

M Nieminen

11.4.2011

1 (3)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 1/2011

AIKA 31.3.2011 klo 10.00 – 17.00

PAIKKA Metso Power Oy, Tampere

LÄSNÄ

Raine Rantanen	UPM Kymi
Ismo Tapalinen	Oy Metsä-Botnia Ab
Marja Heinola	Andritz Oy
Kari Haaga	Metso Power Oy
Lauri Mattila	UPM Pietarsaari
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa

LIITE 1 Hajukaasusuositus- muokattu kappaleet 1-6

LIITE 2 Hajukaasujärjestelmän ongelmapaikat

LIITE 3 Reappraisal of the role of turpentine vapor in noncondensable gas explosions – TAPPI journal April 2010

JAKELU Projektityöryhmä, Hallitus



11.4.2011

2 (3)

1 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

1.1 Projektin tavoite

1. päivittää suositus viime vuosina toteutettujen sellutehdasprojektien kokemusten perusteella
2. ehdottaa missä laajuudessa suositus käsittelee myös hajukaasukeräilyjärjestelmää

1.2 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.

1.3 Aikataulu

Nykyisen suosituksen läpikäynti ja tekstin päivitys pyritään tekemään kevään 2011 aikana.

2 SUOSITUKSEN KAPPALEET 1-6 (SIVUT 1-33)

Kokouksessa käytiin läpi ja muokattiin suosituksen kappaleita 1-6 (sivut 1-33). Muokattu versio suosituksesta, LIITE 1.

LIITTEESSÄ 2 on listattu hajukaasujärjestelmän ongelmapaikkoja.

LIITE 3 on artikkeli TAPPI-lehdestä jossa tutkittu mm. alan kirjallisuudessa raportoitua tärpätin liekin nopeutta 154 m/s ja todettu sen olevan kopiointivirhe. Oikea arvo on 0,62 m/s.

Tärkeitä asioita myöhemmin pohdittavaksi:

- sekoitussäiliön höngät väkeviä (missä tilanteissa mahdollista)
- metanolin ja tärpätin sekoitus
- metanolin ja tärpätin poltto kaasumaisena
- liuottajan hönkäkaasupuhallin, syttymislähde



11.4.2011

3 (3)

- metanolin nesteytys
- seisokki- ja starttitilanteissa lauhtunut tärpähti
- laimeiden kaasujen käyttöturvallisuustiedote -> määritelläänkö edelleen haitalliseksi
- potentiaaliset vaaratilanteet
- väkevien happimittaus

3 MUUT ASIAT

4 SEURAAVA KOKOUS

Seuraavassa kokouksessa 7.6.2011 Andritzilla Helsingissä käsitellään suosituksen otsikot 7-15, sivut 34-70.

LIITE 1

Hajukaasusuositus- muokattu kappaleet 1-6

E. Vakkilainen/EPT

16.12.2005

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

Alkuperäinen versio 30.5.2002

Revisio A 16.12.2005

Revisio B

ESIPUHE

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

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

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

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

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

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

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

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

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Matti Tikka
Hallituksen puheenjohtaja

Pekka Posti
Ympäristötyöryhmän puheenjohtaja

SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	1
2	MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ	3
2.1	VÄKEVÄT HAJUKAASUT	3
2.2	LAIMEAT HAJUKAASUT.....	4
2.3	LIUOTINSÄILÖN HÖNKÄ.....	4
2.4	METANOLI	5
2.5	TÄRPÄTTI.....	5
2.6	MÄÄRITELMIÄ	5
2.7	LYHENTEITÄ	6
2.8	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA.....	6
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	8
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	8
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x PÄÄSTÖIHIN	8
3.2.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS.....	8
3.2.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS.....	9
3.2.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS.....	9
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS PÄÄSTÖIHIN.....	9
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	10
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	10
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	11
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN.....	11
4.1.1	TUULETUS/HÖYRYTYS	12
4.1.2	HAJU	12
4.1.3	SUOJAUTUMINEN.....	12
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT.....	12
4.2.1	VESILUKON KUIVUMINEN.....	13
4.2.2	VESILUKON TUKKEUTUMINEN.....	13
4.2.3	VESITYSTASKUN TÄYTTYMINEN.....	13
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	13
4.3.1	ALAS- JA YLÖSAJOTILANTEET	14
4.3.2	TULENKÄSITTELY- JA TUPAKOINTIKIELTO.....	14
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA.....	14
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA	14
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	14
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ.....	15
4.8	KORJAUS JA HUOLTOTÖIDEN LUVAT	15
5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	16
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	16
5.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	18
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	18
5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET.....	19

Deleted: 4

Deleted: 9

Deleted: 10

Deleted: 12

Deleted: 12

Deleted: 13

Deleted: 13

Deleted: 13

Deleted: 13

Deleted: 14

Deleted: 14

Deleted: 14

Deleted: 15

Deleted: 15

Deleted: 15

Deleted: 15

Deleted: 16

Deleted: 16

Deleted: 17

Deleted: 17

Deleted: 19

Deleted: 20

Deleted: 20

5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS.....	20	Deleted: 21
5.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	21	Deleted: 22
5.4	PUHALLIN.....	21	Deleted: 22
5.5	VARASILMAYHDE.....	21	Deleted: 22
5.6	KANAVAT	21	Deleted: 23
5.6.1	KANAVAMATERIAALI.....	21	Deleted: 23
5.6.2	VIRTAUS.....	21	Deleted: 23
5.6.3	MAADOITUS	21	Deleted: 23
5.7	LAUHTENPOISTO.....	21	Deleted: 23
5.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	22	Deleted: 23
5.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS.....	22	Deleted: 23
5.7.3	VESILUKOT.....	22	Deleted: 24
5.8	PESURI.....	23	Deleted: 24
5.9	VENTTIILIT	23	Deleted: 24
5.9.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	23	Deleted: 25
5.9.2	SULKULAITTEET	23	Deleted: 25
5.10	OHITUS.....	23	Deleted: 25
5.11	PISARANEROITIN.....	23	Deleted: 25
5.12	LIEKINESTIN	23	Deleted: 25
5.13	RÄJÄHDYSLEVY	24	Deleted: 26
5.14	ALIPAINESUOJA	24	Deleted: 26
5.15	YLIPAINESUOJA	24	Deleted: 26
5.16	PITOISUUSMITTAUS.....	24	Deleted: 26
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA		Deleted: 26
	25		Deleted: 27
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	25	Deleted: 27
6.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	26	Deleted: 28
6.3	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA.....	26	Deleted: 28
6.3.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET.....	26	Deleted: 28
6.3.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS.....	27	Deleted: 29
6.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	27	Deleted: 29
6.4	PUHALLIN.....	27	Deleted: 29
6.5	KANAVAT	28	Deleted: 30
6.5.1	KANAVAMATERIAALI.....	28	Deleted: 30
6.5.2	VIRTAUS.....	28	Deleted: 30
6.5.3	MAADOITUS	28	Deleted: 30
6.6	LAUHTENPOISTO.....	28	Deleted: 30
6.6.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	28	Deleted: 30
6.6.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS.....	28	Deleted: 30
6.6.3	VESILUKOT.....	29	Deleted: 31
6.7	PESURI.....	29	Deleted: 31
6.8	VENTTIILIT	29	Deleted: 31
6.8.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	29	Deleted: 31
6.8.2	SULKULAITTEET	29	Deleted: 31
6.9	OHITUS.....	30	Deleted: 31
6.10	PISARANEROITIN.....	30	Deleted: 32
			Deleted: 32

			Deleted: 32
6.11	LIEKINESTIN	<u>30</u>	Deleted: 32
6.12	RÄJÄHDYSLEVY	<u>30</u>	Deleted: 32
6.13	ALIPAINESUOJA	<u>30</u>	Deleted: 33
6.14	YLIPAINESUOJA	<u>31</u>	Deleted: 33
6.15	PITOISUUSMITTAUS.....	<u>31</u>	Deleted: 34
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA	<u>32</u>	Deleted: 34
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	<u>32</u>	Deleted: 36
7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	<u>34</u>	Deleted: 36
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	<u>34</u>	Deleted: 37
7.2.2	KAPASITEETTIRAJOITUS	<u>35</u>	Deleted: 37
7.2.3	TUKILIEKIN TARVE	<u>35</u>	Deleted: 37
7.2.4	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON PYSÄYTTÄMINEN	<u>35</u>	Deleted: 38
7.2.5	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN POLTTOA EI TARVITSE PYSÄYTTÄÄ	<u>36</u>	Deleted: 39
7.3	POLTIN	<u>37</u>	Deleted: 39
7.3.1	TUKI/PILOTTILIEKKI.....	<u>37</u>	Deleted: 39
7.4	PUTKISTO	<u>37</u>	Deleted: 40
7.4.1	PUTKISTON RAKENNEMATERIAALI	<u>38</u>	Deleted: 40
7.4.2	PUTKISTON HÖYRYTYS	<u>38</u>	Deleted: 40
7.4.3	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	<u>38</u>	Deleted: 40
7.5	MAADOITUS JA POTENTIAALITASAUUS	<u>38</u>	Deleted: 41
7.6	VENTTIILIT	<u>39</u>	Deleted: 41
7.6.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI	<u>39</u>	Deleted: 41
7.6.2	SULKUVENTTIILIT	<u>39</u>	Deleted: 41
7.6.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA	<u>39</u>	Deleted: 41
7.7	LAUHTENPOISTO.....	<u>40</u>	Deleted: 42
7.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	<u>40</u>	Deleted: 42
7.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SIOITUS	<u>40</u>	Deleted: 42
7.7.3	VESILUKOT.....	<u>40</u>	Deleted: 42
7.8	EJEKTORI	<u>41</u>	Deleted: 43
7.9	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	<u>41</u>	Deleted: 43
7.10	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	<u>41</u>	Deleted: 43
7.11	LIEKINEROTUS	<u>41</u>	Deleted: 43
7.11.1	LIEKINEROTTIMEN PESU	<u>42</u>	Deleted: 44
7.11.2	LIEKINEROTTIMEN PAINEMITTAUS	<u>42</u>	Deleted: 44
7.12	VAIHTOEHTOINEN PAIKKA	<u>42</u>	Deleted: 44
7.12.1	VENTTIILIT	<u>42</u>	Deleted: 44
7.12.2	HÖYRYTYS	<u>42</u>	Deleted: 44
7.12.3	SOIHDUN SIOITUS	<u>42</u>	Deleted: 44
7.13	ALIPAINESUOJA	<u>42</u>	Deleted: 44
7.14	YLIPAINESUOJA	<u>42</u>	Deleted: 44
7.14.1	RÄJÄHDYSLEVY	<u>43</u>	Deleted: 44
7.14.2	RÄJÄHDYSLEVYJEN SIOITUS	<u>43</u>	Deleted: 45
7.15	PITOISUUSMITTAUS.....	<u>43</u>	Deleted: 45
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA	<u>44</u>	Deleted: 45
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	<u>45</u>	Deleted: 46
			Deleted: 47

