

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 1/2013

AIKA 19.6.2013 klo 10.00 – 15.00

PAIKKA Pöyry Finland Oy, Vantaa

LÄSNÄ

Ismo Tapalinen	UPM Kaukas
Risto Honkanen	Andritz Oy
Marja Heinola	Andritz Oy
Kari Haaga	Metso Power Oy
Tuomo Hilli	Metso Power Oy
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa

LIITE 1 Hajukaasusuositus päivitetty 19.6.2013

JAKELU Projektityöryhmä, Hallitus

2.8.2013

2 (4)

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Lauri Mattila	UPM Pietarsaari
Raine Rantanen	UPM Kymi
Esa Vakkilainen	LUT

2 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

2.1 Projektin tavoite

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

2.2 Työsuunnitelma ja tehtävänjako

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

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

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

3 PÄIVITYKSEN TILANNE

Kokouksessa käytiin läpi saadut kommentit, kommenttien perusteella päivitetty suositus LIITE 1 (kommentit poistettu).

3.1 Kommenteja tekstiin:

Alla on kirjoitettu alkuperäinen teksti, kommentti siihen sekä uusi teksti. Jos uusi teksti on sama kuin alkuperäinen teksti, kommentti on katsottu olevan tarpeeton.



2.8.2013

3 (4)

Kappale 2.6 Räjähdyksrajojen laskentakaavoja:

Alkuperäinen teksti:

- Yleensä sovelletaan yleisesti tunnettua le Chatelierin menetelmää kuten esimerkiksi standardissa ISO 10156 kohdassa 4.6.1.

Kommentti:

- Tällä ei ole tekemistä le Chatelierin periaatteella tasapainoreaktioista kanssa.

Uusi teksti:

- Kaasuseoksissa voidaan soveltaa standardissa ISO 10156 /2010 kohdassa 5.2 käytettyä räjähdysrajojen laskentaa.

Kappaleet 2.7- 2.11

Kommentti:

- Lisätään hajukaasujen eri komponenttien (rikkivety, metyyliimerkaptaani, dimetyylisulfidi dimetyylidisulfidi) kuvaukset

Uusi teksti:

- Lisätty

Kappale 3.2.4 Metanolin vaikutus

Kommentti:

- Kaavassa oli virhe, jakajassa oli 100 mg/Nm³ kun pitäisi olla 200 mg/Nm³

Uusi teksti:

- Korjattu, metanolin poltto lisää NO_x päästöjä noin 5%

Kappale 3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

Kommentti:

- Lisätään vesihöyrypitoisuus lämpötilan funktiona taulukko

Uusi teksti:

- Lisätty

Kappale 4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

Alkuperäinen teksti:

- Tehtailla on sekä kiinteitä että henkilökunnalla kannettavia rikkivetymittareita. Tehtailla on myös käytössä vilkkuvia hälytysvaloja ja summereita, jos rikkivetypitoisuus ilmassa on liian korkea.

Kommentti:

- Monilla tehtailla on henkilökunnalla kannettavia TRS-mittareita. Yleensä tehtailla on käytössä vilkkuvia hälytysvaloja, jos TRS-pitoisuus ilmassa on liian korkea. Näitä mittauksia käytettäessä tulee aina varmistaa että ne reagoivat muihinkin esiintyviin rikkiyhdisteisiin kuin rikkivetyyn, koska rikkivedyn osuus kerätyissä kaasuissa on yleisesti pieni.

Uusi teksti:

- Tehtailla on sekä kiinteitä että kannettavia rikkivety-mittareita, joista kiinteät mittarit käynnistävät vilkkuvat hälytysvalot ja summerit, jos rikkivetypitoisuus ilmassa on liian korkea. Mittareiden sijoituksessa on

2.8.2013

4 (4)

hyvä huomioida mm. ilmavirtaukset ja työskentelykorkeus. Niin kannettaville mittareille kuin kiinteästi asennetuille tulee tehdä säännöllisesti toimintatestit ja ne tulee ohjeistaa laatu järjestelmissä ja tehdyt testit tulee dokumentoida.

- > Yleensä tehtailla mitataan rikkivetyä, onko olemassa kannettavia TRS-mittareita?

Kappale 4.1.3 Suojautuminen

Alkuperäinen teksti:

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

Kommentti:

- Pienille rikkivety pitoisuuksille käyttöön hyväksytyt A -suodattimella varustetut hengityssuojaimet päästävät läpi myrkyllisimmät yhdisteet ja muodostavat siten potentiaalisen vaaran.

Uusi teksti:

- Hajukaasuilta suojautumiseen käytetään ainoastaan paineilmalaitteita. Kaasunaamari ja hengitysilmasuojain on tarkoitettu vain vaara-alueelta poistumista varten.
- > Ei oteta kantaa hengityssuodattimien tyyppiin

5.2 Jäähdytys/Lämmitys

Alkuperäinen teksti:

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

Kommentti:

- Ellei kaasun koostumukseen liittyvät turvallisuus selvitykset ja -kysymykset pakota käyttämään tätäkin matalampaa lämpötilaa.

Uusi teksti:

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

5.5 Varasilmayhde

Alkuperäinen teksti:

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



2.8.2013

5 (4)

Kommentti:

- 'laimeus' korvataan sanalla turvallisuus
- Edellä olevasta syystä on laimennusta valvottava ja mitattava riittävästi, esimer-kiksi virtausmäärä mittauksilla ja riittämättömästä laimennuksesta 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.

Uusi teksti:

- Laimeiden hajukaasujen järjestelmän osana voidaan käyttää varasilmayhdettä (lisäilmayhdettä, laimennusilmayhdettä), jossa hajukaasujen joukkoon lisätään ilmaa. Jos laimeiden hajukaasujen turvallisuus riippuu varasilmayhteen toiminnasta, on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, ettei laimennusilma tulo voi estyä mistään syystä.
- Edellä olevasta syystä on laimennusta valvottava ja mitattava riittävästi, esimer-kiksi virtausmäärä mittauksilla ja riittämättömästä laimennuksesta suoritettava tarpeelliset lukitukset.
- Jos varasilmayhde sijoitetaan puhaltimen imuaukon yhteyteen, on aukon suuntauk- sessa varauduttava mahdollisiin painepurkauksiin yhteestä. Puhaltimen käynnistymistä suojaavan varasilmayhteen on avauduttava lukitustoimintana puhaltimen pysähtyessä välittömästi ja sulkeuduttava hitaasti puhaltimen käynnistyessä puhallinta suojaavan laimennuksen varmistamiseksi.

Kappaleet 5.7.2, 6.7.2, 10.5 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

Alkuperäinen teksti:

- Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa suositeltava kana-vien kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:50 tai jyrkempi.

Kommentti:

- Kanavien kallitus täytyy olla kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1.
- Lauhteet eivät ole käytännössä koskaan laihahajukaasujärjestelmässä poistettavissa virtaussuuntaa vastaan. Kun kaasun nopeus ylittää 6 m/s kasaa se lauhteen joka virtaa vastavirtaan ja kuljettaa sen ryöppyinä eteenpäin. Tarvittaessa putkistoon nouseva osuus tehdään lauhteenpoisto lauhdetaskun kautta välittömästi ennen nousevaa osaa joka toteutetaan mahdollisimman pystysuorana.

Uusi teksti:

- Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa on pyrittävä kanavien kallistukseen kaasun virtaussuunnassa 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempään.



2.8.2013

6 (4)

Kappale 6. Liuottimen höngän käsittelyjärjestelmät soodakattilalla

Kommentti:

- Onko järkevää kirjoittaa sama teksti uudestaan vrt. laimeat hajukaasut, kappale 5.

Uusi teksti:

- Liuottimen hönkä kappale on hyvä olla erikseen eikä samassa laimeiden hajukaasujen kanssa, esim. helpompi löytää tietoa

Kappale 7.2.4. Poltin ja tukiliekkin käyttötarve

Alkuperäinen teksti:

- Väkevien hajukaasujen polttimen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia.

Kommentti:

- Laimeita hajukaasuja tulisi voida käyttää väkevien polttimen polttoilmana.

Uusi teksti:

- Väkevien hajukaasujen polttimen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia.
- -> tästä on ollut huonoja kokemuksia, joten sitä ei suositella

Kappale 7.4 Potentiaalintasaus

Alkuperäinen teksti:

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

Kommentti:

- Määräysten mukainen maadoitus riittää. Määräyksissä maadoitus sallitaan tehtävän usealla tapaa, mutta lopullisesti se hyväksytään mittauspöytäkirjalla.

