ADt
Jatkuvatoimisen keiton höngät	0.1 – 0.5	100 – 400
Superbatch keiton höngät (evakuointi-ilma, paineettomien säiliöiden hönkä)	0.1 – 0.5	150 – 300
Pesemön höngät	0.05 – 0.1	100 – 200
Mäntyöljykeittämön höngät	0.05 – 0.2	2 – 3
Säiliöhöngät, haihduuttamo (ilmanpaineiset säiliöt)	0.1 – 0.4	20 – 30
Kaustistamo- ja meesauunialue	0.01 – 0.1	5 – 10
Yhteensä	0.1 – 0.5	300 – 400

Laimeiden hajukaasujen konsentraatio pidetään koko ajan alle räjähdysrajan ja konsentraation nousu tulee estää. Kun konsentraatio ja kosteus pidetään alhaisena, niin laimeita hajukaasuja voidaan käsitellä kattilalaitoksella kuten muuta palamisilmaa. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyysistä on esitetty taulukossa 5-2.

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyysistä syntypisteessä.

	Tehdas A	Tehdas B	Tehdas C
Komponentti	ppm	ppm	ppm
H ₂ S	*	*	1
CH ₃ SH	200	40	70
(CH ₃) ₂ S	1 000	60	160
(CH ₃) ₂ S ₂	90	*	270
C ₁₀ H ₁₆ (tärpätti)	1 500	15	*
CH ₃ OH	900	150	*
C ₂ H ₅ OH	80	*	*
O ₂	*	*	*
NH ₃	200	*	*
H ₂ O	70 000	50 000	*
CO ₂	*	300	*

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtaalla ensimmäistä kertaa käyttöön tai prosessiin tehdään muutoksia, tulee konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteistä pitää mitata ~~erityisesti käynnistysten ja prosessihäiriöitten yhteydessä~~, jotta todetaan laimeiden hajukaasujen pitoisuudet eri keräyslähdeistä. ~~varmistettaisiin laimeiden hajukaasujen konsentraation pysyminen alle räjähdysrajan kaikissa olosuhteissa.~~ Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteissa ei sen hönkäkaasuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Taulukko 5-3. Laimeiden hajukaasujen komponenttien suositeltavia enimmäispitoisuuksia ennen polttoa

Ominaisuus	Raja	Huom.
Ilmapitoisuus, til-%	> 90	
Vesipitoisuus, til-%	< 10	40 °C
Rikkipitoisuus TRS, ppm	< 200	
Tärpättipitoisuus, ppm	< 1000	
Metanolipitoisuus, ppm	< 1000	

Taulukko 5-3 esittää suosituksen laimeiden hajukaasujen komponenttien enimmäispitoisuuksille ennen polttoa. Laimeat hajukaasut ovat tyypillisesti alle 10 % LEL rajasta.

Lisäksi on selvitettävä, mihin tärpättipitoiset lauhteet johdetaan turvallisesti keittämöhäiriössä. Tiedetään tapauksia, joissa harkitsemattoman kytkennän vuoksi tärpättipitoisuus lauhteessa on noussut keittämöhäiriön seurauksena merkittävästi.

Laimeat hajukaasut syötetään soodakattilaan tyypillisesti osana kattilan polttoilmaa. ~~Soodakattilayhdistys suosittelee laimeiden hajukaasujen syöttämistä soodakattilaan lipeänpolttotason yläpuolelta.~~

~~Jos laimeita hajukaasuja syötetään lipeänpolttotason alapuolelle sekundaariilmatasolle, niin järjestelmässä on oltava riittävän suuri (koko/virtaus noin $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$) lauhteen poistolla varustettu erotussäilö laimeiden hajukaasujen mukana tu-~~

~~levan lauhderyöpyn erottamiseksi virtauksesta. Siten hajukaasuvirta $10 \text{ m}^3/\text{s}$ vaatii 1 m^3 lauhteen erotussäiliön.~~

Lauhderyöpyn aiheuttaman sulavesiräjähdyksen vaaran vuoksi hajukaasujen syöttämistä primääri-ilman joukkoon ei suositella.

5.2 **Jäähdytys/Lämmitys/jäähdytys**

Laimeiden hajukaasujen lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Laimeiden hajukaasujen mukana kulkevan vesihöyryn määrä tulipesään on oltava mahdollisimman pieni. Suositellaan, että laimeiden hajukaasujen lämpötila lauhduttamisen jälkeen on $40\text{--}50 \text{ }^\circ\text{C}$.~~t jäähdytetään ennen polttoa edeltävää lämmitystä lämpötilaan $40 \text{ }^\circ\text{C}$.~~

~~Laimeat hajukaasut suositellaan lämmitettävän $30 \text{ }^\circ\text{C}$ yli lauhdutuslämpötilan, jotta minimoidaan vesipisaroiden pääsy tulipesään. Lauhtuvan veden määrää pienennetään lämmittämällä laimea hajukaasu ennen sen syöttöä kattilaan. Suositeltava lämpötila on $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Lämmitys tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle ennen varsinaista syöttökohtaa. Näin lauhdeiden pääsy kattilaan olisi mahdollisimman epätodennäköistä.~~

~~Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään $40 \text{ }^\circ\text{C}$.~~

5.3 Laimeiden hajukaasujen polton logiikka

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan laimeiden kaasujen polton logiikalta. On pyritty esittämään joukko välttämättömiä ehtoja, joita turvallisen automaation pitää täyttää. Jokaisessa soodakattilassa on varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

Tämä suositus ei koske laimeiden hajukaasujen keräilyn aloituksen ja ajon lukituksia, vaikka ne usein on osittain toteutettu samassa järjestelmässä kuin polton lukitukset. Nämä lukitukset pitää määritellä tapauskohtaisesti erikseen.

Soodakattilayhdistys suosittelee että hajukaasujärjestelmä on ollut käytössä riittävän pitkään (esim. yli 1 tunti) ennen syötön aloittamista, jotta lauhteen jälleen-

höyrystyminen estyy. Jos mahdollista laimeiden hajukaasujen keräily tulisi olla päällä seisokin aikana. Tavoite on että laimeiden hajukaasujen järjestelmässä ei tapahdu konsentroitumista väkeviksi.

Laimeiden hajukaasujen polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja polton aloittaminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin soodakattilan toiminnan valvonta tapahtuu.

5.3.1 Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

Laimeita hajukaasuja voidaan syöttää kattilan tulipesään kun seuraavat ehdot ovat voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

	<u>Ehto</u>	<u>Ehdon tarkoitus</u>
1.	Kattilasuoja OK	<u>Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä</u>
2.	Kattilan <u>höyrykuorma / syöttövesivirtaus</u> on yli <u>15% kattilan nimelliskuormasta.</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti minimikapasiteettirajan</u>	<u>Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika). Hajukaasuissa kosteutta.</u>
2.	<u>Lipeänpoltto-päällä</u>	
3.	Laimean hajukaasun puhallin päällä	
4.	Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	<u>Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon</u>
5.	Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	<u>Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon</u>
6.	Lämpötila ennen lämmityspatteria alle lämpötilarajan	<u>Alentaa kaasun tilavuutta ja veden määrää</u>
7.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan	<u>Estää veden pääsy kattilaan nestemäisessä muodossa</u>
8.	Tuuletus katolle (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson	
9.	<u>Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitasku alle ylärajan</u>	<u>Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston</u>

5.3.2 Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

Laimeitten hajukaasujen syöttö kattilan tulipesään on keskeytettävä kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on alle 15% kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta-pauskohtaisesti.</u> Kattilan höyryntekijä on alle minimi-kapasiteettirajan	<u>Varmistaa riittävä lämpötila tulipesäs-sä</u>
2.	Lipeänpoltto keskeytyy	
3.	Pikapysäytys laukeaa	
4.	Kattilasuoja laukeaa	
5.	Laimean hajukaasun puhallin pysähtyy	
6.	Jos laimeita hajukaasuja johdetaan erillisen polttimen polttoilmaksi ja tälle polttimelle tulee poltinhäiriö	
7.	Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan	
8.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	
9.	Paine ennen hajukaasukanavassapoltinta laskee alle alarajan	
	<u>Hajukaasu järjestelmässä olevan vesitas-kun ylärajan lauhteenpoistojärjestelmään tulee vika joka uhkaa lopettaa lauhteiden poistumisen (lauhteiden keräys yläraja tai vesitystasku yläraja)</u>	

5.3.3 —Kapasiteettirajoitus

~~Laimeiden hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi. Riittävä viiveaika >0.5 s saadaan yleensä aikaan helposti. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan tarpeeksi. Minimikapasiteetin määrittää laitetoimittaja. Täksi tulitehoksi laimeille hajukaasuille on usein määritelty 30 % nimellishöyrykuormasta. Nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsi-~~

~~te, koska laitetekniikka kehittyy. Samankokoisesta pesästä saadaan usein myöhemmin isompi teho ulos. Siksi suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa 0.6 MW/m^2 pohjaa. Esimerkki kapasiteettirajan laskemiseksi on esitetty Liite I.~~

5.4 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä oltava lauhteenpoisto.

~~Laimeiden hajukaasujen puhallin suositellaan sijoitettavaksi kattilahuoneen ulkopuolelle. Jos se jostain syystä sijoitetaan kattilahuoneeseen, on sijoituspaikkaa valitessa etsittävä sellainen suojaisa sijoituspaikka, jossa mahdolliset ongelmat aiheuttavat mahdollisimman pienen vaaran käyttöhenkilökunnalle.~~

~~Puhaltimen materiaali on yleensä EN 1.4436 (SS2343). Puhaltimen staattinen sähkö tulee poistaa maadoituksella.~~

~~Puhaltimen kuori pitää olla varustettu lauhteenpoistoyhteellä alimmasta pisteestä huomioiden myös käynninajan vedenpoiston.~~

5.5 Varasilmayhde

Laimeiden hajukaasujen järjestelmän osana voidaan käyttää ~~usein~~ varasilmayhdettä (lisäilmayhdettä, laimennusilmayhdettä), jossa hajukaasujen joukkoon lisätään ilmaa. Jos laimeiden hajukaasujen 'laimeus' riippuu varasilmayhteen toiminnasta, on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, etteivät käyttäjät voi sulkea laimennusilman tuloa.

~~Jollei varasilmayhteestä tule laimentavaa ilmaa riittävästi, on olemassa vaara, että laimea hajukaasu muuttuu räjähtäväksi kaasuseokseksi.~~

5.6 Kanavat

Laimeiden hajukaasujen vuotaminen kattilahuoneeseen pitää estää. Kanavan pituus kattilahuoneessa pitää minimoida. ~~Laimean hajukaasun kanavien vetoa heikon nurkan, liuotinsäiliön, lipeänpolttotason ja muiden jatkuvan työskentelyn tasojen läheisyyteen tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää.~~



Kuva 5-2. Erään tehtaan laimeiden hajukaasujen suuttimet

5.6.1 Kanavamateriaali

Korroosiovaaran vuoksi on laimeiden hajukaasujen ~~keräilyputten~~ kanavat suositellaan tehtäväksi ~~ja suuttimet tehtävä~~ ruostumattomasta teräksestä EN_1.4301 (SS2333) tai paremmasta.

5.6.2 Virtaus

Laimeiden hajukaasujen virtausmäärää suositellaan mitattavaksi ~~tulee mitata~~. Virtausmäärän mittauksen tulee sijata mahdollisimman lähellä laimeiden hajukaasujen syöttökohtaa kattilaan.

5.6.3 Maadoitus

Laimeiden hajukaasujen putkistolle tehdään maadoitus. Lisäksi niissä paikoissa kuten laipoissa, luukuissa ja yhteissä, missä esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus on suoritettava potentiaalitasaus, eli esim. metallilanka kytketään määräysten mukaisesti laippaliitosten yli staattisten kipinöiden ehkäisemiseksi.

5.7 Lauhteenpoisto

Laimeiden hajukaasujen linjat on varustettava lauhteenpoistoyhteillä. Lauhteet tulee ensisijaisesti johtaa likaislauhteiden käsittelyyn omana järjestelmänä.

5.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

Lauhteenpoistoyhteitten ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään 50 mm tukkeutumisvaaran vuoksi.