8.1.1	METANOLIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	46	Deleted: 48
8.1.2	METANOLIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT.....	46	Deleted: 48
8.1.3	TÄRPÄTIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	47	Deleted: 49
8.1.4	TÄRPÄTIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	47	Deleted: 49
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	48	Deleted: 50
8.3	VENTTIILIT	48	Deleted: 50
8.3.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI	48	Deleted: 50
8.3.2	SULKUVENTTIILIT	48	Deleted: 50
8.3.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA	48	Deleted: 50
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	49	Deleted: 51
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ	49	Deleted: 51
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	49	Deleted: 51
9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ	49	Deleted: 51
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA.....	50	Deleted: 52
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN 50		Deleted: 52
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAIKSIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN.....	51	Deleted: 53
9.5	TOIMINTA HÄIRIÖIDEN YHTEYDESSÄ.....	51	Deleted: 53
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA.....	52	Deleted: 54
10.1	LUOKITTELU	52	Deleted: 54
10.2	KYLIT	52	Deleted: 54
10.3	VESITYKSET	53	Deleted: 55
10.4	VENTTIILIT	53	Deleted: 55
10.5	KANAVIEN KALLISTUKSET	53	Deleted: 55
10.6	KANAVAMATERIAALI	54	Deleted: 56
10.7	KANAVIEN ERISTYKSET	54	Deleted: 56
10.8	LAIPAT, YHTEET	54	Deleted: 56
10.9	PUHALTIMET.....	54	Deleted: 56
10.10	EJEKTORIT	54	Deleted: 56
10.11	KANAVAMITOITUS	55	Deleted: 56
10.12	LIEKINEROTTIMEN SJOITUS	55	Deleted: 57
10.13	RÄJÄHDYSLEVYJEN SJOITUS	55	Deleted: 57
10.14	OHITUKSEN SJOITUS.....	56	Deleted: 57
10.15	TILALUOKITUKSET	56	Deleted: 58
10.16	VALMISTUSLUVAT	57	Deleted: 58
11	SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET.....	58	Deleted: 59
11.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	58	Deleted: 60
11.1.1	HAZOP.....	58	Deleted: 60
11.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	58	Deleted: 60
11.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX)	59	Deleted: 61
11.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT	59	Deleted: 61
11.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET.....	59	Deleted: 61

11.3.1	SODAHUSKOMMITTÉN	60	Deleted: 62
11.3.2	BLRBAC	60	Deleted: 62
12	POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN	62	Deleted: 64
12.1	POIKKEAMAT BLRBACn OHJEISIIN	62	Deleted: 64
12.2	POIKKEAMAT SHKn OHJEISIIN	62	Deleted: 64
13	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA.....	64	Deleted: 66
13.1	ESIMERKKI: VARKAUDEN TAPAUUS 1980-LUVULLA	64	Deleted: 66
13.2	ESIMERKKI: KLABININ TAPAUUS BRASILIASSA 10.10.1998	65	Deleted: 67
13.3	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, KEMIN TEHTAAN VAURIO 29.12.1998.....	65	Deleted: 67
14	LOPPUSANAT.....	67	Deleted: 69
15	KIRJALLISUUSVIITTEITÄ	68	Deleted: 70
LIITTEET			
Liite I	Esimerkkilaskelma		

1 YLEISTÄ

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

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

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

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

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

Eräillä tehtailla, myös Suomessa metanoli ja tärpätti poltetaan.

Deleted: yhteis

Deleted: Tämä suositus käsittelee vain tapauksia, joissa sekä metanoli että tärpätti erotetaan ja käsitellään koko prosessin ajan erillään.

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

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

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

2 MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

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

Deleted: ja

Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti:

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

Formatted: Bullets and Numbering

~~Tässä suosituksessa ei metanolin ja tärpähtin polttoon kaasumaisena oteta kantaa.~~

2.1 Väkevät hajukaasut

Väkevät hajukaasut ovat pääosin peräisin haihdukselta, strippauksesta, polttoli-
peäsäiliöstä, vahvalipeäsäiliöstä, pieniä määriä voi tulla myös keittämöltä.

Deleted: keittämöltä,

Deleted: tai

Deleted: .

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

Deleted: a

Deleted: estetään

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

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

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

2.2 Laimeat hajukaasut

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

Deleted: pitäisi

Deleted: ohjata

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).

Deleted: 1
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.

Deleted: kä

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

2.4 Metanoli

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

Deleted: 1
Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn metanolin polttoon.

2.5 Tärpätti

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

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 lauhhteita.

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

Deleted: a

Deleted:

Deleted: 1
Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn tärpätin polttoon.

2.6 Määritelmiä

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

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

2.7 Lyhenteitä

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

2.8 Räjähdysrajojen laskentakaavoja

Räjähdysraja lasketaan tyypillisesti seoksen komponenttien avulla.

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

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

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

Deleted: 154*

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

Deleted: *Tämä arvo on mahdollisesti detonaationopeus joka aiheutuu räjähdyksen aiheuttamasta paineaallosta. ¶

3 VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

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

Deleted: jää

Deleted: ksi

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 päästötaso nousta. Kattilan SO₂ päästötasoon vaikuttaa tehtaan korkea sulfiditeetti, polttolipeän kuiva-aine ja lämpöarvo sekä kattilan kuorma.

Deleted: On syytä tutkia mahdollisimman tarkkaan soodakattilan kyky ottaa vastaan lisärikki-kuorma ennen kuin hajukaasujen poltosta soodakattilassa päätetään.

Deleted: ,

Deleted: ja j

Deleted: aiheuttaa

Deleted: n

Deleted: un

3.2 Vaikutukset soodakattilan NO_x päästöihin

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

Deleted: Rikkipäästöä voidaan pienentää alentamalla mustalipeän sulfiditeettia ja nostamalla polttolipeän kuiva-ainetta. ¶ Rikkipäästöjen voidaan arvioida olevan häiriöttömässä ajossa vähäiset väkeviä hajukaasuja poltettaessa, jos polttolipeän kuiva-aine on vähintään 72 % ja lipeäkuorma on lähes täysi, kun sulfiditeetti on lähellä 40 %. ¶ Laimeita hajukaasuja poltettaessa rikkipäästön voidaan ajatella nousevan, jos polttolipeän kuiva-aine on 68 % tai sen alle. ¶ Jos hajukaasuja poltetaan osakuormilla, pitää tapauskohtaisesti analysoida sähkösuodintuhkan pH ja karbonaattipitoisuus sekä savukaasujen SO₂-pitoisuus. Jatkuvasti osakuormalla ajava kattila tarvitsee korkeammat kuiva-aineet kuin nimelliskuormalla tai sen yli ajava kattila häiriöttömän käytön ylläpitämiseksi

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

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

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.

Deleted: Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu.

3.2.3 Väkevien hajukaasujen vaikutus

Väkevien hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 0.2... 3 % koko ilmamäärästä. Typpi väkevissä hajukaasuissa on pääasias-
sa ammoniakkaa. 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

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

Deleted: on

3.3 Vaikutukset soodakattilan TRS päästöihin

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

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

Deleted: Vaikutus on näkynyt kattiloiden vuosipäästöissä.¶

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

3.4 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

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

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

Deleted: mukana tuleva rikkimäärä on niin iso, että poltto synnyttää SO₂ päästöä

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

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

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

Liutinhöngän ja laimeiden hajukaasujen mukana kattilaan tulee vesihöyryä, mikä saattaa hiukan rajoittaa kattilan kapasiteettia.

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

Deleted: muutaman prosenttiyksikön

4 HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO

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

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

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

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

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

Deleted: liikaisten lauhteiden keräilyjärjestelmän

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

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

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

Deleted: Monilla t

Deleted: henkilökunnalla

Deleted: Yleensä t

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

Deleted: ,

Deleted: katso kohta 4.8.

4.1.1 Tuuletus/Höyrytys

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

Tuuletus on aina johdettava ulkoilmaan.

4.1.2 Haju

Hajuaisti turtuu suuremmissa pitoisuuksissa, 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.

Deleted: Hajukaasujen sisältämät orgaaniset komponentit ovat nenällä havaittavissa jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Sen vuoksi on pienintäkkin toistuvaa vuotoa vältettävä.¶

Deleted: pelkkään

4.1.3 Suojautuminen

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

Deleted: saa

Deleted: t

Deleted: ää

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa sulavesiräjähdyshaara, 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 kanaviston alimpiin kohtiin kuten vesityksiin. Jos putkien halkaisija ei ole riittävän suuri, voi putkisto tukkeutua kokonaan.

Deleted: .

Deleted: rtyy

4.2.3 Vesitaskun täyttyminen

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

Deleted: , joissa voi esiintyä runsaasti lauhdetta

Deleted: .

4.3 Räjähdyksvaarat hajukaasulinjoissa

Väkevän hajukaasun siirto, ja poltto toteutetaan siten, että kaasu ei ole missään tilanteessa räjähtävää. Räjähdyksvaara syntyy, jos väkevän hajukaasun joukkoon vuotaa ilmaa. Väkevien hajukaasujen konsentraatio pidetään ylemmän räjähdysrajan yläpuolella huolehtimalla tiiviyydestä.

Deleted: kuljetus

Deleted: Joissain tapauksissa räjähdysvaara voi syntyä kun hajukaasuissa olevaa vesihöyryä lauhdutetaan pois.

Deleted: korkealla

Deleted: kuljetus

Deleted: laimeampi, kuin sellainen konsentraatio

Deleted: mikä voi räjähtää.

Deleted: onkin pidettävä tarpeeksi matalana

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.

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 sen höyrystyminen käynnistyksen yhteydessä.

Deleted: täpätin

4.3.2 Tulenkäsittely- ja tupakointikielto

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

4.4 Kaasuräjähdyks kattilassa

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

4.5 Sulavesiräjähdyks kattilassa

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

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

Deleted: Merkittävä riski soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara.