Uusi teksti:

- 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.

Kappale 4.2.3 Vesitaskun täyttyminen

Alkuperäinen teksti:

- Yleinen ongelma hajukaasujärjestelmissä on ajoittainen runsas lauhdemäärä. Vesitaskut lähimpänä soodakattilaa, joissa voi esiintyä runsaasti lauhdetta, on varustettava yläpinnan hälytyksellä.

Kommentti:

- Jos tulviminen voi aikaansaada mahdollisuuden veden joutumiseen soodakattilan tulipesään on pinnankorkeuden ylittymisen aiheuttava tarpeelliset TLJ-lukitustoiminnot.

2.8.2013

7 (4)

Uusi teksti:

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

Kappale 10.10 Ejektorit / nesterengaskompressorit

Alkuperäinen teksti:

- Höyryejektorin höyryn lämpötila saa olla maksimissaan 200 °C,. (vastaa höyryn painetta noin 12 bar(yp)) kaasukomponenttien itsesyttymislämpötilan takia.

Kommentti:

- Ei inertoiva palamaton höyry voi aikaan saada itsesyttymistä. HVP höyryt on tarkoituksella tulistettuja ja niiden lämpötilat ylittävät 200 °C

Uusi teksti:

- 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.

3.2

Yhteenveto päivitystilanteesta:

1. Yleistä s. 1-2 (OK)
2. Määritelmiä ja lyhenteitä s.3-7 (OK)
3. Vaikutukset soodakattila päästöihin s. 8-11 (OK)
4. Hajukaasujärjestelmien riskit ja korroosio s. 12-16 (OK)
5. Laimeiden hajukaasujen järjestelmät s. 17-26 (OK)
6. Liuottimen höngän käsittelyjärjestelmät s. 27-33 (OK)
7. Väkevien hajukaasujen poltto s. 34-45 (OK)
8. Metanolin/tärpätin poltto s.46-50 (OK)
9. Toiminta erikoistilanteissa s. 51-53 (OK)
10. Erikoisohjeet hajukaasulinjojen suunnittelussa s.54- (OK)
11. Suunnitteluun ja käyttöön vaikuttavat muut ohjeet s.60-62 (OK)
12. Poikkeamat muiden ohjeiden käyttöön (s.64-65) (OK)
13. Esimerkkejä vaurioista s.66-68 (OK)
14. Loppusanat s.69
15. Kirjallisuusviitteitä s.70

2.8.2013

8 (4)

3.3 Standardi 12952-8

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

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

Tämän asian muutos täytyy laittaa vireille suosituksen julkaisun jälkeen.

4 AIKATAULU

Työ on valmis, suositus hyväksytään hallituksen kokouksessa syyskuussa 2013.

5 MUUT ASIAT

6 SEURAAVA KOKOUS

LIITE 1

Hajukaasusuositus muokattu (kommentit poistettu)
19.6.2013



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

30.5.2002

16.12.2005, rev A.

19.6.2013, 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	VÄKEVÄT HAJUKAASUT	3
2.2	LAIMEAT HAJUKAASUT	4
2.3	LIUOTINSÄILIÖN JA SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	5
2.4	MÄÄRITELMIÄ	5
2.5	LYHENTEITÄ	6
2.6	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA	6
2.7	RIKKIVETY	8
2.8	METYYLIMERKAPTAANI	8
2.9	DIMETYYLISULFIDI / DIMETYYLIDISULFIDI	8
2.10	METANOLI	8
2.11	TÄRPÄTTI	9
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	10
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	10
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x -PÄÄSTÖIHIN	10
3.2.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	10
3.2.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS	11
3.2.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	11
3.2.4	METANOLIN VAIKUTUS	12
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS-PÄÄSTÖIHIN	12
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	12
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	13
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	14
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN	14
4.1.1	TUULETUS/HÖYRYTYS	15
4.1.2	HAJU	15
4.1.3	SUOJAUTUMINEN	15
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT	15
4.2.1	VESILUKON KUIVUMINEN	16
4.2.2	VESILUKON TUKKEUTUMINEN	16
4.2.3	VESITYSTASKUN TÄYTTÄMINEN	16
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	16
4.3.1	ÄLAS- JA YLÖSAJOTILANTEET	17
4.3.2	TULENKÄSITTELY- JA TUPAKOINTIKIELTO	17
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA	17
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA	17
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	18
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ	18



5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	19
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ.....	19
5.2	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS	21
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	21
5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	22
5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS	22
5.4	PUHALLIN.....	23
5.5	VARASILMAYHDE	23
5.6	KANAVAT	24
5.6.1	VIRTAUS	24
5.6.2	POTENTIAALITASAUS.....	24
5.7	LAUHTENPOISTO	24
5.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	24
5.7.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS	24
5.7.3	VESILUKOT	25
5.8	PESURIT / LAUHDUTTIMIT.....	25
5.9	VENTTIILIT/PELLIT	25
5.10	OHITUS.....	26
5.11	PISARANEROTIN	26
5.12	LIEKINESTIN.....	26
5.13	ALIPAINESUOJA.....	27
5.14	YLIPAINESUOJA.....	27
5.14.1	RÄJÄHDYSLEVY/ MURTOKALVOT.....	27
5.15	PITOISUUSMITTAUS	27
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	28
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ.....	28
6.2	SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	29
6.3	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS.....	29
6.4	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA.....	29
6.4.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET.....	30
6.4.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS	30
6.5	PUHALLIN.....	31
6.6	KANAVAT	31
6.6.1	VIRTAUS	31
6.6.2	POTENTIAALINTASAUS	31
6.7	LAUHTENPOISTO	31
6.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	31
6.7.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS	31
6.7.3	VESILUKOT	32
6.8	PESURI.....	32
6.9	VENTTIILIT/PELLIT	32
6.10	OHITUS.....	33
6.11	PISARANEROTIN	33
6.12	LIEKINESTIN.....	33
6.13	YLIPAINESUOJA.....	33



6.13.1	RÄJÄHDYSLEVY	33
6.14	PITOISUUSMITTAUS	33
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA.....	34
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	34
7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	36
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	36
7.2.2	KAPASITEETTIRAJOITUS.....	37
7.2.3	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON KESKEYTTÄMINEN.....	37
7.2.4	POLTIN JA TUKILIEKIN KÄYTTÖ	38
7.3	PUTKISTO	40
7.3.1	PUTKISTON HÖYRYTYS	40
7.3.2	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	40
7.3.3	POTENTIAALITASAUS.....	41
7.4	LAUHTENPOISTO	41
7.4.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	41
7.4.2	PUTKIEN KALLISTUKSET JA LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SJOITUS	41
7.4.3	VESILUKOT	42
7.5	VENTTIILIT.....	42
7.5.1	SULKUVENTTIILIT	42
7.6	VÄKEVIEN KAASUJEN SIIRTO.....	43
7.7	PAINEENPITOHÖYRY	43
7.8	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS	43
7.9	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	43
7.10	LIEKINESTIN.....	43
7.10.1	LIEKINESTIMEN PESU.....	44
7.10.2	LIEKINESTIMEN PAINEMITTAUS.....	44
7.11	VAIHTOEHTOINEN PAIKKA.....	44
7.11.1	VENTTIILIT	44
7.11.2	HÖYRYTYS.....	44
7.11.3	SOIHDUN SJOITUS	44
7.12	ALIPAINESUOJA.....	44
7.13	YLIPAINESUOJA.....	44
7.13.1	RÄJÄHDYSLEVYT /MURTOKALVOT.....	45
7.14	PITOISUUSMITTAUS	45
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA.....	46
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	47
8.1.1	METANOLI- JA TÄRPÄTIPOLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	47
8.1.2	METANOLIN JA TÄRPÄTIN POLTON KESKEYTTÄVÄT TAPAHTUMAT.....	48
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	48
8.3	VENTTIILIT.....	49
8.3.1	PIKASULKUVENTTIILIT	49
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	50
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ.....	50
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	50



