

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 1

AIKA 13.12.2018 klo 14.00 – 15.00

PAIKKA Skype

LÄSNÄ

Kimmo Pakkanen	Metsä Fibre Joutseno, PJ
Lauri Mattila	UPM Pietarsaari
Eero Hyöky	Stora Enso Oulu
Kari Haaga	Valmet
Tero Juutilainen	Valmet
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Kirsi Hovikorpi	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Markus Nieminen	Pöyry Finland, Vantaa, sihteeri
Sanna Hämäläinen	Metsä Fibre, Joutseno

LIITE 1 Hajukaasusuositus päivitysehdotus

JAKELU Projektityöryhmä, Hallitus



17.12.2018

2 (4)

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Teppo Pakarinen	Stora Enso Varkaus
Risto Honkanen	Andritz Oy
Antti Tikkanen	Pöyry Finland, Vantaa, sihteeri

2 SOVITUT ASIAT

TOIMENPIDE	PVM	VASTUU
Kommentti excelin tekeminen	20.12.2018	Sihteeri
Projektin esittely ja kommenttien pyytäminen KMP	24.1.2019	Sihteeri
Kommentteja omalta yritykseltä/tehtaalta	11.2.2019	Työryhmä
BAT-dokumentin referointi suositukseen	28.2.2019	Esa/Kirsi

3 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

3.1 Projektin tavoite

Päivittää suositus jäsenistöltä saadun palautteen perusteella.

3.2 Kokouksen ja työryhmän järjestäytyminen

Hajukaasujen polttosuositusta päivittävä työryhmä (myöh. hajukaasutyöryhmä) vastaa työstä ympäristötyöryhmälle, joka edelleen raportoi projektista hallitukselle. Hajukaasutyöryhmän puheenjohtajan tehtäviä on raportoida työn edistymisestä YTR:lle ja toimia sihteerien lisäksi yhteyshenkilönä työryhmässä.

Päätös:

Työryhmän puheenjohtajaksi valittiin Kimmo Pakkanen ja sihteeriksi Markus Nieminen / Antti Tikkanen.

3.3 Nykyinen suositus

Nykyinen suositus on päivitetty vuosina 2010-2014 ja käsittelee pääasiassa hajukaasujen polttoa ja käsittelyä soodakattilan prosesseissa. Alla olevat lauseet on hyvä pitää mielessä suositusta päivitettäessä.

”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.”

Kommentit nykyiseen suositukseen (tähän mennessä)



17.12.2018

3 (4)

Yhdistys on toteutti vuosina 2017 ja 2018 hajukaasujärjestelmien turvallisuusauditointiprojektin yhdessä LUT:n kanssa. Projektin johtopäätösten pohjalta aloitettu hahmottelemaan lisäyksiä polttosuositukseen, LIITE 1. Uudet kappaleet ovat:

- Soihdut ja hajukaasukattila sekä yhteistoiminta
- Vaaranarvioinnissa huomioitavaa

Projektin myötä sihteeristö on saanut jo alustavia kommentteja päivitys- ja lisäystarpeista jäseniltään, joista keskusteltiin työryhmässä:

- Turvallisuusasiat on nykysuosituksessa hajautettu, ja LUT:n ehdotuksessa tulisi lisäksi vielä erillinen turvallisuuskappale (vaaranarviointi). Olisiko tätä jakoa mahdollista tai tarvetta selkeyttää? (YTR 3/2018)
 - Työryhmän kommentti: katsotaan kokonaisuus kun kaikki kommentit on saatu
- Tuleeko nykyinen sisältö rakenne muokata kokonaan uudelleen uusien lisäysten vuoksi? Edut ja haitat? (YTR 3/2018)
 - Työryhmän kommentti: katsotaan kokonaisuus kun kaikki kommentit on saatu
- Oikaisu polton aloitukseen: aloitus soodakattilan pohjakuorman (MW/m²) mukaan, ei höyrystyksen (YTR 3/2018)
 - Huomioitava päivityksessä
- Viittaukset BAT-dokumentin hajukaasuasuuteen
 - Työryhmän kommentti: Esa/Kirsi tekee päivitysehdotuksen
- Laimeiden hajukaasujen ja liuottimen hönkien polton kappaleiden osittainen yhdistäminen (osittain toistoa)
 - Työryhmän kommentti: Määritelmän mukaan liuottimen höngät eivät ole laimeita hajukaasuja, joten ne on syytä pitää erillään. Miten toimitaan sekoitussäiliön hönkien kanssa
- Edellisen päivityksen jälkeen tapahtuneiden vaurioraporttien lisäys

3.4 Työsuunnitelma ja tehtävänjako

Suosituksista on käytetty ja tullaan käyttämään hajukaasuihin liittyvissä projekteissa mm. sopimusten liitteenä, joten päivitystyötä varten on tärkeää saada tietoa hajukaasujen polton/käsittelyn käytännöistä/kokemuksista tehtailla.

Tästä syystä ennen päivityksen aloittamista SKY:n jäsenistöltä kerätään kommentteja:

- Jokainen lukee tahollaan suosituksen läpi ja merkitsee kommentit/päivitystä vaativat kohdat.
- Sihteeristö kertoo projektista Konemestaripäivillä ja pyytää kommentteja päivitystarpeesta (miehellään jo paikan päällä)
- Hajukaasutyöryhmän jäsenet pyytävät kommentteja omalta yritykseltä/tehtaalta

Jotta päivitysehdotusten/kommenttien kerääminen olisi tehokasta, sihteeri tekee excelin johon kaikki kaikki kommentit kootaan. Kommentteja kerätään helmikuun loppuun asti, jonka jälkeen ne käydään läpi työryhmässä ja sovitaan toimenpiteistä.

Ensin päivitetään suomenkielinen versio ja vasta sitten englanninkielinen.



17.12.2018

4 (4)

4 LISÄPROJEKTIT

Hajukaasuprojektit ovat tällä hetkellä etusijalla projektirahoituksesta päätettäessä, sillä ne ovat yksi SKY:n 3-vuotissuunnitelman painotetuista aihealueista. Projektit toteutettaisiin erillään varsinaisesta suosituksen päivitystyöstä. Esiselvitystyössä saatiin seuraavia jatkoprojektitavoitteita liittyen hajukaasuihin:

- BAT- ja BREF- vertailu, miten kohtaa tänä päivänä tehtaalla
- Tärpättidekantterin toiminta ja oikeat lämpötilat
- Kaikkien TRS –jakeiden tarkastelua turvallisuusmielessä
- Tärpätin kulkeutuminen
- Metanolin analyysit ja typpipitoisuudet
 - Hajukaasukattiloilla haastavaa päästä nykyisiin BAT-rajoihin
- LEL-pitoisuudet ja mittaukset
- Miten hallita haihduttamon käynnistyksessä tyhjökaivon kaasujen määrää väkevien hajukaasujen keräilyyn, että ei aiheuteta valtavaa kaasumäärää ja turvallisuusriskiä väkevien hajukaasujen polttopäässä

Lisäksi esiselvitystyössä jäi uupumaan tietyiltä osin hajukaasumäärä/koostumus aineisto. Julkaistua dataa uusista korkean polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden omaavista 2000-luvun tehtaista ole ei saatavilla (suosituksessa esitetty mittausdatat on pääasiassa 1990-luvulta) Viime aikaisia mittauksia ei ollut tai niitä ei saanut käyttää/julkaista kyseisessä työssä. Erillisenä projektina suunnitellulle mittauskampanjalle ei saatu ulkopuolista rahoitusta.

- Mittauskampanjan teettäminen jollakin tehtaalla.

5 AIKATAULU

Päivitystyö pyritään tekemään vuoden 2019 aikana.

6 SEURAAVAT KOKOUKSET

Kokous nro 2 pidetään 11.2.2019 klo 12-14 Skypellä (käydään läpi tulleet kommentit)

Kokous nro 3 pidetään 13.3.2019 Pöyryllä Vantaalla (aloitetaan varsinainen päivitystyö)

LIITE 1

Hajukaasusuositus 13.12.2018



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

30.5.2002

16.12.2005, rev A.

29.10.2013, rev B.

Suositus 1



ESIPUHE

Tämä Soodakattilayhdistyksen suositus on toinen päivitetty versio 30.5.2002 ilmestyneestä suosituksesta. Suositus on päivitetty viime vuosina toteutettujen sellutehdasprojektien kokemusten perusteella. Päivitystyö aloitettiin loppuvuonna 2010 ja saatiin päätökseen keväällä 2013.

Tämän revisio B tekemisestä on vastannut Soodakattilayhdistyksen perustama työryhmä jäseninään Marja Heinola ja Risto Honkanen Andritz Oy, Kari Haaga ja Tuomo Hilli Metso Power Oy, Ismo Tapalinen UPM-Kymmene Kaukaan tehdas, Lauri Mattila UPM-Kymmene Oyj Pietarsaaren tehdas, Raine Rantanen UPM-Kymmene Kymin tehdas, Esa Vakkilainen Lappeenrannan teknillinen yliopisto sekä sihteerinä Markus Nieminen Pöyry Finland Oy.

Revisio A tekemisestä on vastannut Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmä puheenjohtajanaan Pekka Posti Oy Metsä-Botnia Ab, Sihteerinä Jens Kohlmann Jaakko Pöyry Oy ja jäseninään 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 Torniaisen 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 jäseninään 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.

Työryhmä 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.

Tarkoituksena on kehittää suositusta edelleen ja tästä syystä mahdolliset huomiot virheistä, parannusehdotuksista ja kokemuksista pyydetään lähettämään Soodakattilayhdistyksen sihteeristölle. Yhteystiedot löytyvät yhdistyksen kotisivuilta: <http://www.soodakattilayhdistys.fi>

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



SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	1
2	MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ	3
2.1	LAIMEAT HAJUKAASUT	3
2.2	LIUOTINSÄILIÖN JA SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	4
2.3	VÄKEVÄT HAJUKAASUT	4
2.4	RIKKIVETY	5
2.5	METYYLIMERKAPTAANI	6
2.6	DIMETYYLISULFIDI / DIMETYYLIDISULFIDI	6
2.7	METANOLI	6
2.8	TÄRPÄTTI	6
2.9	RÄJÄHDYSRAJAT	9
2.9.1	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA	10
2.10	LYHENTEITÄ	11
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	12
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	12
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS-PÄÄSTÖIHIN	12
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	13
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x -PÄÄSTÖIHIN	13
3.4.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	14
3.4.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS	14
3.4.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	15
3.4.4	METANOLIN VAIKUTUS	15
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	16
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	17
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN	17
4.1.1	HAJU	18
4.1.2	SUOJAUTUMINEN	18
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT	18
4.2.1	VESITYSTASKUN TÄYTTYMINEN	18
4.2.2	VESILUKON KUIVUMINEN	19
4.2.3	VESILUKON TUKKEUTUMINEN	19
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	19
4.3.1	ALAS- JA YLÖSAJOTILANTEET	19
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA	20
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA	20
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	20
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ	20
5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	21
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	21
5.2	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS	23
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA	23



5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	24
5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS	25
5.4	KANAVAT	25
5.4.1	VIRTAUS	25
5.4.2	POTENTIAALITASAUS	25
5.5	VENTTIILIT/PELLIT	26
5.6	PUHALLIN	26
5.7	LISÄILMAYHDE	27
5.8	PESURIT / LAUHDUTTIMIT	27
5.9	PISARANEROTIN	27
5.10	LAUHTENPOISTO	27
5.10.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	28
5.10.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SIIJOITUS	28
5.10.3	VESILUKOT	28
5.11	LIEKINESTIN	29
5.12	OHITUS	29
5.13	ALIPAINESUOJA	29
5.14	YLIPAINESUOJA	29
5.14.1	RÄJÄHDYSLEVYT / MURTOKALVOT	29
5.15	PITOISUUSMITTAUS	29
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN POLTTO SOODAKATTILALLA	30
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	30
6.2	SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	31
6.3	JÄÄHDYTYS / LÄMMITYS	31
6.4	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA	31
6.4.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	31
6.4.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS	32
6.5	KANAVAT	33
6.5.1	VIRTAUS	33
6.5.2	POTENTIAALITASAUS	33
6.6	VENTTIILIT / PELLIT	33
6.7	PUHALLIN	33
6.8	PESURI	33
6.9	PISARANEROTIN	34
6.10	PISARANEROTTIMEN JA LÄMMITYSPATTERIN PESU	34
6.11	LAUHTENPOISTO	34
6.11.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	34
6.11.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SIIJOITUS	34
6.11.3	VESILUKOT	35
6.12	LIEKINESTIN	35
6.13	OHITUS	35
6.14	YLIPAINESUOJA	36
6.14.1	RÄJÄHDYSLEVY	36
6.15	PITOISUUSMITTAUS	36
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA	37
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	37



7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	39
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	40
7.2.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON KESKEYTTÄMINEN	41
7.2.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	41
7.2.4	POLTIN JA TUKILIEKIN KÄYTTÖ	42
7.3	PUTKISTO	43
7.3.1	PUTKISTON HÖYRYTYS	44
7.3.2	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	44
7.3.3	POTENTIAALITASAUUS	44
7.4	VÄKEVIEN KAASUJEN SIIRTO	44
7.4.1	PAINEENPITOHOYRY	45
7.4.2	VENTTIILIT	45
7.4.3	JÄÄHDYTYKSE/LÄMMITYS	45
7.4.4	PISARANEROTIN	45
7.4.5	LIEKINESTIN	45
7.4.6	ALIPAINESUOJA	46
7.4.7	YLIPAINESUOJA	46
7.4.8	RÄJÄHDYSLEVY / MURTOKALVOT	46
7.5	LAUHTENPOISTO.....	47
7.5.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	47
7.5.2	PUTKIEN KALLISTUKSET JA LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SIIJOTUS	47
7.5.3	VESILUKOT.....	47
7.6	VAIHTOEHTOINEN PAKKA	48
7.6.1	HÖYRYTYS	48
7.6.2	SOIHDUN SIIJOTUS	48
7.7	PITOISUUSMITTAUS.....	48
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA	49
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	49
8.1.1	METANOLI- JA TÄRPÄTIPOLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	50
8.1.2	METANOLIN JA TÄRPÄTIN POLTON KESKEYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	50
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	51
8.3	VENTTIILIT	51
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	52
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ	52
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	52
9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ	52
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA	53
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN	53
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAIKSIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN	54
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA.....	55
10.1	LUOKITTELU	55
10.2	KYLTIT	55
10.3	LAUHTENPOISTO.....	56
10.4	KANAVA/PUTKISTOMATERIAALI	56



10.5	KANAVIEN ERISTYKSET	56
10.6	PUTKIEN/KANAVIEN KALLISTUKSET	56
10.7	VENTTILIT/PELLIT.....	57
10.8	LAIPAT, YHTEET	57
10.9	PUHALTIMET.....	57
10.10	EJEKTORIT / NESTERENGASKOMPRESSORI.....	57
10.11	KANAVAMITOITUS	58
10.12	LIEKINESTIMEN SJOITUS	58
10.13	RÄJÄHDYSLEVYJEN /MURTOKALVOJEN SJOITUS	58
10.14	OHITUKSEN SJOITUS.....	58
10.15	TILALUOKITUKSET	59
10.16	VALMISTUSLUVAT	59
11	SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	73
11.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ	73
11.1.1	POIKKEAMATARKASTELU (HAZOP)	73
11.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	73
11.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX)	74
11.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT	74
11.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET.....	74
11.3.1	SODAHUSKOMMITTÉN	75
11.3.2	BLRBAC	75
12	POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN	76
12.1	POIKKEAMAT BLRBACn OHJEISIIN	76
13	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA.....	77
13.1	ESIMERKKI 1:.....	77
13.2	ESIMERKKI 2:.....	79
13.3	ESIMERKKI 3:.....	80
13.4	ESIMERKKI 4:.....	81
13.5	ESIMERKKI 5:.....	82
13.6	ESIMERKKI 6:.....	84
13.7	ESIMERKKI 7:.....	85
13.8	ESIMERKKI 8:.....	86
13.9	ESIMERKKI 9:.....	86
14	LOPPUSANAT.....	88
15	KIRJALLISUUSVIITTEITÄ	89

LIITTEET:

- Liite I Esimerkki pohjakuorman laskemiseksi
Liite II Alfa-pineenin tasapainokäyrä
Liite III Metanolin tasapainokäyrä



1 YLEISTÄ

Hajukaasujen poltto soodakattiloissa on yleistä. Suomen Soodakattilayhdistys ei ota kantaa siihen missä hajukaasujen poltto pitäisi suorittaa. Hajukaasujen poltto soodakattilassa lisää onnettomuusriskejä ja hajukaasujen käsittely voi 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 soodakattilan hajukaasujärjestelmiä ja niihin 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.

Suositusta 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 ammattitaitoisesti suunniteltuja, 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 poikkeamatarkastelun (HAZOP) 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, metyylimerkaptaani, dimetyylisulfidi, 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.

Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti:

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

2.1 Laimemat hajukaasut

Laimeita hajukaasuja kerätään paineettomista säiliöistä ja laitteilta kuitulinjalta, haihduttamolta, mäntyöljykeittämöltä sekä kaustisointilaitokselta. Paineellisista mustalipeäsäiliöistä tulevat kaasut pitää ohjata väkeviin hajukaasuihin. Paineettomista vahvalipeäsäiliöistä tulevien kaasujen johtaminen väkevien tai laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään tulisi harkita tapauskohtaisesti.

Laimeat hajukaasut sisältävät samoja komponentteja kuin väkevätkin hajukaasut. Laimemat hajukaasut sisältävät niin paljon vuotoilmaa, että ne ovat pitoisuuksiltaan räjähdysalueen alapuolella. Laimneiden 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).



2.2 Liuotinsäiliön ja sekoitussäiliön höngät

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

Liuotinsäiliön hönkä sisältää epäorgaanista pölyä, ammoniakkia sekä haisevia rikkiyhdisteitä. Hönkää ei perinteisesti ole luettu hajukaasuksi. Kuitenkin, jos hönkä johdetaan soodakattilan tulipesään, tulee sen käsittelyssä noudattaa laimeille hajukaasuille annettuja suosituksia.