Formatted: Highlight

Deleted: o

Deleted: n

Deleted: yleensä

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

Deleted: Hajukaasujen rikkipoiset lauhteet ovat korrodoivia.¶

Deleted: Eräissä tapauksissa on epäilty laimeiden hajukaasujen polton aiheuttavan korroosiota tertiääri-ilma-aukoissa, mutta varmuutta hajukaasujen osuudesta korroosioon ei ole todennettu.¶ Oikeilla materiaalivalinnoilla voidaan korroosio-ongelmien olettaa olevan vähäisiä.

4.6 Korroosio-ongelmat

Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisänneen soodakattilan korroosiota.

4.7 Kipinöinti/taattinen sähkö

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

Deleted: ¶
On huomioitava, että muovipuhallin ei katkaise linjan maadoitusta.¶
<#>**Korjaus ja huoltotöiden luvat¶**
Kun hajukaasulinjoilla tai -laitteilla tehdään korjaus- tai huoltotöitä täytyy ko. työkohteilla saada erityislupa työn suorittamiseksi. Tehtailla, joilla hajukaasun polttoa tehdään, on oltava voimassa olevat ohjeet siitä miten tällainen lupa annetaan. Edelleen on määrättävä mitä vaaditaan, jotta voidaan työskennellä hajukaasun käsittelyyn liittyvillä laitteilla ja linjoilla.¶

5 LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

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

Formatted: Highlight

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

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 m³n/ADt ja niiden rikkipitoisuus on noin 0.1 – 0.5 kgS/ADt. Kuitulinjan laimeat hajukaasut pääsääntöisesti käsitellään pesuri-tyyppisellä hönkäjäähdyttimellä, jolloin käsiteltävä hajukaasumäärä pienenee. Sellutehtaan laimeiden hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä osastomääriä on esitetty taulukossa 5-1.

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

Osasto	kg S / ADt	m ³ n / ADt
Jatkuvatoimisen keiton höngät	0.1 – 0.5	100 – 400
Superbatch keiton höngät (evakuointi-ilma, paineettomien säiliöiden hönkä)	0.1 – 0.5	150 – 300
Pesemön höngät	0.05 – 0.1	100 – 200
Mäntyöljykeittämön höngät	0.05 – 0.2	2 – 3
Säiliöhöngät, 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 analyyseista on esitetty taulukossa 5-2.

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseista syntypisteessä.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtaalla ensimmäistä kertaa käyttöön tai prosessiin tehdään muutoksia, tulee konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteistä 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.
-------------------	-------------	--------------

Deleted: pitää

Deleted: erityisesti käynnistysten ja prosessihäiriöitten yhteydessä,

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

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

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

Laimeat hajukaasut syötetään soodakattilaan tyypillisesti osana kattilan polttoilmaa.

Lauhderyöpyyn 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, proses-

Deleted: Soodakattilayhdistys suosittelee laimeiden hajukaasujen syöttämistä soodakattilaan lipeän-polttotason yläpuolelta.

Deleted: Jos laimeita hajukaasuja syötetään lipeänpolttotason alapuolelle sekundääri-ilmatasolle, niin järjestelmässä on oltava riittävän suuri (koko/virtaus noin 0.1 m³ / m³n/s) lauhteen poistolla varustettu erotussäiliö laimeiden hajukaasujen mukana tulevan lauhderyöpyyn erottamiseksi virtauksesta. Siten hajukaasuvirta 10 m³n/s vaatii 1 m³ lauhteen erotus-säiliön. ¶

Deleted: L

Deleted: /jäähdytys

Deleted: at

Deleted: t

Deleted: jäähdytetään ennen polttoa edeltävää lämmitystä lämpötilaan 40 °C

Deleted: Lauhtuvan veden määrää pienennetään lämmittämällä laimea hajukaasu ennen sen syöttöä kattilaan. Suositeltava lämpötila on 90 °C. Lämmitys tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle ennen varsinaista syöttökohtaa.

Deleted: Näin lauhteiden pääsy kattilaan olisi mahdollisimman epätodennäköistä.

Deleted: Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään 40 °C.¶

Formatted: Bullets and Numbering

sikytöntöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä suureita mukana logiikassa.

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

Laimeiden hajukaasujen polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja polton aloit-
taminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin sooda-
kattilan toiminnan valvonta tapahtuu.

5.3.1 Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

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

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

1. Kattilasuoja OK

2. Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on yli 15% kattilan nimelliskuumasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.

3. Laimean hajukaasun puhallin päällä

4. Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä

5. Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä

6. Lämpötila ennen lämmityspatteria alle lämpötilarajan

7. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan

8. Tuuletus katolle (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson

9. Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitasku alle ylärajan

5.3.2 Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

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

1. Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on alle 15% kattilan nimelliskuumasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.

2. Pikapysäytys laukeaa

3. Kattilasuoja laukeaa

4. Laimean hajukaasun puhallin pysähtyy

5. Jos laimeita hajukaasuja johdetaan erillisen polttimen polttoilmaksi ja tälle polttimelle tulee poltinhäiriö

6. Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan

7. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan

8. Paine hajukaasukanavassa laskee alle alarajan

9. Hajukaasujärjestelmässä olevan vesitaskun yläraja

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: minimikapasiteettirajan

Deleted: <#>Lipeänpoltto on päällä ¶

Deleted: Soodakattilayhdistys suosittelee lipeän polttoa laimeiden polton aikana, jotta syntyvä natrium voisi sitoa syntyvän rikin. ¶

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: <#>Kattilan höyrynkehitys on alle minimikapasiteettirajan¶
<#>Lipeänpoltto keskeytyy¶

Deleted: ennen

Deleted: poltinta

Formatted: Bullets and Numbering

Deleted: H

Deleted: n lauhteenpoistojärjestelmään tulee vika joka uhkaa lopettaa lauhteiden poistumisen (lauhteiden keräys yläraja tai vesitasku yläraja)

5.4 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä oltava lauhteenpoisto.

5.5 Varasilmayhde

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

5.6 Kanavat

Laimeiden hajukaasujen vuotaminen kattilahuoneeseen pitää estää. Kanavan pituus kattilahuoneessa pitää minimoida.

5.6.1 Kanavamateriaali

Korroosiovaaran vuoksi on laimeiden hajukaasujen keräily kanavat suositellaan teh-
täväksi ruostumattomasta teräksestä EN1.4301 (SS2333) tai paremmasta.

5.6.2 Virtaus

Laimeiden hajukaasujen virtausmäärää suositellaan mitattavaksi. Virtausmäärän mittauksen tulee sijata mahdollisimman lähellä laimeiden hajukaasujen syöttökoh-
taa kattilaan.

5.6.3 Maadoitus

Laimeiden hajukaasujen putkistolle tehdään maadoitus. Lisäksi niissä paikoissa ku-
ten laipoissa, luukuissa ja yhteissä, missä esim. tiivistemateriaalin takia voi muo-
dostua galvaaninen erotus on suoritettava potentiaalitasaus, eli esim. metallilanka
kytketään määräysten mukaisesti laippaliitosten yli staattisten kipinöiden ehkäise-
miseksi.

5.7 Lauhteenpoisto

Laimeiden hajukaasujen linjat on varustettava lauhteenpoistoyhteillä. Lauhteet tu-
lee ensisijaisesti johtaa likaislauhteiden käsittelyyn omana järjestelmänä.

Deleted: <#>Kapasiteettirajoi-
tus¶

Laimeiden hajukaasujen poltto
vaatii, että tulipesässä on riittävä
lämpötila ja viiveaika, jotta haju-
kaasut palaisivat hiilidioksidiksi,
vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi.
Riittävä viiveaika >0.5 s saadaan
yleensä aikaan helposti. Riittävä
lämpötila saavutetaan, kun kattilan
kuormaa nostetaan tarpeeksi.
Minimikapasiteetin määrittää
laitetoimittaja. Täksi tulitehoksi
laimeille hajukaasuille on usein
määritetty 30 % nimellishöyry-
kuormasta. Nimelliskuorma on
usein jonkin verran epämääräinen
käsite, koska laitetekniikka kehit-
tyy. Samankokoisesta pesästä
saadaan usein myöhemmin isompi
teho ulos. Siksi suositellaan, että
tämä kapasiteetti vastaisi vähintään
tulitehoa 0.6 MW/m² pohjaa.
Esimerkki kapasiteettirajan laske-
miseksi on esitetty Liite I.¶

Deleted: Laimeiden hajukaasu-
jen puhallin suositellaan sijoitetta-
vaksi kattilahuoneen ulkopuolelle.
Jos se jostain syystä sijoitetaan
kattilahuoneeseen, on sijoituspaik-
kaa valitessa etsittävä sellainen
suojaisa sijoituspaikka, jossa
mahdolliset ongelmat aiheuttavat
mahdollisimman pienen vaaran
käyttöhenkilökunnalle. ¶
Puhaltimen materiaali on yleensä
EN 1.4436 (SS2343). Puhaltimen
staattinen sähkö tulee poistaa
maadoituksella. ¶
Puhaltimen kuori pitää olla varus-
tettu lauhteenpoistoyhteellä alim-
masta pisteestä huomioiden myös
käynnin aikaisen vedenpoiston.¶

Formatted: Bullets and
Numbering

Deleted: etään

Deleted: usein

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

Formatted: Bullets and
Numbering

Deleted: Laimeen hajukaasun
kanavien vetoa heikon nurkan,
liuotinsäiliön, lipeänpolttotason ja
muiden jatkuvan työskentelyn
tasojen läheisyyteen tulisi mahdol-
lisuuskien mukaan välttää.

Deleted: polton

Deleted: ja suuttimet tehtävä

Deleted: tulee mitata

5.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

5.7.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

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

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

Ennen jyrkkää nousua on aina tehtävä vesitys.

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

5.7.3 Vesilukot

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

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

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

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

5.8 Pesuri

Laimeiden hajukaasujen järjestelmässä tulee olla tarpeellinen määrä pesureita, jolla poistetaan kaasujen sisältämää vesihöyryä sekä tärpättiä.

Formatted: Not Highlight

Deleted: pienennetään kerättävää kaasumäärää.

