

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 3

AIKA 13.3.2019 klo 10.00 – 16.00

PAIKKA Skype

LÄSNÄ

Kimmo Pakkanen	Metsä Fibre Joutseno, PJ
Lauri Mattila	UPM Pietarsaari
Eero Hyöky	Stora Enso Oulu
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan yliopisto
Kirsi Hovikorpi	Lappeenrannan yliopisto
Risto Honkanen	Andritz Oy
Antti Tikkanen	Pöyry Finland, Vantaa
Markus Nieminen	Pöyry Finland, Vantaa, sihteeri

LIITE 1 Hajukaasusuositus rev C

LIITE 2 Hajukaasusuositus kommenttiexcel

JAKELU

Projektityöryhmä, yhdyshenkilöt



12.4.2019

2 (4)

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Teppo Pakarinen	Stora Enso Varkaus
Kari Haaga	Valmet
Tero Juutilainen	Valmet

2 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

Kommentit nykyiseen suositukseen

Työryhmä on kerännyt kommentteja exceliin, kommenttien tilanne LIITE 1.

Päivitys

Työryhmän kokouksessa käytiin läpi kommentteja sivulle 33 asti (Kappale 5 laimeat hajukaasut loppuun). Tehdyt päivitykset ovat nähtävissä LIITTEESSÄ 2.

Seuraavaan kokoukseen:

- käydään läpi polton logiikka-kappaleet kun molemmat laitetoimittajat ovat paikalla
- Kirsi listaa tyypilliset laimeiden ja väkevien keräilykohteet (oma alikappale)
- Kommentteihin olisi hyvä lisätä muutosehdotus josta voisi sitten keskustella

3 AIKATAULU

Päivitystyö pyritään tekemään vuoden 2019 aikana (3-4 kokousta)

4 SEURAAVAT KOKOUKSET

Seuraava kokous sovittiin pidettäväksi 28.5.2019 ÅF Pöyryllä Vantaalla.

LIITE 1

Hajukaasusuositus kommenttiexcel 13.3.2019

SKY hajukaasusuosituksen päivitys (lisää kommenttisi ja lähetä sähköpostilla markus.nieminen@povyry.com)