2.3 Väkevät hajukaasut

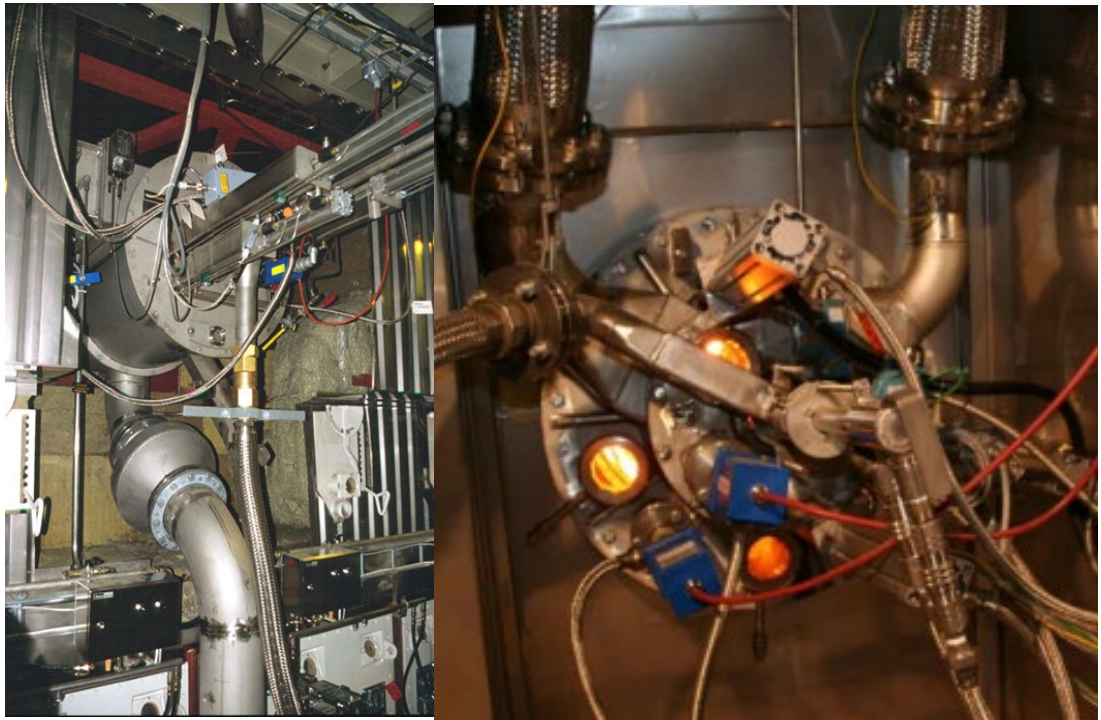
Väkevät hajukaasut ovat pääosin peräisin haihduttamolta, strippauksesta, metanolilaitokselta, polttolipeäsäiliöstä, vahvalipeäsäiliöstä, sekä niitä voi tulla myös keittämöltä.

Väkevät hajukaasut sisältävät palavia kaasumaisia yhdisteitä, jolloin hajukaasujen käsittelyssä riskinä on räjähdysvaara. Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS, Total Reduced Sulphur) ja etenkin tärpähti ovat räjähdysherkkiä laajalla pitoisuusalueella. Räjähdysvaara poistetaan estämällä ilman vuoto järjestelmään ja eliminoimalla sytytysenergian lähteet.

Englanninkielisinä lyhenteinä väkeville hajukaasuista käytetään termejä CNCG (Concentrated Non-Condensable Gas) ja LVHC (Low Volume High Concentration).

SOG (Stripper Off Gases) tarkoittaa stripperiltä tulevia lauhtumattomia väkeviä kaasuja, joka sisältää mm. metanolia (30–50 % painosta), pelkistyneitä rikkiyhdisteitä (TRS) ja terpeenejä. SOG kaasut voidaan johtaa suoraan polttoon tai metanolilaitokselle. Jos stripperin kaasuille tehdään metanolin nesteytys, hajukaasujen polttoprosessi saadaan tasaisemmaksi ja varmatoimisemmaksi myös haihduttamon ja stripperin häiriötilanteissa. Metanolin nesteytyksessä syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaan väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Kuvassa 2-1 on esitetty kaksi esimerkkiä väkevien hajukaasujen polttimesta, jossa näkyy mm. hajukaasujen tuloputki, nestemäisen metanolin lanssi, liekinvalvojat, liekinestin ja tukipoltin.



Kuva 2-1. Väkevien hajukaasujen poltin

2.4 Rikkivety

Rikkivety on väritön, myrkyllinen, erittäin helposti syttyvä ja ilmaa raskaampi kaasu, jolla on voimakas mädäntyneen kananmunan haju, mutta lähestyttäessä 100 ppm:n (140 mg/m^3) lukemia rikkivety lamauttaa hajuaistin ja altistunut henkilö ei enää tunnista hajua vaikka pitoisuus kasvaa. Rikkivedyn 500 ppm (750 mg/m^3) pitoisuus aiheuttaa viidessä minuutissa tajuttomuuden. Rikkivetyvuoto voi aiheuttaa ulkotiloissa syttymisvaaran ja sisätiloissa räjähdysvaaran.

Rikkivety on pelkistin, joten se voi reagoida hapettavien aineiden kanssa voimakkaasti. Aine syövyttää metalleja ja muoveja. Vesiliuoksessa rikkivety reagoi happamasti. Rikkivety on ilmaa raskaampaa (tilavuuspaino verrattuna ilmaan on 1.19) joten se voi kertyä säiliöihin ja kanaaleihin poistuen sieltä vasta säiliön täyttyessä tai ilmavirtojen mukana. Rikkivetyä muodostuu sulfidia, esimerkiksi natriumsulfidi, sisältävien liuosten sekoittuessa happojen kanssa ja sitä voi esiintyä koko tehdasalueella ja viemäreitä sekä kanaaleja pitkin se voi levitä pitkienkin matkojen



päähän. Tästä syystä sellutehtaalle on asennettu kaasuilmaisimia alueille joissa voi esiintyä rikkivetyä. Ilmaisimen havaitessa tarpeeksi suuren pitoisuuden vaarallista kaasua järjestelmään kytketyt ja mittauspisteiden lähelle asennetut hälytysvalot syttyvät.

2.5 Metyylimerkaptani

Metyylimerkaptani on väritön, ilmaa raskaampi, erittäin helposti syttyvä, haihtuva ja myrkyllinen kaasu. Metyylimerkaptanin terveyteen kohdistuvat haittavaikutukset ovat paljolti samanlaiset kuin rikkivedyn.

2.6 Dimetyylisulfidi / Dimetyylidisulfidi

Dimetyylisulfidi ja dimetyylidisulfidi ovat normaaliolosuhteissa värittömiä nesteitä, joilla on tunnusomainen epämiellyttävä hajua. Molemmat yhdisteet ovat helposti syttyviä ja ilman kanssa sekoittuessaan räjähtäviä.

2.7 Metanoli

Puhdas metanoli (CH_3OH) on väritön, lähes hajuton, palava ja myrkyllinen kaasu/neste, mutta sulfaattitehtaalla metanolin joukkoon erottuu runsaasti haisevia yhdisteitä. Metanoli liukenee veteen kaikissa tilavuussuhteissa, joten se voidaan poistaa kaasuseoksesta helposti pesurilla.

Metanoli vapautuu lipeästä haihduttamalla ja päätyy likaislauhteeseen. Likaislauhteesta metanoli erotetaan strippauskolonnissa. Kolonnista tuleva stripperikaasu (SOG), joka sisältää 30–35 % metanolihöyryä, johdetaan joko suoraan polttoon tai metanolikoloniin, jossa metanoli nesteytetään ja pumpataan säiliön kautta polttoon. Nesteytettynä metanolia voidaan varastoida säiliöissä ennen polttoa.

2.8 Tärpätti

Raakatärpätti on $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ -terpeeni-isomeerien seos (mm. alfa-pineeni) jota syntyy sellun keiton sivutuotteena havupuiden uuteaineista, pihkan helposti haihtuvista komponenteista. Tärpätti erotetaan ja joissain tapauksissa se poltetaan. Tislattu tärpätti on väritön ja miedosti tuoksuva kaasu/neste, mutta sulfaattitehtaalla tärpätin joukkoon erottuu haisevia orgaanisia rikkiyhdisteitä, kuten metyylimerkaptania.



Tärpätin höyrynpaine normaaliolosuhteissa on 0,5 kPa ja sen kiehumispistealue on 150–170 °C, jolloin se luokitellaan VOC-yhdisteeksi (Volatile Organic Compound) eli haihtuvaksi orgaaniseksi yhdisteeksi. Raakatärpätin tyypillisiä koostumuksia on esitetty taulukossa 2-1. Raakatärpätistä tislaamalla jalostettava tärpätti koostuu lähinnä alfa-pineenistä ja delta-3-kareenista.

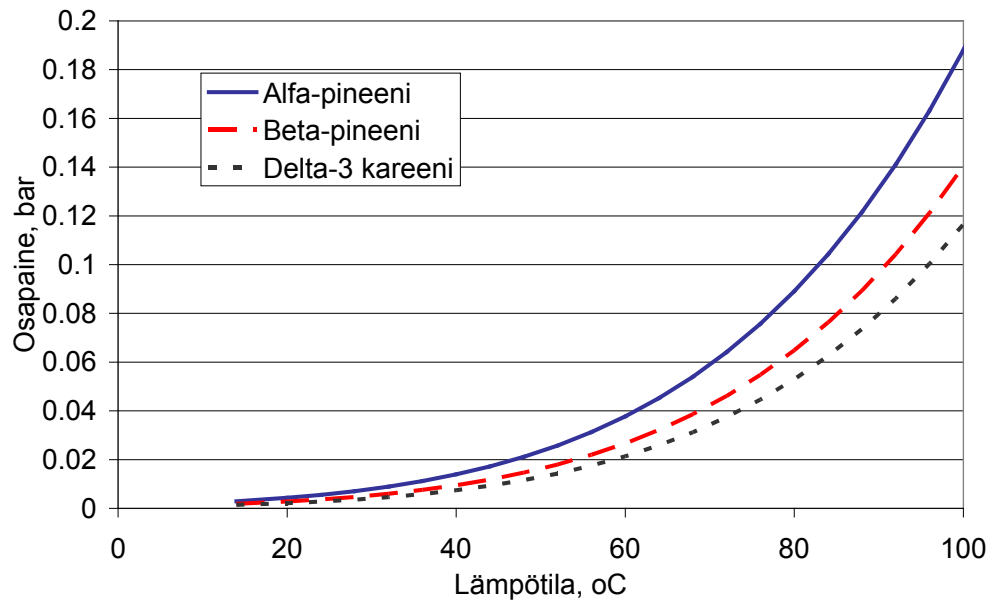
Taulukko 2-1. Raakatärpätin tyypillisiä koostumuksia, OVA-ohje

Yhdiste	Pitoisuus, %	Pitoisuus, %
Alfa-pineeni	80 – 90	50 – 80
Beta-pineeni	5 – 10	2 – 7
Delta-3 kareeni	5 – 10	10 – 30
Muita C ₁₀ H ₁₆ yhdisteitä	< 1	7 – 16
Metyylimerkaptani	0 – 5	*
Dimetyylisulfidi	0 – 12	*
Dimetyylidisulfidi	0 – 1	*

Tärpätti on syytä poistaa hajukaasuista mahdollisimman tarkkaan, koska se on räjähdysherkkä erittäin laajalla pitoisuusalueella. Huomaa, että tärpätillä alin räjähdysraja on n. 0,8 %.

Kerätessä kohteita, joissa voi esiintyä terpeenejä, rajoitetaan suuria pitoisuuksia lauhduttamalla kaasuja. Tärpätti erotetaan hajukaasuista pesurissa lauhduttamalla kylmällä vedellä. Pesuri sijaitsee tärpättilauhduttimen jälkeen hajukaasulinjassa. Erotettu raakatärpätti varastoidaan tärpätissäiliöön.

Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiinien osapainetta vastaava määrä, kuva 2-1. 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.



Kuva 2-2. Tärpätin komponenttien höyryn osapaineita, Drew et al., 1971

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

Myös seisokki- ja starttitilanteissa voi lauhtunut tärpätti höyrystyä hajukaasujen joukkoon lauhdesäiliöiden pinnalta tai kanavista.

Hajukaasujen lisäksi tärpättiä voidaan erottaa metanolitislauksen pohjalauhteesta tärpättidekanterilla. Dekantterissa tärpätti vettä kevyempänä ja heikosti liukenevana nousee veden pinnalle. Veden pinnalta se on mahdollista erottaa ylikaatona. Kerättävät kaasut johdetaan väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

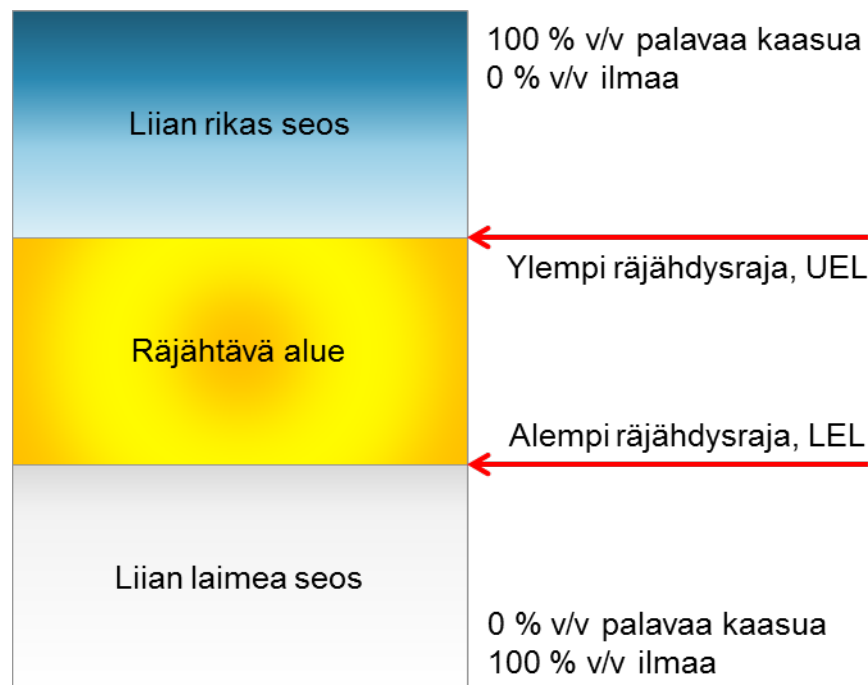
2.9 Räjähdyksrajat

Hajukaasuseos räjähtää vain, jos se ei ole liian rikasta eikä liian laihaa eli seos on räjähdysrajojensa välissä ja räjähdysalueella, kuva 2-3. Rajoja kutsutaan alemmaksi räjähdysrajaksi ja ylemmäksi räjähdysrajaksi. Yleensä käytetään englannin kielestä tulevia lyhenteitä LEL (Lower Explosion Limit) ja UEL (Upper Explosion Limit)

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

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

Räjähtävä alue Alue alemman (LEL) ja ylemmän (UEL) räjähdysrajan välissä (LEL-pitoisuuden yläpuolella jolloin on tarpeeksi palavaa kaasua aiheuttamaan räjähdys ja UEL-pitoisuuden alapuolella jolloin on tarpeeksi ilmaa aiheuttamaan räjähdys)



Kuva 2-3. Räjähdyksrajat, Gas book



2.9.1 Räjähdyksrajoiden laskentakaavat

Räjähdyksraja 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 [“Gases and gas mixtures — Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets” ISO 10156](#) ja sen taulukoita 1 ja 2 jotka antavat eri palaville ja inerteille kaasulle laskentavakioita. Taulukkoon 2-2 on kerätty hajukaasun eri komponenttien ominaisuuksia ilmassa.

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

Kaava		Rikki vety	Metyyli merkaptani	Dimetyyli sulfidi	Dimetyyli disulfidi	Tärpähti (α -pineeni)	Metanoli
		H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂	C ₁₀ H ₁₆	CH ₃ OH
Molykylipaino		34	48	64	94	132	32
Räjähdyksraja, LEL	%, v/v	4.3	3.9	2.2	1.1	0.8	5.5
Räjähdyksraja, UEL	%, v/v	45.0	21.8	19.7	16.1	6.0	36.5
Liekin nopeus	m/s			0.55		0.62	0.5
Itsesyttymislämpötila	°C	260	197 (340)	206	300	255	385 (465)
Leimahduspiste	°C	-82	-18	-49	24	34	11
Kiehumispiste	°C	-60	6	38	110	150	65
Lämpöarvo HHV	MJ/kg	15	22	31	23	41	22
Kaasun tilavuuspaino verrattuna ilmaan		1,19	0,87	2,14	3,24	4,7	1,11
Hajukynnys	ppm	0.008	0.0004-0.003	0.001-0.01	0.003-0.011	100	100
Lämpöarvo	kJ/mol	518	1249	1908	2213	3947	543
Liukoisuus veteen		Kyllä	Ei	Ei	Huonosti	Ei	Kyllä

Syttymis- eli räjähdyksrajoja määriteltäessä on syytä käyttää menetelmää, joka varmasti antaa turvalliset rajat. Räjähdyksrajoja voidaan laskea eri periaatteilla.. Kaasuseoksissa voidaan soveltaa standardissa [ISO 10156 /2010](#) kohdassa 5.2 käytettyä räjähdyksrajojen laskentaa.

Toinen tapa on tarkkailla ongelmaa termodynaamisesti (Hokynar 1999). Eroa ei käytännössä ole alemman räjähdyksrajan osalta, mutta ylemmän räjähdyksrajan määrittely eroaa koska inertin kaasun vaikutus on eri kahdessa edellä mainitussa menetelmässä.



2.10 Lyhenteitä

Lyhennys	Suomalainen määritelmä	Englanninkielinen määritelmä
ATEX	Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus	Atmosphères Explosibles.
BLRBAC	Amerikan soodakattilayhdistys	Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
CH ₃ SH	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
MM	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
(CH ₃) ₂ S	dimetyylisulfidi	dimethyl sulfide
DMS	dimetyylisulfidi	dimethyl sulfide
(CH ₃) ₂ S ₂	dimetyylidisulfidi	dimethyldi sulfide
DMDS	dimetyylidisulfidi	dimethyldi sulfide
C ₁₀ H ₁₆	tärpähti	turpentine
CH ₃ OH	metanoli	methanol
MeOH	metanoli	methanol
C ₂ H ₅ OH	etanoli	ethanol
H ₂ S	rikkivety	hydrogen sulfide
SO ₂	rikkidioksidi	sulfur dioxide
O ₂	happi	oxygen
NH ₃	ammoniakki	ammonia
H ₂ O	vesi	water
CO ₂	hiilidioksidi	carbon dioxide
CO	hiilimonoksidi	carbon monoxide
NO	typpioksidi	nitric oxide
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 gas
TRS	pelkistyneet rikkiyhdisteet	total reduced sulfur compounds
UEL	ylempi räjähdysraja	upper explosion limit
HAZOP	poikkeamatarkastelu	hazard and operability study
HTP (TLV)	haitalliseksi tunnettu pitoisuus	threshold limit value



3 VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

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

3.1 Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

Hajukaasujen sisältämä lisärikki nostaa aina soodakattilan tuhkan sulfaattipitoisuutta ja täten saattaa alentaa sen pH:ta. Jollei riittävää karbonaattipuskurivaraa ole, saattaa kattilan SO₂ päästö nousta. Kattilan SO₂ päästöön vaikuttaa tehtaan korkea sulfidititeetti, matala polttolipeän kuiva-aine ja lämpöarvo sekä matala kattilan kuorma.

Hajukaasuja ei tulisi polttaa soodakattilalla jossa on jo rikkipäästöjä. Kyseisessä tapauksessa hajukaasujen polttopaikaksi suositellaan erillistä polttopaikkaa jossa on rikin talteenotto. Tällaisia polttopaikkoja ovat muun muassa erillispolttokattila sekä pesurilla varustettu meesauuni.

3.2 Vaikutukset soodakattilan TRS-päästöihin

Moderneissa kattiloissa, joissa on tehokas polttoaineen ja ilman sekoitus ja hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei kattilan TRS päästö merkittävästi lisäännä, mikäli hajukaasut syötetään vyöhykkeelle, jossa lämpötila on vähintään 900 °C. Mitattava vaikutus kokonaisvirrassa on käytännössä ollut joitakin ppm:n kymmenesosia.