5.9 Venttiilit/pellit

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

Deleted: Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa

Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

Deleted: ¶
<#>Venttiilien rakennemateriaali¶

5.10 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

Deleted: Palloventtiilien tiivistämateriaaliksi suositellaan teflonia tai metallitiivistettä. Läppäventtiileissä suositellaan metallitiivistettä.¶
<#>Sulkulaitteet¶
Laimeiden hajukaasujen linjat on varustettava tiiviillä sulkulaitteilla. Lukituksissa mukana olevat runkolinjojen pääsulkulaitteet on varustettava rajakytkimillä.¶
Mikäli laimeita hajukaasuja poltetaan sellaisissa ilma-aukoissa, jotka pitää puhdistaa käsin, niin kukin aukko on varustettava tiiviisti sulkeutuvalla venttiilillä ja aukolle johtava kanava tiiviillä sulkuventtiilillä. Suuttimen avaus voidaan tällöin turvallisesti suorittaa myös hajukaasujärjestelmän ollessa käynnissä. Mikäli kanavan sulkuventtiilin ollessa kiinni on mahdollista, että lauhdetta syntyy venttiilin tulopuolelle, on kanava varustettava asianmukaisella lauhteenpoistolla.¶
Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.¶

5.11 Pisaneroin

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

5.12 Liekinest

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

Formatted: Bullets and Numbering

5.13 Räjähdyslevy

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

5.14 Alipainesuoja

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

5.15 Ylipainesuoja

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää ylipainesuojaa.

5.16 Pitoisuusmittaus

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta. Soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen pitoisuudet lähtöpisteessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia ja pitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

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

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

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

6.1 Koostumus ja määrä

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

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

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

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

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

6.2 Lämmitys/jäähdytys

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

Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään 20 °C.

6.3 Liuottimen hönkien polton logiikka

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

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

6.3.1 Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Liuottimen hönkiä voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun seuraavat ehdot ovat voimassa

1. Kattilan kuorma on yli minimikapasiteetin
2. Liuottimen hönkien puhallin on päällä
3. Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä

4. Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä
5. Lämpötila ennen lämmityspatteria on alle lämpötilarajan
6. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen on yli lämpötilarajan

6.3.2 Liuottimen hönkien syötön keskeytys

Liuottimen hönkien syöttö kattilan tulipesään on keskeytettävä, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

1. Kattilan höyrynkehitys on alle minimikapasiteettirajan
2. Pikapysäytys laukeaa
3. Kattilasuoja laukeaa
4. Liuottimen hönkien puhallin pysähtyy
5. Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan
6. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan

6.3.3 Kapasiteettirajoitus

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

6.4 Puhallin

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

Puhaltimen kuori pitää olla varustettu lauhteenpoistoyhteellä alimmasta pisteestä.

6.5 Kanavat

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

6.5.1 Kanavamateriaali

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

6.5.2 Virtaus

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

6.5.3 Maadoitus

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

6.6 Lauhteenpoisto

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

6.6.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

6.6.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

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

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

6.6.3 Vesilukot

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

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

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

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

6.7 Pesuri

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

6.8 Venttiilit

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

6.8.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

Läppäventtiileissä suositellaan metallitiivisteitä.

6.8.2 Sulkulaitteet

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

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

Liuottimen hönkälinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

6.9 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

6.10 Pisaraneroitin

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisaraneroitinta kaasun jäähdytyksen jälkeen.

6.11 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.12 Räjähdy levy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.13 Alipainesuoja

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

6.14 Ylipainesuoja

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

6.15 Pitoisuusmittaus

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

7 VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

7.1 Koostumus ja määrä

Väkevien hajukaasujen kokonaismäärä modernissa sellutehtaassa on 2 – 4 kgS/ADt. Määrä lisääntyy merkittävästi jos mustalipeää haihdutetaan korkeaan kuiva-aineeseen (yli 80 %). Prosessista johtuen väkevien hajukaasujen määrä voi vaihdella suuresti eri ajankohtina. Sellutehtaan väkevien hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä määriä on esitetty taulukossa 7-1.

Taulukko 7-1. Väkevien hajukaasujen tyypillisiä määriä eri osastoilta

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

Taulukko 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

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

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

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

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

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

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

7.2 Väkevien kaasujen polton logiikka

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

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

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

7.2.1 Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

Väkevien kaasujen poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

1. Kattilan kuorma on yli minimikuorman
2. Polttimen tukiliekki on ollut päällä vähintään 1 min
3. Liekinvartija näyttää tukiliekin olevan päällä
4. Väkevien hajukaasujen lanssi on kytketty

5. Polttimeen polttoilman tulopaine on yli minimiarvon
6. Polttimeen polttoilman virtaus on yli minimiarvon
7. Lipeänpoltto on päällä

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

7.2.2 Kapasiteettirajoitus

Väkevien hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan tarpeeksi. Täksi tulitehoksi on EN 12952-8 mukaan määritelty 50 % nimellishöyrykuormasta. Minimikapasiteetin määrittää laitetoimittaja. Koska nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsite, suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa 1 MW/m^2 pohjaa. Esimerkki kapasiteettirajan laskemiseksi on esitetty Liite I.

7.2.3 Tukiliekien tarve

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

Väkevien hajukaasujen polttimeen käynnistymisen aiheuttamien häiriöiden minimoimiseksi suositellaan tukiliekien käyttöä. Tukiliekien tarkoitus on varmistaa, että hajukaasujen palaminen jatkuu eikä liekin irtoamista tai sammumista polttimella tapahdu.

7.2.4 Väkevien kaasujen polton pysäyttäminen

Väkevien kaasujen poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

1. Kattilan höyryntuotto laskee alle minimikuorman

2. Pikapysäytys laukeaa
3. Kattilasuoja laukeaa
4. Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy
5. Hajukaasun lauhteenpoistojärjestelmään tulee vika, joka uhkaa lopettaa lauhteiden poistumisen (lauhteiden keräys yläraja tai vesitystasku yläraja)
6. Polttimen ilman paine laskee alle alarajan
7. Polttimen ilman virtaus laskee alle alarajan
8. Lipeänpoltto loppuu
9. Hajukaasun paine ennen poltinta laskee alle alarajan

Väkevien kaasujen poltto suositellaan pysäytettävän, jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa (suositus toteutetaan hälytyksen avulla)

1. Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)
2. Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys (H_2S) laukeaa
3. Polttomustalipeän kuiva-aine laskee alle hälytyksen aiheuttavan alarajan
4. Liekinerottimen paine-ero yli ylärajan
5. Hajukaasun virtaus polttimelle laskee alle alarajan

7.2.5 Väkevien hajukaasujen polttoa ei tarvitse pysäyttää

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

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

7.3 Poltin

Väkevät hajukaasut voidaan polttaa ainoastaan asianmukaisella ja tarkoitukseen soveltuvalla erillispolttimella.

Väkevien hajukaasujen poltin tulee varustaa paikallisohjaukskotelolla, josta kaikki pysäytykseen ja käynnistykseen liittyvät toimenpiteet voidaan tehdä.

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

Väkevien hajukaasujen polttimen hajukaasulanssi on voitava irrottaa.

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

Kukin polttoaine pitää polttaa omalla lanssillaan.

Väkevien hajukaasujen polttimeen voidaan tuoda erillisillä lansseilla myös metanolia ja tärpähtiä.

Väkevien hajukaasujen polttimen ilma voi olla myös laimeita hajukaasuja.

7.3.1 Tuki/Pilottiliekki

Tuki/Pilottiliekin tarkoitus on helpottaa varsinaisen polttoaineen syttymistä.

Tukiliekin polttoaineteho tulee olla vähintään 10 % polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta.

7.4 Putkisto

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

Putkiston rakentamisessa on noudatettava paineastia- ja kemikaalilakia.

7.4.1 Putkiston rakennemateriaali

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

7.4.2 Putkiston höyrytys

Polton 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.

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

Höyrytettäessä on olemassa riski, että linjaan lauhtunut vesi lähtee liikkeelle ja aiheuttaa vaaratilanteen.

7.4.3 Putkiston painemittaukset

Väkevien hajukaasujen putkisto pitää varustaa painemittauksin ejektorin jälkeen ja välittömästi ennen väkevien hajukaasujen poltinta. Putkiston paineesta on yli-painehälytys.

Suosittelaa että pisanerottimen tukkeutumisesta suoritetaan hälytys. Se voidaan toteuttaa esimerkiksi mittaamalla paine-ero josta on ylipaine-erohälytys. Tukkeutumista voidaan valvoa myös sekä virtausmäärän että erottimen jälkeen olevan painemittauksen perusteella toteutetulla hälytyksellä.

7.5 Maadoitus ja potentiaalitasaus

Väkevien hajukaasujen putkistolle tehdään maadoitus. Niissä paikoissa, missä esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus, on suoritettava potentiaalitasaus. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi laipat, luukut ja yhteet. Poten-

tiaalitasaus voidaan tehdä esimerkiksi kiinnittämällä metallilanka laippaliitosten ylistaatattisten kipinöiden ehkäisemiseksi.

7.6 Venttiilit

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

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

7.6.1 Venttiilien rakennemateriaali

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

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

7.6.2 Sulkuventtiilit

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

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

7.6.3 Venttiilien toimintaenergia

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

7.7 Lauhteenpoisto

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

7.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

7.7.2 Lauhteenpoistoyhteiden sijoitus

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

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

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

7.7.3 Vesilukot

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

Jotta väkevien hajukaasujen kanavassa ejektorin kehittämä paine ei riittäisi tyhjentämään vesilukkoa, on lukon vesipinnan korkeuden voitava vaihdella ainakin 15 000 Pa. Tämä vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1,5 m.

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

Koska pinnankorkeuksien erolla ei kaikissa tilanteissa pystytä kanavan painetta ylläpitämään, on vesilukkojen pinta kyettävä uudistamaan häiriön jälkeen. Pinnan uudistamiseksi johdetaan vesilukkoon virtausindikaatiolla varustettu vesivirta.

7.8 Ejektori

Väkevien kaasujen siirtoon ei saa käyttää puhallinta. Väkevien kaasujen siirtoon suositellaan ejektoria. Ejektoriin virtaavan käyttöhöyryn liikemäärä imee hajukaasuja. Höyryejektorin maksimi höyryn lämpötila saa olla 210 °C, mikä vastaa kylläisen höyryn painetta 16 bar(yp).

Väkevien kaasujen ejektori voidaan tarvittaessa sijoittaa soodakattilalaitokseen.

7.9 Lämmitys/jäähdytys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.10 Polttimen sähköistys ja automaatiikka

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

7.11 Liekinerotus

Liekinerotimen tarkoitus on sammuttaa kanavaa pitkin pesästä kohti hajukaasujen tuloa etenevä palorintama. Sammutus perustuu liekin jäähdyttämiseen.