5.7.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

Kanavien ja putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Lauhteen poisto muuhun kun virtaussuuntaan on vaikeaa. Suositeltava kanavien kallistus, muualla kuin soodakattilalaitoksella, kaasun virtaussuunnassa on 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:25.

Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa suositeltava kanavien kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:~~100~~²⁰ ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:~~50~~⁴ tai jyrkempi. Viimeinen lauhteiden poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt.

Ennen jyrkkää nousua on aina tehtävä vesitys.

Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla kanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta kanavan osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

5.7.3 Vesilukot

Lauhteidenpoistolinjat on varustettava vesilukoilla tai yhteisellä vesilukkosäiliöllä (lauhteiden keräysastia). Näin estetään hajukaasujen vuoto lauhteenpoistoyhteiden kautta.

Jotta vesilukkojen kuivuminen voidaan estää, on vesilukot varustettava pinnankorkeuden mittauksin tai virtausmittauksin varmistetulla jatkuvalla vesivirralla.

Jotta laimeiden hajukaasujen kanavassa vallitseva paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on lukon vesipintojen korkeuden eron voitava vaihdella ainakin 10 000 Pa tai kanavan rakennepainetta vastaava määrä. 10 000 Pa vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1 m.

Jos lauhteet kerätään pumppausastiaan, niin astian pinnankorkeuksien eron tulee voida vaihdella ainakin 10 000 Pa tai kanavan rakennepainetta vastaavan määrä.

5.8 Pesuri

Laimeiden hajukaasujen järjestelmässä tulee olla tarpeellinen määrä pensureita, jolla poistetaan kaasujen sisältämää vesihöyryä sekä tärpättiä. ~~pienennetään kerättävää kaasumäärää.~~

5.9 Venttiilit/pellit

Laimeiden hajukaasujen polton venttiilit/pellit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyteen. ~~Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa.~~ Normaalisti käytetään tiiviitä läppäventtiilejä/peltejä isoille putkikooille.

Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

5.9.1—~~Venttiilien rakennemateriaali~~

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

~~Palloventtiilien tiivistemateriaaliksi suositellaan teflonia tai metallitiivistettä. Läppäventtiileissä suositellaan metallitiivisteitä.~~

5.9.2—~~Sulkulaitteet~~

~~Laimeiden hajukaasujen linjat on varustettava tiiviillä sulkulaitteilla. Lukituksissa mukana olevat runkolinjojen pääsulkulaitteet on varustettava rajakytkimillä.~~

~~Mikäli laimeita hajukaasuja poltetaan sellaisissa ilma-aukoissa, jotka pitää puhdistaa käsin, niin kukin aukko on varustettava tiiviisti sulkeutuvalla venttiilillä ja aukolle johtava kanava tiiviillä sulkuventtiilillä. Suuttimen avaus voidaan tällöin tur-~~

~~vallisesti suorittaa myös hajukaasujärjestelmän ollessa käynnissä. Mikäli kanavan sulkuventtiilin ollessa kiinni on mahdollista, että lauhdetta syntyy venttiilin tulo- puolelle, on kanava varustettava asianmukaisella lauhteenpoistolla.~~

~~Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.~~

5.10 Ohitus

Laimeiden hajukaasujen ohituskanava on johdettava mahdollisimman korkealle paikalle. Normaalisti ohituskanava johdetaan soodakattilalaitoksen katolle tai korkeaan piippuun.

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

5.11 Pisaraneroitin

On suositeltavaa käyttää laimeiden hajukaasujen kanavan polttopäässä pisaraneroitinta ennen kaasujen lämmitystä ja aina sen jälkeen kun laimeita hajukaasuja jäähdytetään tai käsitellään pesurilla.

5.12 Liekinestin

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

5.13 Räjähdyslevy

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

5.14 Alipainesuoja

Laimeille hajukaasuille voidaan käyttää alipainesuojaa jos putkiston rakennepaine ja puhaltimen imu sitä vaativat. Alipainesuojan toimimisen pitää aiheuttaa hälytys.

5.15 Ylipainesuoja

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää ylipainesuojaa.

5.16 Pitoisuusmittaus

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

Soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen pitoisuudet lähtöpis-
teessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia. ~~ja pitoisuus polt-
toon mitataan ainakin kerran vuodessa.~~

Lisäksi Soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen rikki- ja hap-
pipitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

Liuottimen höngät vastaavat ominaisuuksiltaan laimeita hajukaasuja. Ne koostuvat pääasiassa ilmasta ja vesihöyrystä. Liuottimen hönkien sisältämän hajurikin talteen saamiseksi niitä on alettu polttaa soodakattiloilla. Soodakattilayhdistys suosittelee liuotinhönkien polttamista soodakattilalaitoksella.

Soodakattilan käyttöturvallisuuden takia pitää veden joutuminen kattilaan estää liuottimen hönkien polton yhteydessä.

Liuottimen höngät pestään, jäähdytetään, siirretään puhaltimella ja kuumennetaan, jotta mahdolliset pisarat höyrystyisivät ennen polttoa. Hönkälinjat varustetaan lauhteenpoistolla, jottei vettä kerääntyisi hönkälinjaan ja joutuisi siitä kattilaan.

6.1 Koostumus ja määrä

Liuottimen höngät ovat peräisin pääasiassa vuotoilmasta, sulan lämmön aikaansaamasta liuottimen kiehumisesta ja sulan hajotushöyrystä. Ongelmallisinta käsitteelyn kannalta on liuottimen hönkien sisältämät pienet viherlipeäpisarat, jotka pyrkivät likaamaan hönkäjärjestelmän.

Sellutehtaan liuottimen hönkien määriä ja koostumuksia on esitetty taulukossa 6-1.

Taulukko 6-1. Liuottimen hönkien määrät ja koostumus, Rantanen 1987

Hönkämäärä liuotinsäiliöstä	$\text{m}^3\text{n} / \text{kgka}$	0.4 – 0.8
Hönkien lämpötila liuotinsäiliöstä	$^{\circ}\text{C}$	85 - 95
Hönkien kosteuspitoisuus liuotinsäiliöstä	til-%	40 - 80
Hönkien kokonaispöly liuotinsäiliöstä	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	1000 – 5000
Hönkien TRS liuotinsäiliöstä	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	150 - 700
Hönkien kokonaisrikki pesurin jälkeen	$\text{kg S} / \text{ADt}$	0.01 - 0.1
Hönkien kokonaispöly pesurin jälkeen	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	~100
Hönkien TRS pesurin jälkeen	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	1 - 10

Liuottimen hönkiä syötetään soodakattilaan esimerkiksi sekoitettuna muihin kattilaan johdettaviin laimeisiin hajukaasuihin. Toinen mahdollisuus on syöttää liuottimen höngät omien erillisten suutinten kautta.

6.2 Lämmitys/jäähdytys

Liuottimen hönkien lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Liuottimen hönkien mukana kulkevan vesihöyryn määrä tulipesään on oltava mahdollisimman pieni. Suositellaan, että liuottimen höngät jäähdytetään ennen polttoa edeltävää lämmitystä lämpötilaan 50 °C tai sen alle. Jäähdytys sijoitetaan pesurin yhteyteen ennen puhallinta. Sekoitettaessa liuottimen höngät muihin tässä suosituksessa käsiteltyihin kaasuvirtoihin tulee seoksen suhteen noudattaa niitä koskevia tässä suosituksissa mainittuja lämpötiloja.

Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään 20 °C.

6.3 Liuottimen hönkien polton logiikka

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan liuottimen hönkien polton logiikalta. On pyritty esittämään joukko välttämättömiä ehtoja, joita turvallisen automaation pitää täyttää. Jokaisessa soodakattilassa on varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

Liuottimen hönkien polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja polton aloittaminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin soodakattilan toiminnan valvonta tapahtuu.

6.3.1 Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Liuottimen hönkiä voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun seuraavat ehdot ovat voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on yli 5% kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta-</u>	

	<u>pauskohtaisesti.</u> Kattilan kuorma on yli minimikapasiteetin	
2.	Liuottimen hönkien puhallin on päällä	
	Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä	
3.	Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä	
4.	Lämpötila ennen lämmityspatteria on alle lämpötilarajan	
5.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen on yli lämpötilarajan	
6.		

6.3.2 Liuottimen hönkien syötön keskeytys

Liuottimen hönkien syöttö kattilan tulipesään on keskeytettävä, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on alle 5% kattilan nimelliskuormasta.</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta-</u> <u>pauskohtaisesti.</u> Kattilan höyrynsyöttö on alle minimikapasiteettirajan	
2.	Pikapysäytys laukeaa	
3.	Kattilasuoja laukeaa	
4.	Liuottimen hönkien puhallin pysähtyy	
5.	Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan	
6.	Lämpötila ennen syöttöä kattila-	

	laan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	
--	--	--

6.3.3 Kapasiteettirajoitus

Liuottimen hönkien poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viiveaika, jotta hönkien sisältämät hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikidioksidiksi. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan lähelle lipeänpolton aloituksen vaatimaa kuormaa. Soodakattilayhdistys suosittelee, että liuotinhönkien polttojärjestelmän toimittaja määrittelee kyseisen kuorman.

6.4 Puhallin

Liuottimen hönkien puhallin sijoitetaan kattilahuoneeseen. Puhaltimen materiaali on yleensä EN 1.4436 (SS2343). Puhaltimen staattinen sähkö tulee poistaa maadoituksella.

Puhaltimen kuori pitää olla varustettu lauhteenpoistoyhteellä alimmasta pisteestä.

6.5 Kanavat

Liuottimen hönkien vuotaminen kattilahuoneeseen pitää estää. Kanavan pituus kattilahuoneessa pitää minimoida.

6.5.1 Kanavamateriaali

Korroosiovaaran vuoksi on liuottimen hönkien polton kanavat ja suuttimet tehtävä ruostumattomasta teräksestä EN 1.4301 (SS2333) tai paremmasta.

6.5.2 Virtaus

Liuottimen hönkien virtausmäärä suositellaan mitattavaksi. Virtausmäärän mittauksen tulee sijata lähellä liuottimen hönkien syöttöä kattilaan.

6.5.3 Maadoitus

Liuottimen hönkien putkistolle ei tarvitse tehdä maadoitusta. Kuitenkin, jos ne yhdistetään laimeisiin hajukaasuihin, on yhdistyvä putken osa maadoitettava.

6.6 Lauhteenpoisto

Liuottimen hönkien linjat on varustettava lauhteen poistoyhteillä. Lauhteet tulee ensisijaisesti johtaa liuottimeen tai likaisten lauhteiden käsittelyyn.

6.6.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

Lauhteenpoistoyhteitten ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään 50 mm tukkeutumisvaaran vuoksi.

6.6.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

Kanavien ja putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa ennen tulipesää suositeltava kanavien kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:20 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempi. Viimeinen lauhteiden poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta tulipesään on mahdollisimman lyhyt.

Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla kanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta kanavan osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

6.6.3 Vesilukot

Lauhteidenpoistolinjat on varustettava vesilukoilla tai yhteisellä vesilukkosäiliöllä. Näin estetään haisevien kaasujen vuoto lauhteenpoistoyhteiden kautta.

Jotta vesilukkojen kuivuminen voidaan estää, on vesilukot varustettava pinnankorkeuden mittauksin tai virtausmittauksin varmistetulla jatkuvalla vesivirralla.

Jotta liuottimen hönkien kanavassa vallitseva paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on lukon vesipintojen korkeuden eron voitava vaihdella ainakin 10 000 Pa tai kanavan rakennepainetta vastaava määrä. 10 000 Pa vastaa vesilukon pinnan korkeuden eron vaihtelua 1 m.

Jos lauhteet kerätään pumppausastiaan, niin astian pinnankorkeuksien eron tulee voida vaihdella ainakin 10 000 Pa tai kanavan rakennepainetta vastaavan määrän.

6.7 Pesuri

Liuottimen hönkien järjestelmässä tulee olla riittävän tehokas jäähdyttävä pesuri, jolla poistetaan vettä ja pölyä sekä pienennetään kerättävää kaasumäärää. Pesurin ja päälaitteiden pesumahdollisuus käynnin aikana on huomioitava.

6.8 Venttiilit

Liuottimen hönkien polton venttiilit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviuteen. Normaalisti käytetään tiiviitä läppäventtiilejä.