Kuitenkin TRS ja SO₂ päästöjen muodostuminen on mahdollista jos väkevien hajukaasujen poltto aloitetaan pienellä kattilan kuormalla. Jos lipeäruiskujen yläpuolelle syötetään laimeita hajukaasuja, on mahdollista että jonkin verran hajukaasuista kulkeutuu reagoimatta kylmiä seinänvieriä pitkin.



3.3 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

Jos hajukaasujen poltto-olosuhteet soodakattilassa eivät ole optimaaliset, ja syntyy SO₂-päästöjä, niin keittopinta, ekonomaiserit ja sähkösuodattimet voi tukkeutua. Lisäksi korroosioalttius lisääntyy jos tuhkan matala pH säilyy pitkiä aikoja.

3.4 Vaikutukset soodakattilan NO_x-päästöihin

Varsinkin väkevät hajukaasut sisältävät typpiyhdisteitä. Nämä yhdisteet ovat pääosin ammoniakkia, joten hajukaasujen sisältämä typpipitoisuus riippuu siitä miten sulan kautta kemikaalikiertoon syntyviä ammoniakkivirtoja kerätään/käsitellään.

Puun typpiyhdisteet liukenevat normaalissa keitossa käytännöllisesti katsoen täydellisesti keittoliipeään ja siirtyvät näin mustaliipeän kautta haihduttamoon ja edelleen soodakattilaan. Soodakattilassa tyypillisesti noin kolmannes mustaliipeän tyypestä hapettuu typpioksidiksi ja muodostaa savukaasujen NO_x päästön.

Toinen olennainen osa mustaliipeän orgaanisesta tyypestä siirtyy soodakattilapoltoissa pohjasulaan natriumsyanaattina NaOCN. Sulan syanaattityppi siirtyy liuottimen kautta sulan muiden suolojen joukossa viherliipeään, jossa syanaattityppi muuntuu vähitellen alkalisen hydrolyysin seurauksena ammoniakiksi.

Viherliipeässä ja edelleen valkoliipeässä muodostuva ammoniakki haihtuu osittain heikkojen hajukaasujen joukkoon. Pääosaltaan ammoniakki kuitenkin jatkaa valkoliipeän mukana takaisin keittoon. Keitosta ammoniakki siirtyy puun orgaanisten typpiyhdisteitten joukossa mustaliipeään. Haihduttamossa ammoniakki lopulta erottuu lipeästä ja siirtyy väkeviin hajukaasuihin ja metanoliin.



3.4.1 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.

3.4.2 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. Joissakin kattiloissa on havaittu NO_x-päästöjen kasvua kun liuotinhönkiä on johdettu tertiääri-ilman joukkoon.



3.4.3 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 silloin

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

3.4.4 Metanolin vaikutus

Metanolia syntyy noin 10 kg/ADt riippuen käytetystä puuraaka-aineesta. Nestemäisessä metanolissa voi ammoniakkia olla noin 2 %. Ammoniakkipitoisuuden metanolissa voidaan olettaa olevan luokkaa 0,2 kg/ADt. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO:ksi. Jos kattilan NO taso on luokkaa 200 mg/Nm³, savukaasuja syntyy 3,5 Nm³/kg ka ja lipeäkuiva-ainemäärä on 1600 kgka/ADt, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys saattaa olla silloin:

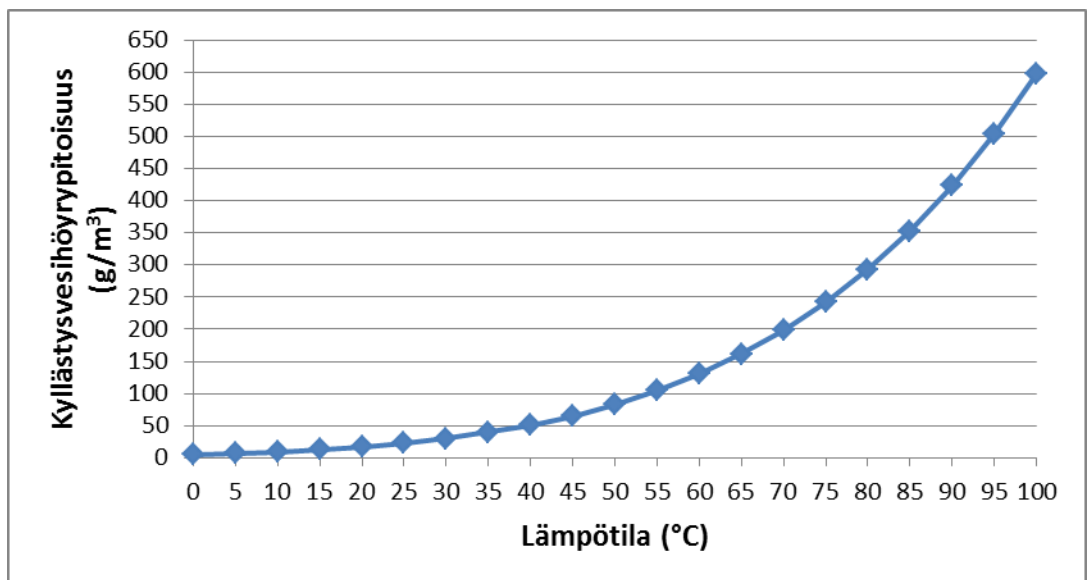
$$NO_x = \frac{(200 * 3,5 * 1600 / 1000000 + 0,3 * 0,2)}{200 * 3,5 * 1600 / 1000000} - 1 \approx 5\%$$

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

Moderneissa kattiloissa, joissa on tehokas polttoaineen ja ilman sekoitus ja riittävä pohjakuorma, sekä kun hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei vaikutuksia soodakattilan toimintaparametreihin ole havaittu. Esimerkiksi muutoksista reduktioon ei ole raportoitu.

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

Liuotinhöngän ja laimeiden hajukaasujen mukana kattilaan tulee vesihöyryä, mikä saattaa hiukan vesihöyrypitoisuudesta riippuen rajoittaa kattilan kapasiteettia. Kuvassa 3-1 on esitetty tietyn lämpöisen ilman sisältämän vesihöyryn maksimimäärä kuivassa ilmassa. Lämmin ilma pystyy sitomaan itseensä enemmän vettä kuin kylmä ilma. Väkevien hajukaasujen, metanolin, tärpätin poltto lisää kattilan höyrystystä. Tällöin vesi- ja höyrypuolen suunnittelu on tarkastettava ennen polton aloittamista varsinkin olemassa olevissa soodakattiloissa.



Kuva 3-1. Ilman kyllästysvesihöyrypitoisuus lämpötilan funktiona.



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.

Soodakattilayhdistys suosittelee että ennen uusien keräilylähteiden liittämistä tai muutosten (mitoitus / ajotapa yms.) tekemistä suoritetaan hajukaasujärjestelmään riskienarviointitarkastus (esimerkiksi HAZOP).

Lisäksi hajukaasujen poltto voi aiheuttaa prosessiongelmia kuten rikkipäästöjä kattilasta, ekonomaisereiden ja keittopintojen tukkeutumista ja polttohäiriöitä tulipesässä.

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

Hajukaasuja voi vuotaa liitoksista, venttiileistä, vesityksistä tai vauriokohdista laitteiston ulkopuolelle. Hajukaasuissa on rikkiyhdisteiden ja metanolin pitoisuus korkea, jolloin myrkytysvaara on olemassa. Vuodon tapahtuessa kattilahuoneeseen tai muuhun tilaan, pitää koko huone tai muu tila evakuoida ja tuulettaa hyvin ja mitauksin varmistaa tilan sopivuus työskentelyyn.

Hajukaasuja vapautuu työskentelytilaan tavallisimmin lauhteista kunnossapitotöiden yhteydessä. Mahdollisia vuotokohteita kunnossapitotöiden yhteydessä ovat hajukaasujärjestelmän vesilukot sekä varolaitteet. Erityistä huolellisuutta vaaditaan metanoli- ja tärpätipolttimien käsittelyssä. Pienetkin vuotavat määrät 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 kaasuräjähdysvaara.

Sallittu rikkivety-pitoisuus sisätiloissa on 5 ppm (7 mg/m^3) / 8 h ja 10 ppm (14 mg/m^3) / 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.

Tehtailla on sekä kiinteitä että kannettavia rikkivety- sekä VOC-mittareita, joista kiinteät mittarit käynnistävät vilkkuvat hälytysvalot ja summerit, jos rikkivety- tai VOC-pitoisuus ilmassa on liian korkea. Mittareiden sijoituksessa on hyvä huomioida mm. ilmavirtaukset ja työskentelyalueet. Niin kannettaville mittareille kuin kiinteästi asennetuille tulee tehdä säännöllisesti toimintatestit ja ne tulee ohjeistaa laatu- ja järjestelmissä ja tehdyt testit tulee dokumentoida.

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

4.1.1 Haju

Rikkiyhdisteet lamauttavat hajuaistin, joten 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.

4.1.2 Suojautuminen

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

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

Jos hajukaasulinjastossa oleva vesihöyry pääsee lauhtumaan, on olemassa sula-vesiräjähdysvaara, mikäli tämä vesi pääsee soodakattilaan.

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

4.2.1 Vesitystaskun täyttyminen

Yleinen ongelma hajukaasujärjestelmissä on ajoittainen runsas lauhdemäärä. Vesitystaskut lähimpänä soodakattilaa, on varustettava yläpinnan hälytyksellä sekä tarvittaessa lukituksella jolloin hajukaasut kääntyvät pois poltosta.



4.2.2 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.

4.2.3 Vesilukon tukkeutuminen

Hajukaasujen mukana kulkeutuu pieniä määriä lipeävaahtoa/suopaa, joka saattaa kerääntyä linjan alimpiin kohtiin kuten vesityksiin. Jos vesitysputkien halkaisija ei ole riittävän suuri, voi putkisto tukkeutua kokonaan.

4.3 Räjähdysvaarat hajukaasulinjoissa

Väkevän hajukaasun siirto ja poltto toteutetaan siten, että kaasu ei ole missään tilanteessa räjähtävää. Räjähdysvaara syntyy, jos väkevän hajukaasun joukkoon vuotaa ilmaa, esimerkiksi vesilukkojen tai säiliöitten varoventtiilien kautta. Väkevien hajukaasujen konsentraatio pidetään ylemmän räjähdysrajan yläpuolella huolehtimalla systeemin tiiveydestä.

Laimean hajukaasun siirto ja poltto toteutetaan niin, että kaasun konsentraatio on alle alemman räjähdysrajan. Laimeiden konsentraatio pidetään alle räjähdysrajan esimerkiksi huolehtimalla ilmalaimennuksesta. Joissain tapauksissa räjähdysvaara voi syntyä kun hajukaasuissa olevaa vesihöyryä lauhdutetaan pois jolloin kaasun konsentraatio nousee lähemmäksi alempaa räjähdysrajaa.

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 tahtuneet juuri laimeiden hajukaasujen järjestelmille, joissa seisokki- tai häiriötilanteessa on konsentraatio päässyt nousemaan liian suureksi. Eräs tyypillinen ongelma on ollut räjähtävien kaasujen kerääntyminen putkistoon seisokin aikana ja niiden höyrystyminen käynnistyksen yhteydessä.



4.4 Kaasuräjähdyks kattilassa

Hajukaasut ovat palavien komponenttien, hapen ja inertin kaasun (typpi, vesihöyry) seos. Kuten aina palavia kaasuja käsiteltäessä on vaara, että tulipesässä tapahtuu kaasuräjähdys. Kaasuräjähdys saadaan aikaan, jos polttoainetta johdetaan tulipesään ilman että se välittömästi palaa, ja sen jälkeen seos saa niin paljon energiaa että se syttyy.

4.5 Sulavesiräjähdys kattilassa

Hajukaasujen linjaan lauhtuneen veden joutuminen tulipesään voi aiheuttaa sulavesiräjähdysten. Veden tulon estämiseksi laimeat hajukaasut ja liuotinsäiliön höngät lämmitetään riittävästi jotta suurin osa vedestä olisi höyrynä ja hajukaasulinjat rakennetaan niin, että niissä on riittävät lauhteenpoistot ja kallistukset. Vesityksiä suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota mm. kokoon, määrään ja sijaintiin.

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

4.6 Korroosio-ongelmat

Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisänneen soodakattilan korroosiota.

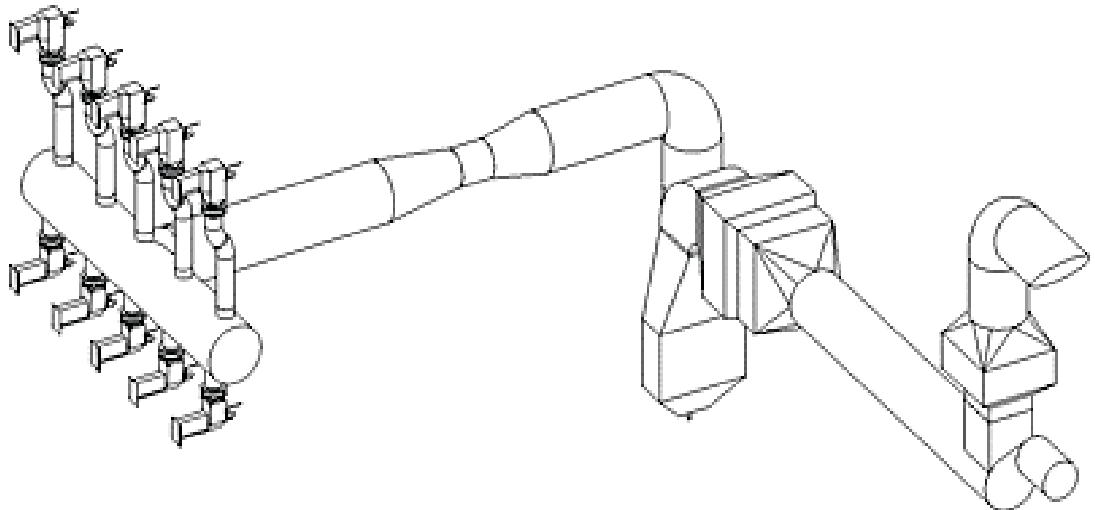
4.7 Kipinöinti/staattinen sähkö

Räjähdys vaatii alkuenergian esimerkiksi kipinästä. Turvallisuuden takaamiseksi hajukaasulinjoille tehdään potentiaalintasaus keräilypisteestä lähtien. Potentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Esimerkiksi laipoissa, luukuissa ja yhteissä, joissa esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus, on suoritettava potentiaalintasaus. Potentiaalintasaus tehdään määräysten mukaan ja varmistetaan mittauspöytäkirjalla.

5 LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

Laimeat hajukaasut eivät ole polttoainetta. Ne koostuvat pääasiassa ilmasta ja vesihöyrystä. Laimeat hajukaasut luokitellaan kemikaalilain mukaisesti 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. Esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta

5.1 Koostumus ja määrä

Laimeat hajukaasut koostuvat mm. sellutehtaan kuitulinjan säiliö- ja laitehöngistä, haihuttamon säiliöalueen höngistä, kaustistamon höngistä yms. Laimeiden hajukaasujen määrä on noin $300 - 400 \text{ m}^3/\text{ADt}$ ja niiden rikkipitoisuus on noin $0.1 - 0.5 \text{ kgS}/\text{ADt}$. 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	m ³ 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, haihuttamo (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. Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtaalla ensimmäistä kertaa käyttöön tai prosessiin tehdään muutoksia, tulee konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteistä mitata jotta todetaan laimeiden hajukaasujen pitoisuudet eri keräyslähteistä. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyysistä on esitetty taulukossa 5-2. Hajukaasun komponenttien pitoisuudet vaihtelevat paljon riippuen tehtaasta ja mitauspisteestä.

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyysistä syntypisteessä.

Komponentti	Tehdas A ppm	Tehdas B ppm	Tehdas C ppm	Tehdas D ppm	Tehdas E ppm	Tehdas F ppm
H ₂ S	*	*	1	0	725	1
MM, CH ₃ SH	200	40	70	2	14	2
DMS, (CH ₃) ₂ S	1 000	60	160	643	1 530	784
DMDS, (CH ₃) ₂ S ₂	90	*	270	1	10	365
Tärpätti, C ₁₀ H ₁₆	1 500	15	*	69	470	12 400
MeOH, CH ₃ OH	900	150	*	834	6 943	2 046
Etanoli, C ₂ H ₅ OH	80	*	*	*	*	*
Happi, O ₂	*	*	*	*	*	*
Ammoniakki, NH ₃	200	*	*	*	*	*
Vesi, H ₂ O	70 000	50 000	*	*	*	*
Hiilidioksidi, CO ₂	*	300	*	*	*	*

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkääsuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään. Lisäksi on selvítettävä, mihin tärpättipitoiset lauhteet johdetaan turvallisesti keittämöhäiri-



össä. Tiedetään tapauksia, joissa harkitsemattoman kytkennän vuoksi tärpättipitoisuus lauhhteessa on noussut keittämöhäiriön seurauksena merkittävästi

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

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

Ominaisuus	Raja	Huom.
Ilmapitoisuus, til-%	> 90	
Vesipitoisuus, til-%	< 7	40 °C (lauhduttimen jälkeen)
Vesipitoisuus til-%	< 12	50 °C (lauhduttimen jälkeen)
Rikkipitoisuus TRS, ppm	< 200	
Tärpättipitoisuus, ppm	< 1000	
Metanolipitoisuus, ppm	< 1000	

Laimeat hajukaasut syötetään soodakattilaan tyypillisesti osana kattilan polttoilmaa. Lauhderyöpyn aiheuttaman sulavesiräjähdyksen vaaran vuoksi hajukaasujen syöttämistä primääri-ilman joukkoon ei suositella.

5.2 Jäähdytys/lämmitys

Laimeiden hajukaasujen lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Laimeiden hajukaasujen mukana kulkevan vesihöyryn määrä tulipesään on oltava mahdollisimman pieni. Suositellaan, että laimeiden hajukaasujen lämpötila lauhduttimen jälkeen on 40–50 °C.

Laimeat hajukaasut suositellaan lämmitettävän 30 °C yli lauhdutuslämpötilan, jotta minimoidaan vesipisaroiden pääsy tulipesään.

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 kanaviin lauhtuneet palavat hajukaasukomponentit höyrystetään ja tuuletetaan ulos. 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 mm. seuraavat ehdot ovat voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönotto-vuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 5-4. Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15 % kattilan nimelliskuormasta. Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika).
2. Laimean hajukaasun puhallin päällä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
3. Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
4. Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
5. Lämpötila jäähtytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja vesihöyryn määrää
6. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan	Estää vesipisaroiden pääsy kattilaan
7. Tuuletus katolle (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson	Estää hajukaasujen konsentroituminen kanavistoon
8. Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitaskun pinta alle ylärajan	Estää lauhteen pääsyn kattilaan



5.3.2 Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

Laimeitten hajukaasujen syöttö kattilan tulipesään on keskeytettävä kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 5-5. Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on alle 15 % kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika).
2. Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä
3. Laimean hajukaasun puhallin pysähtyy	Estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
4. Lämpötila jäähtytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) nousee yli lämpötilarajan	Liian korkea kaasujen kosteuspitoisuus
5. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	Vesipisaroiden määrä nousee liian suureksi
6. Paine hajukaasukanavassa laskee alle alarajan	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
7. Hajukaasujärjestelmässä olevan vesitaskun pinta yli ylärajan	Estää lauhteen pääsy kattilaan

5.4 Kanavat

Laimeiden hajukaasujen vuotaminen kattilahuoneeseen pitää estää ja kanavan pituus kattilahuoneessa minimoida.