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

7.11.1 Liekinerottimen pesu

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

7.11.2 Liekinerottimen painemittaus

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

7.12 Vaihtoehtoinen paikka

Väkevien hajukaasujen polton edellytys soodakattilassa on, että järjestelmässä on olemassa vaihtoehtoinen paikka, minne kaasut voidaan automaattisesti ohjata. Tyyppillisesti kaasut ohjataan hetkellisesti katolle, erillispiippuun tai käynnissä olevaan soihtuun.

7.12.1 Venttiilit

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

7.12.2 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.12.3 Soihdun sijoitus

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

7.13 Alipainesuoja

Väkeville hajukaasuille ei kattilarakennuksessa saa käyttää ilmaa korvauskaasuna ottavaa alipainesuojaa.

7.14 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. Ylipainesuojan laukeamisesta on tultava hälytys.

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy.

7.14.1 Räjähdyslevyt

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

Suositeltava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

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

7.14.2 Räjähdyslevyjen sijoitus

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

7.15 Pitoisuusmittaus

Väkeville hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta. Soodakattilayhdistys suosittelee, että väkevien hajukaasujen pitoisuudet lähtöpisteessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia ja pitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

8 METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

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

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

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

Tyypillinen koostumus on esitetty taulukossa 8-1.

Taulukko 8-1. Tärpätin tyypillinen koostumus

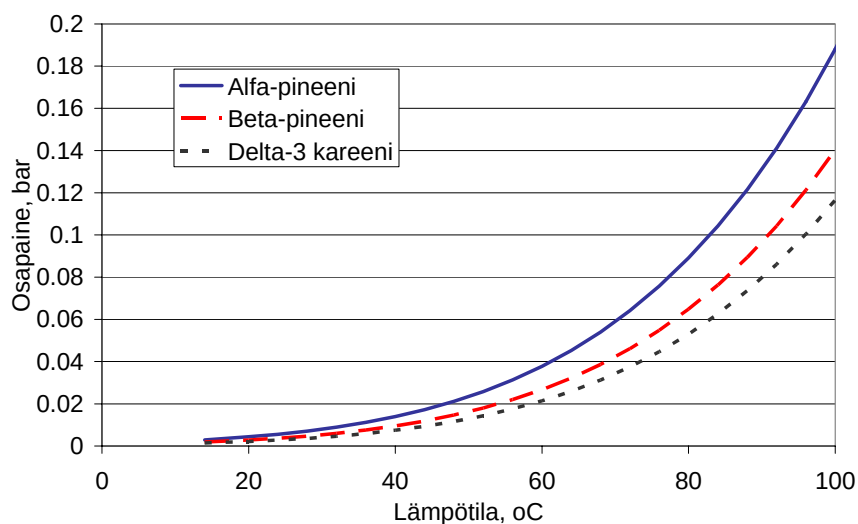
Yhdiste	Pitoisuus, %
Alfa-pineeni	80 - 90
Beta-pineeni	5 - 10
Delta-3 kareeni	5 - 10
Muita C ₁₀ H ₁₆ yhdisteitä	< 1
<u>Metyylimerkaptani</u>	0 - 5
<u>Dimetyylisulfidi</u>	0 - 12
<u>Dimetyylidisulfidi</u>	0 - 1

Deleted: MM

Deleted: DMS

Deleted: DMDS

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

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

8.1 Metanolin/Tärpätin polton logiikka

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

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

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

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

8.1.1 Metanolin polttimen käynnistyksen edellytykset

Metanolin poltto voidaan aloittaa soodakattilassa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

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

Pelkän metanolin poltto saattaa aiheuttaa merkittävän hajuhaitan.

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

8.1.2 Metanolin polton pysäyttävät tapahtumat

Metanolin poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

1. Lipeän poltto keskeytyy

2. Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy
3. Polttimeen ilmavirtaus putoaa alle alarajan
4. Polttimeen ilman paine putoaa alle alarajan
5. Linjan paine laskee alle painerajan
6. Pikapysäytys laukeaa
7. Kattilasuoja laukeaa
8. Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen

8.1.3 Tärpätin polttimeen käynnistytksen edellytykset

Tärpätin poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

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

8.1.4 Tärpätin polton pysäyttävät tapahtumat

Tärpätin poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

1. Lipeän poltto keskeytyy
2. Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy
3. Polttimeen ilmavirtaus putoaa alle alarajan
4. Polttimeen ilman paine laskee alle painerajan
5. Linjan paine laskee alle painerajan

6. Pikapysäytys laukeaa
7. Kattilasuoja laukeaa
8. Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen

8.2 Polttimen sähköistys ja automatiikka

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

Metanolilanssi ja tärpättilanssi puhalletaan höyryllä.

8.3 Venttiilit

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

8.3.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan ruostumaton teräs EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpähti ovat liuottimia). Eräs usein käytetty tiivistemateriaali on PTFE (teflon).

8.3.2 Sulkuventtiilit

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

8.3.3 Venttiilien toimintaenergia

Metanolin/tärpätin polton sulkuventtiilit sulkeutuvat ilman ulkopuolista käyttöenergiaa.

9 TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA

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

9.1 Toiminta häiriön yhteydessä

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

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

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

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

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

9.3 Toiminta ylösajon yhteydessä

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

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

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

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

Ennen ylösajoa on kaikki lauhdesäiliöt tarkastettava ylivuotojen ja kuivumisten havaitsemiseksi.

Ennen ylösajoa on kaikki vesilukkojen lisävedet tarkastettava ja laitettava toimimaan.

9.4 Toiminta seisokin aikana

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

9.4.1 Ohjeita hajukaasujärjestelmän valmistelemiseksi seisokki- tai huoltotöitä varten

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

9.4.2 Ohjeita seisokin aikaisiin kunnossapidon töihin

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

9.5 Toiminta häiriöiden yhteydessä

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

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

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

10 ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA

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

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

10.1 Luokittelu

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

Hajukaasujen jako laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin ei riitä karakterisoimaan sisällön vaarallisuutta. Kaasuseokset pitää luokitella Sosiaali- ja terveysministeriön antaman kemikaalien luokitusperusteita ja merkintöjä koskevan päätöksen (739/93, muutos 636/94) 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 kanavat on varustettava asianmukaisin merkinnöin. Merkinnöissä on luettava ainakin tekstit ”Väkeviä hajukaasuja”, ”Tärpättiä”, ”Metanolia” ja ”Laimeita hajukaasuja” sekä tarvittaessa ”Palavaa”, ”Myrkyllistä” ja ”Ei

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

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

10.3 Vesitykset

Hajukaasulinjojen kanavien alimmista kohdista on tehtävä vesitykset.

10.4 Venttiilit

Hajukaasujen poltossa on käytettävä käsiteltävän hajukaasun ominaisuuksien mukaan valittuja venttiilejä.

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

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

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

10.5 Kanavien kallistukset

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

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

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

10.6 Kanavamateriaali

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

Väkevilla hajukaasuilla pitää käyttää putkia PN > 10.

10.7 Kanavien eristykset

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

Vesitykset on eristettävä ja ulkona olevat vesitykset on lämpösaattettava.

10.8 Laipat, yhteen

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

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

10.9 Puhaltimet

Laimeiden hajukaasujen siirtoon suositellaan käytettäväksi puhaltimia.

10.10 Ejektorit

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

10.11 Kanavamitoitus

Hajukaasuja poltettaessa on kanavanopeudet pidettävä kaikissa käyttöolosuhteissa yli liekin etenemisnopeuden.

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

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

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

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

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

10.12 Liekinerottimen sijoitus

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

10.13 Räjähdyslevyjen sijoitus

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

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 piippuun tai soodakattilalaitoksen katolle.

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

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

Väkeville hajukaasuille ja täpättipitoisille likaislauhteille joudutaan usein soveltaamaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitusta.

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

Mikäli tila katsotaan riskialttiiksi, voidaan se varustaa automaattisella tehotuuletuksella, mikäli H_2S -pitoisuus nousee liian korkeaksi.

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

10.16 Valmistusluvut

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

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

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

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

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

11 SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

11.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

- Kemikaalilaki (744/1989, muutoksineen 57/1999)
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä (59/1999, korvaa entisen asetuksen 682/1990)
- Sosiaali- ja terveysministeriön päätös 1027/1996

11.1.1 HAZOP

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

11.1.2 Putkistojen luokittelu

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

Viranomaiset luokittelevat hajukaasut Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 1027/1996 mukaisesti. Tämä päätös on EU-direktiivin mukainen, eikä viranomainen luokittele hajukaasuja erikseen laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin niin kuin selluteollisuudessa yleensä. Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (979/1997) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle, pohjana on käytetty standardia ISO/DIS 10156 ja sen taulukoita 1 ja 2. Laimeat hajukaasut luokitellaan haitallisiksi kaasuiksi, muttei räjähtäviksi kaasuiksi.

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

11.1.3 Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu (ATEX)

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

11.2 Eurooppalaiset standardit

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

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

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

Ohjeistuksessa kuvataan seuraavat asiat:

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

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

11.3.2 BLRBAC

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

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

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

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

Ohje on hyvin kattava, se sisältää myös logiikkaehtoja ja esimerkkejä poltto- ja keraällyjärjestelmien 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 ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

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

12.2 Poikkeamat SHKn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat SHKn ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

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

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

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

13 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

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

Vastaavanlaisia tapahtumia on esiintynyt muillakin tehtailla.

13.1 Esimerkki: Varkauden tapaus 1980-luvulla

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

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

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

13.2 Esimerkki: Klabinin tapaus Brasiliassa 10.10.1998

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa 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) polttimeen läpi. Räjähdyksen 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.

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

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

Yleensä soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmille.