9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ.....	50
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA.....	51
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN	51
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAISIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN.....	52
9.5	TOIMINTA HÄIRIÖIDEN YHTEYDESSÄ	52
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA	53
10.1	LUOKITTELU	53
10.2	KYLTIT.....	53
10.3	LAUHTENPOISTO	54
10.4	KANAVA/PUTKISTOMATERIAALI	54
10.5	KANAVIEN ERISTYKSET.....	54
10.6	PUTKIEN/KANAVIEN KALLISTUKSET.....	54
10.7	VENTTIILIT/PELLIT	55
10.8	LAIPAT, YHTEET.....	55
10.9	PUHALTIMET	55
10.10	EJEKTORIT / NESTERENGASKOMPRESSORI	55
10.11	KANAVAMITOITUS	56
10.12	LIEKINESTIMEN SJOITUS.....	56
10.13	RÄJÄHDYSLEVYJEN /MURTOKALVOJEN SJOITUS	56
10.14	OHITUKSEN SJOITUS	56
10.15	TILALUOKITUKSET	57
10.16	VALMISTUSLUVAT	57
11	SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	59
11.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	59
11.1.1	POIKKEAMATARKASTELU (HAZOP)	59
11.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	59
11.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX).....	60
11.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT.....	60
11.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET.....	61
11.3.1	SODAHUSKOMMITÉEN	61
11.3.2	BLRBAC	61
12	POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN	62
12.1	POIKKEAMAT BLRBACn OHJEISIIN.....	62
13	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA	63
13.1	ESIMERKKI: BOTNIA, URUGUAY, FRAY BENTOS PULP MILL, 27.2.2009	63
13.2	ESIMERKKI: UPM-KYMMENE, PIETARSAARI, 28.12.2008	64
13.3	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, RAUMA, 2.1.2007.....	65
13.4	ESIMERKKI: STORA ENSO, VERACEL	66
13.5	ESIMERKKI: SUNILA OY, KOTKA, 19.10.2004	67
13.6	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, JOUTSENO, 1.4.2004.....	69



13.7	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, KEMIN TEHTAAN VAURIO 29.12.1998.....	70
13.8	ESIMERKKI: KLABININ TAPAUS BRASILIASSA 10.10.1998	70
13.9	ESIMERKKI: VARKAUDEN TAPAUS 1980-LUVULLA.....	71
14	LOPPUSANAT	72
15	KIRJALLISUUSVIITTEITÄ.....	73

LIITTEET:

Liite I	Esimerkkilaskelma
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, metyyliimerkaptaani, 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 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. Räjähdysvaara poistetaan estämällä ilman vuoto järjestelmään ja eliminoimalla sytytysenergian lähteet.

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

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, jossa esim. metanoli on höyryfaasissa. Jos stripperin kaasuille tehdään me-

tanolin nesteytys, niin syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaan väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään. SOG kaasujen puuttuessa hajukaasujen polttoprosessi saadaan tasaisemmaksi ja varmatoimisemmaksi myös haihduttamon ja stripperin häiriötilanteissa.

Kuvassa 2-1 on esimerkki väkevien hajukaasujen polttimesta, jossa näkyy mm. hajukaasujen tuloputki, metanolilanssi, liekinvalvojat, liekinestin ja tukipoltin.



Kuva 2-1. Väkevien hajukaasujen poltin

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

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

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

2.4 Määritelmiä

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).



2.5 Lyhenteitä

Lyhennys	Suomalainen määritelmä	Englanninkielinen määritelmä
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

2.6 Räjähdysrajojen laskentakaavoja

Räjähdysraja lasketaan tyypillisesti seoksen komponenttien avulla.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (807/2001) [liite 1 kohta 7.7.1](#) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle. Pohjana on käytetty standardia [“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 2-1. Hajukaasun eri komponenttien ominaisuuksia ilmassa

		Rikki vety	Metyyli merkaptani	Dimetyyli sulfidi	Dimetyyli disulfidi	Tärpähti (α-pineeni)	Metanoli
Kaava		H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂	C ₁₀ H ₁₆	CH ₃ OH
Molykyylipaino		34	48	64	94	132	32
Räjähdyksraja	LEL	4.3	3.9	2.2	1.1	0.8	5.5
	HEL	45.0	21.8	19.7	16.1	6.0	36.5
Liekin nopeus	m/s			0.55		0.62	0.5
Itsesyttymis- lämpötila	°C	260	197 (340)	206	300	255	385 (465)
Leimahdus- piste	°C	Kaasu	Kaasu	- 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 il- maan		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
Liukoisuus veteen		Kyllä	Ei	Ei	Huonosti	Ei	Kyllä

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

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



2.7 Rikkivety

Rikkivety on väritön, myrkyllinen, erittäin helposti syttyvä ja ilmaa raskaampi kaasu, jolla on voimakas mädäntyneen kananmunan haju, mutta lähestyttäessä 100 ppm:n lukemia rikkivetyä ei yleensä enää haista. Rikkivetyvuoto voi aiheuttaa ulkotiloissa syttymisvaaran ja sisätiloissa räjähdysvaaran. Se syövyttää useita metalleja ja muoveja.

Rikkivety on pelkistin, joten se voi reagoida hapettavien aineiden kanssa voimakkaasti. Aine syövyttää metalleja ja muodostaa metallisulfideja. Vesiliuoksessa rikkivety reagoi happamasti. Rikkivetyä muodostuu sulfidia, esimerkiksi natriumsulfidi, sisältävien liuosten sekoituessa 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.

2.8 Metyylimerkaptani

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

2.9 Dimetyylisulfidi / Dimetyylidisulfidi

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

2.10 Metanoli

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



2.11 Tärpätti

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

Kerättäessä kohteita, joissa voi esiintyä terpeenejä, rajoitetaan suuria pitoisuuksia lauhduttamalla kaasuja. Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiinien osapainetta vastaava määrä.

Edellä olevasta johtuu, että tällaiset mahdollisesti runsaasti terpeenejä sisältävät laimeiden hajukaasujen kohteet on laimennettava keräyspisteen tai lauhdutuksen jälkeen. Keräyskohteen maksimilämpötilan ylittyessä on kohde rajattava automaattisesti pois keräilystä.

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

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



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 riskistä 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, polttolipeen kuiva-aine ja lämpöarvo sekä kattilan kuorma.

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

3.2 Vaikutukset soodakattilan NO_x-päästöihin

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

3.2.1 Laimeiden hajukaasujen vaikutus

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



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

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

3.2.2 Liuotinhöngän vaikutus

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

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

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

3.2.3 Väkevien hajukaasujen vaikutus

Väkevien hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 0.2... 3 % koko ilmamäärästä. Typpi väkevissä hajukaasuissa on pääasiasa 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

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



3.2.4 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:

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

3.3 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.

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

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

3.4 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikki-päästöihin

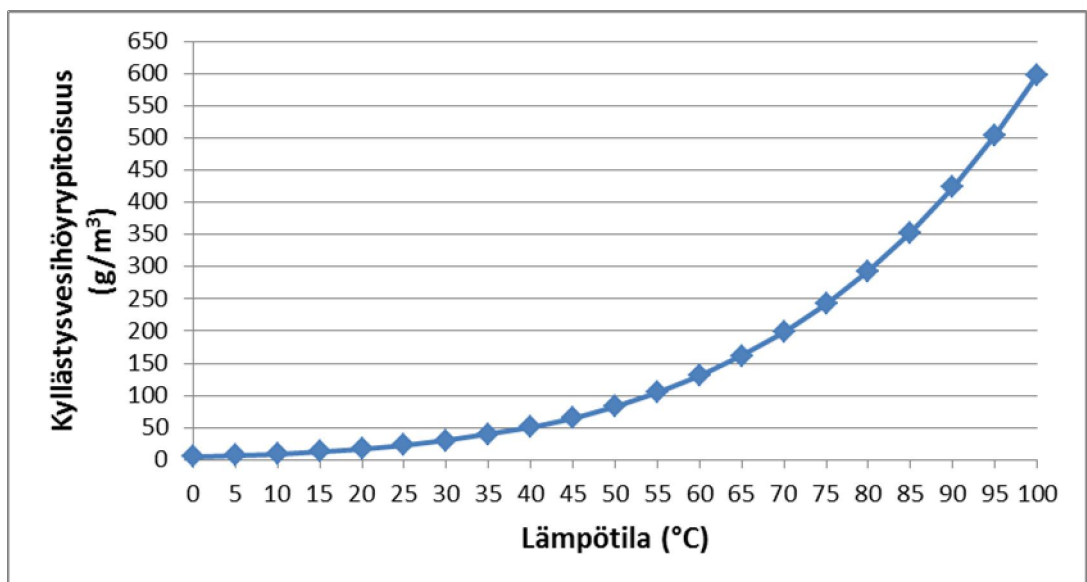
Jos hajukaasujen poltto-olosuhteet soodakattilassa eivät ole optimaaliset, ja syntyy SO₂-päästöjä, niin kattilan ja sähkösuodattimen tukkeentumis- ja korroosioalttius erityisesti ekonomaiserialueella happamien tuhkasuolojen takia (alhainen pH) lisääntyy.