5.4.1 Virtaus

Polttoon menevien laimeiden hajukaasujen virtausmäärää suositellaan mitattavaksi. Virtausmäärän mittauksen tulee sijaita mahdollisimman lähellä laimeiden hajukaasujen syöttökohtaa kattilaan.

5.4.2 Potentiaalitasaus

Laimeilla hajukaasuilla ei vaadita potentiaalitasautusta.

5.5 Venttiilit/pellit

Laimeiden hajukaasujen polton venttiilit/pellit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyyteen. Normaalisti käytetään tiiviitä läppäventtiilejä/peltejä isoille putkikooille.

Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on sulkeuduttava apuenergian loppuessa. Samalla on ohituskanavan tai vaihtoehtoisen polttopaikan venttiilin avauduttava. Sulkuventtiilin avautumisesta/kiinnimenemisestä on tultava rajatieto automaatiojärjestelmään.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.



Kuva 5-2. Erään tehtaan laimeiden hajukaasujen polttojärjestelmä asennusvaiheessa.

5.6 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä on oltava lauhteenpoisto.



5.7 Lisäilmayhde

Laimeiden hajukaasujen järjestelmän osana voidaan käyttää lisäilmayhdettä (varasilmayhde), jossa hajukaasujen joukkoon lisätään ilmaa. Jos laimeiden hajukaasujen turvallisuus riippuu lisäilmayhteen toiminnasta, on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, ettei lisäilma tulo voi estyä mistään syystä.

Edellä olevasta syystä on lisäilmaa syöttöä valvottava ja mitattava riittävästi, esimerkiksi virtausmäärä mittauksilla ja riittämättömästä lisäilman syötöstä suoritettava tarpeelliset lukitukset.

Jos varasilmayhde sijoitetaan puhaltimen imuaukon yhteyteen, on aukon suuntauksessa varauduttava mahdollisiin painepurkauksiin yhteestä. Puhaltimen käynnistymistä suojaavan varasilmayhteen on avauduttava lukitustoimintana puhaltimen pysähtyessä välittömästi ja sulkeuduttava hitaasti puhaltimen käynnistyessä puhallinta suojaavan laimennuksen varmistamiseksi.

5.8 Pesurit / lauhduttimet

Laimeiden hajukaasujen järjestelmässä tulee olla tarpeellinen määrä pesureita tai lauhduttimia, joilla poistetaan kaasujen sisältämää vesihöyryä sekä VOC:ja (mm. tärpätti) ja siten pienennetään kerättävää kaasumäärää.

5.9 Pisaranerotin

On suositeltavaa käyttää laimeiden hajukaasujen kanavan polttopäässä pisaranerotinta ennen kaasujen lämmitystä ja aina sen jälkeen kun laimeita hajukaasuja jäähdytetään tai käsitellään pesurilla. Pisaranerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

5.10 Lauhteenpoisto

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

Lauhteidenpoistoa suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota mm. yhteiden kokoon, määrään ja sijaintiin. Viimeinen poisto tulee varustaa rajakytkimin sekä sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt.



5.10.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

Lauhteenpoistoyhteitten ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään 50 mm tukkeutumisvaaran vuoksi. Lähinnä soodakattilaa olevan lauhteenpoistoyhteen ja -linjan putkihalkaisija tuli olla vähintään 100 mm. Lauhteenpoistoyhteiden ja -linjojen kokoon tulee kiinnittää jos kanavaan on mahdollista päästä ylimääräistä vettä esim. pesuvesi.

5.10.2 Kanavien kallistus ja 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 on pyrittävä kanavien kallistukseen kaasun virtaussuunnassa 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempään. Ennen jyrkkää nousua on aina tehtävä lauhteenpoisto. Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla kanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta kanavan osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

5.10.3 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 kPa tai kanavan rakennepainetta vastaava määrä. 10 kPa vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1 m.

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



5.11 Liekinestin

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

5.12 Ohitus

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

5.13 Alipainesuoja

Laimeille hajukaasuille voidaan käyttää alipainesuojaa jos putkiston rakennepaine ja puhaltimen imu sitä vaativat.

5.14 Ylipainesuoja

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää ylipainesuojaa.

5.14.1 Räjähdyselevyt / murtokalvot

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä. Mikäli järjestelmissä käytetään painesuojaukseen murtokalvoja, on näiden kuntoa valvottava automaatiojärjestelmässä aiheuttamalla hälytys. Tällaisen murtokalvon poistoaukon suuntaus on tehtävä turvalliseen suuntaan.

5.15 Pitoisuusmittaus

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

Soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen pitoisuudet lähtöpisteessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia.

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



6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

Liuottajan hönkajärjestelmään voidaan johtaa mm. sekotussäiliön hönkiä, tuhkan käsittelyprosessin hönkiä sekä tehtaan laimeita hajukaasuja.

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 höyrystä (viherlipeän kiehumisen liuottajassa) ja sulan hajotushöyrystä. Ongelmallisinta käsittelyn kannalta on liuottimen hönkien sisältämät pienet viherlipeäpisarat, jotka kuivuessaan pyrkivät likaamaan/tukkimaan hönkajärjestelmän.

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

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

Hönkämäärä liuotinsäiliöstä	m ³ n / kgka	0.4 – 0.8
Hönkien lämpötila liuotinsäiliöstä	°C	85 - 95
Hönkien kosteuspitoisuus liuotinsäiliöstä	til-%	40 - 80
Hönkien kokonaispöly liuotinsäiliöstä	mg / m ³ n (kuiva)	1000 – 5000
Hönkien TRS liuotinsäiliöstä	mg / m ³ n (kuiva)	150 - 700
Hönkien kokonaisrikki pesurin jälkeen	kg S / ADt	0.01 - 0.1
Hönkien kokonaispöly pesurin jälkeen	mg / m ³ n (kuiva)	100 -200
Hönkien TRS pesurin jälkeen	mg / m ³ n (kuiva)	1 - 10

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



6.2 Sekoitussäiliön höngät

Sekoitussäiliön hönkiä johdettaessa liuottimen hönkajärjestelmään on otettava huomioon niiden likaava vaikutus, jolloin sekoitussäiliön hönkajärjestelmään voidaan lisätä oma pesuri.

Sekoitussäiliön hönkiä johdettaessa tulipesään omana järjestelmänään on huomioitava liuotinhönkien polton suositukset ja lukitukset.

6.3 Jäähdytys / Lämmitys

Liuottimen hönkien lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Liuottimen hönkien järjestelmässä tulee olla jäähdytin, joka on voitu kytkeä pesuriin tai voi olla erillinen. Jäähdyttimellä poistetaan vesihöyryä ja siten pienennetään kattilaan menevää kaasumäärää. Jäähdyttimen pesumahdollisuus käynnin aikana on huomioitava.

Suositellaan, että liuottimen hönkien lämpötila lauhduttimen jälkeen on 40–50 °C.

Liuottimen höngät suositellaan lämmitettävän 30 °C yli lauhdutuslämpötilan, jotta minimoidaan vesipisaroiden pääsy tulipesään.

6.4 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.

6.4.1 Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Liuottimen hönkiä voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun seuraavat ehdot ovat voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden,**



varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.

Taulukko 6-2. Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on yli 15% kattilan nimelliskuormasta. Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika)
2. Liuottimen hönkäpuhallin on päällä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
3. Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
4. Lämpötila jäähdytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) on alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja vesihöyryn määrää
5. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen on yli lämpötilarajan	Estää vesipisaroiden pääsy kattilaan
6. Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitaskun pinta alle ylärajan	Estää lauhteen pääsy kattilaan
7. Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä (jos erilliset suuttimet)	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)

6.4.2 Liuottimen hönkien syötön keskeytys

Liuottimen hönkien syöttö kattilan tulipesään on keskeytettävä, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 6-3. Liuottimen hönkien syötön keskeytys

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on alle 15 % kattilan nimelliskuormasta. Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika)
2. Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä
3. Liuottimen hönkien puhallin pysähtyy	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
4. Lämpötila jäähdytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) nousee yli lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja vesipisaroiden määrää
5. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	Estää vesipisaroiden pääsy kattilaan
6. Vesitaskun pinta yli ylärajan	Estää lauhteen pääsy kattilaan



6.5 Kanavat

Liuottimen hönkien vuotaminen kattilahuoneeseen pitää estää ja kanavan pituus kattilahuoneessa minimoida.

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

6.5.1 Virtaus

Liuottimen hönkien virtausmäärä voidaan mitata. Virtausmäärän mittauksen tulee sijata lähellä liuottimen hönkien syöttöä kattilaan.

6.5.2 Potentiaalintasaus

Liuottimen hönkien kanavistolle ei tarvitse tehdä potentiaalintasausta.

6.6 Venttiilit / pellit

Liuottimen hönkien polton venttiilit/pellit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyteen. Normaalisti käytetään tiiviitä läppäventtiilejä/peltejä.

Liuottimen hönkälinjan automaattisen sulkuventtiilin/pellin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa. Samalla on ohituskanavan sulkuventtiilin/pellin avauduttava. Sulkuventtiilin/pellin avautumisesta/kiinnimenemisestä on tultava rajatieto automaatiojärjestelmään.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.

6.7 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä on oltava lauhteenpoisto.

6.8 Pesuri

Liuottimen hönkien järjestelmässä tulee olla pesuri, jolla poistetaan pölyä ja vesihöyryä. Pesurin ja päälaitteiden pesumahdollisuus soodakattilan käynnin aikana on huomioitava.



6.9 Pisaranerotin

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisaranerotinta kaasun jäähtymisen jälkeen. Pisaranerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

6.10 Pisaranerottimen ja lämmityspatterin pesu

Liuottajan hönkä sisältää pieniä viherlipeäpisaroita, jotka kuivuessaan pyrkivät liikaamaan / tukkimaan pisaranerottimen, lämmityspatterin ja kanaviston. Kun edellä mainituille laitteille tehdään vesipesu, on erityistä huomioita kiinnitettävä kunnolliseen lauhteenpoistoon. Pesu tulee keskeyttää välittömästi jos lauhteenpoistimen rajakytkin hälyttää.

6.11 Lauhteenpoisto

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

Lauhteidenpoistoa suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota mm. yhteiden kokoon, määrään ja sijaintiin. Viimeinen poisto tulee varustaa rajakytkimin sekä sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt.

6.11.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

Lähinnä soodakattilaa olevan lauhteenpoistoyhteen ja -linjan putkihalkaisija tuli olla vähintään 100 mm. Lauhteenpoistoyhteiden ja -linjojen kokoon tulee kiinnittää jos kanavaan on mahdollista päästä ylimääräistä vettä esim. pesuvesi.

6.11.2 Kanavien kallistus ja 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 on pyrittävä kanavien kallistukseen kaasun virtaussuunnassa 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempi. Ennen jyrkkää nousua on aina tehtävä lauhteenpoisto. Jollei suositeltaviin kallistuksiin päästä jollain osalla kanavaa, on lauhteen poisto tällaisesta kanavan osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

Lauhteidenpoistoa suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota mm. yhteiden kokoon, määrään ja sijaintiin. Viimeinen poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt.

6.11.3 Vesilukot

Lauhteidenpoistolinjat on varustettava vesilukoilla tai yhteisellä vesilukkosäiliöllä. (lauhteiden keräysastia). 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 kPa tai kanavan rakennepainetta vastaava määrä. 10 kPa vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1 m.

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

6.12 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.13 Ohitus

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



6.14 Ylipainesuoja

Liuottimen hönkäjärjestelmän on kestävä puhaltimen aiheuttama ylipaine. Lisäksi liuottimelta menee erillinen kanava soodakattilan katolle, joka aukeaa liuottimen ylipaineesta.

6.14.1 Räjähdyslevy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.15 Pitoisuusmittaus

Liuottimen höngille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

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 lauhtumattomat kaasut, stripperin ja metanolitislauksen kaasut, likaislahdesäiliön hönkä, keittimen lauhduttimien kaasut, tärpättisysteemin kaasut sekä paineistetun lipeän väkeväinnin kaasut.

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 %). Väkevien hajukaasujen rikki- ja lämpömäärät riippuvat muun



muassa kemikaalikierron sulfiditeetista, joten 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	m3n / 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
Haihduttamo	0.4 – 0.8	1 – 10
Metanolin käsittely	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0
Mustalipeän lämpökäsittely	2 – 3	1.5 – 3.0
Konsentraattori	2 – 5	1.5 – 6.0

Väkevät hajukaasut sisältävät merkittäviä määriä rikkiyhdisteitä sekä ammoniakia. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista on esitetty taulukoissa 7-2. Väkevät hajukaasut luokitellaan sisältönsä mukaan joko erittäin myrkyllisiksi, myrkyllisiksi tai palaviksi. Hajukaasu komponenttien lämpöarvoja on esitetty taulukossa 7-3.

TAULUKKO 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista.

Komponentti	Tehdas A ppm	Tehdas B ppm	Tehdas C ppm	Tehdas D % vol
H ₂ S	*	50 000	81 300	1.5
CH ₃ SH	80 900	110 000	188 300	2.0
(CH ₃) ₂ S	22 000	50 000	116 000	2.0
(CH ₃) ₂ S ₂	800	30 000	3 000	1.5
C ₁₀ H ₁₆ (tärpätti)	1 900	*	*	0.1
CH ₃ OH	*	*	*	0.2
O ₂	*	*	*	9.0
NH ₃	*	*	*	*
H ₂ O	20 000	330 000	*	6.0
CO ₂	*	*	*	*

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

TAULUKKO 7-3. Väkevien hajukaasujen komponenttien lämpöarvoja, 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 yleensä jäähdytetä eikä kuumenneta kuten laimeita hajukaasuja. Väkevien hajukaasujen siirtoon käytetään ejektoria tai nesterengaskompressoria. Näiden laitteiden jälkeen hajukaasujärjestelmässä on pisaranerotin, liekinestin ja räjähdyslevy ennen polttoa.

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

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 keräilykohteiden lukituksia, vaikka ne usein on osittain toteutettu samassa järjestelmässä, kuin polton lukitukset.

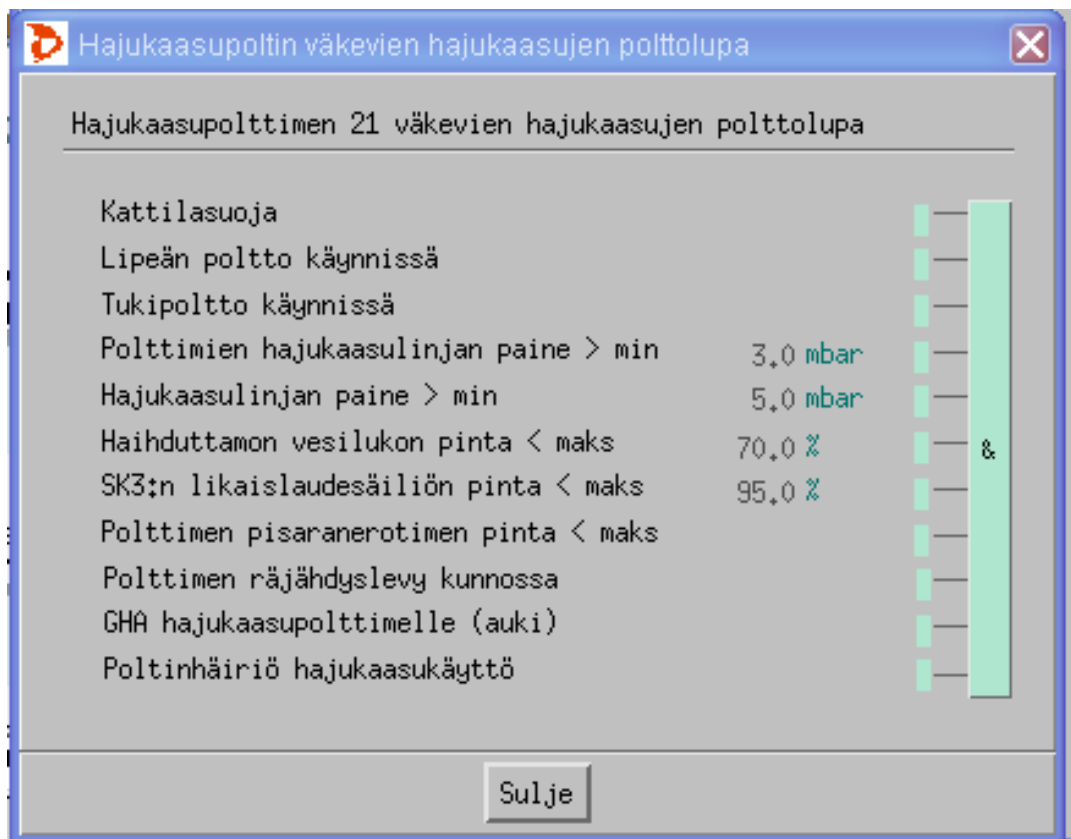
7.2.1 Väkevien kaasujen polttimeen käynnistyksen edellytykset

Väkevien kaasujen poltto voidaan aloittaa kun mm. seuraavat ehdot ovat voimassa.

HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.

Taulukko 7-4. Väkevien kaasujen polttimeen käynnistyksen edellytykset

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m ² Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika)
2. Polttimeen tukiliekki on päällä	Varmistaa riittävät palamisolosuhteet polttimella
3. Liekinvartija näyttää tukiliekkin olevan päällä	Varmistaa tukiliekkin palamisen
4. Polttimeen polttoilman tulopaine sekä virtaus on yli minimiarvon	Varmistaa riittävä ilmavirtaus polttimelle
5. On tarkistettu, että poltinaukko ei ole tukossa	Varmistaa turvallinen hajukaasujen poltto



Kuva 7-2. Esimerkki erään tehtaan väkevien hajukaasujen polttoehdoista



7.2.2 Väkevien kaasujen polton keskeyttäminen

Väkevien kaasujen poltto keskeytyy, kun esimerkiksi jokin seuraavista ehdoista on voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 7-5. Väkevien kaasujen polton keskeyttäminen

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan tuliteho alle 0,7 MW/m ² Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika)
2. Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä
3. Hajukaasun lauhteenpoistojärjestelmän pintakytkimet laukeavat	Estää lauhteen pääsy kattilaan
4. Hajukaasun paine ennen poltinta laskee alle alarajan	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)

7.2.3 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. Minimikapasiteetin höyryvirtana määrittää laitetoimittaja. Koska nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsite, suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa 0,7 MW/m² pohjaa. Esimerkki tulitehon laskemiseksi on esitetty Liite 1.

Väkevien kaasujen poltto **suositellaan keskeytettävän**, jos esimerkiksi jokin seuraavista hälytyksistä aktivoituu.