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

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

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

14 LOPPUSANAT

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää kannanottoa sellu-tehtaan 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 restproducter 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 I

ESIMERKKI POHJAKUORMAN LASKEMISEKSI

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

	100	%	43	%
Kattilan pohjan ala	100	m ²	100	m ²
Höyryntekitys	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

Hajukaasujärjestelmän ongelmapaikat

HAJUKAASUJEN ONGELMA PAIKAT

1 Väkevät

- likaislauhde säiliö atmosfäärinen säiliö
- haihduttamon kääntöventtiilit (jotta ei ajeta ilmaa väkeviin)
- vesilukot riittävät jotta ejektori ei ime vesilukkoja tyhjiksi lukitus alipaineesta ejektorille
- vesityksien hermeettiset pumppu, vaikea tunnistaa vikaa ja laakereiden kesto ei ole paras mahdollinen
- pitäisi olla säädettävä poltin niin että höyryä ei tarvitse aina ajaa ja kuitenkin piikit mahtuu polttoon
- ongelmat metanolin nesteytyksessä lisäävät kaasumääriä

2 Laimeat hajukaasut

- haihduttamon ongelmat paisutus ongelmat tuovat lisää kaasunpoisto tarvetta säiliöalueelta (onko vuotojen keräily säiliö järkevä)
- epäkuranttia esim metanolia voidaan johtaa laihaliipeä säiliöön ja mihin tärpätti johdetaan kun keittämön väkevissä hajukaasuissa on lipeää. Nyt menee laihaliipeän sekaan?
- suopaa pesurissa ja jäädyttimessä /lämpötila korkea
- mihin mäntyöljyn keiton suolavasi neutraloidaan (rikkivety)
-

LIITE 3

**Reappraisal of the role of turpentine vapor in noncondensable gas explosions
TAPPI journal April 2010**

Reappraisal of the role of turpentine vapor in noncondensable gas explosions

RISTO LAUTKASKI

ABSTRACT: Turpentine has been identified as the cause of numerous fires and explosions within the pulp and paper industry. Explosions in the noncondensable gas (NCG) collection systems caused by total reduced sulfur (TRS) compounds have usually been minor and caused minimal damage, but explosions caused by turpentine could be catastrophic. When flammable conditions have been created by insufficient dilution, air leakage into the system, or accumulation and breakthrough of TRS gases or turpentine vapor at a chip bin, it is conceivable that turpentine vapor created near-optimum flammable mixtures more often than TRS gases did. In these cases, the burning velocity would have been close to the maximum. On the other hand, when flammable conditions were created due to insufficient dilution of a stream of high volume, low concentration gases (HVLCs) or due to air leakage into a stream of low volume, high concentration gases (LVHCs), then the flammable mixture formed would be expected to have been off-stoichiometric: lean in the former case and rich in the latter case. In both cases, the burning velocity could have been much lower than in the near-stoichiometric mixture. The violence of explosions caused by turpentine is attributed to its capability to form near-stoichiometric mixtures more easily than the other components of NCGs.

Application: Information in this paper will give designers and users of NCG collection systems insight into the nature of fires and explosions caused by turpentine.

To meet air quality requirements, noncondensable gases (NCGs) generated in the kraft pulping process are collected and disposed of by incineration at the recovery boiler. Noncondensable gases consist of sulfur compounds, referred as total reduced sulfur (TRS) compounds; turpentine (mainly α -pinene); and methanol. **Table I** presents the combustion properties of kraft mill NCGs in air (lower flammability limit [LFL], upper flammability limit [UFL], autoignition temperature [AIT], and fundamental burning velocity S_u).

The data in Table I — except the fundamental burning velocity of hydrogen sulfide [1] — are presented in a number of sources [2–8]. However, the value of the burning velocity of α -pinene — 154 m/s or 506 ft/s — was erroneous in all the sources. This value had already come under criticism: “The value reported for turpentine [154 m/s] is currently being

disputed by some experts in the field, who claim that the velocity is much slower” [5].

According to Allen [9], the value 506 ft/s had been taken from a table of combustion properties of hydrocarbon fuels in Perry and Chilton [10]. That table was adapted from the National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) [11], where the number 506 was given as the autoignition temperature of α -pinene in degrees Fahrenheit (506°F = 263°C). During the adaptation, this number was entered in the wrong column. It should be noted that NACA gave no value for the fundamental burning velocity of α -pinene. The correct value is 0.62 m/s [12].

EXPLOSION RISKS OF NCGS

Pulp mill NCG sources are divided into four categories [8]:

1. Low volume, high concentration (LVHC) gases, or concentrated NCGs
2. Overhead vapors from foul condensate steam stripping systems, or stripper-off gases
3. High volume, low concentration (HVLC) gases, or dilute NCGs
4. Chip bin vent gases

LVHC gases consist of relatively high concentrations of TRS compounds and air depleted of nearly half of its oxygen content. The TRS compounds are typically present at concentrations between LFL and UFL, which would be flammable in mixtures with air. Because these gases do not contain sufficient oxygen to allow for ignition, LVHC systems are designed to minimize air ingress and thus reduce the hazard of flammability.

Compound	LFL, %	UFL, %	AIT, °C	S_u , m/s
Hydrogen sulfide	4.3	45	260	0.46
Methyl mercaptan	3.9	21.8	--	0.55
Dimethyl sulfide	2.2	19.7	206	--
Dimethyl disulfide	1.1	8.0	300	--
α -pinene	0.8	6.0	253	(154) 0.62
Methanol	6.7	36.5	464	0.50

1. Combustion properties of kraft mill NCGs in air.

Component	Liquid, mass%	Vapor, mole%	LFL–UFL, %
Methyl mercaptan	0.0227	10.9	3.9–21.8
Ethyl mercaptan	0.0714	8.4	2.8–18.0
Dimethyl sulfide	0.408	44.9	2.2–19.7
α-pinene	37.0	18.6	0.8–6.6
β-pinene	62.5	17.4	0.8–6.7

II. Liquid and vapor phase compositions of turpentine.

Stripper-off gases are a mixture of methanol, water vapor, and TRS compounds. Methanol is present at higher concentrations than in LVHC gases. The combustible components in HVLC gases typically are present at levels well below their individual lower flammability limits. Oxygen levels in HVLC gases approach the oxygen level of ambient air.

The combustible components in chip bin vent gases are also present at concentrations below their respective LFLs. However, chip bin vent gases at softwood pulp mills differ from other HVLC gases because they have the potential to contain significant quantities of turpentine, sometimes at concentrations approaching its LFL [8].

Attempts to collect and burn NCGs were first tried in the late 1950s with systems that collected the gases in pipelines and used fans to move the gases. These systems usually diluted the LVHC gases with air below their flammability limits. This approach was not always successful, especially with concentrated gases that came from digesters and evaporators; many early systems experienced fires and explosions.

In the early 1970s, a system was developed in Sweden that kept the LVHC gases undiluted and used steam ejectors to move the gases. This system virtually has eliminated explosions in LVHC systems, and is the accepted method for handling LVHC gases [5].

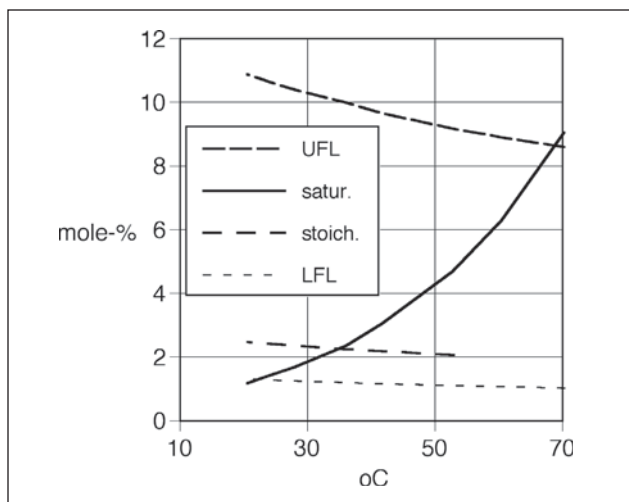
Flammability of turpentine vapors

Woodward and Lygate [12] investigated an explosion in a vapor collecting manifold of three storage tanks for crude sulfate turpentine that occurred in 1995. They made a five-component model in which all heavier components were represented by β-pinene. **Table II** presents the compositions of liquid and vapor phases in equilibrium at 21°C and the flammability range of each component.

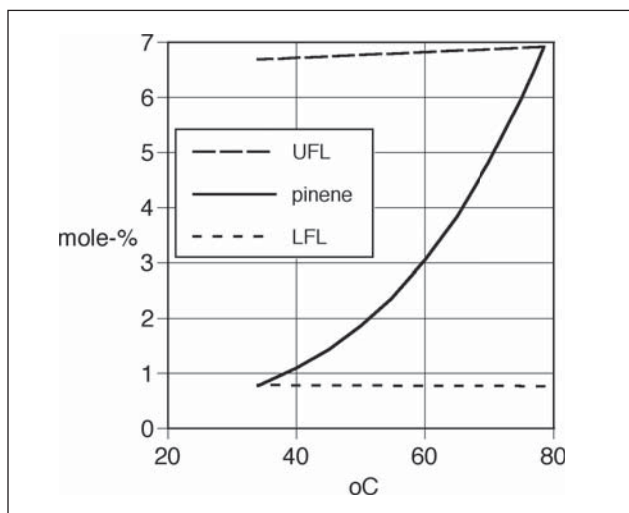
Mashuga and Crowl [13] estimated the flammability limits of crude sulfate turpentine using the Le Chatelier rule (Eq. 1):

$$\frac{1}{LFL} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{LFL_i} \quad (1)$$

where y_i is the mole fraction of the i th component and LFL_i is the lower flammability limit of this component. Equation 1 was also used to estimate the upper flammability limit. The



1. Saturated vapor pressure, stoichiometric concentration, and flammability limits of crude sulfate turpentine [12].



2. Saturated vapor pressure and flammability limits of turpentine containing no TRS.

flammability range at 21 °C was estimated to be 1.3%–10.9%. **Figure 1** shows that both flammability limits and the vapor concentration corresponding to stoichiometric mixture decreased with increasing temperature, due to an increase in the mole fractions of the pinenes in the vapor. Figure 1 also shows the saturated vapor pressure curve. In addition, saturated vapor was flammable between 22°C and 69°C and formed stoichiometric mixture with air at 35°C.

The lower temperature limit of flammability LTL (upper temperature limit of flammability UTL) of a flammable liquid is defined as the temperature at which the vapor content of a saturated vapor-air mixture is equal to the lower (upper) flammability limit [14]. Thus, the LTL and UTL of crude sulfate turpentine are 22°C and 69°C, respectively.