6.8.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

Läppäventtiileissä suositellaan metallitiivisteitä.

6.8.2 Sulkulaitteet

Liuottimen hönkien linjat on varustettava tiiviillä sulkulaitteilla. Lukituksissa mukana olevat laitteet on varustettava rajakytkimillä.

Mikäli liuottimen hönkiä poltetaan sellaisissa ilma-aukoissa, jotka pitää avata auki käsin, niin kukin aukko on varustettava tiiviisti sulkeutuvalla venttiilillä ja aukolle johtava kanava tiiviillä sulkuventtiilillä. Suuttimen avaus voidaan tällöin turvallisesti suorittaa myös hönkajärjestelmän ollessa käynnissä. Mikäli kanavan sulkuventtiilin ollessa kiinni, on mahdollista että lauhdetta syntyy venttiilin tulopuolelle, on kanava varustettava asianmukaisella lauhteenpoistolla.

Liuottimen hönkälinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

6.9 Ohitus

Liuottimen hönkien ohituskanava on johdettava mahdollisimman korkealle paikalle. Normaalisti ohituskanava johdetaan soodakattilalaitoksen katolle tai korkeaan piippuun.

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

6.10 Pisaraneroitin

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisaraneroitinta kaasun jäähtymisen jälkeen.

6.11 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.12 Räjähdyslevy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.13 Alipainesuoja

Liuottimen höngille voidaan käyttää alipainesuojaa jos putkiston rakennepaine ja puhaltimen imu sitä vaativat. Alipainesuojan toimimisen pitää aiheuttaa hälytys.

6.14 Ylipainesuoja

Liuottimen hönkijärjestelmän on kestettävä puhaltimen aiheuttama ylipaine. Lisäksi liuottimelta menee erillinen kanava soodakattilan katolle, joka aukeaa ylipaineesta.

6.15 Pitoisuusmittaus

Liuottimen höngille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta. ~~Soodakattilayhdistys suosittelee, että liuottimen hönkien pitoisuudet lähtöpisteessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia ja pitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.~~

7 VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA

Väkevät hajukaasut ovat luonteeltaan matalalämpöarvoinen polttoaine ja niiden polttojärjestelmän tulee noudattaa turvallisuusmääräyksiltään ja logiikaltaan räjähtävien kaasujen poltosta annettuja suosituksia ja määräyksiä.

Väkevien hajukaasujen lähteet ovat mm. haihduttamon tyhjökaivon lauhduttamaton kaasu, stripperin ja metanolitislauksen kaasut, likaislauhdesäiliön hönkä, keittimen lauhduttimien kaasut sekä paineistetun lipeän väkevöinnin kaasut. Ilman vuotaminen väkevien hajukaasujen joukkoon pitää yrittää estää kaikissa olosuhteissa.

Väkevien hajukaasujenjärjestelmien suunnittelussa on huomioitava ATEX-säädökset.



Kuva 7-1. Soodakattilan tulipesän alaosa, jossa keskellä erillispoltin väkeville hajukaasuille.

7.1 Koostumus ja määrä

Väkevien hajukaasujen kokonaismäärä modernissa sellutehtaassa on 2 – 4 kgS/ADt. Määrä lisääntyy merkittävästi jos mustalipeää haihdutetaan korkeaan kuiva-aineeseen (yli 80 %). Prosessista johtuen väkevien hajukaasujen määrä voi

vaihdella suuresti eri ajankohtina. Sellutehtaan väkevien hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä määriä on esitetty taulukossa 7-1.

Taulukko 7-1. Väkevien hajukaasujen tyypillisiä määriä eri osastoilta

Osasto	kg S / ADt	m ³ n / ADt
Eräkeiton pusku	0.4 – 0.8	5 – 15
Eräkeiton kaasaus	0.1 – 0.2	1.0 – 3.0
Jatkuva keitto	0.1 – 0.4	1.0 – 4.5
Stripperi	0.5 – 1.0	15 – 25
Haihduutamo	0.4 – 0.8	1 – 10
Metanolin käsittely	0.5 – 1 2.0	1.0 – 2.0
Mustalipeän lämpökäsittely	2 – 3	1.5 – 3.0
Super Konsentraattori	2 – 5	1.5 – 6.0

Taulukko 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista.

	Tehdas A	Tehdas B	Tehdas C
Komponentti	ppm	ppm	ppm
H ₂ S	*	50 000	81 300
CH ₃ SH	80 900	110 000	188 300
(CH ₃) ₂ S	22 000	50 000	116 000
(CH ₃) ₂ S ₂	800	30 000	3 000
C ₁₀ H ₁₆ (tärpätti)	1 900	*	*
CH ₃ OH	*	*	*
O ₂	*	*	*
NH ₃	*	*	*
H ₂ O	20 000	330 000	*
CO ₂	*	*	*

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Väkevät hajukaasut sisältävät merkittäviä määriä rikkiyhdisteitä. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista on esitetty taulukossa 7-2. Väkevät hajukaasut luokitellaan sisältönsä mukaan joko erittäin myrkyllisiksi, myrkyllisiksi tai palaviksi.

Taulukko 7-3. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen komponenttien lämpöarvoista, BLRBAC.

Komponentti	kJ/kg(kuiva)
H ₂ S	15 280
CH ₃ SH	26 100
(CH ₃) ₂ S	30 890
(CH ₃) ₂ S ₂	23 630
Tärpätti	41 560
Metanoli(kaasu)	22 720

Väkeviä hajukaasuja ei jäähdytetä ja kuumenneta kuten laimeita, vaan väkeville hajukaasuille käytetään ejektoria ja pisananerotinta sekä liekinestintä ennen polttoa.

Väkevien hajukaasujen poltto- ja keräilyjärjestelmältä vaaditaan että vuodot linjoista työskentelytiloihin on estetty, vettä ei pääse kaasujen mukana tulipesään ja tulipalon/räjähdyksen riski on minimoitu.

~~Soodakattilayhdistys ei suosittele, että väkevien hajukaasuja käsiteltäessä ne voivat automaattisesti kääntyä soodakattilaan. Jos soodakattila on väkevien hajukaasujen polton varapaikka, käynnön tekee operaattori.~~

7.2 Väkevien kaasujen polton logiikka

Väkevien hajukaasujen polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja sen aloittaminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin soodakattilan toiminnan valvonta tapahtuu.

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan väkevien kaasujen polttimen polttologiikalta. On pyritty esittämään joukko välttämättömiä ehtoja, joita turvallisen automaation pitää täyttää. Jokaisessa soodakattilassa on varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

Tämä suositus ei koske väkevien hajukaasujen keräilyn aloituksen ja ajon lukituksia, vaikka ne usein on osittain toteutettu samassa järjestelmässä, kuin polton lukitukset.

7.2.1 Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

Väkevien kaasujen poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m².</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.</u> <u>Kattilan kuorma on yli minimikuorman</u>	<u>Varmistaa riittävä lämpötila tulipesässä</u>
2.	Polttimen tukiliekki on ollut <u>päällä vähintään 1 min</u>	<u>Varmistaa liekin palaminen</u>

3.	Liekinvartija näyttää tukiliekien olevan päällä	<u>Varmistaa liekin palaminen</u>
4.	Väkevien hajukaasujen lanssi on kytetty	<u>Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan paikkaan</u>
5.	Polttimen polttoilman tulopaine on yli minimiarvon	<u>Varmistaa ilmansaanti</u>
6.	Polttimen polttoilman virtaus on yli minimiarvon	<u>Varmistaa ilmansaanti</u>
7.	Lipeänpoltto on päällä	
8.	<u>Poltinaukko vapaa</u>	<u>Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan paikkaan</u>
9.		

Soodakattilayhdistys suosittelee, että lipeää poltetaan väkevien polton aikana jotta syntyvä natrium voisi sitoa syntyvän rikin.

7.2.2 Kapasiteettirajoitus

Väkevien hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan tarpeeksi. ~~Täksi tulitehoksi on EN 12952-8 mukaan määritelty 50 % nimellishöyrykuormasta.~~ Minimikapasiteetin höyryvirtana määrittää laitetoimittaja. Koska nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsite, suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa 0,74 MW/m² pohjaa. Esimerkki kapasiteettirajan laskemiseksi on esitetty Liite I.

7.2.3 Tukiliekien käyttötarve

Väkevien hajukaasujen palaminen vaatii riittävää lämpötilaa. Yleisesti vaatimuksena pidetään 900 °C. Lämpötilavaatimus täyttyy, jos hajukaasuja johdetaan, kattilan toimiessa stabiilisti ja riittävällä kuormalla, lipeäruiskujen alapuolelle. Jos väkeviä hajukaasuja johdetaan lipeäruiskujen yläpuolelle, pitää varmistaa, että ne johdetaan

kattilan sellaiseen osaan, jossa tämä lämpötila ylitetään. Toinen mahdollisuus on käyttää riittävän kapasiteetin omaavaa tukiliekkiä.

~~Väkevien hajukaasujen polttimen käynnistyksen aiheuttamien häiriöiden minimoimiseksi suositellaan tukiliekkin käyttöä.~~ Tukiliekkin tarkoitus on varmistaa, että haju- kaasujen palaminen jatkuu eikä liekki irtoamista tai sammumista polttimella tapahdu.

Tukiliekkiä ei tarvita kun seuraavat ehdot ovat voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

Taulukko 7-1. Edellytykset hajukaasujen poltto ilman tukiliekkiä

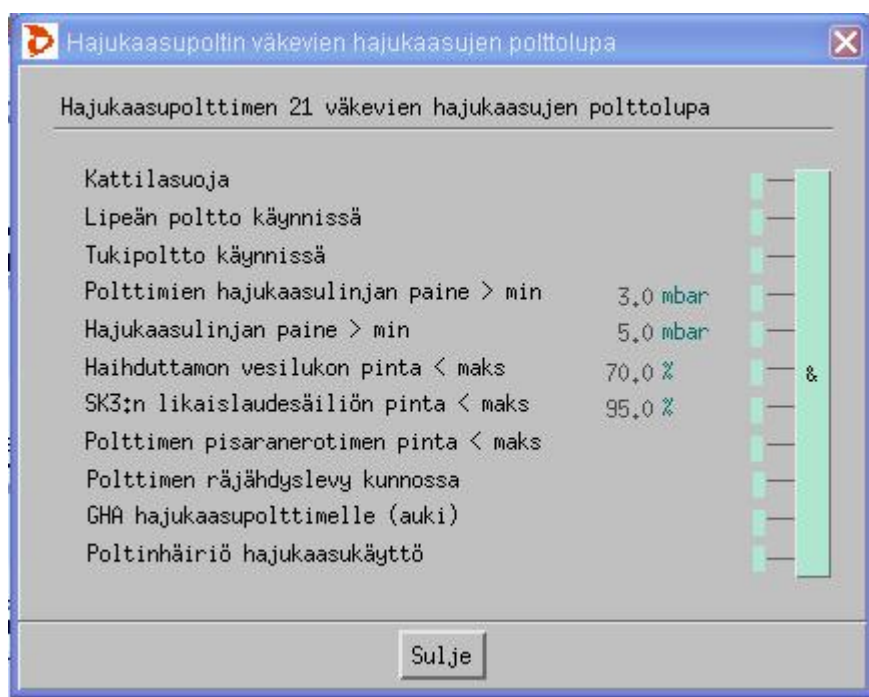
	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan tuliteho suurempi kuin 1,5 MW/m².</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.</u>	<u>Varmistaa riittävä lämpötila tulipesässä</u>

7.2.4 Väkevien kaasujen polton pysäyttäminen

Väkevien kaasujen poltto pitää pysäyttää, kun esimerkiksi jokin seuraavista ehdois- ta on voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	<u>Kattilan tuliteho alle 0,7 MW/m²</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.</u> Kattilan kuorma on yli minimikuorman	<u>Lämpötila tulipesässä on riittävä</u>
2.	Pikapysäytys laukeaa	
3.	Kattilasuoja laukeaa <u>(mm. seuraavat)</u> <u>- Kattilan primääri- tai sekundääripu- hallin pysähtyy</u> <u>- Primääri- tai sekundääri-ilmakanavan ilman paine laskee alle alarajan</u> <u>- Primääri- tai sekundääri-ilman virtaus laskee alle alarajan</u>	

45.	Hajukaasun lauhteenpoistojärjestelmän pintakytkimet laukeaa tulee vika, joka uhkaa lopettaa lauhteiden poistumisen (lauhteiden keräys yläraja tai vesitystasku yläraja)	
56.	Kattilan höyryntekitys laskee alle minimikuorman	
69.	Lipeämpolttoloppu	
710.	Hajukaasun paine ennen poltinta laskee alle alarajan	



Kuva 7-2. Esimerkki erään tehtaan väkevien hajukaasujen polttoehdoista

Väkevien kaasujen poltto suositellaan pysäytettävän, jos esimerkiksi jokin seuraavista häilytyksistä aktivoituu. ehdoista on voimassa (suositus toteutetaan häilytyksen avulla).