Taulukko 7-6. Väkevien hajukaasujen polton hälytyksiä

Hälytys	Hälytyksen tarkoitus
1. Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)	Poltossa merkittävä häiriö
2. Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys (H ₂ S) laukeaa.	Tarkistaa vuotaako hajukaasujärjestelmä laukeaa.
3. Mustalipeän kuiva-aine laskee alle hälytyksen aiheuttavan alarajan	Palamisen varmistaminen
4. Liekinestimen paine-ero yli ylärajan	Liekinestin tukossa/tukkeutumassa
5. Hajukaasun virtaus polttimelle laskee alle alarajan (varsinainen virtaus varmistetaan paineen kautta)	Todetaan, että hajukaasuja tulee polttoon

7.2.4 Poltin ja tukiliekkin käyttö

Väkevät hajukaasut voidaan polttaa ainoastaan asianmukaisella ja tarkoitukseen soveltuvalla erillispolttimella. Poltin tulee varustaa erillisellä ilmarekisterillä ja erillisellä lanssilla tuki/pilottipolttoaineelle, joka voi olla esimerkiksi öljy, kaasu, metanoli, tärpätti, pikiöljy. Väkevien hajukaasujen polttimen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia.

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

Väkevien hajukaasujen palaminen vaatii riittävää polttovyöhykkeen lämpötilaa, yleisesti tänä lämpötilana 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 ylittään. Toinen mahdollisuus on käyttää riittävän kapasiteetin omaavaa tukiliekkiä.

Kuvassa 7-3 on esimerkki väkevien hajukaasujen polttimesta kuvattuna ulkoa että sisältä, jossa näkyy mm. hajukaasujen poltin, metanolilanssi, liekinvalvojat, liekinestin ja tukipoltin.



Kuva 7-3. Eräs väkevien hajukaasupoltin kuvattuna kattilan sisältä ja ulkoa.



Pienillä kuormilla tukiliekkin tarkoitus on varmistaa hajukaasujen syttyminen ja palaminen eikä liekin irtoamista tai sammumista polttimella tapahdu. Tukiliekkin polttoaineteho tulee olla vähintään 10 % polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta. Tukiliekkiä on valvottava liekinvalvojilla.

Väkevien hajukaasujen tukipoltin täytyy varustaa paikallisohtauskoteloilla, josta tukipolttio käynnistetään. Hajukaasujen poltto voidaan tämän jälkeen käynnistää valvomosta. Kumpikin edellä mainittu voidaan pysäyttää valvomosta tai paikallisohtauskotelosta.

Kattilan toimiessa tulitehoalueella suurempi kuin $0,7 \text{ MW/m}^2$, tukiliekkin voi yrittää sytyttää valvomosta max. 2 kertaa. **HUOM: tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.** Ensimmäinen sytytys tulee aina tehdä polttimen vierestä.

Tukiliekkin sammuesssa väkeviä hajukaasuja voidaan johtaa soodakattilaan jonkin aikaa (esim. 3 minuuttia) ennen pikasulkuventtiilien sulkeutumista. Tänä aikana voi vaihtoehtoisen polttopaikan käynnistyssekvenssi käynnistyä.

Tukiliekkiä ei tarvita kun seuraavat ehto on voimassa. **HUOM. Ehto saattaa vaihdella käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia.**

Taulukko 7-7. Edellytykset hajukaasujen polttoon ilman tukiliekkiä

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan tuliteho suurempi kuin $1,5 \text{ MW/m}^2$. Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)

7.3 Putkisto

Väkevien hajukaasujen linjojen pituus soodakattilahuoneessa on pyrittävä pitämään mahdollisimman lyhyenä. Putkisto on sijoitettava välttämällä mahdollisia ongelmakohtia kuten liuotussäiliö ja sen ympäristö, heikko nurkka, hätäpoistumistiet ja porraskäytävät. Putkiston rakentamisessa on noudatettava paineastia- ja kemikaalilakia.

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.



7.3.1 Putkiston höyrytys

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

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

7.3.2 Putkiston painemittaukset

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

Putkiston tukkeentumista voidaan valvoa sekä virtausmäärän että painemittausten perusteella.

7.3.3 Potentiaalitasaus

Väkevien hajukaasujen linjoille tehdään potentiaalintasaus. Esimerkiksi laipoissa, luukuissa ja yhteissä, joissa esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus, on suoritettava potentiaalintasaus. Potentiaalintasaus tehdään määräysten mukaan ja varmistetaan mittauspöytäkirjalla.

7.4 Väkevien kaasujen siirto

Väkevien kaasujen siirtoon ei saa käyttää puhallinta. Väkevien kaasujen siirtoon suositellaan ejektoria tai nesterengaskompressoria. Höyryejektorin höyryn lämpötila saa olla maksimissaan 200 °C, (vastaa höyryn painetta noin 12 bar(yp)) kaasukomponenttien itsesyttymislämpötilan takia

Väkevien kaasujen ejektori/nesterengaskompressori voidaan tarvittaessa sijoittaa soodakattilalaitokseen.



7.4.1 Paineenpitohöyry

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

7.4.2 Venttiilit

Väkevien hajukaasujen polton venttiilit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä venttiilien tiiviyyteen.

Väkevien hajukaasujen tulolinjassa polttimelle pitää olla kaksi pikasulkuventtiiliä ja välissä tuuletusputkilinja venttiileineen. Sulkuventtiilit on varustettava rajatiedolla. Sulkuventtiilien on sulkeuduttava ilman ulkopuolista käyttöenergiaa. Samalla on sulkuventtiilien välissä olevan tuuletuslinjan venttiilin avauduttava.

Kattilahuoneeseen menevät väkevien hajukaasujen linjat on kyettävä sulkemaan myös kattilahuoneen ulkopuolelta ns. palosulkuventtiileillä. 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.

Venttiilivalinnassa on huomioitava palavalle kaasulle esitetyt vaatimukset mm. palonkesto. Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava materiaalia.

7.4.3 Jäähdytys/lämmitys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.4.4 Pisaranerotin

Höyryejektorin/nesterengaskompressorin jälkeen polttoon menevässä hajukaasulinjassa tulee olla pisaranerotin. Pisaranerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

7.4.5 Liekinestin

Väkeville hajukaasuille on käytettävä liekinestintä. Liekinestimen tarkoitus on sammuttaa putkistoa pitkin pesästä kohti hajukaasujen tuloa etenevä palorintama.



Liekinestimen sijoituspaikan on oltava mahdollisimman lähellä väkevien hajukaasujen poltinta.

Jos liekinestimelle on järjestetty pesumahdollisuus, ei pesulinjoja saa kytkeä pysyvästi. Liekinestimen paine-ero on mitattava ja siitä on oltava hälytys.

7.4.6 Alipainesuoja

Väkeville hajukaasuille ei saa käyttää ilmaa korvauskaasuna ottavaa alipainesuojaa. Suositellaan että putkisto ja laitteet mitoitetaan kestäämään niin että alipainesuojia ei tarvita.

7.4.7 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 on huomioitava vesitys jäätymisen estämiseksi. Ylipainesuojan laukeamisesta on tullava hälytys.

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy, josta tulee hälytys.

7.4.8 Räjähdyslevyt / murtokalvot

Jos putkiin voi syntyä niitä käytettäessä kahden sulkuventtiilin väliin putkien rakennepaineen ylittävä paine, on tämä putkiosa varustettava räjähdyslevyillä. Tällainen paine on esimerkiksi korkeapaineisen höyrypuhalluksen aiheuttama paine.

Suositeltava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

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

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



7.5 Lauhteenpoisto

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

7.5.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

7.5.2 Putkien kallistukset ja lauhteenpoistoyhteiden sijoitus

Putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Suositeltava putkien 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 on pyrittävä putkiston kallistukseen kaasun virtaussuunnassa 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempi. Jollei suositeltuihin kallistuksiin päästä jollain osalla putkistoa, on lauhteen poisto tällaisesta putkiston osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

Lauhteidenpoistoa suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota mm. yhteiden kokoon, määrään ja sijaintiin. Viimeinen poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että putkiston pituus tästä poistosta pesään on mahdollisimman lyhyt. Erityistä huomiota tulee kiinnittää väkevien hajukaasupolttimen paineenpito-
höyrylinjojen lauhteenpoistoon.

7.5.3 Vesilukot

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

Jotta väkevien hajukaasujen putkistossa ejektorin kehittämä paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on vesilukon mitoituksessa otettava huomioon ejektorin mitoi-



tusarvot (yli- ja alipaine) sekä prosessin tuomat vaateet (esimerkiksi systeemin pulotus).

Vesilukkosäiliö on mitoitettava riittävän suureksi jotta ejektorin imu ei ota pisaroita mukaansa. Vesilukkojen pinta tulee varmistaa. Yhtenä keinona on johtaa vesilukoon jatkuva vesivirtaus, joka varmistetaan virtausmittauksella.

7.6 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. Vaihtoehtoisia paikkoja voi olla useita, esimerkiksi voimakattila, varakattila, soihtu, meesauuni ja piippu. Kääntö vaihtoehtoiseen polttopaikkaan pyritään toteuttamaan niin että päästöt ympäristöön ovat mahdollisimman pienet.

Soodakattilalaitoksessa sijaitsevien väkevien hajukaasujen venttiilien, joilla hajukaasut ohjataan vaihtoehtoiseen paikkaan, tulee avautua automaattisesti ulkopuolisen käyttöenergian loppuessa. Sulkuventtiileiden avautumisesta on tultava rajatieto automaatiojärjestelmään.

7.6.1 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.6.2 Soihdun sijoitus

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

7.7 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 rikki- sekä mahdollisesti happipitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.



8 METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA

Nestemäistä metanolia/tärpähtiä poltetaan sellutehtailla soodakattilan lisäksi meesa-uunissa, erillisessä hajukaasukattilassa, voimakattilassa ja soihdussa. Jollei varapolttopaikka ole käytettävissä, on metanolia/tärpähtiä kyettävä varastoimaan esimerkiksi 24 h tuotantoa vastaava määrä. Metanoli ja tärpähti seoksen poltossa tärpähti johdetaan metanolipumpun imupuolelle halutussa suhteessa polttoon menevän metanolin määrään. Seospoltossa on muun muassa huomioitava tärpätin suurempi lämpöarvo sekä ominaisuus nousta säiliöiden pinnalle (huono liukoisuus). Tärpätin lämpöarvo ~40 MJ/kg ja metanolin ~20 MJ/kg.

Metanoli sekä tärpähtisäiliön sijoituksessa on huomioitava kemikaalilainsäädännön ja palavien nesteiden varastoinnin määräykset. Niitä ei saa sijoittaa kattilahuoneeseen.

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.

Metanolia/tärpähtiä voidaan käyttää väkevien hajukaasujen polttimessa tukipolttoaineena sekä starttipolttimen polttoaineena. Metanolia/tärpähtiä käytettäessä starttipolttimen polttoaineena tulee huomioida tulipesän riittävä lämpötila. Metanolin/tärpätin poltto voidaan aloittaa aikaisemmin kuin hajukaasujen poltto. Tällöin polton lukitusehdot on määritettävä tapauskohtaisesti.

Liekin irtoamisen tai sammumisen takia polttoon menevän metanolin/tärpätin laatu (mm. vesipitoisuus) tulee varmistaa esimerkiksi tiheysmittauksella. Tärpätin normaali tiheys on noin 0.85 g/cm³ ja metanolin noin 0.80 g/cm³.

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



8.1.1 Metanoli- ja tärpättipolttimen käynnistyksen edellytykset

Metanolin/tärpätin poltto voidaan aloittaa soodakattilassa kun seuraavat ehdot ovat voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 8-1. Metanoli- ja tärpättipolttimen käynnistyksen edellytykset

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Tulitieto kattilassa	Ei tule hajuhaittoja
2. Metanoli/tärpättilanssi on paikallaan ja kyt-kettyinä	Varmistaa metanolin/tärpätin lanssin oikea sijoitus
3. Metanolin/tärpätin paine on yli minimipaineen (viive)	Varmistaa riittävä metanolin / tärpätin atomisointi
4. Polttimen ilman paine on yli paineen alarajan	Varmistaa riittävä polttoilman saanti polttimelle sekä riittävä hajotus
5. Hajotusilman paine riittävän korkea	Varmistaa metanolin riittävä hajotus sekä estetään metanolin pääsy paineilmaverkkoon
6.. Polttimen ilmapelti on sytytysasennossa	Varmistaa riittävä polttoilman määrä sytytystä varten
7. Liekinvartija näyttää liekkiä (syttymisviive)	Varmistaa liekin palaminen
8. On tarkistettu, että poltinaukko ei ole tukossa.	Varmistaa turvallinen metanolin/tärpätin poltto
9. Metanolin/tärpätin tiheys alle ylärajan	Varmistetaan ettei polttoaineen lämpöarvo laske liian alas (liikaa vettä)

8.1.2 Metanolin ja tärpätin polton keskeyttävät tapahtumat

Metanolin/tärpätin poltto keskeytyy, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 8-2. Metanolin ja tärpätin polton keskeyttävät tapahtumat

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Tulitieto menetetään	Ei tule hajuhaittoja
2. Metanoli/tärpättilanssi pois paikaltaan	Varmistaa metanolin/tärpätin lanssin oikea sijoitus
3. Metanolin/tärpätin paine on alle minimipaineen (viive)	Varmistaa riittävä metanolin/tärpätin atomisointi
4. Polttimen ilman paine laskee alle paineen alarajan	Varmistaa riittävä polttoilman saanti polttimelle sekä riittävä hajotus
5. Hajotusilman paine liian matala	Varmistaa metanolin riittävä hajotus sekä estetään metanolin pääsy paineilmaverkkoon
6. Metanolin/tärpätin tiheys nousee yli ylärajan	Varmistetaan ettei polttoaineen lämpöarvo laske liian alas (liikaa vettä)
7. Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen	Varmistaa liekin palaminen



8.2 Polttimen sähköistys ja automatiikka

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

Metanoli/tärpättilanssi puhalletaan höyryllä tai ilmalla. Tällöin pitää olla tuli kattilassa -tieto voimassa (starttipolttimia päällä).

8.3 Venttiilit

Metanolin ja tärpätin polton venttiilit on valittava huolellisesti. Metanolin/tärpätin polton automaattisten pikasulkuventtiilien on sulkeuduttava ilman ulkopuolista käyttöenergiaa. Sulkuventtiilin kiinnimenemisestä on tultava rajatieto automaatiojärjestelmään.

Venttiilivalinnassa on huomioitava palavalle nesteelle esitetyt vaatimukset mm. palonkesto. Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4336 (SS2343) tai vastaava. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpähti ovat liuottimia). Tiivistemateriaalivalintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.



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 väkevien hajukaasujen, laimeiden hajukaasujen, liuotinsäiliön hönkien, metanoli sekä tärpätin poltto soodakattilassa keskeytetään ja kaasut ohjataan varapolttopaikkaan.

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

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

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

Alasajon yhteydessä hajukaasujen poltto soodakattilassa suositellaan lopetettavaksi lähestyttäessä lukitusrajoja, katso taulukot 5.5, 6.3 ja 7.5. ja kaasut ohjataan varapolttopaikkaan tai ohitukseen. Väkevien hajukaasujen polton loppuessa on putkisto sulkuventtiileiltä kattilaan huuhdeltava höyryllä ja laimeiden hajukaasujen polton loppuessa on kanavisto huuhdeltava ilmalla. Jos mahdollista, laimeiden hajukaasujen keräily tulisi olla päällä seisokin aikana, koska kaasut konsentroituvat helposti säiliöihin ja putkistoihin.

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 koepöyrytysten ja kierrätysten avulla.

Ennen ylösajoa on kaikki seisokissa käyttämättä olleet laimeiden hajukaasujen linjat tuuletettava ja väkevien hajukaasujen linjat höyrytettävä sekä tarvittaessa typetettävä. Lisäksi soodakattilayhdistys suosittelee, että hajukaasujärjestelmä on ollut käytössä riittävän pitkään (esim. yli 1 tunti) ennen syötön aloittamista, jotta seisokin aikana kanaviin ja muihin laitteisiin vuotaneet ja sinne lauhtuneet palavat hajukaasukomponentit 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

Hajukaasulinjat, kuten muutkin lipeäosaston linjat, on saatettava turvalliseen tilaan ennen kuin niiden kanssa voidaan työskennellä. Laimenoiden hajukaasujen linjat on huolellisesti tuuletettava. Väkevien hajukaasujen linjat vaativat höyrytyksen sekä tarvittaessa typetyksen. Hajukaasujärjestelmän pysäyttämisen ja tarvittavien laitteiston osien erottamisen jälkeen tehtävä tehostettua tuuletusta kaikille erotetuille laitteistoille heti seisokin alussa. Tuuletus on aina tehtävä virtaussuuntaan ja joh-



dettava ulkoilmaan. Laimeat ja väkevät hajukaasulinjat vaativat myös LEL ja rikkipitoisten kaasujen mittauksen ennen töiden aloittamista.

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/kunnossapitotöitten aloittamista laimeiden hajukaasujen kanavilla.

Ennen töiden aloittamista on tehtävä riskienarviointi, jossa erityisesti kartoitetaan kaikki työalueelle tulevat putkilinjat. Kirjallinen työlupakäytäntö on suositeltavaa ennen töiden aloittamista, esim. hajukaasujärjestelmän laitteiden sisällä työskenteleyn vaaditaan aina kirjallinen säiliötyölupa.

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.



10 ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA

Nämä ohjeet on laadittu hajukaasulinjoja suunnittelevien avuksi. Hajukaasulinjoissa on noudatettava suunnittelutavan ja materiaalien valinnassa tavallisten putkien/kanavien suunnitteluohjeiden lisäksi erityisohjeita, koska hajukaasulinjat 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 sekä liuottajasäiliön hönnä ei riitä karakterisoimaan sisällön vaarallisuutta. Kaasuseokset pitää luokitella [Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen asetuksen kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä 26.9.2001/807](#) 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 polttolaitteet ja putkistot/kanavat on varustettava asianmukaisin merkinnöin. Merkinnöissä on luettava ainakin tekstit ”Väkeviä hajukaasuja”, ”Tärpättä”, ”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 putket/kanavat on varustettava virtaussuuntaa kuvaavilla merkeillä.



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

10.3 Lauhteenpoisto

Lauhteenpoistoa suunniteltaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota mm. yhteiden kokoon, määrään ja sijaintiin. Katso kohdat 5.7, 6.7 ja 7.4.

10.4 Kanava/putkistomateriaali

Laimeiden hajukaasujen kanaviston rakennemateriaaliksi suositellaan ruostumatonta terästä EN 1.4301 (SS2333) tai vastaavaa

Väkevillä hajukaasuilla pitää käyttää putkia $PN \geq 10$. Putkiston rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa.

Metanolin/tärpätin polton putkiston rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa.

Hajukaasun eräät yhdisteet, kuten tärpätti ja metanoli, ovat voimakkaita liuottimia, minkä johdosta lasikuitu- ja muoviosien käyttöä ei sallita.

10.5 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 tarvittaessa lämpösaattettava.