In Table II, TRS compounds constituted about 64 mole% of the vapor phase. It is instructive to perform the same calculation for turpentine with no dissolved TRS. According to

PULPING

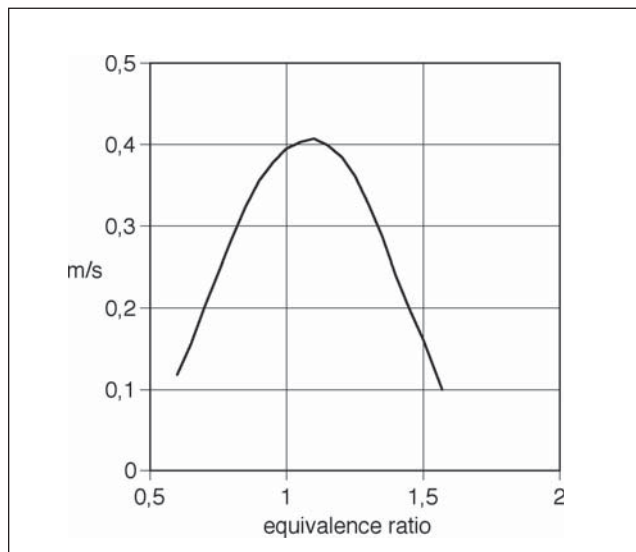
Bodurtha [15], relative decrease of the LFL with increasing temperature is 0.0008/K. This number is also the relative increase of the UFL. The vapor pressures of α -pinene and β -pinene were calculated using information from Hawkins and Armstrong [16].

Figure 2 shows the plots of the resulting flammability limit and saturated vapor pressure curves. From Fig. 2, it can be concluded that the saturated vapor is flammable between 34°C and 78.5°C. Equivalently, the LTL and UTL of pinene are 34°C and 78.5°C, respectively. The stoichiometric concentration of pinene $C_{10}H_{16}$ is 1.86% and corresponds to the saturated vapor pressure at 50°C.

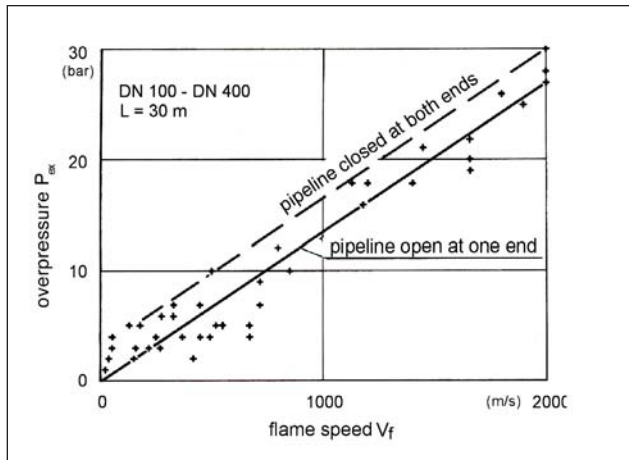
Normal temperatures in a HVLC collection system are 50°C–90°C before cooling or condensing and 40°C–50°C after cooling. Most of the time, temperatures in an HVLC collection system are between the LTL and UTL of turpentine. However, in climates where softwood pulp mills operate, temperature on the top of a chip bin, where gases are collected, is usually below the LTL.

Abnormal situations with temperatures outside these ranges include shutdowns and process failures. During a shutdown, collection system temperature can decrease below normal, and turpentine condensate formation in the system will increase. When the system is started or heated up again, turpentine condensate will evaporate and increase the concentration of turpentine vapor in the HVLC gas stream above LFL.

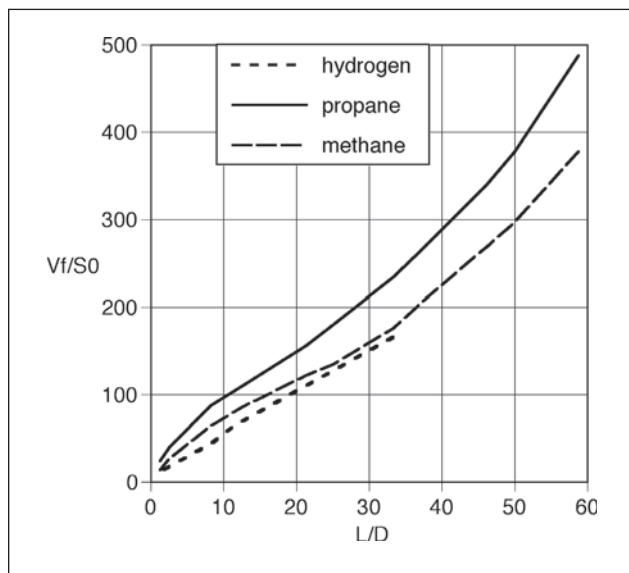
In many installations, the chips in a chip bin are steamed with flash steam. The most critical process failure in a chip bin system is when flash steam passes through the chip layer and finds its way to the HVLC collection system. At that time, turpentine concentration will increase dramatically. The situation becomes even worse when gases are cooled down in an HVLC condensing system, where most of the moisture is condensed away from the gas stream [17].



3. Effect of fuel concentration on burning velocity of propane [18].



4. Explosion overpressure in a pipe of diameter 100 mm–400 mm and length 30 m [20, Fig. 1–63].

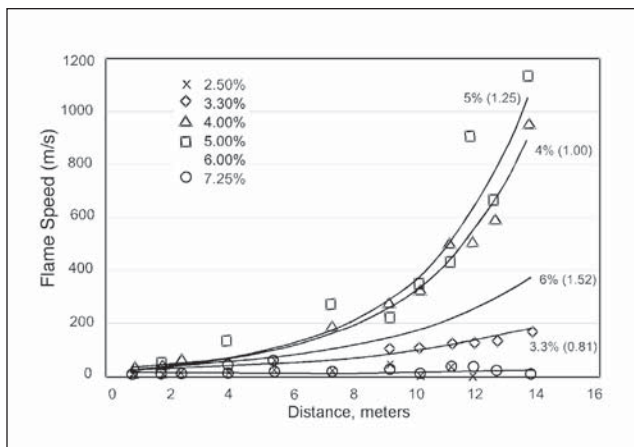


5. Flame speeds in a 400-mm pipe ignited at the closed end by a spark gap [20] for methane, propane, and hydrogen divided by the respective laminar burning velocities.

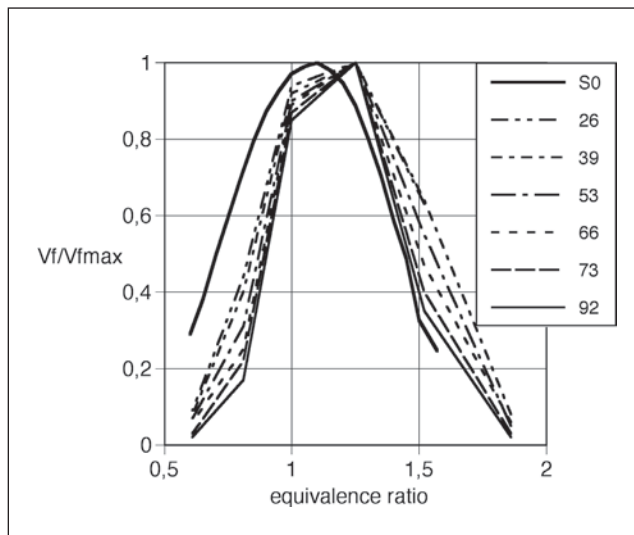
Flame speed and burning velocity in pipe explosions

The laminar burning velocity of a flammable mixture S_0 is defined as the velocity at which the flame zone propagates relative to the velocity of the unburned gas ahead of it. The maximum value of laminar burning velocity corresponding to the so-called optimum mixture is found on the fuel-rich side of the stoichiometric mixture. This value (fundamental burning velocity) S_u is given in Table I for the NCGs.

Laminar burning velocity goes to zero when the fuel concentration approaches either flammability limit. **Figure 3** shows the laminar burning velocity of propane plotted as a function of the equivalence ratio ϕ [18]. The value of the equivalence ratio ϕ is found by dividing the value of the ratio of fuel moles to air moles in the mixture by the correspond-



6. Effect of fuel concentration on flame speed of propane in a 152-mm pipe [21, Fig. 6].



7. Flame speeds at equidistant points of propane-air mixtures with different equivalence ratios in a 152 mm pipe [21] divided by the maximum values of the flame speed. The ratio of burning velocity S_0 [18] to fundamental burning velocity is drawn with a thick line.

ing value of the stoichiometric mixture. For propane, the maximum value of S_0 is 0.41 m/s at $\phi = 1.1$. The LFL (2.2%) and UFL (9.5%) of propane [19] correspond to the values $\phi = 0.54$ and $\phi = 2.50$, respectively.

In fact, the laminar burning velocity of any flammable gas or vapor as a function of ϕ behaves qualitatively the same way as that of propane. When the concentration is near either flammability limit, the burning velocity is much lower than at the optimum mixture.

The speed with which the flame front travels through a flammable mixture, measured with respect to some fixed position, is called the flame speed v_f . In practice, flame speed is not usually the same as burning velocity. During combustion, the flame front is often pushed forward by the effect of gases trapped behind it. This is the case when a flammable mixture is confined in a pipe and ignited at a closed end. The

flame speed v_f is the (vector) sum of the burning velocity and the flow velocity u (Eq. 2):

$$v_f = \frac{A_f}{A_0} S_f + u \quad (2)$$

where A_f is the area of the flame, A_0 is the pipe cross section, and S_f is the burning velocity of the mixture. When the flow of unburned mixture is laminar, $S_f = S_0$. In a turbulent flow, the mixing of fuel and air is more effective because of turbulent eddies, and S_f is higher than S_0 . The turbulent burning velocity, however, depends upon the degree of flow turbulence, which also increases the flame area A_f .

In practice, there are many difficulties in taking into account the flame area correction in Eq. 2 even when $u = 0$. Because of these difficulties, different fuels and flammable mixtures are compared on the basis of their laminar burning velocities [19].

When a pipe is closed at the ignition end and open at the other, the flow velocity u is parallel to the burning velocity. The flow velocity is high, at 80%–90% of the flame speed. Bartknecht [20] performed flame propagation experiments in straight pipes with diameters of 100 mm, 200 mm, 400 mm, and 1,600 mm. The pipes were filled with optimum propane-air mixtures. Bartknecht concluded that the explosion overpressure acting perpendicular to the pipe wall will change linearly with the flame speed v_f independent of the pipe diameter and the flammable mixture, as illustrated in Fig. 4.