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

Moderneissa kattiloissa, joissa on tehokas polttoaineen ja ilman sekoitus ja riittävä pohjakuorma, sekä kun hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei vaikutuksia soodakattilan toimintaan 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. Kuvasssa 3-1 on esitetty tietyn lämpöisen ilman sisältämän vesihöyryn maksimimäärä kuivassa ilmassa. 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.

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

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

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

Hajukaasuja vapautuu työskentelytilaan tavallisimmin lauhteista kunnossapitotöiden yhteydessä. Mahdollisia vuotokohteita ovat hajukaasujärjestelmän vesilukut sekä järjestelmän varolaitteet. Erityistä huolellisuutta vaaditaan metanoli- ja tärpättipolttimien 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 10 5 ppm (7 mg/m^3) /8 h ja 10 ppm (14 mg/m^3) /15 min Sosiaali- ja Terveysministeriön ohjeen ”[Työpaikan ilman epäpuhauksien enimmäispitoisuudet](#)” mukaisesti. Nämä ns. HTP-arvot (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) ovat pienimpiä pitoisuuksia, joiden uskotaan voivan vahingoittaa työntekijää.

Tehtailla on sekä kiinteitä että kannettavia rikkivety-mittareita, joista kiinteät mittarit käynnistävät vilkkuvat hälytysvalot ja summerit, jos rikkivety-pitoisuus ilmassa on liian korkea. Mittareiden sijoituksessa on hyvä huomioida mm. ilmavirtaukset ja



työskentelykorkeus. Niin kannettaville mittareille kuin kiinteästi asennetuille tulee tehdä säännöllisesti toimintatestit ja ne tulee ohjeistaa laatujärjestelmissä ja tehdyt testit tulee dokumentoida.

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

4.1.1 Tuuletus/Höyrytys

Hajukaasulinjat, kuten muutkin lipeäosaston linjat, on saatettava turvalliseen tilaan ennen kuin niiden kanssa voidaan työskennellä. Hajukaasujärjestelmän laitteiden sisällä työskentelyyn vaaditaan aina kirjallinen säiliötyölupa. Laimeiden hajukaasujen linjat on huolellisesti erotettava prosesseista ja tuuletettava. Väkevien hajukaasujen linjat vaativat höyrytyksen sekä tarvittaessa typetyksen. Laimeat ja väkevät hajukaasulinjat vaativat myös LEL ja rikkipitoisten kaasujen mittauksen ennen töiden aloittamista.

Tuuletus on aina johdettava ulkoilmaan.

Ennen töiden aloittamista on tehtävä riskienarviointi, jossa erityisesti kartoitetaan kaikki työalueelle tulevat putkilinjat. Kirjallinen työlupakäytäntö on suositeltavaa ennen töiden aloittamista.

4.1.2 Haju

Rikkipitoisuudet turruttavat 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.

4.1.3 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-vesiräjähdyksivaara, mikäli tämä vesi pääsee soodakattilaan.



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

4.2.1 Vesilukon kuivuminen

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

Vesilukkojen kuivuminen on estettävä myös seisokkien aikana.

4.2.2 Vesilukon tukkeutuminen

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

4.2.3 Vesitystaskun täyttyminen

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

4.3 Räjähdysvaarat hajukaasulinjoissa

Väkevän hajukaasun siirto ja poltto toteutetaan siten, että kaasu ei ole missään tilanteessa räjähtävää. Räjähdysvaara syntyy, jos väkevän hajukaasun joukkoon vuotaa ilmaa. 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 tapahtuneet 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.

4.3.2 Tulenkäsittely- ja tupakointikielto

Hajukaasujen käsittelyalueella on tupakointi ja muu avotulenteko kielletty. Tästä syystä on hajukaasulinjat ja tulityöluvan mukaiset vakinaiset tulenkäsittely- sekä tupakointipaikat sijoitettava erilleen toisistaan. Kriittiset alueet tulee varustaa asianmukaisin varoituskilvin.

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 kaasuräjähdyks. Kaasuräjähdyks saadaan aikaan, jos polttoainetta johdetaan tulipesään ilman että se välittömästi palaa, ja sen jälkeen seos saa niin paljon energiaa että se syttyy.

4.5 Sulavesiräjähdyks kattilassa

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

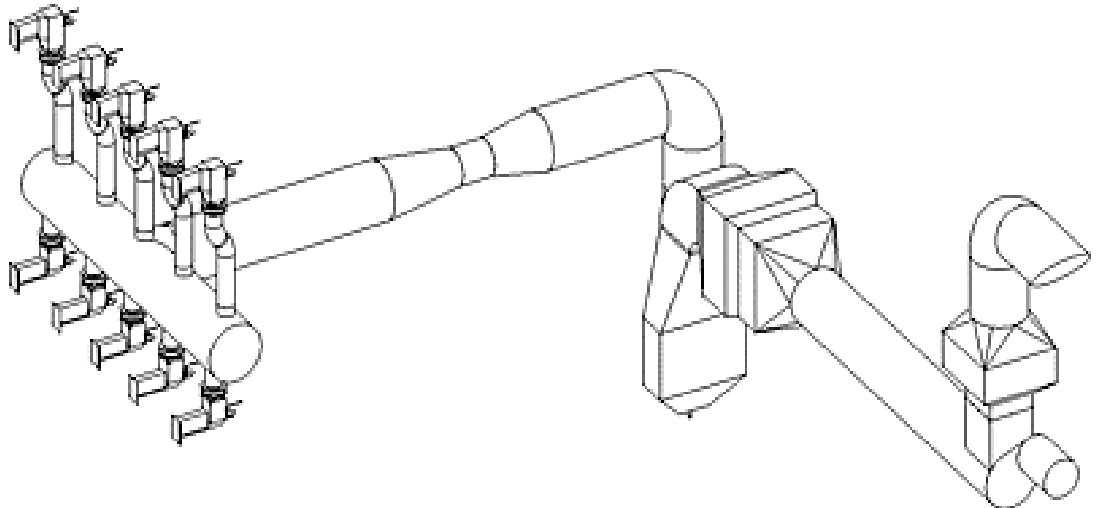
4.7 Kipinöinti/staattinen sähkö

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. tiivistämateriaalin 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 haitalliseksi, 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, haihduttamon säiliöalueen höngistä, kaustistamon höngistä yms. Laimeiden hajukaasujen määrä on noin $300 - 400 \text{ m}^3\text{n}/\text{ADt}$ 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	$\text{m}^3\text{n} / \text{ADt}$
--------	------------	-----------------------------------



Jatkuvatoimisen keiton höngät	0.1 – 0.5	100 – 400
Superbatch keiton höngät (evakuointi-ilma, paineetomien 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, haihduttamo (ilmanpaineiset säiliöt)	0.1 – 0.4	20 – 30
Kaustistamo- ja meesauunialue	0.01 – 0.1	5 – 10
Yhteensä	0.1 – 0.5	300 – 400

Laimeiden hajukaasujen konsentraatio pidetään koko ajan alle räjähdysrajan ja konsentraation nousu tulee estää. Kun konsentraatio ja kosteus pidetään alhaisena, niin laimeita hajukaasuja voidaan käsitellä kattilalaitoksella kuten muuta palamisilmaa. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseistä on esitetty taulukossa 5-2. Hajukaasun komponenttien pitoisuudet vaihtelevat paljon riippuen tehtaasta ja mittauspisteestä.

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseistä syntypisteessä.

	Tehdas A	Tehdas B	Tehdas C	Tehdas D	Tehdas E	Tehdas F	Tehdas G
Komponentti	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
H ₂ S	*	*	1	0	725	1	5
MM, CH ₃ SH	200	40	70	2	14	2	2706
DMS, (CH ₃) ₂ S	1 000	60	160	643	1 530	784	24 040
DMDS, (CH ₃) ₂ S ₂	90	*	270	1	10	365	267
Tärpähti, C ₁₀ H ₁₆	1 500	15	*	69	470	12 400	2
MeOH, CH ₃ OH	900	150	*	834	6 943	2 046	2 845
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

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 keräyslähdeistä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkäkaasuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

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

Ominaisuus	Raja	Huom.
Ilmapitoisuus, til-%	> 90	
Vesipitoisuus, til-%	< 7	40 °C



Vesipitoisuus til-%	< 12	50 °C
Rikkipitoisuus TRS, ppm	< 200	
Tärpättipitoisuus, ppm	< 1000	
Metanolipitoisuus, ppm	< 1000	

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

Lisäksi on selvitettävä, mihin tärpättipitoiset lauhdeet johdetaan turvallisesti keittämöhaiiriossa. Tiedetään tapauksia, joissa harkitsemattoman kytkennän vuoksi tärpättipitoisuus lauhdeessa on noussut keittämöhaiirion seurauksena merkittävästi.