	Häilytys	Häilytyksen tarkoitus
1.	Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)	<u>Poltoissa merkittävä häilyriö</u>
2.	Kattilahuoneen rikkipitoisuushäilytys (H2S) laukeaa	<u>Tarkistaa vuotaako hajukaasujärjestelmä</u>

3.	Polttomustalipeän kuiva-aine laskee alle hälytyksen aiheuttavan alarajan	<u>Palamisen varmistaminen</u>
4.	Liekinerottimen paine-ero yli ylärajan	<u>Liekinerotin tukossa/tukkeutumassa</u>
5.	Hajukaasun virtaus polttimelle laskee alle alarajan <u>(varsinainen virtaus varmistetaan paineen kautta)</u>	<u>Estää takatuli</u>

~~7.2.5 Väkevien hajukaasujen polttoa ei tarvitse pysäyttää~~

~~Väkevien kaasujen polttoa ei tarvitse pysäyttää, jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa~~

- ~~1. Polttimen automaattisen ilma-aukon puhdistimen toiminnan vuoksi. Automaattinen ilma-aukon puhdistin voi toimiessaan aiheuttaa paine-, virtaus tai muun heilahduksen, josta polttoa ei tarvitse keskeyttää.~~

7.3 Poltin

Väkevät hajukaasut voidaan polttaa ainoastaan asianmukaisella ja tarkoitukseen soveltuvalla erillispolttimella.

Väkevien hajukaasujen tukipoltin täytyy tulla-varustaa paikallisohjauskoteloilla, josta tukipoltto käynnistetään. Hajukaasujen poltto voidaan tämän jälkeen käynnistää valvomosta. Kumpikin edellä mainittu voidaan pysäyttää valvomosta. kaikki pysäytykseen ja käynnistykseen liittyvät toimenpiteet voidaan tehdä.

Väkevien hajukaasujen poltin tulee varustaa erillisellä ilmarekisterillä ja erillisellä lanssilla tuki/pilottipolttoaineelle, joka voi olla esimerkiksi öljy, tai kaasu, metanoli, tärpätti, pikiöljy.

~~Väkevien hajukaasujen polttimen hajukaasulanssi on voitava irrottaa.~~

Polttimen paikaksi suositellaan lipeäruiskujen alapuolta. Paikkaa jossa polttovyöhykkeen kattilan savukaasun-lämpötila on yli 900 °C.

~~Kukin polttoaine pitää polttaa omalla lanssillaan.~~

~~Väkevien hajukaasujen polttimeen voidaan tuoda erillisillä lansseilla myös metanolia ja tärpättiä.~~

Väkevien hajukaasujen polttimen ilma~~ksi ei suositella voi olla myös~~ laimeita haju-
kaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia.



Kuva 7-3. Väkevien hajukaasupoltin kuvattuna kattilan sisältä ja ulkoa.

7.3.1 Tuki/Pilottiliekki

Tuki/Pilottiliekkin tarkoitus on helpottaa varsinaisen polttoaineen syttymistä pienillä kattilan kuormilla.

Tukiliekkin polttoaineteho tulee olla vähintään 10 % polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta.

7.4 Putkisto

Väkevien hajukaasujen linjojen pituus soodakattilahuoneessa on pidettävä mahdollisimman lyhyenä. Putkisto on vedettävä välttämällä mahdollisia ongelmapaikkoja kuten liuotussäiliö ja sen ympäristö, heikko nurkka, hätäpoistumistiet ja porraskäytävät.

Putkiston rakentamisessa on noudatettava paineastia- ja kemikaalilakia.

7.4.1 Putkiston rakennemateriaali

Putkiston rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa. Hajukaasun eräät yhdisteet, kuten tärpätti ja metanoli, ovat voimakkaita liuottimia, minkä johdosta lasikuitu- ja muoviosien käyttöä ei sallita.

7.4.2 Putkiston höyrytys

Polton pysähdyttyä suositellaan väkevien kaasujen linjojen tuuletusta sulkuventtiileiltä kattilaan puhaltamalla ne puhtaaksi inertillä väliaineella. Inerttejä väliaineita ovat mm. höyry ja typpi. Linjojen puhallusta ilmalla ei suositella, koska puhallusilman ja puhallettavan väkevän hajukaasun rajavyöhykkeelle muodostuu räjähtävä seos. Käytännössä linjat aina höyrytetään.

~~Kanavien höyrytys pitää pyrkiä järjestämään joko siten että mahdollisimman iso osa laitteista voidaan höyryttää samasta automaation käyttöliittymästä. Höyrytys pyritään toteuttamaan kunkin osaston automaation käyttöliittymästä aina seuraavalle osastolle asti.~~

Höyrytettäessä on olemassa riski, että linjaan lauhtunut vesi pääsee tulipesään lähtee liikkeelle ja aiheuttaa vaaratilanteen. Putkistosuunnittelussa on otettava huomioon että putkistoon mahdollisesti lauhtuvat vedet johdetaan lauhteenkeräilyyn.

7.4.3 Putkiston painemittaukset

Väkevien hajukaasujen putkisto pitää varustaa painemittauksin ejektorin jälkeen ja välittömästi ennen väkevien hajukaasujen poltinta. Putkiston paineesta on ylipaine-sekä minimipainehälytys.

~~Suositellaan että pisananerottimen tukkeutumisesta suoritetaan hälytys. Se voidaan toteuttaa esimerkiksi mittaamalla paine-ero josta on ylipaine-erohälytys. Putkiston tukkeutumisesta voidaan valvoa myös sekä virtausmäärän että erottimen jälkeen olevan painemittauksen perusteella, toteutetulla hälytyksellä.~~

7.5 Maadoitus ja potentiaalitasaus

Väkevien hajukaasujen putkistolle tehdään maadoitus. Niissä paikoissa, missä esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus, on suoritettava

potentiaalitasaus. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi laipat, luukut ja yhteet. Potentiaalitasaus voidaan tehdä esimerkiksi kiinnittämällä metallilanka laippaliitosten yli staattisten kipinöiden ehkäisemiseksi.

7.6 Venttiilit

Väkevien hajukaasujen polton venttiilit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyyteen. ~~Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa.~~

Väkevien hajukaasujen tulolinjassa polttimelle pitää olla kaksi pikasulkuventtiiliä ja välissä tuuletusputkilinja venttiileineen.

7.6.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava ~~valu~~materiaalia.

~~Venttiilien tiivistemateriaaliksi suositellaan teflon tai metalli. Kriittisissä kohteissa pitää venttiilien valinnassa ottaa huomioon myös sisä- sekä ulkopuolisen tulipalon vaara.~~

7.6.2 Sulkuventtiilit

Väkevien hajukaasujen linjat on varustettava tiiviillä sulkuventtiileillä. Sulkuventtiilit on varustettava rajakytkimin.

Kattilahuoneeseen menevät väkevien hajukaasujen linjat on kyettävä sulkemaan myös kattilahuoneen ulkopuolelta. Vaatimus ulkopuolelta sulkemisesta aiheutuu siitä, että vaaratilanteessa ei voida edellyttää hajukaasulinjojen sulkemista kattilahuoneesta. Lisäksi halutaan estää hajukaasujen virtaus kattilahuoneeseen tilanteessa jossa esim. kattilahuoneessa oleva venttiili vuotaa.

7.6.3 Venttiilien toimintaenergia

Sulkuventtiilien on sulkeuduttava ilman ulkopuolista käyttöenergiaa. Samalla on sulkuventtiilien välissä olevan tuuletuslinjan venttiilin avauduttava.

7.7 Lauhteenpoisto

Väkevien hajukaasujen linjat on varustettava lauhteenpoistoyhteillä. Lauhteet sisältävät runsaasti hajuyhdisteitä. Lauhteet tulee kerätä pumppaussäiliöön ja pumpata säiliön kautta haihduttamolle likaislauhteiden strippaukseen.

7.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

Lauhteenpoistoyhteitten ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään 50 mm syntyvän lauhde- sekä tukkeutumisvaaran vuoksi. Ulkona olevat ~~yh~~teet~~de-~~ ja-lauhdeputket varustetaan sähkösaatolla jäätymisvaaran takia.

7.7.2 Lauhteenpoistoyhteiden sijoitus

~~Kanavien ja P~~putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Suositeltava ~~put-~~
~~kienkanavien~~ kallistus, muualla kuin soodakattilalaitoksella, lauhteen kulkiessa
kaasun virtaussuunnassa on 1:100 ja lauhteen kulkiessa kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:25. Putket tulee mitoittaa niin suureksi, ettei lauhde ala tulvia putkistossa.

Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa suositeltava kanavien kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:~~100~~ ~~20~~ ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:~~50~~ ~~4~~ tai jyrkempi. Viimeinen lauhteiden poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin että ~~putkenkanava~~ pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt.

Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla putkistoakanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta ~~putkistostakanavan~~ osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

7.7.3 Vesilukot

Jotta lauhteenpoistoyhteiden kautta estettäisiin hajukaasujen vuoto, on lauhteidenpoistolinjat varustettava vesilukoilla ja pumppaussäiliöllä tai yhteisellä vesilukosäiliöllä.

Jotta väkevien hajukaasujen ~~putkistossakanavassa~~ ejektorin kehittämä paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on vesilukon mitoituksessa otettava huomioon ejektorin mitoitusarvot (yli- ja alipaine) sekä prosessin tuomat vaateet (esimerkiksi sys-

teemin pullotus). vesipinnan korkeuden voitava vaihdella ainakin 15 000 Pa. Tämä vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1,5 m.

Vesilukkosäiliö on mitoitettava riittävän suureksi jotta ejektorin imu ei ota pisaroita mukaansa,

Jos lauhdet kerätään yhteiseen vesilukkosäiliöön, niin pinnankorkeuden tulee voida vaihdella 1,5 m.

Vesilukkojen pinta tulee varmistaa. Yhtenä keinona on johtaa vesilukkoon jatkuva vesivirtaus, joka varmistetaan virtausmittauksella. Koska pinnankorkeuksien erolla ei kaikissa tilanteissa pystytä kanavan painetta ylläpitämään, on vesilukkojen pinta kyettävä uudistamaan häiriön jälkeen. Pinnan uudistamiseksi johdetaan vesilukon virtausindikaatiolla varustettu vesivirta.

7.8 Väkevien kaasujen siirto~~Ejektori~~

Väkevien kaasujen siirtoon ei saa käyttää puhallinta. Väkevien kaasujen siirtoon suositellaan ejektoria tai nesterengaskompressor~~ia~~. ~~Ejektoriin virtaavan käyttöhöyryn liikemäärä imee hajukaasuja.~~ Höyryejektorin ~~maksimi~~ höyryn lämpötila saa olla maksimissaan 2040 °C, - , mikä (vastaa kylläisen höyryn painetta noin 126 bar(yp))~~:- kaasukomponenttien itsesyttymislämpötilan takia~~

Väkevien kaasujen ejektori/nesterengaskompressori voidaan tarvittaessa sijoittaa soodakattilalaitokseen.

7.9 Paineenpitohöyry

Paineenpitohöyrynä käytetään matalapainehöyryä. On varmistettava että höyrylinjojen vesitykset toimivat kaikissa tilanteissa, tällä estetään veden pääsy kattilaan.

7.9.10 Lämmitys/jäähdytys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.107.11 Polttimen sähköistys ja automaatiikka

Väkevien hajukaasujen polttimen sähköistyksen ja automaatiikan täytyy täyttää kaasupolton sähköistyksen ja automaatiikan vaatimukset. Jos tukipolttoaineena käytetään öljyä, on nämä määräykset tältä osin täytettävä.