10.6 Putkien/kanavien kallistukset

Hajukaasut sisältävät lähes poikkeuksetta merkittäviä määriä vesihöyryä. Vaikka kanavat ovat huolellisesti eristettyjä ja/tai sähkösaattettuja, on lauhtumiseen aina varauduttava. Putkien/kanavien kallistusohjeet ja lauhteenpoistoyhteiden sijoituskohdat on selitetty tarkemmin kappaleissa: 5.7 laimeiden hajukaasujen lauhteenpoisto, 6.7 liuottajan höngän lauhteenpoisto ja 7.4. väkevien hajukaasujen lauhteenpoisto.



10.7 Venttiilit/pellit

Hajukaasujen poltossa on käytettävä käsiteltävän hajukaasun ominaisuuksien mukaan valittuja venttiilejä/peltejä.

Laimeiden hajukaasujen venttiilien/peltien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.

Väkevien hajukaasujen venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa valumateriaalia.

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).

10.8 Laipat, yhteet

Laippojen ja yhteitten tiiviyteen 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 / nesterengaskompressori

Väkevien hajukaasujen siirtoon ei saa käyttää puhallinta. Niiden siirtoon käytetään höyryejektoria tai nesterengaskompressoria. Höyryejektorin höyryn lämpötila saa olla maksimissaan 200 °C. (vastaa höyryn painetta noin 12 bar(yp)) kaasukomponenttien itsesyttymislämpötilan takia. Häiriön tai käynnistystilanteen yhteydessä väkevissä hajukaasuissa saattaa olla happea niin paljon, että kaasuseos on syttyvää.



10.11 Kanavamitoitus

Hajukaasuja poltettaessa kanavanopeudet on pidettävä kaikissa käyttöolosuhteissa yli liekin etenemisnopeuden.

Väkevien hajukaasujen linjojen käytönaikainen paine on $-10 \dots +10$ kPa. Laimeiden hajukaasujen linjojen käytönaikainen paine on $-5 \dots +10$ kPa.

Laimeiden hajukaasujen linjojen on kestettävä alipainetta 10 kPa. Väkevien hajukaasujen linjojen on kestettävä täyttä alipainetta (100 kPa).

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 kPa.

10.12 Liekinestimen sijoitus

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

10.13 Räjähdyslevyjen /murtokalvojen sijoitus

Räjähdyslevyt/murtokalvot on sijoitettava siten, että niiden toimiessa ei normaaleilla työskentelytasoilla oleskeleville henkilöille aiheudu vaaraa. Näiden kuntoa on valvottava automaatiojärjestelmässä aiheuttamalla hälytys.

Räjähdyslevyt 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 savupiippuun 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.

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on avauduttava apuenergian loppuessa. Sulkuventtiilin avautumisesta on tultava rajatieto automaatiojärjestelmään.

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

Väkeville hajukaasuille ja tärpättipitoisille likaislauhteille joudutaan usein soveltamaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitusta. Tärpätti on huonosti veteen liukevaa ja herkästi haihtuvaa, joten vuototapauksissa se nousee pinnalle ja haihtuu ilmaan.

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 normaali-käytön 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 rikkivety- tai VOC-pitoisuutta näyttävällä mittarilla, jos hajukaasua sisältävä linja kulkee työskentelytilan kautta.

10.16 Valmistusluvat

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 tärpätilinjojen 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 asennusluvalla omistava liike.



11 SOIHDUT JA HAJUKAASUKATTILAT SEKÄ YHTEISTOIMINTA (UUSI)

Tyypillisesti tehtailla, joilla on soihtu, toimii soihtu pelkille väkeville hajukaasuille varapolttopaikkana. Joskus väkevien lisäksi soihtua käytetään myös tehtaan laimeille hajukaasuille varapolttopaikkana. Laimeiden hajukaasujen suuri tilavuusvirta on huomioitava jos soihtua halutaan käyttää niiden varapolttopaikkana.

Soihdut eivät ole millään tehtaalla koko ajan päällä. Joissakin tehtaissa on minimoitu soihdun käynnistuksen ja hajukaasujen käännön välistä aikaa pitämällä soihdun palamisilmapuhallin koko ajan päällä ja minimikierroksilla. Tällä toiminnolla pitkäkestoinen tuuletussekvenssiosio voidaan hypätä yli soihdun käynnistyksessä (automatoitu) ja nopeuttaa näin soihdun polttimeen käynnistysaikaa jolla saadaan minimoitua hajukaasujen mahdollista ulosajoaikaa. Lisäksi jatkuva palamisilmalla tuuletus pitää soihdun sisuskalat kuivana.

Joillakin tehtailla väkeviä hajukaasuja voidaan myös pantata putkistossa tietyn aikaa, kun kääntö soihdulle on mahdollista. Tämä edellyttää koko väkevien keräilyn suunnittelua siten, että kaasun panttaus on koko keräily- ja siirtoputkiston ja laitteiston mahdollisena paineen nousuna huomioitu.

Soihtutoimittajia on haastatelluilla tehtailla ollut pääsääntöisesti kahta eri toimijaa. Joillakin tehtailla on kokemusta historian saatossa molemmista toimijoista. Tehtaila on myös erityyppisiä soihtuja käytössä: ulkovaipan jäähdytys on hoidettu joko pakkojäähdytyksellä tai luonnonvetojäähdytyksellä. Jos soihdun poltin sijaitsee rakennuksen sisätiloissa, on kyseessä pakkojäähdytteinen, ja jos soihtu sijaitsee täysin ulkona, on kyseessä yleensä luonnonvetojäähdytteinen ulkovaippa.

Useilla tehtailla on myös väkevien ja laimeiden hajukaasujen polttoon tarkoitettu hajukaasukattila.

11.1 Soihdun käytöstä huomioitavaa

Soihtu on nykyään useimmiten varapolttopaikka.

11.2 Hajukaasukattilan käytöstä huomioitavaa

Hajukaasukattilat ovat tyypillisesti jatkuvia polttopaikkoja.

12 VAARANARVIOINNIN HUOMIOITAVAA (UUSI)

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 poikkeamatarkastelun (HAZOP) ja käyvät yhdessä läpi vaaranarvioinnin vaatimat tiedot. Soodakattilayhdistys on raporttisarjassaan julkaissut raportin [11/2001 ”Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi”](#).

Vaaranarvioinnin helpottamiseksi Soodakattilayhdistys on koonnut tyypillisiä haasteita. Kullakin tehtaalla pitäisi hajukaasujärjestelmiä auditoitaessa tarkastella onko mahdollista että esitetyt vaarat toteutuvat ja kuinka hajukaasujärjestelmässä on niihin varauduttu.

12.1 Keittäminen

Keittämön väkevien hajukaasujen keräilystä tulevat painepiikit ovat selkeä hajupäästöjen aiheuttaja. Painepiikkejä syntyy mm. keittimen paisunta/pasutushöyryjen lauhdutuksen riittämättömyydestä, säätöpiirin hitaudesta, lauhduttimen lauhdelas-tiin joutumisesta ja riittämättömän lauhteenpoiston vuoksi. Tällainen painepiikki kumuloituu muihin väkevien hajukaasujen keräilyn prosesseihin. Etenkin, jos yli-/alipainesuojaratkaisussa keittämön ja haihduttamon alueen väkevien hajukaasujen keräilyssä on hajukaasut viety yhteiseen vesilukkoastiaan, pääsee painepiikki purkautumaan näistä keittämön ja haihduttamon tyhjökaivon vesitoimisista yli-/alipainesuojista taivaalle aiheuttaen ympäristöön merkittäviäkin hajuhaittoja.

Tarkastettava:

1. Keittämön alttius paineen heilahteluille
2. Väkevien keräilyjärjestelmän toiminta painepiikillä 4 kPa

12.2 Avoin laimeiden keräily

Säiliöalueiden laimeiden hajukaasujen keräilykoneet ovat usein ns. avoimella keräilyllä toteutettuja. Tällöin laimeiden hajukaasujen keräily-yhteet on kytketty säiliöalueella säiliöiden keskeltä kattoa lähtevän pystysuuntaisen huokausputken kyljestä. Keräilyyn lähtevään linjaan on asennettu käsi- tai automaattitoiminen



venttiili, jolla on käyntiinajon yhteydessä säädetty riittävä alipaine kohteeseen niin, että säiliö ei höngi ulos ajon aikana. Tällöin vedetään tarkoituksella koko ajan hie-
man ilmaa huokauslinjan kautta keräilyyn.

Tarkastettava:

1. Mittauksin onko suljettu laimeiden keräily etenkin haihduttamoalueen vahva-
mustalipeäsäiliöiltä ja tuhkan sekoitussäiliöltä aina alle LEL:n pitoisuuksissa.
2. kestävätkö säiliöt mahdollisen hajukaasujärjestelmän aiheuttaman yli- tai ali-
paineen. ettei aiheuteta säiliöiden lommahtamista

12.3 Vesipatsaalla toteutetut yli- ja alipainesuojat sekä lauhteenpoistot

Yli-/alipainesuojien nestetäyttöiset suojaukset perustuvat hydrostaattisen paineen muodostamaan painesuojaan yli- ja alipainetta varten, joka aikaansaadaan vesipat-
saan korkeudella. Tehtaan osastojen välillä vesipatsaiden korkeudet voivat vaihdel-
la suurestikin eri yli-/alipainesuojissa.

Uusimmissa sellutehdasratkaisuisa pyritään väkevien ja laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmät suunnittelemaan ja toteuttamaan täysin suljettuna. Näin pysty-
tään minimoimaan turhat kanavisto- ja laitekokoja kasvattavat vuotoilmat ja myös hajuhaittoja aiheuttavat hönkimiset taivaalle. Jos sellutehtaat haluavat modifioida olemassa olevaa avointa laimeiden hajukaasujen keräilyä suljetummaksi/suljetuksi, tulee etenkin olemassa olevien säiliöiden yli-/alipaineenkestot tarkistaa huolella, onko keräilyä mahdollista toteuttaa suljetummaksi, ettei aiheuteta säiliöiden lom-
mahtamista.

Tarkastettava:

1. Vesipatsaat eivät käytön aikana voi kuivua
2. Vesipatsaan poistumisesta on hälyytys
3. vesipatsaan korkeus vastaa suunniteltua yli-/alipainetta

12.4 Haihduttamon tyhjökaivo väkevissä hajukaasuissa

Haihduttamoissa on tyhjökaivoja, joissa on ns. putkivesilukko ylikaadolle. Riippu-
en ylikaadon putkivesilukon vesilukkokorkeudesta ja ajettavasta väkevien hajukaa-
sujen alipaineesta tyhjökaivon kaasuille voidaan aiheuttaa tilanne jossa vedetään



ilmaa väkevien hajukaasujen järjestelmään ja aiheutetaan mahdollisuus hajukaasuräjähdyksille.

Tarkastettava:

1. Vesilukon pinnankorkeus
2. Kaasunkeräilyn alipaine
3. Alipaineensäädön säätöparametrit.

12.5 Likaislauhteiden käsittely

Pääsääntöisesti syntyneet likaislauhteet kerätään ja käsitellään likaislauhteiden stripperillä. Osalla tehtaista stripperiltä tulevat metanolipitoiset kaasut johdetaan metanolinnesteytyslaitokselle. Joskus stripperikaasut johdetaan omana kaasulinjanaan polttoon. Eri puhtausasteella omaavia lauhteita hyödynnetään kuitulinjalla ja kaustistamalla pesuvesinä.

Tarkastettava:

1. Tärpätin ja metanolin erotuksen toiminta
2. mahdollisuus lauhtumiseen syntyville kaasuille

12.6 Haihduttamon likaislahdesäiliö

Haihduttamoalueen likaislahdesäiliö kerää erilaisia palavia jakeita jotka saattavat erottua lauhteen pintaan ja rikastua säiliön yläosaan. Likaislauhteen pinnalle kevyempänä jakeena nouseva tärpätti voi päästä tietyissä säiliön ajotilanteessa sekundäärilauhteen joukkoon.

Tarkastettava:

1. Yli-/alipaineenkestot
2. että säiliön ylikaato on väkevien keräilyyn soveltuva
3. onko varustettu/tarvitaanko dekantoivaa väliseinää
4. ovatko tulevat linjat varustettu kiintoaineen poistolla / kuinka kiintoaineen poisto huomioidaan
5. onko säiliön ylikaato varustettu joko mekaanisella läpällä tai nestetäytteisellä vesilukolla

12.7 Lipeän paisunta haihduttamoalueella

Vahvamustalipeäsäiliöt ovat paineettomia, vapaasti hengittäviä säiliöitä, jotka otetaan laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Kun puhutaan soodakattilaan polttoon menevän vahvamustalipeän varastosäiliöstä, on tärkeää tiedostaa hajukaasujen keräilyn osalta, onko tehtaalla kyse paineellisesta polttolipeäsäiliöstä vai vahvamustalipeäsäiliöstä josta polttoon menevä lipeä pumpataan.

Haihduttamoalueen lipeäsäiliöiden keräilyssä on ilmennyt vahvamustalipeäsäiliöiden (ka. 30-60%) selkeää hönkimistä taivaalle. Yhdeksi runsasta hönkimistä aiheuttavaksi syyksi on selvinnyt lipeän riittämätön paisunta haihduttamon sarjoilla. Lipeä ei pääse paisumaan syystä tai toisesta haihdutinsarjojen paisuntasäiliöillä jolloin lipeä tulee liika kuumana vahvalipeäsäiliölle. Kuuma lipeä paisuu säiliössä aiheuttaen ympäristölle tuntevia hajuhaittoja ja kohonneita TRS-pitoisuuksia haihduttamon laimeissa hajukaasuissa.

Tarkastettava:

1. Haihduttamon paisunnan toiminta
2. Säiliöön syötettävän lipeän lämpötila

12.8 Polttolipeäsäiliö ja vahvamustalipeäsäiliö

Johtuen kohonneesta polttolipeän kuiva-ainepitoisuudesta (>75%DS) polttolipeäsäiliö on tehty paineelliseksi. Paineellisen polttolipeäsäiliön lämpötila on käytön aikana korkea, mm. sekoittimen käyttö tuo säiliöön seisokin aikana lisäenergiaa pitäen säiliön lämpötilan korkealla, säiliön lämpötilan laskiessa mustalipeän polton ylläpito ja sen käynnistys vaikeutuu, niin siksi säiliön polttolipeäsäiliön lämpötilaa pidetään seisokin aikanakin korkealla. Korkea lämpötila ja alkalinen läsnäolo pitää yllä keittoreaktioita jotka tuottavat väkeviä hajukaasuja. Siksi polttolipeäsäiliö on kytkettävä väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Paineellisen lipeäsäiliön hajukaasujen poiston sulkeminen seisokin ajaksi on johtanut paineen nousuun ja säiliön räjähtämiseen ylipaineesta. Joskus on paineellisia polttolipeäsäiliöitä kytketty tehdasseisokin aikaisen kaasausmahdollisuuden takia myös laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Tämä kytkentämalli on aiheuttanut laimeiden hajukaasujen väkevöitymistä seisokin aikana putkistoihin ja laitteistoihin,



ja tehdään osastojen käynnistyksen yhteydessä pahimmillaan hajukaasuräjähdyksiä. Tällainen kytkentämalli on aiheuttanut lisäksi mm. lipeän kulkeutumista haihduttamon laimeiden hajukaasujen keräilyyn pesurille ja sitä myötä aiheuttanut ongelmia lauhdutuksen nestekierrossa.

Väkevät ja laimeat hajukaasut tulee aina pitää erillään niin kaasuihin kuin likaislauhdepuolilla. Paineellista polttoliipeäsäiliötä ei tule koskaan kytkeä laimeiden hajukaasujen keräilyyn missään tilanteessa.

Normaali kytkentä hajukaasuille paineellisesta polttoliipeäsäiliöstä on haihduttamon 3. tai 4. yksikköön, ja tehdään ylös- ja alasajotilanteita varten kytkentä väkevien hajukaasujen keräilyyn vesilukkoastialle lauhdutuksen kautta.

Tarkastettava:

1. Paineellisen polttoliipeäsäiliön ylipainesuoja
2. Paineellisen polttoliipeäsäiliön seisokin aikainen hajukaasujen poisto
3. Paineellisen polttoliipeäsäiliön aiheuttaman ylipaineen vaikutus lauhdejärjestelmään

12.9 Soodakattilan liuottajan höngät

Liuottajan hönkäpesurit ovat hajuhaittojen lähteenä silloin, kun tehdään hönkäpesurin hönkiä ei ole kytketty soodakattilan palamisilmasysteemiin. Joillakin tehtailla liuottajan höngät ainoastaan johdetaan pölypesurin kautta taivaalle tai soodakattilan savukaasupesurin kautta taivaalle.

Nykyaikaisissa tehtaissa liuottajan, sekoitus- ja vuotosäiliön höngät käsitellään erityyppisillä lauhduttavilla pesureilla ja johdetaan soodakattilan sekundääri-ilmasysteemiin.

Tarkastettava:

1. Liuottajan hönkien ????

12.10 Laimeat hajukaasut soodakattilan eri ilmatasoille

Eräillä tehtailla laimeita hajukaasuja johdetaan erillisille ilmatasoille. Tilanteissa, joissa soodakattilan kuormaa joudutaan muuttamaan, saattaa myös erillisilman ko-



konaismäärän muutoksiin tulla vaateita jolloin laimeat hajukaasut joudutaan tällöin kääntämään pois taivaalle tai varapolttopaikkaan.

Tarkastettava:

1. Hajukaasujen polttomahdollisuus koko kattilan käyntialueella

12.11 Hajukaasujen esilämmittimien lämmönsiirtopintojen likaantuminen

Joillain tehtailla on ajoittain ongelmana hajukaasujen esilämmittimen (höyrypatteri) tukkeutuminen, jolloin laimeat hajukaasut joudutaan johtamaan ohiajolinjan kautta taivaalle. Näillä tehtailla tukkeutuville esilämmittimille tulee mm. soodakattilan liuottajan ja sekoitussäiliön hönkiä tehtaan laimeiden hajukaasujen lisäksi.

Hajukaasupesureiden ja lauhduttimien jälkeisellä kaasun lämpötilalla on merkitystä kosteuspitoisuuteen.

Tarkastettava:

1. Esilämmittimien ajonaikainen pesumahdollisuus
2. Kääntömahdollisuus lämmittimien pesun ajaksi

12.12 Lauhteiden pääsy soodakattilaan

Lauhteiden (hajukaasuista, käyttöhöyrystä) pääsy hajukaasujärjestelmien kautta soodakattilaan on aiheuttanut useita tulipesäräjähdyksiä.

Kappaleessa 5 on kuva 5-1, joka on esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta. Kuvan systeemissä ilmarenkaasta otetaan niin yläpuolelta kuin alapuolelta ilma-aukkoihin palamisilmaa/laimeita hajukaasuja. Jos kanavistoon pääsee lauhdetta/vettä, jonka puhallin kuljettaa eteenpäin, niin kaikki vesitys tapahtuu ilmarenkaan alaosan alimmasta kohdasta eli ilma-aukoille johtavista ostoista.