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 jäähdytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja vesihöyryn määrää
6.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan	Estää vesipisaroiden pääsyn kattilaan
7.	Tuuletus katolle (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson	Estää hajukaasujen konsentroituminen kanavistoon
8.	Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitaskun pinta alle ylärajan	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston

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 ta-pauskohtaisesti.	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 jäähtymisen 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	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston

5.4 Puhallin

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

5.5 Varasilmayhde

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

Edellä olevasta syystä on laimennusta valvottava ja mitattava riittävästi, esimerkiksi virtausmäärä mittauksilla ja riittämättömästä laimennuksesta suoritettava tarpeelliset lukitukset.

Jos varasilmayhde sijoitetaan puhaltimen imuaukon yhteyteen, on aukon suuntauksessa varauduttava mahdollisiin painepurkauksiin yhteestä. Puhaltimen käynnistymistä suojaavan varasilmayhteen on avauduttava lukitustoimintana puhaltimen py-



sähtyessä välittömästi ja sulkeuduttava hitaasti puhaltimen käynnistyessä puhallinta suojaavan laimennuksen varmistamiseksi.

5.6 Kanavat

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

5.6.1 Virtaus

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

5.6.2 Potentiaalitasaus

Laimeilla hajukaasuilla ei vaadita potentiaalitasausta.

5.7 Lauhteenpoisto

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

5.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

5.7.2 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.



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.

5.7.3 Vesilukot

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

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

Jotta laimeiden hajukaasujen kanavassa vallitseva paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on lukon vesipintojen korkeuden eron voitava vaihdella ainakin 10 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.

5.8 Pesurit / lauhduttimet

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

5.9 Venttiilit/pellit

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

Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on sulkeuduttava apuenergian loppuessa. Sulkuventtiileissä on oltava sulkeutumisen ilmaiseva rajatieto automaatiojärjestelmään.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.



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

5.10 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on avauduttava apuenergian loppuessa.

5.11 Pisaranerotin

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

5.12 Liekinestin

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.



5.13 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 Räjähdyslevy/ 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 lähtöpis-
teessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia.

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



6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

Liuottimen höngät vastaavat ominaisuuksiltaan laimeita hajukaasuja. Ne koostuvat pääasiassa ilmasta ja vesihöyrystä. Liuottimen hönkien sisältämän hajurikin talteen saamiseksi 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 liuottimen kiehumisesta ja sulan hajotushöyrystä. Ongelmallisinta käsittelyn kannalta on liuottimen hönkien sisältämät pienet viherlipeäpisarat, jotka kuivussa pyrkivät likaamaan hönkajärjestelmän.

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

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

Hönkämäärä liuotinsäiliöstä	$\text{m}^3\text{n} / \text{kgka}$	0.4 – 0.8
Hönkien lämpötila liuotinsäiliöstä	$^{\circ}\text{C}$	85 - 95
Hönkien kosteuspitoisuus liuotinsäiliöstä	til-%	40 - 80
Hönkien kokonaispöly liuotinsäiliöstä	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	1000 – 5000
Hönkien TRS liuotinsäiliöstä	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	150 - 700
Hönkien kokonaisrikki pesurin jälkeen	$\text{kg S} / \text{ADt}$	0.01 - 0.1
Hönkien kokonaispöly pesurin jälkeen	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	100 -200
Hönkien TRS pesurin jälkeen	$\text{mg} / \text{m}^3\text{n}(\text{kuiva})$	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 hönkäjärjestelmään on otettava huomioon niiden likaava vaikutus, jolloin sekoitussäiliön hönkäjärjestelmään voidaan lisätä oma pesuri.

Sekoitussäiliön hönkiä johdettaessa tulipesään omana järjestelmänään on huomioitava liuotinhönkien polton erityispiirteet.

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 5% 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	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston
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 5% 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



	jan	
5.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	Estää vesipisaroiden pääsy kattilaan
6.	Vesitaskun pinta yli ylärajan	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston

6.5 Puhallin

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

6.6 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.

6.6.1 Virtaus

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

6.6.2 Potentiaalintasaus

Liuottimen hönkien kanavistolle ei tarvitse tehdä potentiaalintasausta.

6.7 Lauhteenpoisto

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

6.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

6.7.2 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.

6.7.3 Vesilukot

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

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

Jotta liuottimen hönkien kanavassa vallitseva paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on lukon vesipintojen korkeuden eron voitava vaihdella ainakin 10 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.

6.8 Pesuri

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

6.9 Venttiilit/pellit

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



Liuottimen hönkälínjan automaattisen sulkuventtiilin/pellin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.

6.10 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on avauduttava apuenergian loppuessa.

6.11 Pisaranerotin

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisaranerotinta kaasun jäähtymisen jälkeen.

6.12 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.13 Ylipainesuoja

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

6.13.1 Räjähdyslevy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.14 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 lauhtuttimien kaasut sekä paineistetun lipeän väkevöinnin kaasut. Ilman vuotaminen väkevien hajukaasujen joukkoon pitää yrittää estää kaikissa olosuhteissa.

Väkevien hajukaasujenjärjestelmien suunnittelussa on huomioitava ATEX-säädökset.



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

7.1 Koostumus ja määrä

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



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

TAULUKKO 7-1. Väkevien hajukaasujen tyypillisiä määriä eri osastoilta

Osasto	kg S / ADt	m ³ n / ADt
Eräkeiton pusku	0.4 – 0.8	5 – 15
Eräkeiton kaasaus	0.1 – 0.2	1.0 – 3.0
Jatkuva keitto	0.1 – 0.4	1.0 – 4.5
Stripperi	0.5 – 1.0	15 – 25
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 taulukossa 7-2. Väkevät hajukaasut luokitellaan sisältönsä mukaan joko erittäin myrkyllisiksi, myrkyllisiksi tai palaviksi.

TAULUKKO 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

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 pisanerotin, 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/räjähdyksen riski 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.

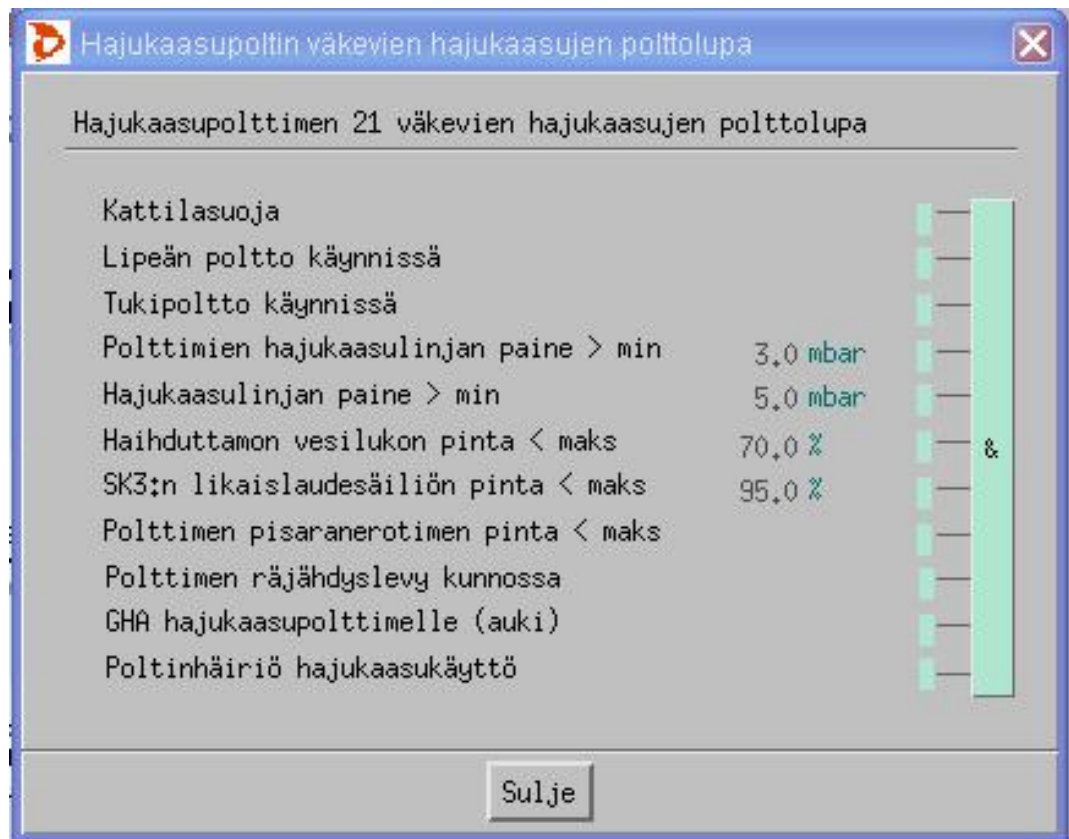
7.2.1 Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