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Koko suositus				Turvallisuusasiat on nykysuosituksessa hajautettu. Olisiko tätä jakoa mahdollista tai tarvetta selkeyttää?		
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Koko suositus				Nykyisen sisältörakenteen muokkaus kokonaan uudelleen uusien lisäysten vuoksi? Edut ja haitat?		
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Uusi asia/luku/kappale				Suositukseen lisätään viittaukset BAT-dokumentin hajukaasusuuteen		Esa/Kirsi tekevät ehdotuksen
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Uusi asia/luku/kappale				Edellisen päivityksen jälkeen tapahtuneiden onnettomuusraporttien lisäys		
12.2.2019	Työryhmä	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Koko suositus				Väkevien pullotus / häiriötilanteet	oma kappale	
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Koko suositus				Väkevien hajukaasujen pullotusta ei käsitellä missään. Nykypäivän tehtailla se välttämätön toteuttaa. Kaasut suljetaan systeemiin ja vaihdetaan varapaikkaan päästämättä kaasuja missään vaiheessa ulos. Joskus on poistettu koko poistomahdollisuus eli ainoa vaihtoehto on poltto.		
28.2.2018	Afonso Pereira	Ibase		New addition	whole		Maintenance procedures:	It would be nice to have some key guidelines or a chapter about it, although it is not on the scope of this document		
28.2.2018	Afonso Pereira	Ibase		New addition	whole		Interlock testing	would recommend some sort of safety system test procedure		
13.3.2019	Työryhmä			Koko suositus			hajukaasujärjestelmän toimintavarmuus	Olisi hyvä mainita mikä on mahdollinen toimintavarmuus esim. 99% (uusi/vanha)		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2	3	Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti: LISÄKSI MÄNTYÖLJYLAITOKSEN HÖNGÄT	Oma kappale 2.9 Mäntyöljylaitoksen höngät Lukija ymmärtää että joissain tilanteissa pitoisuus on korkea. Voisi käsitellä myös sekoitussäiliö höngät, rikkihappolaitos, ligniininerotus (kaikki joissa käsitellään happoja)	Lisätään yhdeksi hajukaasujen ryhmittelykohdaksi, jotta tulisi niiden tarpeellinen käsittely huomioitua	H2S pitoisuudet ovat tappavalla tasolla ilman H2S:n alkalipesua
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.1	3-4	Väkevät hajukaasut ovat pääosin peräisin haihduttamolta, strippauksesta, metanolilaitokselta, polttolipeäsäiliöstä, vahvalipeäsäiliöstä, sekä niitä voi tulla myös keittämöltä. TARKEMMIN MISTÄ KEITTÄMÖLTÄ. VOI TULLA NYKYÄÄN MYÖS IMP BIN kaasauksesta?	Keittämöltä tulevat tarkemmin: Flash Tank / Flash reboiler / Tärpätinerotus / IMP Bin kaasaus?	..., sekä niitä voi tulla myös keittämöltä paisuntasäiliöltä, reboilerilta, tärpätindekantoinnista, IMP Bin kaasauksesta.	
7.2.2019	Esa Vakkilainen	LUT	esa.vakkilainen@lut.fi	Koko suositus			Pitääkö SOG kokonaan poistaa, laittaa erikseen vai miten toimitaan		Onko SOG poltto tätäpäivää	Valkeakoski oli viimeinen? Jossa SOG poltto
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.1	4	SOG kaasut voidaan johtaa OMALLA PROSESSIPAINEELLA OMAA ERILLISTÄ LINJAA JA POLTTOYHDETTÄ PITKIN suoraan polttoon tai metanolilaitokselle.	Tarkennusta SOG kaasun vientiin.	SOG kaasut voidaan johtaa suoraan omalla prosessipaineella ja omaa erillistä linjaa ja polttosuutinta pitkin väkevien polttimelle polttoon tai nesteytettäväksi metanolilaitokselle.	
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.1	4	Metanolin nesteytyksessä syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaan JATKUVATOIMISTEN väkevien hajukaasujen KERÄILYKOHTEIDEN keräilyjärjestelmän VESILUKKOASTIALLE.	Metanolilaitoksen lauhtuvat menevät yhteen muista jatkuvatoimisista väkevien hajukaasujen keräilyprosesseista tulevien kaasujen kanssa yhteiselle vesilukkoastialle nestepinnan alle. Linjoissa omat erilliset paineensäätöventtiilit sopivan alipaineen saamiseksi eri keräilykohteille.	Metanolin nesteytyksessä syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaanmuiden jatkuvatoimisten väkevien hajukaasujen keräilykohteiden keräilyjärjestelmän vesilukkoastialle nestepinnan alle.	