7.117.12 Liekinerotus

Väkeville hajukaasuille on käytettävä liekinerotinta. Liekinerottimen tarkoitus on sammuttaa ~~putkisto~~~~kanavaa~~ pitkin pesästä kohti hajukaasujen tuloa etenevä palorintama. ~~Sammutus perustuu liekin jäähdyttämiseen.~~ Liekinerottimen sijoituspaikan on oltava mahdollisimman lähellä väkevien hajukaasujen poltinta.

~~Väkeville hajukaasuille on käytettävä liekinerotinta. Liekinerottimen sijoituspaikan on oltava mahdollisimman lähellä väkevien hajukaasujen poltinta. Liekinerottimien painehäviö puhtaana ei maksimivirtauksella saa olla yli 500 Pa. Liekinerottimien toiminta on tarkasteltava kaikilla käytön aikana esiintyvillä kaasuvirroilla.~~

7.11.17.12.1 Liekinerottimen pesu

Jos liekinerottimille on järjestetty pesumahdollisuus, ei pesulinjoja saa kytkeä pysyvästi.

7.11.27.12.2 Liekinerottimen painemittaus

Liekinerottimen paine-ero on mitattava ja siitä on oltava hälytys.

7.127.13 Vaihtoehtoinen paikka

Väkevien hajukaasujen polton edellytys soodakattilassa on, että järjestelmässä on olemassa vaihtoehtoinen paikka, minne kaasut voidaan automaattisesti ohjata tilanteessa jossa hajukaasujen poltto soodakattilassa keskeytyy. Tyypillisesti Kääntö vaihtoehtoiseen polttopaikkaan pyritään toteuttamaan niin että väkeviä hajukaasuja ei pääse ympäristöön. kaasut ohjataan hetkellisesti katolle, erillispiippuun tai käynnissä olevaan soihduun.

7.12.17.13.1 Venttiilit

Soodakattilalaitoksessa sijaitsevien väkevien hajukaasujen venttiilien, joilla hajukaasut ohjataan vaihtoehtoiseen paikkaan, tulee avautua automaattisesti ulkopuolisen käyttöenergian loppuessa.

7.12.27.13.2 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.12.37.13.3 Soihdun sijoitus

Jos väkevien hajukaasujen vaihtoehtoisena polttopaikkana käytetään soihtua, on sen suositeltava sijoituspaikka soodakattilalaitoksen katto.

7.137.14 Alipainesuoja

Väkeville hajukaasuille ei ~~kattilarakennuksessa~~ saa käyttää ilmaa korvauskaasuna ottavaa alipainesuojaa.

Suositellaan että putkisto ja laitteet mitoitetaan kestäämään niin että alipainesuojia ei tarvita.

7.147.15 Ylipainesuoja

Väkeville hajukaasuille ei kattilarakennuksessa saa käyttää suoraan kattilahuoneeseen aukeavaa ylipainesuojaa. Ylipainesuojan laukeamisen aiheuttama väkevien hajukaasujen virtaus on johdettava paikkaan, josta siitä ei aiheudu vaaraa ja joka on mahdollisimman haitaton. Ulkoilmaan menevissä ylipainesuojien putkissa huomioidava vesitys jäätymisen estämiseksi. Ylipainesuojan laukeamisesta on tultava hälytys.

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy. josta tulee hälytys.-

7.14.17.15.1 Räjähdyslevyt

Jos kanaviin voi syntyä niitä käytettäessä kahden sulkuventtiilin väliin kanavien rakennepaineen ylittävä paine, on tämä kanavaosa varustettava räjähdyslevyillä. Tällainen paine on esimerkiksi korkeapaineisen höyrypuhalluksen aiheuttama paine.

Suosittelava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

Räjähdyslevyt on varustettava indikaattorilla, josta seuraa hälytys räjähdyslevyn toimiessa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää lämpötilamittausta toimintaindikaattoreina.

7.14.27.15.2 Räjähdyslevyjen sijoitus

Räjähdyslevyt on sijoitettava siten, että niiden toimiessa ei normaaleilla työskentelytasoilla oleskeleville henkilöille aiheudu vaaraa

7.157.16 Pitoisuusmittaus

Väkeville hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

Soodakattilayhdistys suosittelee, että väkevien hajukaasujen pitoisuudet lähtöpis-
teessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia.

Lisäksi Soodakattilayhdistys suosittelee, että väkevien hajukaasujen ja rikki-
pitoisuus sekä happipitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

8 METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA

Tämä suositus koskee ainoastaan tapausta, jossa metanolia ja tärpättiä ei ole sekoitettu toisiinsa ja kummallakin on oma lanssi.

Metanoli (CH_3OH) tislataan strippauskolonnissa. Tislaushöyry joka sisältää 30-35 % metanolihöyryä johdetaan metanolikolonnein. Metanoli nesteytetään ja pumpataan säiliön kautta polttoon. Metanolin liekki nopeus on noin 0.5 m/s. Metanolia poltetaan sellutehtailla myös meesauunissa, erillisessä hajukaasukattilassa ja soihdussa.

Mikäli metanoli poltetaan soodakattilassa, se tuodaan omana linjanaan omalla suuttimella esimerkiksi hajukaasupolttimelle.

Jollei varapolttopaikka ole käytettävissä, on metanolia kyettävä varastoimaan ainakin 24 h tuotantoa vastaava määrä. Metanolisäiliön sijoituksessa on huomioitava kemikaalilainsäädännön ja palavien nesteiden varastoinnin määräykset. Sitä ei saa sijoittaa kattilahuoneeseen.

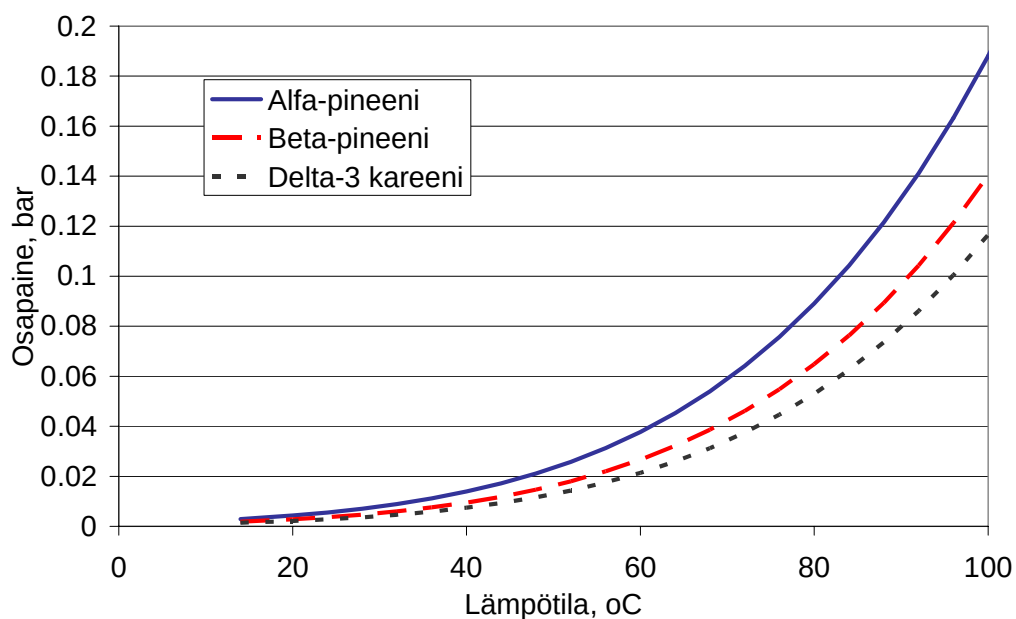
Hajukaasuista on syytä poistaa mahdollisimman tarkkaan tärpätti ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), koska se on räjähdysherkkä erittäin laajalla pitoisuusalueella. Tärpättiä erotetaan pesurissa lauhduttamalla kylmällä vedellä. Pesuri sijaitsee tärpättilauhduksen jälkeen hajukaasulinjassa. Tärpätti erotetaan esimerkiksi metanolitislauksen pohjalauhteesta tärpättidekanterilla.

Tyypillinen koostumus on esitetty taulukossa 8-1.

Taulukko 8-1. Tärpätin tyypillinen koostumus

Yhdiste	Pitoisuus, %
Alfa-pineeni	80 - 90
Beta-pineeni	5 - 10
Delta-3 kareeni	5 - 10
Muita C ₁₀ H ₁₆ yhdisteitä	< 1
MM <u>Metyylimerkaptani</u>	0 - 5
<u>Dimetyylisulfidi</u> DMS	0 - 12
<u>Dimetyylidisulfidi</u> DMDS	0 - 1

Eräiden tärpätin komponenttien höyryn osapaineita on esitetty kuvassa 8-1.

**Kuva 8-1.** Tärpätin komponenttien höyryn osapaineita, Drew et al., 1971

8.1 Metanolin/Tärpätin polton logiikka

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan metanolin ja tai tärpätin polttimen polttologiikalta normaalin kaasu/öljypolttimen lisäksi. On pyritty esittämään joukko välttämättömiä ehtoja, joita turvallisen automaation pitää täyttää.

Jokaisessa soodakattilassa on varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

Jos metanolia tai tärpähtiä poltetaan väkevien hajukaasujen kanssa samassa polttimessa soodakattilassa, niin ehdot jotka koskevat minimikuormaa, polttimeen tuotavaa ilmavirtaa ja kattilan muita lukitusjärjestelmiä ovat kaikille virroille samat.

Metanolin ja tärpätin polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja sen aloittaminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin soodakattilan toiminnan valvonta tapahtuu. Jos metanolia tai tärpähtiä käytetään soodakattilassa polttimen tukipolttoaineena, niin väkevien hajukaasujen polton aloitus suositellaan tehtävän muulla polttoaineella (esimerkiksi maakaasu tai polttoöljy).

8.1.1 Metanolin polttimen käynnistyksen edellytykset

Metanolin poltto voidaan aloittaa soodakattilassa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Lipeänpoltto on päällä	
2.	Metanolilanssi on paikallaan ja kytketty	
3.	Metanolin paine on yli minimipaineen (viive)	
4.	Polttimen ilman paine on yli paineen alarajan	
5.	Polttimen ilman virtaus on yli alarajan	
6.	Liekinvartija näyttää liekkiä (syttymisviive)	

Pelkän metanolin poltto saattaa aiheuttaa merkittävän hajuhaitan.

Jos metanolia käytetään soodakattilassa muun polttimen tukipolttoaineena, on metanolin tiheydelle oltava lukitus, jolla varmistetaan ettei tukipolttoaineen lämpöarvo laske liian alas.

8.1.2 Metanolin polton pysäyttävät tapahtumat

Metanolin poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Lipeän poltto keskeytyy	
2.	Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy	
3.	Polttimen ilmavirtaus putoaa alle alarajan	
4.	Polttimen ilman paine putoaa alle alarajan	
5.	Linjan paine laskee alle painerajan	
6.	Pikapysäytys laukeaa	
7.	Kattilasuoja laukea	
8.	Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen	

8.1.3 Tärpätin polttimen käynnistyksen edellytykset

Tärpätin poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Lipeänpoltto on päällä	
2.	Tärpättilanssi on paikallaan ja kytkettynä	
3.	Tärpätin paine on yli minimipaineen	
4.	Polttimen ilman paine on yli paineen alarajan	
5.	Polttimen ilman virtaus on yli virtauksen alarajan	
6.	Liekinvartija näyttää liekkiä (syttymisviive)	
7.	Polttimen ilman virtaus on yli alarajan	

8.1.4 Tärpätin polton pysäyttävät tapahtumat

Tärpätin poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Lipeän poltto keskeytyy	
2.	Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy	
3.	Polttimen ilmavirtaus putoaa alle alarajan	
4.	Polttimen ilman paine laskee alle painerajan	
5.	Linjan paine laskee alle painerajan	
6.	Pikapysäytys laukeaa	
7.	Kattilasuoja laukeaa	
8.	Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen	

8.2 Polttimen sähköistys ja automatiikka

Metanolin/tärpätin polttimen sähköistyksen ja automatiikan täytyy täyttää öljy/kaasupolton sähköistyksen ja automatiikan vaatimukset.