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 polttimen 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.	Polttimen tukiliekki on päällä	Varmistaa riittävät palamisolosuhteet polttimella
3.	Liekinvartija näyttää tukiliekin olevan päällä	Varmistaa tukiliekin palamisen
4.	Polttimen 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 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 $0,7 \text{ MW/m}^2$ pohjaa. Esimerkki kapasiteettirajan laskemiseksi on esitetty Liite I.

7.2.3 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 laukeaa	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston Estää veden pääsy kattilaan
4.	Hajukaasun paine ennen poltinta laskee alle alarajan	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)

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)	Poltoissa merkittävä häiriö
2.	Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys (H ₂ S) laukeaa.	Tarkistaa vuotaako hajukaasujärjestelmä
3.	Polttomustalipeän 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 tukiliekien 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, tärpähti, pikiöljy. Väkevien hajukaasujen polttimen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia

Väkevien hajukaasujen palaminen vaatii riittävää polttovyöhykkeen lämpötilaa. Yleisesti vaatimuksena pidetään 900 °C. Lämpötilavaatimus täyttyy, jos hajukaasuja johdetaan, kattilan toimiessa stabiilisti ja riittävällä kuormalla, lipeäruiskujen alapuolelle. Jos väkeviä hajukaasuja johdetaan lipeäruiskujen yläpuolelle, pitää varmistaa, että ne johdetaan kattilan sellaiseen osaan, jossa tämä lämpötila ylitetään. Toinen mahdollisuus on käyttää riittävän kapasiteetin omaavaa tukiliekkiä.

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

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.

Väkevien hajukaasujen tukipoltin täytyy varustaa paikallisohjauskoteloilla, josta tukipoltto käynnistetään. Hajukaasujen poltto voidaan tämän jälkeen käynnistää valvomosta. Kumpikin edellä mainittu voidaan pysäyttää valvomosta.

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 sammussa 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. 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 MW/m ² . Tämä raja tulee määrittää tapaukkohtaisesti	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 ongelmapaikkoja 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 pysähtyttyä suositellaan väkevien kaasujen linjojen tuuletusta sulkuventtiileiltä kattilaan puhaltamalla ne puhtaaksi inertillä väliaineella. Inerttejä väliaineita ovat mm. höyry ja typpi. Linjojen puhallusta ilmalla ei suositella, koska puhallusilman ja puhallettavan väkevän hajukaasun rajavyöhykkeelle muodostuu räjähtävä seos. Käytännössä linjat aina höyrytetään.

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 potentiaalitasaus. Potentiaalitasaus tehdään määräysten mukaan ja varmistetaan mittauspöytäkirjalla.

7.4 Lauhteenpoisto

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

7.4.1 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.

7.4.2 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 ly-



hyt. Erityistä huomiota tulee kiinnittää väkevien hajukaasupolttimen paineenpito-höyrylinjojen lauhteenpoistoon.

7.4.3 Vesilukot

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

Jotta väkevien hajukaasujen putkistossa ejektorin kehittämä paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on vesilukon mitoituksessa otettava huomioon ejektorin mitoitussarvot (yli- ja alipaine) sekä prosessin tuomat vaateet (esimerkiksi systeemin pulloitus).

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.

7.5 Venttiilit

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

Väkevien hajukaasujen tulolinjassa polttimelle pitää olla kaksi pikasulkuventtiiliä ja välissä tuuletusputkilinja venttiileineen. Väkevä hajukaasu on palava kaasu ja venttiilien on täytettävä nämä määräykset. mm palonkesto.

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

7.5.1 Sulkuventtiilit

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

Kattilahuoneeseen menevät väkevien hajukaasujen linjat on kyettävä sulkemaan myös kattilahuoneen ulkopuolelta ns. palosulkuventtiileillä. Vaatimus ulkopuolelta sulkemisesta aiheutuu siitä, että vaaratilanteessa ei voida edellyttää hajukaasulinjo-



jen sulkemista kattilahuoneesta. Lisäksi halutaan estää hajukaasujen virtaus kattilahuoneeseen tilanteessa jossa esim. kattilahuoneessa oleva venttiili vuotaa.

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

7.6 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.

7.7 Paineenpitohöyry

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

7.8 Jäähdytys/lämmitys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.9 Polttimen sähköistys ja automatiikka

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

7.10 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.



7.10.1 Liekinestimen pesu

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

7.10.2 Liekinestimen painemittaus

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

7.11 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. Kääntö vaihtoehtoiseen polttopaikkaan pyritään toteuttamaan niin että väkeviä hajukaasuja ei pääse ympäristöön.

7.11.1 Venttiilit

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

7.11.2 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.11.3 Soihdun sijoitus

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

7.12 Alipainesuoja

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

7.13 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 jäätyksen estämiseksi. Ylipainesuojan laukeamisesta on tultava hälytys.

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy, josta tulee hälytys.

7.13.1 Räjähdysslevyt /murtokalvot

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

Suosittelava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

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

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

7.14 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

Metanoli (CH_3OH) erotetaan likaislauhteesta strippauskolonnissa. Stripperikaasu, joka sisältää 30-35 % metanolihöyryä, johdetaan metanolikolonneihin. Metanoli nesteytetään ja pumpataan säiliön kautta polttoon. Metanolin liekki nopeus on noin 0.5 m/s ja lämpöarvo ~ 20 MJ/kg. Metanolia poltetaan sellutehtailla myös meesauunissa, erillisessä hajukaasukattilassa, voimakattilassa ja soihdussa. Metanolin pääseminen ulkoilmaan aiheuttaa merkittävän hajuhaitan.

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

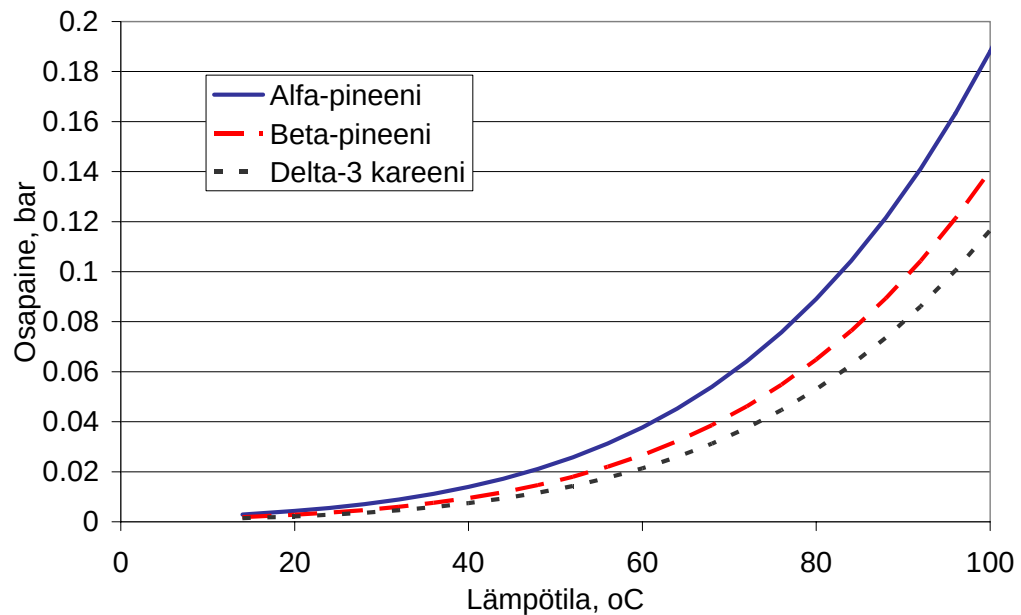
Hajukaasuista on syytä poistaa mahdollisimman tarkkaan tärpätti ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), koska se on räjähdysherkkä erittäin laajalla pitoisuusalueella. Tärpättiä erotetaan pesurissa lauhduttamalla kylmällä vedellä. Pesuri sijaitsee tärpättilauhduksen jälkeen hajukaasulinjassa. Hajukaasujen lisäksi tärpättiä voidaan erottaa metanolitislauksen pohjalauhteesta tärpättidekanterilla. Tärpätin lämpöarvo on ~ 40 MJ/kg.