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.1	4	Kuvassa 2-1 on esitetty kaksi esimerkkiä väkevien hajukaasujen polttimesta, jossa näkyy mm. hajukaasujen tuloputki, nestemäisen metanolin lanssi, liekinvalvojat, liekinestin ja tukipoltin.	Liekinestimiä on kahta mallia: joko pystylinjaan asennettava malli tai vaakalinjaan asennettava malli. Kuvassa on pystylinjaan asennettava malli. Liekinvalvojen osalta, onko tarkennettu, että on kahdella liekkivahdilla ja millä tyypeillä UV vaiko IR. Usein liekkivahtien liekkitiedon kanssa häiriöitä, kun tukipolttoaine vaihtuu tms.		Missä menee raja kuinka tarkasti asioita käsitellään?
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.4	5	Rikkivedyn 500 ppm (750 mg/m3) pitoisuus aiheuttaa viidessä minuutissa tajuttomuuden. .	Olisi hyvä lisätä, että 1000 - 2000 ppm lamaannuttaa keskushermoston, hengitys lakkaa, ei voi elvyttää enää.	Lisättäisiin tappava pitoisuusalue.	
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.4	6	Ilmaisimen havaitessa tarpeeksi suuren pitoisuuden vaarallista kaasua järjestelmään kytketyt ja mittauspisteiden lähelle asennetut hälytysvalot syttyvät.	Voisi ilmoittaa hälytysrajat, joita yleensä tehtailla käytössä 5 tai 10 ppm.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.6	6	Dimetyylisulfidi ja dimetyylidisulfidi ovat normaaliolosuhteissa värittömiä nesteitä, joilla on tunnusomainen epämiellyttävä haju.	Normaaliolosuhteissa nestemäisiä, mutta dimetyylisulfidilla kiehumispiste on 37,3 oC. Dimetyylidisulfidilla 110 oC.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.7	6	Metanoli liukenee veteen kaikissa tilavuussuhteissa, joten se voidaan poistaa kaasuseoksesta helposti pesurilla.	Onko pesurityypillä (suutin, täytekappale, välipohja) ja lämpötilalla merkitystä kaasuseoksesta pois pesuun?		mitä tarkoittaa tässä pesuri -> tarkennus tähän Voisi lisätä lauhtumislämpötila sekä todeta että helpompi kuin rikkiyhdisteet
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.8	7	Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiniinien osapainetta vastaava määrä, kuva 2-1. Edellä olevasta johtuu, että tällaiset mahdollisesti runsaasti terpeenejä sisältävät laimeiden hajukaasujen kohteet on laimennettava keräyspisteen tai lauhdutuksen jälkeen. Keräyskohteen maksimilämpötilan ylityessä on kohde rajattava automaattisesti pois keräilystä.	Keittämön paisunnan höngät lauhdutetaan ennen kaasujen johtamista väkevien keräilyyn, jos ei ole reboiler kytkentöjä. Havupuutehtaila usein on törmännyt puutteelliseen lauhdutukseen häiriötilanteissa, ja tärpättä kulkeutuu näin väkevien linjastoon ja ovatpa aiheuttaneet ihan suorilla putkiosuuksilla ehkä räjähdyksiä ...		lauhtumislämpötiloja voisi lisätä sekä lukitukset
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.8	8	Veden pinnalta se on mahdollista erottaa ylikatona.	Tulisiko suositella, että havupuutehtaiden likaislauhteiden pumppaussäiliöillä olisi aina väliseinä ylikaatamaan pumppauspuolelle, että tärpätti ei pääse ikinä kertymään pintaan (koskeen haihdittamon likaislahdesäiliötä ja hajukaasujen likaislauhteiden pieniä pumppaussäiliöitä)?		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.9	9	Hajukaasuseos räjähtää vain, jos se ei ole liian rikasta eikä liian laimaa eli seos on räjähdysrajojensa välissä ja räjähdysalueella, kuva 2-3.	Räjähdykseen tarvitaan "kolmio": räjähdysalueella olevan kaasu-happi seoksen lisäksi riittävä lämmön lähde, minkä ei tarvitse olla kuin kuuma pinta ilman liekkiä. Matalapainehöyryn käyttö aina hajukaasuissa (ei välipainehöyryä).		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	2.9.1	10	Ominaisuudet taulukon päivitys	lisätään (jos löytyy) liekin nopeudet, syttymislämpötilat		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	3.1	12	Tällaisia polttopaikkoja ovat muun muassa erillispolttokattila sekä pesurilla varustettu meesauuni.	On olemassa myös erillispolttimia ilman kattilaosuutta (eräänlaisia soihtuja), joiden savukaasut pestään. Meesauunin savukaasuilla alkalipesuri, alkali sitoo SO2:n rikin.		