Figure 5 shows the flame speeds measured in a 400-mm pipe filled with optimum mixtures of methane, propane, and hydrogen with air [20] divided with the respective fundamental burning velocities (methane 0.37 m/s, propane 0.41 m/s, hydrogen 3.1 m/s). The curves are plotted as functions of the ratio L/D where L is the length and D is the diameter of the pipe. The scaled flame speed curves in Fig. 5 have similar forms and lie close to each other.

Chatrathi and others [21] used straight pipes with a diameter of 152 mm, 254 mm, or 406 mm and an L/D ratio of approximately 98. Experiments were performed with mixtures of propane, ethene, and hydrogen with air. Flame speed as well as flame acceleration changed in order of increasing laminar burning velocities: propane (0.41 m/s) < ethene (0.70 m/s) < hydrogen (3.1 m/s). Experiments in the 152-mm and 406-mm pipes also showed similar behavior, thus this behavior was found to be independent of pipe diameter.

Chatrathi and others [21] also investigated the effect of fuel concentration on the flame speed in a pipe ignited at the closed end. Figure 6 presents the results from tests in a 152-mm pipe filled with different propane-air mixtures [21]. At compositions nearest the optimum one of 4.0% and 5.0% ($\phi = 1.0$ and 1.25, respectively), the flame speed accelerated rapidly and exceeded sound velocity at L/D of about 75. The next fuel concentrations of 3.3% and 6.0% ($\phi = 0.81$ and 1.52, respectively) were approximately midpoint between the flam-

PULPING

mability limits and the optimum level. Although the flame speeds were reduced by about 75%, the flame propagation was still rapid. Changing the fuel concentration from stoichiometric to 2.5% and 7.25% ($\phi = 0.61$ and 1.86, respectively), caused the flame speed to drop significantly and not accelerate. It should be noted that the flame did propagate, although slowly. Arrival times at the end of the 15-m-long pipe exceeded 1 s.

The flame speeds of propane-air mixtures in Fig. 6 at equidistant points of the 152-mm pipe have been divided by the maximum flame speed at each point. The maximum flame speeds were measured for the 5% mixture with an equivalence ratio of 1.25. **Figure 7** presents the resulting curves plotted with the burning velocity of propane from Fig. 3. The curves of the scaled flame speeds lie close to one another. This means that the ratio of the flame speed corresponding to a given value of equivalence ratio ϕ to the flame speed of an optimum mixture does not change much as the flame propagates along a pipe.

Figure 7, however, does not show the behavior of flame speed near the optimal mixture since no experiments were performed between $\phi=1.0$ and $\phi=1.25$. The curves of scaled flame speeds have the same form as the curve of burning velocity, but are shifted to higher values of ϕ .

These conclusions can be extended to any flammable mixture burning in a pipe closed at one end or at both ends. The consequences of a pipe explosion can be predicted based on the equivalence ratio ϕ of the mixture and length to diameter ratio L/D of the pipe. Provided that the ratio L/D is large enough, rapid flame acceleration will occur at near-optimal compositions ($\phi \approx 1$), leading to high flame speeds and explosion overpressures. If, however, the pipe fails, combustion gases are vented and explosion overpressure is reduced. On the contrary, if the mixture is near either flammability limit, the flame will propagate slowly with only a small overpressure, causing little or no damage to the pipe.

Explosion risks of turpentine

The following are some observations from several authors who have discussed the explosion risks caused by turpentine contained in the NCGs:

“Most explosions or fires in foul-gas systems can be traced to turpentine collecting in the system by condensing in low spots or to a slug of turpentine vapor entering the system because of an upset in the turpentine condensing system” [2].

“Many of the flashbacks that are attributed to noncondensable gas systems may actually be fine aerosols of turpentine that ignite in the line just prior to the incineration point” [22].

“Turpentine has been identified as the cause of numerous fires and explosions within the pulp and paper industry. One of the main concerns with turpentine is its immiscibility with water and thus its ability to decant as a floating layer on foul condensates. Any reheating or excessive splashing, such as in a fan casing, of a system containing pools of turpentine can immediately create high levels of combustibles. ... It is nor-

mally assumed that turpentine will be present in saturation concentrations at the collected temperatures. This may not always be the case, but for a safe design the conservative assumption should be taken” [23].

“The burning velocity of sulfur gases is relatively slow. However, the burning velocity for turpentine ... is extremely fast ... Explosions caused by TRS are usually minor, with minimum damage, while explosions caused by turpentine can be catastrophic. While noncondensable gas systems are designed to handle the burning velocity of TRS, it is not practical to design against the burning velocity of turpentine. For this reason, it is very important to minimize the amount of turpentine entering the NCG system” [5].

CONCLUSIONS

Burgess attributes the violence of explosions caused by turpentine vapor to the erroneous value of the burning velocity of α -pinene [5]. As concluded by Chatrathi and others [21], flame speed and, consequently, the overpressure in pipe explosions depend significantly on the fuel concentration. Indeed, explosions of NCGs can be violent if the equivalence ratio ϕ is close to the optimum one. The conclusion by Burgess [5] can be explained if the presence of turpentine vapor caused the content of flammable gases to be near the optimum one.

This is related to process conditions in the collection systems. In the actual explosion incidents, flammable conditions were created by insufficient dilution, air leakage into the system, changes of temperature during shutdown and startup, or accumulation and breakthrough of turpentine vapor at a chip bin.

When the flammable conditions were created due to insufficient dilution of a stream of HVLC gases, or due to air leakage into a stream of LVHC gases, the flammable mixture formed is expected to have been off-stoichiometric: lean in the former case and rich in the latter case. In both cases, the value of burning velocity could have been much lower than in the near-stoichiometric mixture case.

On the other hand, changes of collection system temperature during shutdowns and startups, as well as accumulation and breakthrough of turpentine vapor at a chip bin, are expected to have created near-optimum mixtures more often than in the two situations mentioned previously. Then, the burning velocity would be close to the maximum one.

This explains why high concentrations of turpentine vapor have caused violent explosions in NCG systems. It also underscores the necessity to avoid the various mechanisms resulting in such concentrations. **TJ**

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks R&D Manager Mikko Anttila for supervising the study on explosion risks of NCG collection systems on behalf of Metso Power Oy, Tampere, Finland, and Product Manager Tuomo Hilli for information about the process conditions of NCG collection systems. He is also indebted to Tra-

vis Allen of Weyerhaeuser Company, Federal Way, WA, USA, for his aid in tracing the original error on the burning velocity of turpentine.

LITERATURE CITED

1. Vervisch, L., Labegorre, B., and Réveillon, J., *Fuel* 83: 605(2004).
2. Burgess, T., Kjerolf, E.B., and Tenn, T.L., *Tappi J.* 67(9): 92(1984).
3. Burgess, T. and Young, R., *1992 Environmental Conference Proceedings, Book 1*, TAPPI Press, Atlanta, GA, USA, p. 81.
4. Bell, M., *Pulp Paper* 70(6): 127(1996).
5. Burgess, T., 1996 *Kraft Recovery Short Course Proceedings*, TAPPI Press, Atlanta, p. 4.2-1.
6. Allen, T., *Pulp Paper* 75(4): 39(2001).
7. Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC), "Thermal oxidation of waste streams in black liquor recovery boilers," BLRBAC, 2002, pp. 9, 12. Available [online] www.blrbac.org/RecommendedPractices/Waste_Streams.pdf.
8. Varma, V. K., "Experience with the collection, transport, and burning of kraft mill high volume low concentration gases," Special Rept. No. 03-03, National Council for Air and Stream Improvement, Southern Regional Center, Gainesville, FL, USA, 2003. Available [online] plaza.ufl.edu/callie/special.report.03-03.pdf.
9. Allen, T., personal communication.
10. Perry, R.H. and Chilton, C.H., *Chemical Engineers' Handbook*, 4th edn., McGraw-Hill, New York, NY, USA, 1963, p. 9–33.
11. National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), "Basic considerations in the combustion of hydrocarbon fuels with air," Rept. 1300, NACA, Washington DC, 1957. Available [online] naca.central.cranfield.ac.uk/reports/1957/naca-report-1300.pdf.
12. Woodward, J.L. and Lygate, J., *Proc. Saf. Prog.* 21(3): 171(2002).
13. Mashuga, C.V. and Cowl, D.A., *Proc. Saf. Prog.* 19(3): 112(2000).
14. Britton, L.G., Cashdollar, K.L., Fenlon, W., et al., *Proc. Saf. Prog.* 24(1): 12(2005).
15. Bodurtha, F.T., *Industrial Explosion Prevention and Protection*, McGraw-Hill, New York, 1980, p. 19.
16. Hawkins, J.E. and Armstrong, G.T., *J. Am. Chem. Soc.* 76: 3756(1954).
17. Hilli, T., personal communication (2009).
18. Bosschaert, K.J., "Analysis of the heat flux method for measuring burning velocities," Ph.D. thesis, Technical University of Eindhoven, The Netherlands, 2002, pp. 65–76, Appendix D. Available [online] alexandria.tue.nl/extra2/2003/0699.pdf.
19. Harris, R.J., *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plant*, London, E & FN Spon, 1983, pp. 8–14.
20. Bartknecht, W., *Explosions, Course, Prevention, Protection*, Springer, Berlin, 1981, pp. 56–65.
21. Chatrathi, K., Going, J.E., and Grandestof, B., *Proc. Saf. Prog.* 20(4): 286(2001).
22. Johnston, J., 1993 *Kraft Recovery Operations Short Course Proceedings, Book 1*, TAPPI Press, Atlanta, p. 147.
23. Wright, J.M. and Lund, G., 1994 *International Environmental Conference Proceedings, Book 1*, TAPPI Press, Atlanta, p. 285.

ABOUT THE AUTHORS

Metso Power Oy asked VTT to perform a literature study on explosions in collection systems of noncondensable gases. I have performed several literature studies and consultations on gas explosions, but this was the first one for the pulp and paper industry. My biggest challenge was to identify and describe situations with high concentrations of turpentine vapor, so I consulted an expert to provide insights on those situations.

While conducting the literature study, I found the most surprising thing to be the persistence of a misconception deriving from a misprint on the burning velocity of turpentine.

The information in this paper should be useful in avoiding explosions due to high concentrations of tur-

pentine vapor. For a future step, the erroneous burning velocity of turpentine and the conclusions deriving from it should be rectified in documents such as "Thermal Oxidation of Waste Streams in Black Liquor Recovery Boilers" by the Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC) [7].



Lautkaski

Lautkaski is senior research scientist with VTT, Technical Research Centre of Finland in Espoo, Finland. E-mail Lautkaski@vtt.fi.