Metanolilanssi ja tärpättilanssi puhalletaan höyryllä.

8.3 Venttiilit

Metanolin polton venttiilit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyyteen. Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa.

8.3.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan ruostumaton teräs EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei

liukenisi (metanoli ja tärpätti ovat liuottimia). Eräs usein käytetty tiivistemateriaali on PTFE (teflon).

8.3.2 Sulkuventtiilit

Metanolin/tärpätin polton linjat on varustettava tiiviillä sulkuventtiileillä. Linjat on kyettävä sulkemaan myös kattilahuoneen ulkopuolelta. Vaatimus ulkopuolelta sulkemisesta aiheutuu siitä, että vaaratilanteessa ei voida edellyttää metanoli/tärpättilinjojen sulkemista kattilahuoneesta. Lisäksi halutaan estää metanolin/tärpätin virtaus kattilahuoneeseen tilanteessa, jossa esim. kattilahuoneessa oleva venttiili vuotaa.

8.3.3 Venttiilien toimintaenergia

Metanolin/tärpätin polton sulkuventtiilit sulkeutuvat ilman ulkopuolista käyttöenergiaa.

9 TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA

Tämä luku käsittelee niitä toimenpiteitä, joita on tarkoitus suorittaa niissä tilanteissa kun soodakattilaa ei ajeta vakiokuormalla.

9.1 Toiminta häiriön yhteydessä

Soodakattilayhdistys suosittelee, että kaikkien soodakattilan häiriötilanteiden yhteydessä sekä väkevien että laimeiden hajukaasujen poltto soodakattilassa keskeytetään ja kaasut ohjataan varapolttopaikkaan.

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

Alasajon yhteydessä hajukaasujen poltto soodakattilassa suositellaan lopetettavaksi viimeistään kun kattilan kuorma on alle minimikuorman.

Väkevien hajukaasujen polton loppuessa on putkisto sulkuventtiileiltä kattilaan huuhdeltava höyryllä. Jos väkevien hajukaasujen linjoissa tai niiden lähellä tehdään asennus- tai kunnostustöitä, suositellaan väkevien hajukaasujen linjojen huuhtelua. Väkevien putkiston huuhtelua suositellaan tehtäväksi 24 tuntia ennen pitoisuusmittausta ja huolto/kunnossapitotöiden aloittamista väkevien hajukaasujen putkilla.

Laimeiden hajukaasujen polton loppuessa on kanavisto huuhdeltava ilmalla. Laimeiden kanaviston huuhtelua suositellaan tehtäväksi 8 tuntia ennen pitoisuusmittauksia ja huolto/kunnossapitotöiden aloittamista laimeiden hajukaasujen kanavilla.

9.3 Toiminta ylösajon yhteydessä

Hajukaasujen käsittelyyn liittyvä laitteisto suositellaan pidettäväksi käytössä myös seisokin aikana. Jos hajukaasujen poltto soodakattilalla on kuitenkin ollut keskeytyksissä, on ennen hajukaasujärjestelmän käyttöönottoa soodakattilalla varmistettava että

- seisokin aikaiset kunnossapito- ja korjaustyöt ovat loppuun suoritettut eikä hajukaasulaitteilla ole enää menossa seisokkitöitä

- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot on asianmukaisesti asennettu, tarkastettu ja puhdistettu asennusjätteistä
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleisiin laitteisiin liittyvät venttiilit ovat käynnistyksen edellyttämässä kunnossa ja asennossa
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot ovat käyttövalmiita ja tiiviitä. Tiiviys pitää kokeilla koe-pyöritysten ja kierrätysten avulla.

Ennen ylösajoa on kaikki seisokissa käyttämättä olleet laimeiden hajukaasujen linjat tuuletettava ja väkevien hajukaasujen linjat höyrytettävä. Tuulettamisen tarkoitus on varmistaa, että seisokin aikana kanaviin ja muihin laitteisiin vuotaneet ja sinne lauhtuneet hajukaasut eivät aiheuta haittaa tai vaaratilannetta.

Ennen ylösajoa on kaikki lauhdesäiliöt tarkastettava ylivuotojen ja kuivumisten havaitsemiseksi.

Ennen ylösajoa on kaikki vesilukkojen lisävedet tarkastettava ja laitettava toimimaan.

9.4 Toiminta seisokin aikana

Seisokin aikana on hajukaasujen vuoto kattilarakennukseen estettävä. Hajukaasulinjojen erottamisen tarkoitus on estää seisokin aikainen hajukaasujen vuoto ja kertyminen kattilarakennuksen sisäisiin kanaviin ja putkiin.

9.4.1 Ohjeita hajukaasujärjestelmän valmistelemiseksi seisokki- tai huoltotöitä varten

Jos hajukaasujärjestelmissä aiotaan tehdä seisokki- tai huoltotöitä on hajukaasujärjestelmän pysäyttämisen ja tarvittavien laitteiston osien erottamisen jälkeen tehtävä tehostettua tuuletusta kaikille erotetuille laitteistoille heti seisokin alussa. Tuulettamisen lisäksi on suoritettava LEL ja rikki pitoisuusmittauksia. Tehostettu tuuletus ja pitoisuusmittaus on toistettava välittömästi ennen seisokki- tai huoltotöiden alkua.

9.4.2 Ohjeita seisokin aikaisiin kunnossapidon töihin

Hitsaus on hajukaasusysteemiin kipinän tuottava toimenpide ja synnyttää räjähdysvaaran. Kunnossapitotyöt hajukaasujärjestelmissä ja putkistoissa edellyttävät aina erikoislupaa. Seisokin yhteydessä on seisokkitöihin osallistuville selvitettävä mitkä linjat ovat hajukaasulinjoja ja kuinka niiden korjaus- ja huoltotöissä tulee menetellä.

9.5 Toiminta häiriöiden yhteydessä

Jos kattilasuoja laukeaa, on metanolin, tärpätin sekä väkevien että laimeiden hajukaasujen poltto soodakattilassa lopetettava ja linjat tuuletettava / höyrytetävä.

Jos hätäpysäytys on käynnistetty, metanolin, tärpätin sekä väkevien että laimeiden hajukaasujen poltto soodakattilassa on lopetettava. Jos hätäpysäytys on käynnistetty, metanolin, tärpätin sekä väkevien että laimeiden hajukaasujen tuonti soodakattilalaitoksen sisälle on lopetettava. Tällöin ei myöskään esimerkiksi soodakattilalaitoksen katolla olevaa varapoltinta voi käyttää.

Hajukaasujen poltto soodakattilassa on tehtävä siten, että niiden tuonti kattilarakennukseen voidaan keskeyttää.

10 ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA

Nämä ohjeet on laadittu hajukaasulinjoja suunnittelevien avuksi. Hajukaasulinjoissa on noudatettava suunnittelutavan ja materiaalien valinnassa tavallisten kanavien suunnitteluohjeiden lisäksi erityisohjeita, koska hajukaasukanavat sisältävät räjähdysherkkiä, liuottavia ja korrodoivia yhdisteitä.

Hajukaasulinjojen tulee kestää mekaaniset, kemialliset ja termiset vaikutukset, jotka aiheutuvat sisällöstä ja ympäristöstä (lumi, jää, kuumat ja kylmät pinnat, värinä). Putkiston liitostavan on oltava valitulle materiaalille sopivaa.

10.1 Luokittelu

Hajukaasulinjat kuuluvat kemikaalilain alaisiin putkilinjoihin. Nämä linjat luokitellaan niiden myrkyllisyyden mukaan eri luokkiin.

Hajukaasujen jako laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin ei riitä karakterisoimaan sisällön vaarallisuutta. Kaasuseokset pitää luokitella Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä 26.9.2001/807 ~~Sosiaali- ja terveysministeriön antaman kemikaalien luokitusperusteita ja merkintöjä koskevan päätöksen (739/93, muutos 636/94)~~ mukaisesti. Täten kukin hajukaasulinjasto pitää luokitella sen nimenomaisen kaasun sisällön mukaan.

Jos ei muuta esitetä, niin väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin linjoja voidaan esisuunnitella luokituksen myrkyllinen ja syttyvä mukaan.

Jos ei muuta esitetä, niin laimeiden hajukaasujen linjaa voidaan esisuunnitella luokituksen haitallinen mukaan.

Luokitus pitää kuitenkin tarkistaa.

10.2 Kyltit

Hajukaasujen polttolaiteet ja kanavat on varustettava asianmukaisin merkinnöin. Merkinnöissä on luettava ainakin tekstit ”Väkeviä hajukaasuja”, ”Tärpättiä”, ”Metanolia” ja ”Laimeita hajukaasuja” sekä tarvittaessa ”Palavaa”, ”Myrkyllistä” ja ”Ei

saa hitsata tai leikata ilman valvontaa” sekä ”Laitteita ei saa avata ilman kirjallista työ lupaa”. Lisäksi kanavat on varustettava virtaussuuntaa kuvaavilla merkeillä.

Hajukaasujen käsittelyalueella on tupakointi ja muu avotulenteko kielletty. Alueelle on asennettava asianmukaiset kyltit.

10.3 Vesitykset

Hajukaasulinjojen kanavien alimmista kohdista on tehtävä vesitykset.

10.4 Venttiilit

Hajukaasujen poltossa on käytettävä käsiteltävän hajukaasun ominaisuuksien mukaan valittuja venttiilejä.

Laimeiden hajukaasujen venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava. Palloventtiilien tiivistemateriaaliksi suositellaan teflonia. Lämpäventtiilien tiivistemateriaaliksi suositellaan metallia.

Väkevien hajukaasujen venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa valumateriaalia. Näiden venttiilien tiivistemateriaaliksi suositellaan teflonia tai metallia.

Metanolin/tärpätin polton venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpähti ovat liuottimia). Eräs usein käytetty tiivistemateriaali on PTFE (teflon).

10.5 Kanavien kallistukset

Hajukaasut sisältävät lähes poikkeuksetta merkittäviä määriä vesihöyryä. Vaikka kanavat ovat huolellisesti eristettyjä ja/tai sähkösaatettuja, on lauhtumiseen aina varauduttava.

Kanavien ja putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Suositeltava kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:20 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempi.

Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla kanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta kanavan osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

10.6 Kanavamateriaali

Hajukaasut sisältävät korrodoivia aineita ja siksi kanavamateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai parempaa. Muovi- tai lasikuitukanavia ei saa käyttää.

Väkevillä hajukaasuilla pitää käyttää putkia $PN > 10$.

10.7 Kanavien eristykset

Hajukaasut sisältävät runsaasti vettä ja muita lauhtuvia aineita. Lauhteiden muodostuminen ja käsittely on pyrittävä minimoimaan. Hajukaasulinjat on eristettävä missä niiden pintalämpötila on korkea.

Vesitykset on eristettävä ja ulkona olevat vesitykset on lämpösaattettava.

10.8 Laipat, yhteet

Laippojen ja yhteitten tiiviyyteen kaikissa olosuhteissa on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tiivisteitä valittaessa on oikeantyyppisen tiivistemateriaalin käyttöön kiinnitettävä erityistä huomiota. Hajukaasut sisältävät liuottavia ja korrodoivia yhdisteitä.

Liitosten on pysyttävä tiiviinä myös käytössä (hapettuminen, reagointi hajukaasujen sisältämien rikkiyhdisteiden kanssa, jäätyminen, vääntymät jne.)

10.9 Puhaltimet

Laimeiden hajukaasujen siirtoon suositellaan käytettäväksi puhaltimia.

10.10 Ejektorit

Väkevien hajukaasujen siirtoon ei saa käyttää puhallinta. Niiden siirtoon käytetään höyryejektoria. Höyryejektorin maksimi höyryn lämpötila voi olla 210 °C.

10.11 Kanavamitoitus

Hajukaasuja poltettaessa on kanavanopeudet pidettävä kaikissa käyttöolosuhteissa yli liekin etenemisnopeuden.

Väkevien hajukaasujen linjojen suositeltava mitoitusnopeus on 5... 10 m/s ja laimeiden hajukaasujen linjojen suositeltava mitoitusnopeus on 5... 15 m/s. Väkevien hajukaasujen käytönaikainen kanavan minimivirtausnopeus riippuu kaasun koostumuksesta ja lämpötilasta, mutta ei saa olla alle 3 m/s.