Tärpätin tyypillinen koostumus on esitetty taulukossa 8-1.

Taulukko 8-1. Tärpätin tyypillinen koostumus

Yhdiste	Pitoisuus, %
Alfa-pineeni	80 - 90
Beta-pineeni	5 - 10
Delta-3 kareeni	5 - 10
Muita $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ yhdisteitä	< 1
Metyylimerkaptani	0 - 5
Dimetyylisulfidi	0 - 12
Dimetyylidisulfidi	0 - 1

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



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

8.1 Metanolin/Tärpätin polton logiikka

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan metanolin ja tai tärpätin polttimen polttologiikalta normaalin kaasu/öljypolttimen lisäksi. On pyritty esittämään joukko välttämättömiä ehtoja, joita turvallisen automaation pitää täyttää. Jokaisessa soodakattilassa on varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

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

Metanolin ja tärpätin poltto 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 käynnistykseen edellytykset

Metanolin ja tärpätin poltto voidaan aloittaa soodakattilassa kun seuraavat ehdot ovat voimassa.



Taulukko 8-2. Metanoli- ja tärpättipolttimen käynnistyksen edellytykset

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Tulitieto kattilassa	Ei tule hajuhaittoja
2.	Metanoli/tärpättilanssi on paikallaan ja kytkettynä	Varmistaa metanolin/tärpätin lanssin oikea sijoitus
3.	Metanolin/tärpätin paine on yli minimipaineen (viive)	Varmistaa riittävä metanolin/tärpätin saanti polttimelle
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 paineilma-verkkoon
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

8.1.2 Metanolin ja tärpätin polton keskeyttävät tapahtumat

Metanolin ja tärpätin poltto keskeytyy, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa.

Taulukko 8-3. 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 saanti polttimelle
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 paineilma-verkkoon
6	Metanolin/tärpätin tiheys nousee yli ylärajan	Varmistetaan ettei polttoaineen lämpöarvo laske liian alas
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.

Metanolilanssi ja 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.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan haponkestävää terästä EN 1.4336 (SS2343) tai vastaava. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpätti ovat liuottimia). Tiivistemateriaalivalintaan on kiinnitettävä erityistä huomioita.

8.3.1 Pikasulkuventtiilit

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

Metanolin/tärpätin polton pikasulkuventtiilit sulkeutuvat ilman ulkopuolista käyttöenergiaa.



9 TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA

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

9.1 Toiminta häiriön yhteydessä

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

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

Alasajon yhteydessä hajukaasujen poltto soodakattilassa suositellaan lopetettavaksi lähestyttäessä lukitusrajoja, katso taulukot 5.5, 6.3, 7.5. Väkevien hajukaasujen polton loppuessa on putkisto sulkuventtiileiltä kattilaan huuhdeltava höyryllä. Jos väkevien hajukaasujen linjoissa tai niiden lähellä tehdään asennus- tai kunnostustöitä, linjat vaativat höyrytyksen sekä tarvittaessa typetyksen. 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/kunnossapitotöiden aloittamista laimeiden hajukaasujen kanavilla.

9.3 Toiminta ylösajon yhteydessä

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

- seisokin aikaiset kunnossapito- ja korjaustyöt ovat loppuun suoritettut eikä hajukaasulaitteilla ole enää menossa seisokkitöitä
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot on asianmukaisesti asennettu, tarkastettu ja puhdistettu asennusjätteistä

- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleisiin laitteisiin liittyvät venttiilit ovat käynnistyksen edellyttämässä kunnossa ja asennossa
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot ovat käyttövalmiita ja tiiviitä. Tiiviys pitää kokeilla koepööritysten ja kierrätysten avulla.

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

Ennen ylösajoa on kaikki lauhdesäiliöt tarkastettava ylivuotojen ja kuivumisten havaitsemiseksi.

Ennen ylösajoa on kaikki vesilukkojen lisävedet tarkastettava ja laitettava toimi-maan.

9.4 Toiminta seisokin aikana

Seisokin aikana on hajukaasujen vuoto kattilarakennukseen estettävä. Hajukaasu-linjojen erottamisen tarkoitus on estää seisokin aikainen hajukaasujen vuoto ja ker-tyminen kattilarakennuksen sisäisiin kanaviin ja putkiin.

9.4.1 Ohjeita hajukaasujärjestelmän valmistelemiseksi seisokki- tai huoltotöitä varten

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

Ennen töiden aloittamista on tehtävä riskienarviointi, jossa erityisesti kartoitetaan kaikki työalueelle tulevat putkilinjat. Kirjallinen työlupakäytäntö on suositeltavaa ennen töiden aloittamista.



9.4.2 Ohjeita seisokin aikaisiin kunnossapidon töihin

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

9.5 Toiminta häiriöiden yhteydessä

Jos kattilasuoja laukeaa, on metanolin, tärpätin, 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.



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, tärinä). Putkiston liitostavan on oltava valitulle materiaalille sopivaa.

10.1 Luokittelu

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

Hajukaasujen jako laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin ei riitä karakterisoimaan sisällön vaarallisuutta. Kaasuseokset pitää luokitella [Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä 26.9.2001/807](#) mukaisesti. Täten kukin hajukaasulinjasto pitää luokitella sen nimomaisen 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”, ”Tärpättiä”, ”Metanolia” ja ”Laimeita hajukaasuja” sekä tarvittaessa ”Palavaa”, ”Myrkyllistä” ja ”Ei saa hitsata tai leikata ilman valvontaa” sekä ”Laitteita ei saa avata ilman kirjallista työlupaa”. 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 $PN > 10$. 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 tärpähti 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 sähkösaatettuja, on lauhtumiseen aina varauduttava. Katso kohdat 5.7, 6.7 ja 7.4.



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 on kanavanopeudet 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 kestättävä alipainetta 10 kPa. Väkevien hajukaasujen linjojen on kestättävä 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 käyttöpainetta, 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 Räjähdykslevyjien /murtokalvojen sijoitus

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

Räjähdykslevyt 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.

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

Väkeville hajukaasuille ja tärpättipitoisille likaislauhteille joudutaan usein sovelta-
maan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitusta.

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

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

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

10.16 Valmistusluvut

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

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



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

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

Polttimen ja tukipolttoaineputkiston asennuksen saa tehdä vain kyseiset asennuslu-
vat omistava liike.



11 SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

11.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

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

11.1.1 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

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

11.1.2 Putkistojen luokittelu

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

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.

11.1.3 Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu (ATEX)

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

11.2 Eurooppalaiset standardit

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

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

Kaikkiin hajukaasulinjoihin on asennettava sulkuventtiili.



11.3 Olemassa olevat ohjeet

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

11.3.1 Sodahuskommittén

Ruotsin sisarorganisaatiomme Sodahuskommittén teki elokuussa 2008 periaatepäätöksen, että suosituksia ei vastedes myydä ulkopuolisille tahoille. Komitean teettämän selvityksen mukaan komitean vastuu suosituksista voidaan ulottaa pitkällekin.

11.3.2 BLRBAC

BLRBAC on tehnyt ohjeen vaaratilanteiden minimoimiseksi nimeltä ”[Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler](#)”, 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.



12 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN

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

12.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

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

- 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



13 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

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

Vastaavanlaisia tapahtumia on esiintynyt muillakin tehtailla.

13.1 Esimerkki: Botnia, Uruguay, Fray Bentos pulp mill, 27.2.2009

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 paisuntahöyryä lisättiin hakesiiloon, 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 keräilysystemiin.

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 paisuntahöyryventtiilin avaamisen jälkeen pasutushöyryventtiilin avaamisesta. Räjähdys tapahtui lähellä hajukaasukattilan poltinta keräilyputkistossa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen

Ennen tehtaan uudelleenkäynnistämistä tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Paisuntahöyryventtiilin 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.

13.2 Esimerkki: UPM-Kymmene, Pietarsaari, 28.12.2008

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.