Tarkastettava:

1. Vesitykset hajukaasukanavissa
2. Vesitykset mahdollisissa höyrylinjoissa

12.13 Hajukaasupesurien lämmönsiirtimen likaantuminen

Hajukaasujen keräilyssä käytetään tyypillisesti hajukaasupesureita kerätyn kaasun tilavuusvirran alentamiseksi ja lauhdelastiongelmien välttämiseksi. Hajukaasu-



pesureiden niin pesukierron kuin jäähdytysvesikierron puolella on ollut likaantumisongelmia.

Jäähdytysveden puolella likaantumista on aiheuttanut mm. kesällä raakaveden lämpötilan nousun aikaansaama limoittuminen. Pesurin pesukierron puolella tukkeentumista ovat aiheuttaneet kiintoainepartikkelit, joiden kulkeutumisreittejä ei ole saatu selvitettyä.

Tarkastettava:

1. Hajukaasupesurien pesumahdollisuus käytön aikana
2. Mahdollisuudet likaavien aineiden joutumiseen keräilyyn

12.14 Kaustistamon laimeat hajukaasut

On vielä tehtaita, joissa kaustistamon laimeiden hajukaasujen keräilylähteet eivät ole 100% keräilyssä. Esim. kaustistamon alueilla voi olla kohteita joita ei ole otettu keräilyyn tai alueen hajukaasut on keräilty osittain mutta johdettu esim. lämmöntalteenoton jälkeen vain taivaalle.

Nykyaikaisilla moderneilla tehtailla kaustistamon laimeiden hajukaasujen keräily on täysin suljettu ja hajukaasut johdetaan joko muiden tehtaan laimeiden hajukaasujen kanssa soodakattilalle palamisilmaksi tai meesauunille sekundääri-ilman joukkoon.

Tarkastettava:

1. Kaustistamon keräämättömien kaasujen hajupitoisuus

12.15 Mäntyöljykeittämön höngät

Havupuutehtailla on mäntyöljylaitos. Mäntyöljylaitokselle voidaan rakentaa H₂S pesuri tai mäntyöljykeittämön rikkivetytöiset kaasut johdetaan laimeiden hajukaasujen pesurille esim. haihduttamon laimeiden pesurille, joka on varustettu pH:n säädöllä H₂S:n pesua varten.

On syytä huomioda, että mäntyöljykeittämön suovan rikkihappopalstoituksessa syntyvä rikkivety (H₂S) ei ole räjähtävällä pitoisuudella vaan ainoastaan tappavalla tuhansia ppm:ia sisältävällä pitoisuudella, mm. tästä syystä mäntyöljykeittämön



höngät on hyvä alkalipestä ennen kytkentää muiden laimeiden hajukaasujen joukkoon.

Myös putkiston materiaalivalinta mäntyöljykeittämön hönkälinjojen osalta on syytä tarkistaa, ettei kaasuputkisto pääse syöpymään ja aiheuttamaan etenkin sisätiloihin vuotovaaroja ennen kaasujen alkalipesua.

Tarkastettava:

1. Linjojen materiaalit
2. Kaasujen alkalipesun tarve
3. Kaasujen turvallinen johtaminen mm. mahdolliset seisokit huomioiden

12.16 Hakesiilon höngät

Perinteisesti hakesiilon höngät johdettiin täysin käsittelemättömänä taivaalle ilman mitään esikäsittelyä (pölyn/hakkeen poistoa) ja mahdollista tärpättilauhdutinta (alentaa tärpättisaantoa). Prosessiratkaisuissa jossa hakesiilolla hyödynnetään hakkeen pasutuksessa keittimen mustalipeän paisunnan TRS-pitoisia höyryjä aiheuttavat hakesiilon ulos vapaasti johdettavat höngät hajuhaittoja ympäristöön. tyypillisesti hakesiilon höngät kerätään laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Uusimmissa tehtaissa käytetään keittimeltä poistuvan mustalipeän lämpöenergiaa hakkeen pasutuksessa käytettävän puhtaan tuorehöyryn valmistamiseen. Tämä on toteutettu erityyppisillä (höyry-neste, neste-neste) höyryn kiehuttimillä eli ns. reboilereilla sen sijaan, että johdettaisiin paisunnan TRS-jakeita sisältäviä höyryjä suoraan hakesiiloon.

Hakesiilolle hakkeen pasutusta varten johdettavat paisunnan höyryt ovat olleet pääsallisina tekijöinä useissa laimeissa hajukaasuissa tapahtuneisiin hajukaasuräjähdyksiin niin Suomessa kuin maailmallakin. Laimien hajukaasujen pitoisuudet ovat päässeet nousemaan yli alemman räjähdysrajan (LEL) mm. hakesiilon häiriötilanteissa.

Tarkastettava:

1. Miten hakesiilo toimii kun hakkeen korkeus on matala
2. Voiko hakesiilon hönkien TRS pitoisuus ylittää LEL-rajaa alemman varmuusrajan



12.17 Tärpätti

Ainakin muutamalla tehtaalla on havaittu tärpättijaetta kuitulinjan massan pesussa, ja ainakin yhdellä tehtaalla oli tullut vastaan tärpättijakeen pääsy sekundäärilauhteiden joukkoon ja sitä kautta muualle tehtaalle sekundäärilauhdetta hyödyntäviin prosesseihin.

Tärpätin kulkeutumista likaislauhteiden käsittelyn kautta puhtaampien lauhteiden joukkoon tulisi tarkastella niin säiliökuvien (soveltuuko säiliö havupuutehtaille, onko väliseinää tärpätin dekantoimiselle) kuin putkistokytcentöjen osalta (mahdollisia kääntöventtiileitä).

Tarkastettava:

1. Mahdollinen tärpätin kulkeutuminen lauhteissa

12.18 Laimeiden hajukaasujen lauhteet

Pääsääntöisesti laimeiden hajukaasujen lauhteet johdetaan keräilyyn. Jos laimeiden hajukaasupesurin lauhteet johdetaan kanaaliin, niin aiheutetaan hajuhaittaa.

Nykyaikaisissa tehtaissa kunkin osaston (kuitulinja, haihduttamo, kaustistamo, soodakattilan liuottaja) lauhdutusjärjestelmien lauhteet johdetaan kullakin osastolla takaisin prosessikiertoon. Kuitulinjan mahdolliset kuitupitoiset lauhteet palaavat takaisin kuitulinjan prosessiin ja kaustistamon meesapitoiset lauhteet takaisin kaustistamon prosessiin. Haihduttamon laimeiden hajukaasujen pesurin lauhteet johdetaan laimeiden hajukaasujen pesureilta haihduttamon likaislahdesäiliöön. Lauhteiden erilliskäsittely vähentää stripperille tulevaa laimeiden hajukaasujen likaislahdemäärää ja vähentää myös likaantumista, joka on aiemmin johtunut esim. kulkeutuneista kuiduista tai meesasta.

Tarkastettava:

1. Lauhdejärjestelmien toiminta kun mukaan tulee kiinteää ainetta

12.19 Haihduttamon käyntiajo

Kun haihduttamoa ajetaan käyntiin, on lipeän kuiva-ainevahvuuksilla merkitystä etenkin havupuutehtaille haihduttamon peräpään kuohaamiselle ja sitä myötä väke-



vien hajukaasujen keräilylle haihduttamon tyhjöpumpun kautta. Havupuuajossa suopaa on päässyt jollain tehtaalla väkevien hajukaasujen keräilyyn ja polttoon asti.

Lisäksi käyntiinajon yhteydessä on tullut tehtailla vastaan suuret keräilyyn tulevat väkevien hajukaasujen kaasumäärät. Tehtailla on pohdittu ovatko käyntiinajotilanteiden suuret väkevien hajukaasujen kaasumäärät (etenkin haihduttamon tyhjöjärjestelmästä) pitoisuuksiltaan väkevien hajukaasujen määritelmän eli yli ylemmän räjähdysrajan alueella vai räjähtävällä alueella.

Tarkastettava:

1. Väkevien hajukaasujen polton kapasiteetin riittävyys erityisesti haihduttamon käynnistyksen yhteydessä
2. Väkevien hajukaasun linjojen toiminta jos niihin pääsee kuohaa

12.20 Soodakattilan väkevien polttimen ongelmat

Yhdellä tehtaalla on ollut soodakattilan väkevien hajukaasujen polttimella tukkeutumisongelmia liekinestinelementin otsapinnalla ja itse väkevien hajukaasujen polttimessa olevien hajukaasuaukkojen osalta tietyllä osaa aukkoja. Tukoksista on löytynyt jonkinlaista kiintoainetta, jota ei ole vielä tarkemmin analysoitu. Tehtaalla on epäilyksenä haihduttamon tyhjökaivon kautta tuleva suopa tai keittämöltä asti tuleva hienonhieno kiintoaines.

Väkevien polttimen stabiilisuus on ollut ongelma usealla tehtaalla. Väkevien poltin asennetaan tyypillisesti lipeäruiskujen alapuolelle jossa se joutuu toimimaan yhdessä sekundääri-ilmajärjestelmän kanssa ja on alttiina lipeäpisaroille. Eri ajomalleilla saattaa tulipesän alaosassa olla polttimen kuorman vaihdellessa epästabiilisuutta jolloin poltin tukkeutuu.

Tarkastettava:

1. Mahdollisten esilämmittimien tukkeutumisen hallinta
2. Mahdollisten liekinestimien tukkeutumisen hallinta
3. Mahdollinen väkevien polttimen ja ilmajärjestelmän epästabiilisuus



12.21 Varapolttopaikkojen häiriöt

Useammalla tehtaalla on etenkin väkevien hajukaasujen poltossa soodakattilan väkevien hajukaasujen polttimen lisäksi varapolttopaikkana yksi tai useampi erityyppinen varapolttin, esim. soihtu soodakattilan katolla ja erillispolttokattila. Joillakin tehtailla väkevien hajukaasujen ja laimeiden hajukaasujen varapolttopaikkana toimii meesauuni tai biokattila. Laimeiden hajukaasujen varapolttopaikkana toimii erillispolttokattilat. Kaikkien polttopaikkojen ollessa häiriössä voidaan hajukaasut johtaa piippuun.

Eräällä tehtaalla soihdulle polttoon käynnön yhteydessä olleet kaasunvirtaamattomuusongelmat johtuivat käytettävän matalapainehöyrylinjan lauhteenpoiston riittämättömyydestä ja höyrynlauhteenpoistimen toimimattomuudesta. Kaasulinjaan johdettu höyrynlauhde esti polttimelle menevän kaasuvirtauksen. Lisäksi polttimen vesityslinjan koko oli kyseiselle lauhdemäärän poistamiselle liian pieni (DN25).

Lisäksi itse soihtupolttimelta lähtevien vesityksien keräilyille ja lauhteiden johtamiselle erilliseen pumppausastiaan on erilaisia putkivetomalleja. Tärkeää olisi tiedostaa, missä prosessin ajopaineissa polttimelle tulevat eri väkevien hajukaasujen (jatkuvatoiminen prosessi, eräkeitto, erillinen väkevöitin, likaislauhteiden strippauksen kaasut SOG) linjat ovat ja onko niiden vesitykset kytketty samaan lauhteenkeräilytুক্কiiin, onko tukissa aina riittävä nestepinta erottamaan eri ajopaineessa olevat kaasut ja palamisilmat (ettei paineta väkeviä esim. alhaisempipaineiseen palamisilmalinjastoon tai päinvastoin palamisilmaa laimentamaan väkevien tulolinjaa, jolloin kaasun palaminen voi tapahtua jo siirtoputkessa).

Tarkastettava:

1. Hajukaasujärjestelmien (DNCG, CNCG) lauhteenpoistolinjojen riittävä koko ($\geq$ DN50), koskien niin putkistoa kuin laitteitakin (polttimet, puhaltimet, jne.).
2. Soihdun pitäminen lämpimänä varallaolon aikana
3. Lauhteen mahdollinen kertyminen polttimeen varallaolon aikana
4. Höyrylinjojen lauhteen poistot
5. Hajukaasujen käynnön automaatio



13 SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

13.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

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

13.1.1 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

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

13.1.2 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.

Tällä hetkellä on voimassa kaksi rinnakkaista lainsäädäntöä, jotka koskevat kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista. Voimassa ovat edelleen ns. ainedirektiivin ([67/548/ETY](#)) ja seosdirektiivin ([1999/45/ETY](#)) mukaiset luokitus- ja merkintäsäädökset, jotka on toimeenpantu kemikaalilaissa ([744/1989](#)), kemikaaliasetuksessa ([675/1993](#)) sekä luokitusperusteasetuksessa ([STMa 807/2001](#)) (ns. väistynyt järjestelmä).

EU:n uusi aineiden ja seosten luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva ns. [CLP-asetus \(EY\) N:o 1272/2008](#) astui voimaan 20.1.2009. CLP-asetus on sellaisenaan voimassa kaikissa EU:n jäsenmaissa. Väistynyt lainsäädäntö on voimassa tiettyjen siirtymäaikojen puitteissa.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä [26.9.2001/807](#) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle, pohjana on käytetty standardia [Determination of fire potential and oxidizing ability for the](#)



[selection of cylinder valve outlets ISO 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.

13.1.3 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.

13.2 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 höyrynykehitys 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 sulkuventtiilit.

13.3 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 ratkaisuihin.



13.3.1 Sodahuskommittén

Ruotsin sisarorganisaatiomme Sodahuskommittén teki joulukuussa 2008 periaatepäätöksen, että suosituksia julkaistaan vastedes vain ruotsiksi ja ne on ainoastaan tarkoitettu Sodahuskommittén jäsenten käyttöön. Komitean teettämän selvityksen mukaan komitean vastuu suosituksista voidaan ulottaa pitkällekin.

13.3.2 BLRBAC

BLRBAC on tehnyt ohjeen vaaratilanteiden minimoimiseksi nimeltä ”[Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler](#)”, päivitetty helmikuu 2012 (Vapaasti suomennettu: Suositeltava hyvä tapa jätevirtojen polttamiseksi soodakattilassa)

Ohjeessa luetellaan palavat hajukaasut ja määritellään niiden räjähdysrajat. Ohje kertoo, mistä hajukaasuja kerätään, miten niitä voidaan hävittää ja antaa ohjeet mm. metanolin ja tärpätin polttoon muun muassa hakesiilon hönkien käsittelystä on oma kappale. Ohje antaa ehdot esim. millä mustalipeän kuiva-ainepitoisuudella hajukaasuja voidaan turvallisesti polttaa.

Ongelmatilanteissa, ja erityisesti kun 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 keräilyjärjestelmien PI- ja lukituskaavioista.



14 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 esitetyistä.

14.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat BLRBACn (<http://www.blrbac.org/>) ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin:

- Ohjeissa on oma kappale hakesiilon hönkien keräilyyn ja käsittelyyn. Alemman räjähdysrajan (LEL)- analysaattorin käyttöä BLRBAC suosittelee, jos siirtoon käytetään puhallinta ja hakesiiloon tuodaan keittämön paisuntahöyryä.
- Ohjeissa on oma kappale stripperikaasujen käsittelyyn ja polttoon
- Esimerkkejä hajukaasukeräilyn ja polton PI- ja lukituskaavioista
- Suositus laimeiden hajukaasujen ja hönkien suhteelliseksi kosteudeksi lauhduttimen jälkeen 50 % joka vastaa lämpötilaa $< 43,3\text{ °C}$ (110 °F). Lämmitys vähintään $22,2\text{ °C}$ (40 °F) yli lauhdutuslämpötilan.
- Laimien hajukaasujen poltto voidaan aloittaa kun kattilan höyrykuorma on yli 30 % kattilan MCR:stä.
- Väkevien hajukaasujen poltto voidaan aloittaa kun kattilan höyrykuorma on yli 50 % kattilan MCR:stä.
- Metanolin/tärpätin poltto mustalipeään sekoitettuna

15 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

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.

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.

15.1 Esimerkki 1:

Tehtaan betonipiipussa tapahtui räjähdys, jossa vaurioitui laimeitten kaasujen teräspiippu koko pituudeltaan, osa meesauunin savukaasupiipusta ja pala väkevien hajukaasujen putkea. Räjähdys piipussa aiheutui usean tekijän yhteisvaikutuksesta. Räjähdystä edelsivät ajotilanteet, jotka lisäsivät ohituspiipun kaasuseoksen pitoisuuden syttymis- ja räjähdyspitoisuuksiin. Samanaikaisesti vallitsevat sääolosuhteet työnsivät meesauunin kuumat savukaasut ulostulevien laimeiden hajukaasujen sekaan aiheuttaen syttymisen.



Kuva 13-1. Kuva sisäpiipusta räjähdysen jälkeen



Syyt:

- Haihduttamon laimeat hajukaasut olivat konsentroituneet normaaliajon ja seisokin aikana räjähdyspitoisuuteen
- Polttoliipeäsäiliön kaasut johdettiin laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Polttoliipeäsäiliöstä purkautui voimakkaasti kaasuja 22 tuntia ennen räjähdystä.
- Kuitulinjojen hajukaasupuhallin oli pysäytetty, jolloin laimentavaa vaikutusta kuitulinjojen hajukaasuista ei saatu.
- Meesauunin kuumat (n. 260 °C) savukaasut sekoittuivat vallitsevien sääolosuhteiden johdosta suoraan ulospurkautuneisiin laimeisiin hajukaasuihin, jotka olivat yli alemman räjähdyspisteen. Laimeiden hajukaasujen ohituspiippu ja meesauunin savukaasupiippu olivat samalla tasolla.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

- Kuitulinjojen laimeiden hajukaasujen puhallin tulisi pitää käynnissä seisokin aikana ja samalla johtaa laimennusilmaa puhaltimen imupuolelle, jotta varmistetaan, että pitoisuus on tarpeeksi alhainen
- Polttoliipeäsäiliön kaasut tulee johtaa väkevien hajukaasujen keräilyyn tai haihdutinsarjalle, ei laimeiden hajukaasujen keräilyyn
- Polttoliipeäsäiliön vahvalipeän lämpötila ja kuiva-aine pudotetaan 117 °C:een ja 67-69 % kuiva-aineeseen seisokkia varten kaasunmuodostumisreaktioiden estämiseksi
- Hajukaasupesurin kierrätyspumppua ei tule pysäyttää seisokin aikana
- Laimeiden hajukaasujen seisokkiaikaiselle ajolle tulee antaa selvä ohjeistus
- Haihduttamon hajukaasupesurin pesukiertonestettä ei tulisi pumpata vuotoliipeäsäiliöön, josta kaasut imetään takaisin laimeiden hajukaasujen keräilyyn

Muut suositukset:

- Kartoitetaan metanolin, TRS- yhdisteiden ja tärpätin pitoisuuksia laimeissa hajukaasuissa, lipeissä ja lauhdeissa.
- Lisätään laimeiden hajukaasujen keräilyyn pitoisuusmittaus tai virtausmittaus valvontaa varten.
- Laaditaan simulointiohjelma, jolla voidaan luotettavasti määrittää laimennusilmojen määrä eri ajotilanteissa.