Väkevien hajukaasujen linjojen käytönaikainen paine on – 10 000 ... +10 000 Pa. Laimeiden hajukaasujen linjojen käytönaikainen paine on – 5 000 ... +10 000 Pa.

Laimeiden hajukaasujen linjojen on kestävä alipainetta 10 000 Pa. Väkevien hajukaasujen linjojen on kestävä täyttä alipainetta (100 000 Pa).

Väkevät hajukaasut luokitellaan tyypillisesti erittäin myrkylliseksi, myrkylliseksi tai syttyväksi. Tällaisen aineen putkistot mitoitetaan käyttöpaineen mukaan; kuitenkin mitoituspaineen on oltava vähintään 4 bar (yp). Putkiston varusteen mitoituspaineeksi riittää kuitenkin 1,3 kertaa suunnittelupaine. Suunnittelupainetta valittaessa on huomioitava höyrytyshöyryn paine.

Laimeat hajukaasut luokitellaan tyypillisesti haitalliseksi. Haitalliseksi luokiteltuja hajukaasuja sisältävän putkiston suunnittelupaineen tulee olla vähintään 1,3 kertaa käyttöpaine, mutta kuitenkin vähintään +10 000 Pa.

10.12 Liekinerottimen sijoitus

Liekinerotin on sijoitettava mahdollisimman lähelle itse polttolaitetta. Jos liekinerottimen pohja on linjan pohjaa alempana, on erottimelle järjestettävä lauhteenpoisto.

10.13 Räjähdyslevyjen sijoitus

Räjähdyslevyt on sijoitettava siten, että niiden toimiessa ei normaaleilla työskentelytasolla oleskeleville henkilöille aiheudu vaaraa. Räjähdyslevyjen poistopiste on sijoitettava ulos kattilahuoneesta.

Räjähdyksilevyt on sijoitettava suoran kanavaosan jatkeeksi ilman mutkia. Varsinainen kanava jatkaa matkaa t-haaralla.

10.14 Ohituksen sijoitus

Ohituskanava on johdettava mahdollisimman korkealle paikalle. Ohitus suositellaan johdettavaksi omana putkena piippuun tai soodakattilalaitoksen katolle.

Ohiajopiipun tulisi sijaita mahdollisimman lähellä kattilaa, jotta ohiajopiipun ja soodakattilan välinen linja olisi mahdollisimman lyhyt. Käytännön syystä ohiajopiippu sijaitsee lähellä soodakattilaa, koska ejektori tai puhallin on usein soodakattilarakennuksessa tai sen läheisyydessä, ja piippu on aina painepuolella ejektorin tai puhaltimen jälkeen.

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

Väkeville hajukaasuille ja tärpättipitoisille likaislauteille joudutaan usein soveltaamaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitusta.

Tilaluokat ja niiden vaikutusalueet määritellään myös mahdollisille vuotokohteille. Tilaluokan vaikutusalueelle tulevat laitteistot rakennetaan luokituksen mukaisin komponentein. Luokka 1 tarkoittaa, että räjähtävää kaasua esiintyy satunnaisesti ja luokka 2 tarkoittaa, että kaasua ei odoteta esiintyvän kyseisellä alueella normaalkäytön aikana.

Mikäli tila katsotaan riskialttiiksi, voidaan se varustaa automaattisella tehotuuletuksella, mikäli H₂S-pitoisuus nousee liian korkeaksi.

Kattilahuone ja mahdollinen väkevien hajukaasujen ja metanolin ja tärpätin polttimen lähialue tulee varustaa hälyttävällä rikkipitoisuutta näyttävällä mittarilla, jos hajukaasua sisältävä linja kulkee työskentelytilan kautta.

10.16 Valmistusluvut

Putkistolle, jonka käyttöpaine on yli 0.5 bar (yp) ja sisältönä syttyvä kaasu (tavallisesti väkevät hajukaasut), edellytetään putkiston valmistajalta paineastialainsäädännön tarkoittamaa valmistuslupaa ja valmistuksen valvojaa.

Jos laimeat hajukaasut sisältönsä puolesta luokitellaan haitallisiksi aineiksi, ei putkiston valmistajalta edellytetä paineastialainsäädännön tarkoittamaa valmistuslupaa ja valmistuksen valvojaa.

Metanoli ja tärpättilinjojen asennustöissä pitää noudattaa asianomaisia määräyksiä (kaasuasennukset, öljyasennukset ja paineastianvalmistus). Käytännössä on syytä menetellä kuten starttipolttimien öljy- ja kaasuputkistojen asennuksessa menetellään.

On suositeltavaa, että kaikissa valmistukseen ja asennukseen liittyvissä töissä käytetään vain pätevyyden osoittamaan pystyviä yrityksiä.

Polttimen ja tukipolttoaineputkiston asennuksen saa tehdä vain kyseiset asennusluvut omistava liike.

11 SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

11.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

- Kemikaalilaki ([744/1989, muutoksineen](#))
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ([59/1999](#))
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus [CLP-asetuksen liitteessä VI](#) tarkoitetuista kemikaaleista ([5/2010](#))

11.1.1 HAZOP

Kemikaalilaki määrittelee vaaralliset kaasut ja vaatii hajukaasun poltolle turvallisuustarkastelun (HAZOP-tarkastelu).

11.1.2 Putkistojen luokittelu

Kemikaalilaki ja asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä antavat teknisiä laitevaatimuksia ja määräävät käytännössä esimerkiksi, miten putket luokitellaan, miten määräaikaistarkastuksia suoritetaan ja että väkevät hajukaasut on siirrettävä ejektorilla eikä esimerkiksi puhaltimella.

Viranomaiset luokittelevat hajukaasut [Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen \(EY\) N:o 1272/2008 Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 1027/1996](#) mukaisesti. Tämä päätös on EU-direktiivin mukainen, eikä viranomainen luokittele hajukaasuja erikseen laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin niin kuin selluteollisuudessa yleensä. Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä [26.9.2001/807 \(979/1997\)](#) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle, pohjana on käytetty standardia [Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets ISO/DIS 10156](#) ja sen taulukoita 1 ja 2. Laimeat hajukaasut luokitellaan haitallisiksi kaasuiksi, muttei räjähtäviksi kaasuiksi.

Väkevien hajukaasujen erillispoltto rakennetaan käytännössä yleensä maakaasun vaatimusten mukaan. Maakaasulle on olemassa ohjeistus joka asettaa mm. venttiileille ja huuhtelulle tarkat vaatimukset.

11.1.3 Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu (ATEX)

Räjähdysvaarallisia tiloja koskee [EU ATEX-direktiivi 94/9/EY](#). Lisäksi räjähdysvaarallisten tilojen luokittelusta annetaan ohjeet [standardissa EN 60079-10: 1956](#), joka on käännetty suomeksi ja julkaistu SFS-käsikirjana numero 59 (4. painos 1998). Väkeville hajukaasuille sovelletaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitusta. Tilaluokat ja niiden vaikutusalueet määritellään mahdollisille vuotokohteille. Tilaluokan vaikutusalueelle tulevat laitteistot rakennetaan luokituksen mukaisin komponentein. Luokka 1 tarkoittaa, että räjähtävää kaasua esiintyy satunnaisesti ja luokka 2 tarkoittaa että kaasua ei odoteta esiintyvän kyseisellä alueella normaali-käytön aikana.

11.2 Eurooppalaiset standardit

Eurooppalainen paineastioita käsittelevä standardi ([EN 12952-8, Annex A.3.3.](#)) asettaa hajukaasujen poltolle soodakattilassa tiettyjä rajoituksia. Väkeviä hajukaasuja saa polttaa soodakattilassa, mikäli höyrynkehitys on vähintään 50 % kattilan nimelliskuormasta mustalipeällä.

Lisäksi standardi vaatii, että varotoimenpiteisiin ryhdytään, jottei vesiliuoksia joutuisi tulipesään kaasujen tai polttoaineen mukana sekä ettei väkeviä hajukaasuja joutuisi kattilarakennuksen ilmaan. Laimeita hajukaasuja ei tämä edellä mainittu koske.

Kaikkiin hajukaasulinjoihin on asennettava sulkuventtiili.

11.3 Olemassa olevat ohjeet

Ruotsin Sodahuskommittén ja amerikkalainen BLRBAC ovat tehneet ohjeita hajukaasujen käsittelystä ja poltosta. BLRBAC:n ohjeet ovat hyvin seikkaperäisiä ja antavat tarkkoja teknisiä kuvauksia ratkaisuksista.

11.3.1 Sodahuskommittén

Ruotsin sisarorganisaatiomme Sodahuskommittén on julkaissut syyskuussa 1997 ohjeistuksen ”Meddelande från Sodahuskommittén B16” väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin keräily-, polttolaitteistojen ja turvallisuusjärjestelmien suunta-viivoista.

Ohjeistuksessa kuvataan seuraavat asiat:

1. Väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin poltto soodakattilassa
2. Väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin keräily- ja polttojärjestelmät
3. Polttimet
4. Turvallisuusjärjestelmät
5. Lukitukset
6. Tarkastukset ja huolto
7. Henkilöturvallisuus

Ohjeistuksessa kerrotaan edellytykset yllä oleville seikoille. Lisäksi suosituksessa ovat liitteinä esimerkkejä poltto- ja keräilyjärjestelmien PI- ja lukituskaavioista.

11.3.2 BLRBAC

BLRBAC on tehnyt ohjeen vaaratilanteiden minimoimiseksi nimeltä ”[Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler](#)”. (Vapaasti suomennettu: Suositeltava hyvä tapa jätevirtojen polttamiseksi soodakattilassa)

BLRBAC ei rohkaise jäseniään polttamaan hajukaasuja soodakattilassa. Ohjeessa luetellaan palavat hajukaasut ja määritellään niiden räjähdysrajat. Lisäksi ohje kertoo, mistä hajukaasuja kerätään ja miten niitä voidaan hävittää. Ohje antaa ehdot esim. millä mustalipeän kuiva-ainepitoisuudella hajukaasuja voidaan turvallisesti polttaa. Metanolin ja tärpätin poltosta BLRBAC sanoo sen lisäävän riskejä.

Ongelmatilanteissa, eli käytännössä kun suoritetaan pikapysäytys eli Emergency Shutdown Procedure (ESP), on hajukaasut välittömästi johdettava soodakattilasta muualle muun polttoaineen tavoin.

Ohje varoittaa myös hajukaasujen myrkyllisyydestä ja niiden aiheuttamasta korroosiovaarasta, vaikkei hajukaasujen poltosta olekaan todistetusti havaittu korroosiota paineastialle.

Ohje on hyvin kattava, se sisältää myös logiikkaehtoja ja esimerkkejä poltto- ja ke-
räilyjärjestelmien PI- ja lukituskaavioista.

12 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN

Suomen Soodakattilayhdistys on pyrkinyt pääosin noudattamaan eräissä muissa maissa laadittuja suosituksia ja ohjeita hajukaasujen poltosta soodakattilalla. Aina-kin seuraavat asiat poikkeavat muissa suosituksissa esitetystä.

12.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat BLRBACn ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

1. Laimeille hajukaasuille ei vaadita 'kipinöimättömän' puhaltimen käyttöä. Uskotaan, että laimeiden järjestelmässä käsitellään ainoastaan laimeita hajukaasuja.
2. Laimeille hajukaasuille ei vaadita puhaltimen paineitten mittausta. Paine ja virtaus ennen polttoa riittävät.
3. Laimeille hajukaasuille ei vaadita automaattisen sulkuventtiilin lisäksi käsikäyttöistä sulkuventtiiliä, rajakytkimet riittävät.

12.2 Poikkeamat SHKn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat SHKn ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

1. Laimeiden hajukaasujen linjaa ei tarvitse varustaa sulkuventtiilillä joka on suljettavissa kattilahuoneen ulkopuolelta.
2. Väkevien hajukaasujen poltinta ei tarvitse varustaa liekinvalvonnalla. Riittää että kattilan kuorma on riittävä.
3. Väkevien hajukaasujen lanssiin ei suositella ilmapuhallusta.
4. Pakollisia paineenmittauksia hajukaasulinjoissa on vähemmän.
5. Metanoli ja tärpättilanssia ei huuhdella ilmalla.