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 räjähdysten jälkeen

- Kuitulinjojen laimeiden hajukaasujen puhallin tulisi pitää käynnissä seisokin aikana ja samalla johtaa laimennusilmaa puhaltimen imupuolelle, jotta varmistetaan, että pitoisuus on tarpeeksi alhainen



- Polttolipeäsäiliön kaasut tulee johtaa väkevien hajukaasujen keräilyyn tai haihdutinsarjalle, ei laimeiden hajukaasujen keräilyyn
- Polttolipeäsäiliön 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
- Laimien hajukaasujen seisokkiaikaiselle ajolle tulee antaa selvä ohjeistus
- Haihduttamon hajukaasupesurin pesukiertonestettä ei tulisi pumpata vuotolipeäsäiliöön, josta kaasut imetään takaisin laimeiden hajukaasujen keräilyyn

Muut suositukset:

- Kartoitetaan metanolin, TRS- yhdisteiden ja tärpätin pitoisuuksia laimeissa hajukaasuissa, lipeissä ja lauhteissa.
- 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.
- Laimien hajukaasujen ohituspiipun alaosan suunnittelu pitää miettiä uudelleen.
- Puhaltimen käyttö tulisi lopettaa ja ohjata ne imupuolella olevaan omaan piippuun, jos laimeat hajukaasut konsentroituvat räjähdysalueelle.
- Laimille hajukaasuille tulisi tehdä poikkeama- tarkastelu (HAZOP) kaasujen väkevöitymiselle normaaliajossa ja seisokkitilanteessa.

13.3 Esimerkki: Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma, 2.1.2007

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.

Soodakattilayhdistyksen kestoisuustyöryhmä antoi seuraavat aiheita, joihin olisi kiinnitettävä huomiota onnettomuuden jälkeen:

- 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.

13.4 Esimerkki: Stora Enso, Veracel

Syyt

Stora Enson tehtaalla Brasiliassa on käynyt kaksi räjähdystä käynnistyksen jälkeen. Ensimmäinen räjähdys liittyy hakesiiloon ja toinen paineelliseen polttolipeäsäiliöön.

Paisutushöyryä ajettiin hakesiiloon tehtaan seisokin aikana, jolloin väkevä hajukaasu pääsi laimeiden hajukaasujen keräilyyn hakepatjan läpi tai metanoli oli väkevöitynyt patjaan ja vapautui. Paisutushöyrylle ei ollut lauhdutusta, vaan se oli johdettava hakesiiloon. Räjähdys tapahtui soodakattilalla laihakaasukanavistossa. 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.

Polttoliipeäsäiliöt liitettiin väkevien hajukaasujen keräilysysteemiin ja säiliöön asennettiin varoventtiili.

13.5 Esimerkki: Sunila Oy, Kotka, 19.10.2004

Syyt

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

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.

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 hönkälínjan 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 imupuolella 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.

13.6 Esimerkki: Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno, 1.4.2004

Syyt

Hakesiilolla oli häiriöitä, johtuen hakekuljettimen pysähtymisestä ja paisunta-höyryn joutumisesta siilon hönkäjärjestelmään. Hakesiilon höngät kytkettiin laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään valkolipeäpesurin kautta v. 2002 lopussa massatehtaan käynnistymisen jälkeen. Kytkentä tehtiin, koska hakesiilo oli suuri yksittäinen hajuhaitta tehtaalla. Häiriön aikana hakesiilon hönkien määrä ja pitoisuus nousivat voimakkaasti, jolloin väkevää tärpättä, 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 tulleen 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 räjähdys 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.



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

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

Yleensä soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmille.

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

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

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

13.8 Esimerkki: Klabinin tapaus Brasiliassa 10.10.1998

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.

Klabinissa 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.

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

13.9 Esimerkki: Varkauden tapaus 1980-luvulla

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

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

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



14 LOPPUSANAT

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

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

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

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

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



15 KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Jaakko Pöyry Oy:n arkistotietoa.

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

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

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

Modernin 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.

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 pohjakuorman laskemiseksi



ESIMERKKI POHJAKUORMAN LASKEMISEKSI

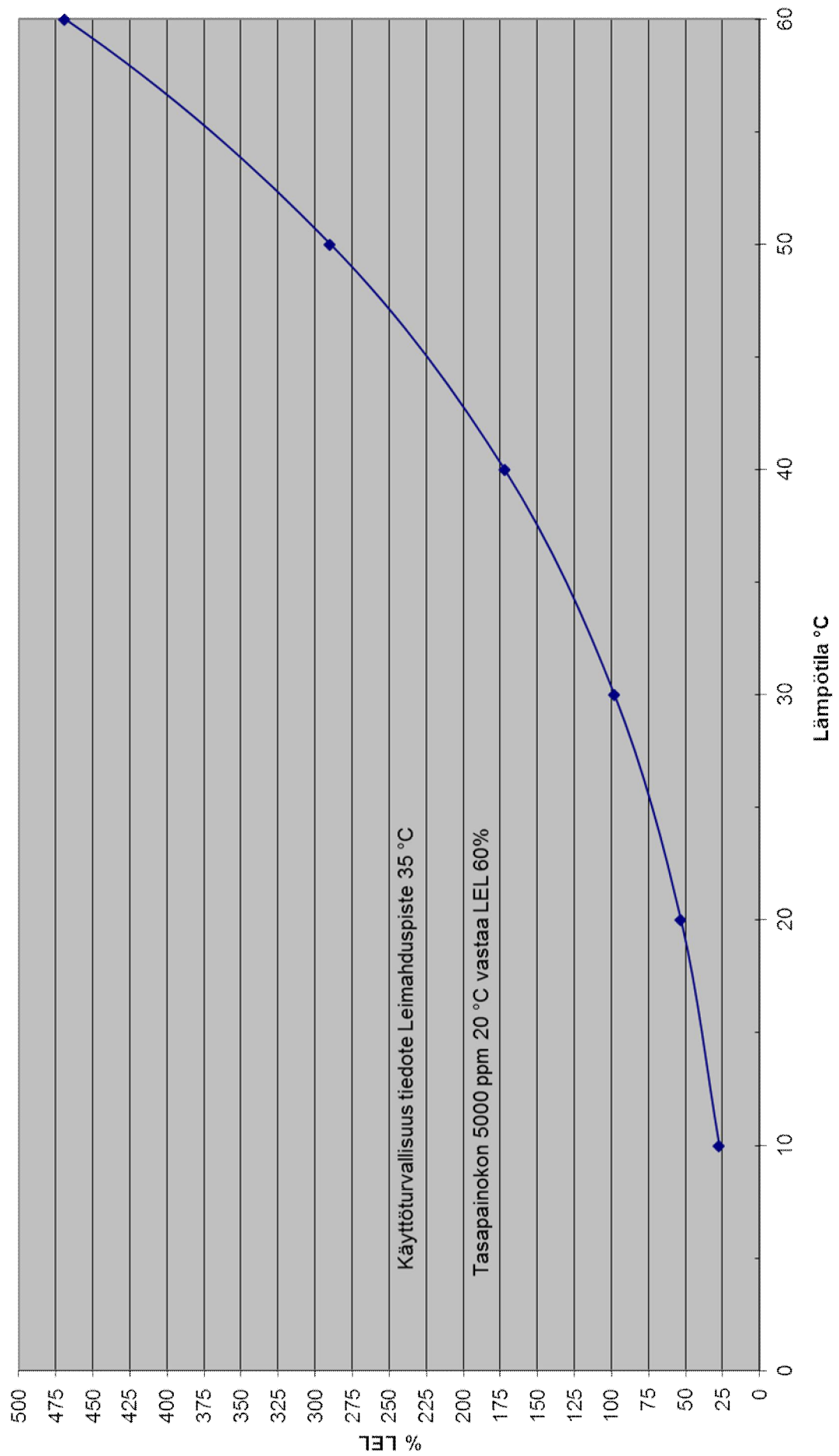
Jotta minimikuorma hajukaasujenpoltolle laskettaisiin yhtenevästi, on ohessa esitetty kaksi tapaa laskea minimikuorma. Toisessa kuorma sidotaan höyryvirtaan ja toisessa lipeävirtaan. Tulitehon yksikkö on höyrynkehitykseen saatu nettolämpö jaettuna tulipesän pohjaneliöillä.

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

LIITE 2
Alfa-pineenin tasapainokäyrä ilmassa



LEL %LEL Tärpätintasapainoilmassa



LIITE 3
Metanolin tasapainokäyrä ilmassa