- Haihduttamon suljetun laimeiden hajukaasujen keräilyn puhaltimen kapasiteettia tulisi lisätä ja imupuoli varustaa laimennusilman sisäänotolla.
- Laimneiden hajukaasujen ohituspiipun alaosan suunnittelu pitää miettiä uudestaan.
- Puhaltimen käyttö tulisi lopettaa ja ohjata ne imupuolella olevaan omaan piippuun, jos laimeat hajukaasut konsentroituvat räjähdysalueelle.
- Laimeille hajukaasuille tulisi tehdä poikkeama- tarkastelu (HAZOP) kaasujen väkevöitymiselle normaaliajossa ja seisokkitilanteessa.

15.2 Esimerkki 2:

Hajukaasuräjähdys lähellä hajukaasukattilan poltinta laimeiden hajukaasujen keräilyputkistossa.

Syyt:

Sellutehtaan käynnistyksen yhteydessä hakkeen syöttö keittimelle pysähtyi mustalipeäsuodattimien ongelmien takia. Tämän jälkeen hakesiilon pinta nostettiin tasolle 95 % ja hake pasutettiin tuorehöyryllä, jolloin hakesiilon pintalämpötila näytti 90 °C.

Puoli tuntia pysäytyksen jälkeen hakkeen syöttö keittimelle käynnistettiin uudelleen, jolloin myös pasutushöyryä lisättiin hakesiilon, koska väkevien hajukaasujen systeemi ei kyennyt pitämään riittävää alipainetta keräilylinjassa hajukaasujen polttokattilalle. Valmiiksi pasutettu hakepatja ei pystynyt lauhduttamaan ja absorboimaan pasutushöyryä, jolloin se pääsi hakepatjan läpi nostaen nopeasti hakesiilon yläosan lämpötilaa ja edelleen laimeiden hajukaasujen keräilysysteemiin.

Lämpötilalukitus hakesiilon hönkien lauhduttimien jälkeen saavutti lukitusrajan >55 °C, jolloin kaasut ohjautuivat ohitusputkeen. Ennen tätä turvalukitusta kaasuja pääsi n. 40 sekunnin ajan laimeiden hajukaasujen keräilyyn aiheuttaen räjähdysen n. 1.5 minuuttia pasutushöyryventtiilin avaamisesta. Räjähdys tapahtui lähellä hajukaasukattilan poltinta keräilyputkistossa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

Ennen tehtaan uudelleenkäynnistämistä tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Pasutushöyryventtiilin avautumisnopeutta hidastettiin (5%/min välillä 0-10%), jotta pasutushöyryä pääsee käynnistyksen yhteydessä vain hallittava määrä.
- Hakekuljetin siiloon täytyy olla käynnissä vähintään viisi minuuttia ennen kuin pasutushöyryventtiili hakesiilolle voidaan avata. Näin varmistetaan, että tuotetta haketta on hakesiilossa lauhduttamassa pasutushöyryä.
- Hakesiilon lämpötilan noustessa yli 90 °C avautuu lauhduttimen jäähdytysvesiventtiili heti 100 % auki.

15.3 Esimerkki 3:

Massatehtaan ja soodakattilan ylösajon yhteydessä hajukaasukanavassa syttyi tulipalo, joka vaurioitti soodakattilan etuseinää ja kanavaa n. 2 m. Palo sai mahdollisesti alkunsa kattilan takatulesta, jolloin hajukaasukanavan pohjalle kertynyt ”sakka” syttyi palamaan. Hajukaasukanavan pohjalle muodostunut ”sakka” on yleensä peräisin mäntyöljylaitokselta.



Kuva 13-2. Kuva laimeiden hajukaasujen kanavasta palon jälkeen

Soodakattilayhdistyksen kestoisuustyöryhmä antoi seuraavat aiheita, joihin olisi kiinnitettävä huomiota:

- Pesurien toiminta on saatava kuntoon, jotta taataan hyvä pesutulos. Nesteenjako, pisaranerotus ja pesurin jälkeinen lämpötila on tarkastettava jokaisessa pesurissa.
- Laimeiden hajukaasujärjestelmän laimennuksen hallinta tarkastettava
- Ennen esilämmitintä oltava pisaranerotus
- Polttosuosituksen mukaisesti hajukaasujen koostumus mitattava säännöllisesti
- Kanavat on tarkastettava ja puhdistettava säännöllisesti
- Poikkeamatarkastelu (HAZOP) tulisi tehdä aina järjestelmämuutosten yhteydessä yhdessä hajukaasujärjestelmän toimittajan kanssa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

- Laimeiden hajukaasujen puhallin uusittiin
- Ilman esilämmitystä tehostettiin lisäämällä tuoreilmalle oma lämmönvaihdin, jolloin laimeiden hajukaasun lämpötilaa saatiin nostettua
- Keräilyjärjestelmän kapasiteettia kasvatettiin
- Polttoon liittyvät lukitukset tarkistettiin
- Liuottajan höngät otettiin mukaan polttoon laimeiden hajukaasujen mukana.

15.4 Esimerkki 4:

Tässä esimerkissä on kuvattu kaksi erillistä tapausta. Ensimmäinen räjähdys tapahtui soodakattilalla laimean hajukaasun kanavistossa ja toinen polttolipeäsäiliössä.

Syyt:

Brasilialaisella on käynyt kaksi räjähdystä käynnistyksen jälkeen. Ensimmäinen räjähdys liittyy hakesiiloon ja toinen paineelliseen polttolipeäsäiliöön.

Pasutushöyryä ajettiin hakesiiloon tehtaaseisokin aikana, jolloin väkevä hajukaasu pääsi laimeiden hajukaasujen keräilyyn hakepatjan läpi tai metanoli oli väkevöitynyt patjaan ja vapautui. Pasutushöyrylle ei ollut lauhdutusta, vaan se oli johdettava hakesiiloon. Räjähdys tapahtui soodakattilalla laimean hajukaasun kanavistossa. Soodakattilan sekundääri-ilmamäärää oli manuaalisesti pienennetty.



Toinen räjähdys liittyi paineelliseen polttolipeäsäiliöön, joka räjähti, kun sen kierätyspumppu jätettiin käyntiin seisokissa ja hajukaasuyhdisteitä alkoi muodostua säiliön sisällä voimakkaasti. Säiliössä ei ollut varoventtiiliä eikä sitä ollut liitetty väkevien hajukaasujen keräilyyn.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

Hakesiilon väkevien kaasujen räjähdys laimeassa keräilyjärjestelmässä johti siihen, että tehdas investoi pasutushöyryn kiehuttimeen (reboileriin), jolloin hake pasutetaan puhtaalla höyryllä. Tämä keittämön parannus poisti ongelmat liittyen laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmään. Kiehuttimen höyryn käyttö hakesiilossa pitää laimeiden hajukaasujen konsentraation aina alhaisella tasolla. Myös varapolttosysteemin hankintaa harkittiin hajuongelmien takia, mutta kiehutin ratkaisi pahimman häiriöpäästölähteen ongelman, joten siitä luovuttiin.

Polttolipeäsäiliöt liitettiin väkevien hajukaasujen keräilysystemiin ja säiliöön asennettiin varoventtiili.

15.5 Esimerkki 5:

Sellutehtaan ylösajossa pääsi hakesiilosta räjähdysrajan sisäpuolella olevia pitouksia tärpähti- ja hajukaasuyhdisteitä, jotka syttyivät räjähdysmäisesti soihdussa. Palorintama eteni takaperin hajukaasupuhaltimelle, jossa tapahtui toinen räjähdys.

Syyt:

Räjähdys aiheutui usean tekijän yhteisvaikutuksesta hakesiilossa, jossa laimeiden hajukaasujen turvajärjestelmällä ei pystytty hallitsemaan poikkeuksellisia olosuhteita. Turvajärjestelmä toimii hyvin normaaleissa käyttötilanteissa, mutta poikkeus-tilanteissa, joiden vaikutuksia ei täysin tunneta, ne eivät ole riittäviä. Muiden keräilyn piirissä olevien säiliöiden osalta laimeiden hajukaasujen muutokset ovat hitaampia, joten näihin muutoksiin tehtaan turvajärjestelmät ovat olleet riittäviä.



Kuva 13-3. Laimeiden hajukaasujen puhallin räjähdysen jälkeen.

Linkki [TUKESin onnettomuustutkintaraporttiin](#).

Räjähdysen syntyyn vaikuttaneet yksittäiset seikat ovat seuraavat:

- Hakkeen pitkä pasutus hakesiilossa (mp-kiikin jumiutuminen)
- Tavanomaista korkeammat TRS- ja VOC-pitoisuudet hakesiilossa ja sen kaasuissa käynnistyksen yhteydessä
- Hakesiilolta tulevan hönkälinjan lämpötilamittauksen viive
- LEL-analysaattorin viive
- Hajukaasupesuri lauhduttaa pääasiassa vesihöyryä, jolloin hajukaasujen osuus ilmamäärässä kasvaa. LEL-analysaattori oli sijoitettu ennen lauhdutusta, jolloin mitattava pitoisuus on pienempi.
- Laimeiden hajukaasujen keräilypuhaltimen imupuoletta olevan laimennusventtiilin toimimattomuus
- Keittämön laimeiden hajukaasujen keräilyventtiilin automaattinen uudelleen-avautuminen LEL- analysaattorin mittauksen perusteella
- Kuristuslevy keittämön laimeiden hajukaasujen hönkäpiipussa
- Soihdun sammuminen



Laimennusilman määrä on ollut riittävä normaaliajotilanteissa ja ne perustuvat vuosina 1998 ja 2000 tehtyihin mittauksiin. Mittaukset eivät kuitenkaan kata poikkeustilanteita.

Laimennusilmaa lisätään kolmessa kohtaa laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmässä:

- Hakesiilon ja muiden säiliöiden hönkäputken kautta hajukaasupuhaltimen aiheuttama alipaine imee laimennusilmaa eri keräilykohteista. Järjestelmä ei kuitenkaan toimi, jos systeemi paineistuu, jolloin kaasu puskee sieltä ulos. Hakesiilon tapauksessa laimennusilmalyhteeseen oli lisätty kuristuslevy.
- LEL- hajukaasuanalysaattori avaa laimennusventtiiliä hajukaasupuhaltimen imupuolella, jos pitoisuus nousee yli 30 % alemmasta LEL-rajasta
- Laimeat hajukaasut johdetaan soihtuun, jossa tarvittava lisäilma laimentaa hajukaasuja

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

- Hakesiilon ajotapaa ja sen valvontaa kehitetään
- Muutosten yhteydessä laimeiden hajukaasujen käsittely ja siihen liittyvät turvajärjestelmät tarkastellaan kokonaisuutena
- Laimennusilman riittävyys poikkeustilanteissa varmistetaan
- Suojajärjestelmä rakennetaan turva-automaation periaatteiden mukaisella tavalla
- Laimeiden hajukaasujen pitoisuuksien seuranta parannetaan ja lukitusrajat tarkistetaan (analysaattorin kehittäminen ja sijoitus sekä mahdollinen kahdentaminen)
- Poikkeustilanteet tunnistetaan ja ohjeistetaan
- Vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi toteutetaan järjestelmällisesti
- Valvontaa yhtenäistetään.

15.6 Esimerkki 6:

Hajukaasuräjähdys tapahtui soodakattilan tertiääri-ilmajärjestelmässä. Räjähdyksessä särkyi hajukaasujen siirtopuhallin, kaasukanavaa noin 15 metriä, 9 kpl kattilan kupeessa olevia suuttimia, kanavien ja puhaltimen tukirakenteita, kaksi läm-



mönvaihdinta, pisaranerotin, 2 kpl säätöpeltejä, syöttövesilinjan sulkuventtiilin kara rajoineen, osa rakennuksen ikkunoista ja pieni määrä automaatiolaitteita.

Syyt:

Hakesiilolla oli häiriöitä, johtuen hakekuljettimen pysähtymisestä ja pasutushöyryn joutumisesta hakesiilon hönkäjärjestelmään. Hakesiilon höngät kytkettiin laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään valkolipeäpesurin kautta massatehtaan käynnistymisen jälkeen. Kytkentä tehtiin, koska hakesiilo oli suuri yksittäinen hajuhaitta tehtaalla. Häiriön aikana hakesiilon hönkien määrä ja pitoisuus nousivat voimakkaasti, jolloin väkevää tärpättiä, metanolia ja TRS-yhdisteitä sisältävää palavaa kaasua on päässyt soodakattilan tertiääri-ilmajärjestelmään.

Räjähdyksen jälkeisissä hajukaasumittauksissa todettiin, että hakesiilon poistokaasu on ylittänyt alemman räjähdysrajan pitoisuuden, jolloin kaasu on voinut syttyä soodakattilasta takaperin tulleetä liekistä tai puhaltimen aiheuttamasta kipinästä. Tärpättiliekien etenemisnopeus on 150 m/s, kun nopeus tertiääri-ilmasuuttimissa on noin 85 m/s.

Räjähdyksestä ei aiheutunut henkilövahinkoja, mutta mahdollisuudet niihin olivat olemassa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysten jälkeen:

Tehdyssä selvityksessä suositeltiin, ettei hakesiilon poistokaasua vietäisi laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään. Raportissa kuitenkin todettiin, että jos hönkä hajusyistä halutaan sinne viedä, niin hakesiilon hönkälinja tulee varustaa tärpättilauhduttimella ja pesurilla, jossa kaasu jäähdytetään kylmällä vedellä. Lisäksi alemman räjähdysrajan mittaus ja ohitus vaaratilanteissa olisi suositeltavaa.

15.7 Esimerkki 7:

Tehtaalla 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 käynnistymisen aikana. Seos



syttyi suuttimilla ja eteni hajukaasukanavistoa pitkin lämmönvaihtimen etuosaan, jossa tapahtui räjähdys.

Nykyään tehtaalla pidetään hajukaasujen keräily käynnissä myös seisokin aikana.

15.8 Esimerkki 8:

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa sulavesiräjähdysvaara, 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.

Brasiliassa sattui vakava räjähdys, koska tulipesään joutui suurehko määrä vettä lauhtumattomien kaasujen (NCG) polttimen läpi. Räjähdysten 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.

15.9 Esimerkki 9:

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

Eräällä tehtaalla 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 tunsi 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 tunsi 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.



16 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. 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 käytännössä tunne hajukaasuja. Niitä koskevat lähinnä kemikaalilain yleiset periaatteet. Tämän suosituksen tarkoituksena on mahdollistaa hajukaasujen turvallinen poltto soodakattilassa.



17 KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee, Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler. February 2012.

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.

Gas book. 2007. Honeywell Analytics Inc.

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 sulfaattiselutehtaan 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.

OVA-ohje: Tärpätti. 28.8.2013. Työterveyslaitos. <http://www.ttl.fi/ova/tarpatti.pdf>.

Pekkanen M, Nieminen R, Lehtinen T. Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys Soodakattilayhdistyksen raportti 7/2010.

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 1
Esimerkki tulitehon laskemiseksi



ESIMERKKI TULITEHON LASKEMISEKSI

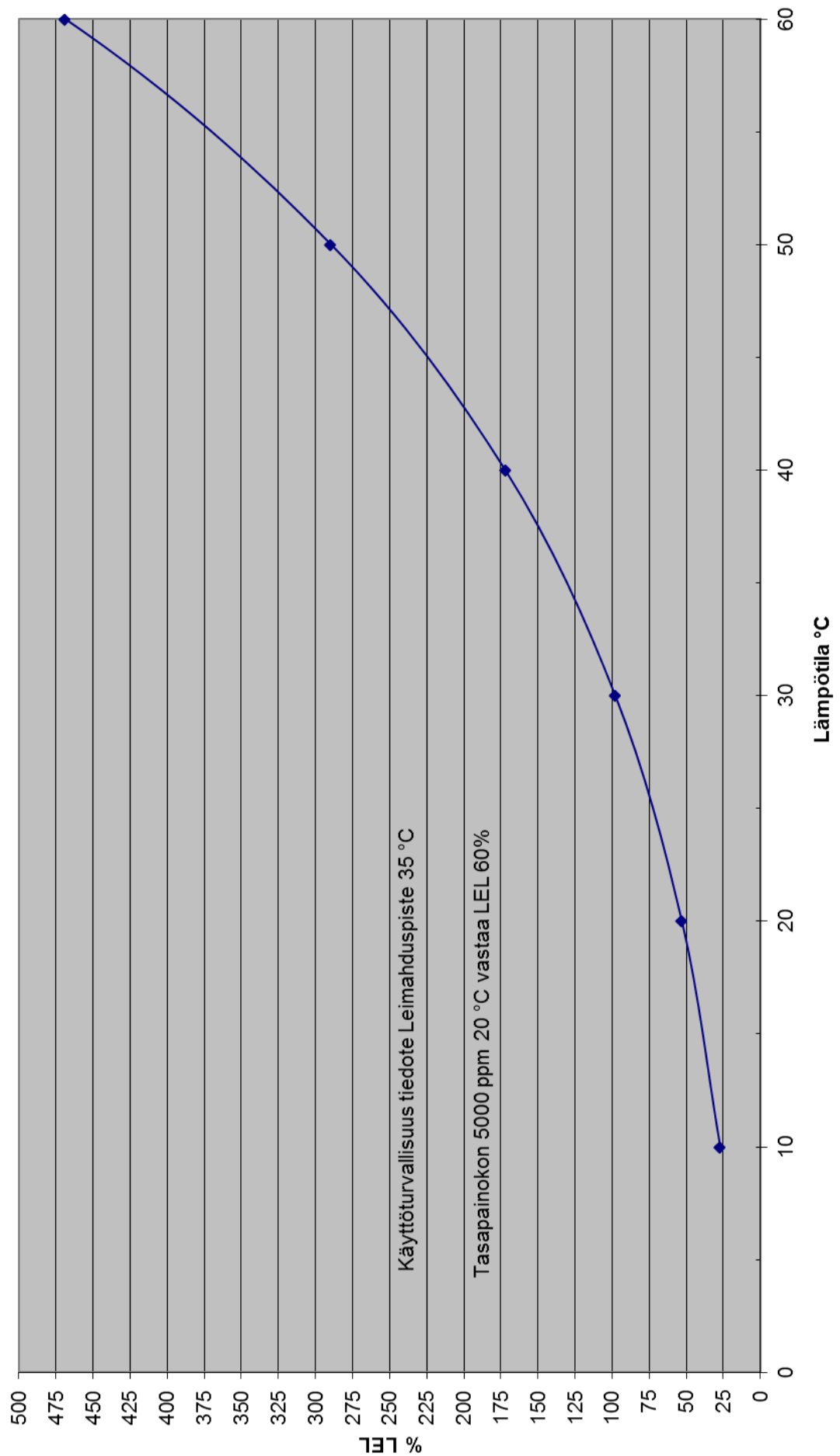
Jotta minimikuorma hajukaasujenpoltolle laskettaisiin yhtenevästi, on ohessa esitetty kaksi tapaa laskea minimikuorma. Toisessa kuorma sidotaan höyryvirtaan ja toisessa lipeävirtaan. Tulitehon yksikkö on höyrykehitykseen saatu nettolämpö jaettuna tulipesän pohjaneliöillä.

	100	%		43	%
Kattilan pohjan ala	100	m ²		100	m ²
Höyrykehitys	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
Lierion 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

LIITE 2
Alfa-pineenin tasapainokäyrä ilmassa



LEL %LEL Tärpätintasapainoilmassa



LIITE 3
Metanolin tasapainokäyrä ilmassa