Metanolin tai tärpätin polttoa ei tarvitse pysäyttää, jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa

1. Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)
2. Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys laukeaa

13 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

Seuraavassa on kuvattu esimerkein eräitä Soodakattilayhdistyksen tietoon tulleita vaurioita ja vaaratilanteita. Vauriot on kuvattu, jotta suosituksen lukijalle tulisi konkreettinen kuva mahdollisista vaaratilanteista, jotka liittyvät hajukaasujen käsittelyyn tai polttoon.

Vastaavanlaisia tapahtumia on esiintynyt muillakin tehtailla.

13.1 Esimerkki: Varkauden tapaus 1980-luvulla

On syytä korostaa kaikille hajukaasulinjojen ja niiden läheisyydessä työskentelemään joutuville henkilöille hajukaasumyrkytyksen vaaraa.

Varkaudessa sattui 1980-luvun alussa tapaturma, jossa kaksi soodakattilan käyttöhenkilöä sai hajukaasumyrkytyksen. Onnettomuus sattui, kun lipeää ei enää virrannut mustalipeän sekoitussäiliöön hönkäputken tukkeentumisen seurauksena. Sekoitussäiliössä pinnanmittauksena oli painelähetin, mikä paineen nousun johdosta näytti väärää nestepintaa. Normaalitilanteessa jätehappo johdettiin sekoitussäiliön pohjalle n. 2 m lipeäpinnan alapuolelle, tällöin rikkivetyä ei pääsisi huonetilaan.

Onnettomuustilanteessa lipeäpinta laski liian alas, jolloin jätehappo aiheutti reaktion, joka vapautti rikkivetyä. Reaktiossa syntynyt kaasunpaine sulki tulevan mustalipeän venttiilin, jolloin rikkivedyn muodostuminen lisääntyi voimakkaasti. Käyttöhenkilö oli puhdistamassa hönkälinjaa ja sai hönkälinjan rassauserästä rikkivetyä hengitykseen. Kyseinen henkilö tunsu huimausta ja poistui ulkoilmaan, jonka jälkeen hän menetti hetkellisesti tajuntansa. Toinen käyttöhenkilö tuli tarkastamaan sekoitussäiliön toimintaa ja havaitsi mustalipeän sekaista vaahtoa pursuavan sekoitussäiliön tarkastusluukun kannen välistä. Samoin hän tunsu huimausta ja poistui soodakattilan valvomoon ilmoittaen valvomonhoitajalle tilanteen ja tämän jälkeen menetti hetkellisesti tajuntansa. Kyseiset henkilöt kävivät sairaalassa tarkkailussa. Tapahtuman jälkeen ylimäärä-jätehapon pumppaus sekoitussäiliöön lopetettiin riskitekijöiden poistamiseksi.

13.2 Esimerkki: Klabinin tapaus Brasiliassa 10.10.1998

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa sulavesiräjähdyksvaara, mikäli vesi pääsee soodakattilaan.

Vesityksiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja ne pitää järjestää linjoihin kattavasti. Ohiajopiipun tulisi sijaita mahdollisimman lähellä kattilaa, jotta ohiajopiipun ja varsinaisen soodakattilarakennuksen välinen linja olisi mahdollisimman lyhyt. Käytännön syystä ohiajopiippu sijaitsee lähellä soodakattilaa, koska ejektori on usein soodakattilarakennuksessa tai sen läheisyydessä, ja piippu on aina painepuolella ejektorin jälkeen.

Klabinissa sattui vakava räjähdys, koska tulipesään joutui suurehko määrä vettä lauhtumattomien kaasujen (NCG) polttimeen läpi. Räjähdyksen seurauksena 4 henkilöä menehtyi ja 13 henkilöä loukkaantui. Toinen, pienempi sulavesiräjähdys tapahtui 15 minuuttia myöhemmin.

Räjähdysten perimmäinen syy oli todennäköisesti tulipesään joutunut vesi, joka sammutti keon. Vesi pääsi ilmeisesti soodakattilaan lauhtumattomien kaasujen polttolinjastosta, kun automatiikka sammutti polttojärjestelmän ja puhalsi höyryllä kaasulinjan tyhjäksi, puhaltaen samalla linjastossa olleen lauhtuneen veden tulipesään.

13.3 Esimerkki: Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehtaan vaurio 29.12.1998

Hajukaasulinjastossa voi olla räjähdysvaara, mikäli kaasun konsentraatio on räjähdysalueella. Kaasun konsentraatio on pidettävä riittävän korkeana tai tarpeeksi matalana. Etenkin alas - ja ylösajotilanteet ovat ongelmallisia.

Yleensä soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmille.

Kemissä oli seisokin jälkeen startin aikana laimeiden hajukaasujen polttolinjastossa kaasuseos konsentroitunut liian korkeaksi.

Todennäköisesti räjähdysalueella ollut kaasuseos oli kulkeutunut osittain auki olleen sulkuventtiilin ja/tai vesitysputkistojen kautta soodakattilan tertiääritason takaseinän hajukaasusuuttimille seisokin jälkeen tehtaan käynnistyksen aikana. Seos syttyi suuttimilla ja eteni hajukaasukanavistoa pitkin lämmönvaihtimen etuosaan, jossa tapahtui räjähdys.

Nykyään Oy Metsä-Botnia Ab:n tehtaalla Kemissä pidetään hajukaasujen keräily käynnissä myös seisokin aikana.

14 LOPPUSANAT

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää kannanottoa sellutehtaan hajukaasujen keräilyyn ja polttoon. Taustana on huoli turvallisuudesta ja kokonaisprosessin toimivuudesta.

Hajukaasujen syttymis- eli räjähdysalue jakaa hajukaasut laimeisiin, eli pitoisuudeltaan alle räjähdysalueen, ja väkeviin, eli pitoisuudeltaan yli räjähdysalueen.

Väkevien hajukaasujen poltto soodakattilassa on tullut vasta 1990-luvulla voimakkaasti kiinnostuksen kohteeksi. Laimeita hajukaasuja on johdettu soodakattilaan jo aiemmin.

Laimeiden hajukaasujen johtamisessa polttoon on ilmennyt runsaasti ongelmia ja väkevien hajukaasun poltolla on kuten muillakin polttokaasuilla riskinsä, mikä on herättänyt tarpeen ohjeelle. Ruotsissa ja Pohjois-Amerikassa ohje on jo olemassa vaikka väkevien hajukaasujen poltto on siellä huomattavasti harvinaisempaa kuin Suomessa. Hajukaasujen poltolle on myös olemassa eri koulukuntia, mikä on herättänyt hämmennystä ja paljon keskustelua aiheesta.

Soodakattilaa on ohjeistettu monin eri tavoin. Hajukaasujen poltto soodakattilassa vaatii oman suosituksensa, jotta hajukaasujen hävitys voidaan tehdä soodakattilassa turvallisesti. Lainsäädäntö ei juurikaan tunne hajukaasuja. Niitä koskevat lähinnä kemikaalilain yleiset periaatteet. Tämän suosituksen tarkoituksena on mahdollistaa hajukaasujen turvallinen poltto soodakattilassa.

15 KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

Meddelande från Sodahuskommittén, Riktlinjer angående utrustning och säkerhetssystem för destructionseldning av starka luktgaser, metanol och terpentin i soda-pannor, B16, Sept. 1997.

Meddelande från Sodahuskommittén, Recommendationer angående eldning med tillsatsbränslen samt destruction av industriella restprodukter i soda-pannor, C 9, Sept. 1997.

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee, Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler. Oct. 6, 1999.

Allen, Travis, 2001, NCG Handling, incineration concerns drive need for safe system design. Pulp&Paper, April 2001. pp. 39 – 41.

Burgess, Tom ja Young, Randy, The explosive nature of noncondensable gases. Proc. 1992 Tappi Environmental Conf., pp. 81 – 95.

Compilation of 'Air Toxic' Emission Data for Boilers, Pulp Mills and Bleach Plants; NCASI Technical bulletin no. 650, June 1993.

Drew, John, Russel, James and Bajak, Henry W., Sulfate turpentine recovery. Pulp Chemicals Association, New York 1971, 147 p.

Grace, T. M., Klabin / Monte Alegre recovery boiler explosion. Föredrag vid Sodahuskonferensen '99, ÅF-IPK AB 1999.

Huuska, T., Esitelmä Konemestaripäivillä 2000. Soodakattilayhdistyksen raportti 1/2000.

Hokynar, S., Sulfaattisellun valmistuksessa syntyvät hajukaasut ja niiden räjähdysrajat. TKK, Diplomityö, 1999.

ISO 10156:1996 Ed.2, TC58/SC2: Gases and mixtures – Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets.

Jaakko Pöyry Oy:n arkistotietoa.

Janka, K., Haaga, K., Tamminen, A. ja Wallin, E., Advanced Recovery Boilers Reduce Odor Gases Cost-Efficiently; SPCI 1999 s.531-535.

Karjunen, T., Kaasuräjähdykset soodakattiloissa vesivuotojen aikana. Soodakattilayhdistyksen raportti 7/1999.

Kankkonen, S., Pekkanen, M., Soodakattilassa poltettavat ainevirrat. Soodakattilayhdistyksen raportti 2/2000.

Modernin sulfaattisellutehtaan haihtuvat kaasumaiset yhdisteet, Osaprojekti 1 Haihtuvien kaasumaisten yhdisteitten määrittäminen, Loppuraportti. VTT Kemiantekniikka, Ympäristötekniikka. 45 p.

Mäntyniemi, Jussi, Isoniemi, Markku ja Harila, Pauli, Biosludge and NCG incineration in a recovery boiler. 1995 International Chemical Recovery Conference. pp. B57 – B61.

Rantanen, Asmo, 1987, Soodakattilan liuotinhöngän koostumuksen ja käsittelymenetelmien tutkiminen. Diplomityö LTKK, Energiatekniikan osasto, Lappeenranta, 114 p.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös (979/1997) kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös (1058/1999) kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä annetun sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen muuttamisesta.

Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet (enimmäispitoisuusohjeet). Sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamat teknilliset turvallisuusohjeet N.o 11. Sosiaali- ja terveysministeriö 1972.

Venermo, Mikko, Upgrading of the odour control system of a kraft pulp mill by pre-evaporating the black liquor. Diplomityö, TKK Espoo. 94 p, 1992.

LIITE I

ESIMERKKI POHJAKUORMAN LASKEMISEKSI

Jotta minimikuorma poltolle laskettaisiin yhtenevästi, on ohessa esitetty kaksi tapaa laskea minimikuorma. Toisessa kuorma sidotaan höyryvirtaan ja toisessa lipeävirtaan. Tulitehon yksikkö on höyrynkehitykseen saatu nettolämpö jaettuna tulipesän pohjaneliöllä.

	100	%	43	%
Kattilan pohjan ala	100	m ²	100	m ²
Höyrynkehitys	80	kg/s	34,3	kg/s
Tuorehöyryn paine	80	bar	80	bar
Tuorehöyryn lämpötila	480	°C	480	°C
Tuorehöyryn entalpia	3349.5	KJ/kg	3349.5	kJ/kg
Syöttöveden paine	100	bar	100	bar
Syöttöveden lämpötila	115	°C	115	°C
Syöttöveden entalpia	489.6	kJ/kg	489.6	kJ/kg
Lieriön paine	90	bar	90	bar
Nuohoushöyryn entalpia	2942.9	kJ/kg	2942.9	kJ/kg
Ulospuhalluksen entalpia	1363.7	kJ/kg	1363.7	kJ/kg
Ulospuhallus	1.5	%	1.5	%
Nuohous	2,0	%	2.0	%
Lämpö höyryyn	2.922	MJ/kg	2,922	MJ/kg
	233.8	MW	100.2	MW
Nettolämpö pohja-alaa kohti	2.34	MW/m ²	1.00	MW/m ²
tai				
	100	%	43	%
Mustalipeävirtaus	2200	tka/24h	943	tka/24h
	25.5	kgka/s	10.9	kgka/s
Nettolämpö (taseesta)	9200	kJ/kgka	9200	kJ/kgka
	234.3	MW	100.4	MW
Nettolämpö pohja-alaa kohti	2.34	MW/m ²	1.00	MW/m ²