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	3.4	13	Varsinkin väkevät hajukaasut sisältävät typpiyhdisteitä. Nämä yhdisteet ovat pääosin ammoniakkia, joten hajukaasujen sisältämä typpipitoisuus riippuu siitä miten sulan kautta kemikaalikiertoon syntyviä ammoniakkivirtoja kerätään/käsitellään.	Jos soodakattilassa poltetaan SOG kaasuja tai nestemäistä metanolia, silloin tulee tyypeä reippaasti.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	3.4.1	14	Laimeiden hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5...15 % koko ilmamäärästä.	Onko 5 ... 15% koko ilmamäärästä edelleen korrekti?		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	3.4.2	14	Liutinhöngän mukana tulevan ilman osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5 % koko ilmamäärästä.	Onko 5 % koko ilmamäärästä edelleen korrekti?		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Koko luku	4	17 -	Hajukaasujärjestelmien Riskit ja korrosio	Tämän kohdan kaikki kappaleet olisi hyvä käydä läpi kertaalleen.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	4.1.2	18	Hajukaasuilta suojautumiseen käytetään ainoastaan paineilmalaitteita. Kaasunaamari ja hengitysilmasuojain on tarkoitettu vain vaara-alueelta poistumista varten.	Voisiko tässä kertoa suositeltavaa suodintyyppiä kaasunaamareihin käytettäväksi?		varmistettava naamari että toimii myös rikkiyhdistelle. Tyypillisesti kertakäyttöinen (ei työskentelyä varten)
11.2.2019	Lauri Mattila	UPM	lauri.i.mattila@upm.com	Tietty tekstikappale	4.6	20	15 vuoden ajon jälkeen, hajukaasupolttimen putkissa sekä kaikissa ilma-aukoissa polttimen ympäristössä korroosiota.	Lause: Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisänneen soodakattilan korroosiota.	Hajukaasujen polttaminen aiheuttaa korroosiota	
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	5	21	Kuva 5-1. Esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta	KUVA UUSITTAVA, mahdollisuus lauhteen/veden pääsulle rengaskanavan alapohjan ilma-aukkojen kautta kattilaan		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.2	23	Jäähdytys/lämmitys	Laimeat hajukaasut susitellaan lämmitettävän 30 C yli lauhdutuslämpötilan. Monesti hajukaasujen ja ilman seos lämmitetään riittävän kuumaksi. Eli palamisilma lämmitetään esim 150 C ja siihen lämmitettyyn ilmaan sotketaan sitten laimeat hajukaasut (tehdaskaasut ja höngät). Sekoituksen lämpötila täyttää tämän 30 C yli lauhdutuslämpötilakriteerin kyllä.		
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Taulukko	5.3.1	24	Taulukko 5-5: Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15 % kattilan nimelliskuormasta.	Laimeiden polton aloitus/keskeytysrajan päivitys		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.3.1	24	Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset Taulukko 5-4	Ehto 2. Ilma ei voi aiheuttaa takatulta. Jos on takatulen mahdollisuus, se ei voi olla enää laimeaa hajukaasua. Toki puhallin pitää olla käynnissä. Kohta 3. Ennen mitä sulkuventtiiliä , missä ja mikä paine? Kohta 4. Virtaus ennen sulkuventtiiliä? Mitä sulkua missä. Kyse on laimeista hajukaasuista ja takatulen mahdollisuutta Ei saa olla. Se on koko järjestelmän toiminnan edellytys. Kohta 7: Tämä ehto ei takaa mitään eli etteikö hajukaasuja olisi kanavistossa.(riittävän ajanjakson?). Kanavisto suunniteltava kunnolla. Turhat edellytykset pitää poistaa, jos niitä ei voida yksikäsitteisesti määritellä/toteuttaa ja joilla ei ole mitään merkitystä kokonaiosuuden turvallisen toiminnan kannalata. Huonontavat vain kokonaisuuden käytettävyyttä.		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.3.2	25	Taulukko 5-5	Kohta 6. Tarpeeton. Laimaissa ei voi olla takatulioletusta tai vaaraa sille! Sitä paitsi missä on määritelty minimipaine ja missä mitataan? Ilmasuuttimella?		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.5	26	Venttiilit/pellit	Kuinka tiivis 99.9% vaiko tuplapellit + tiivistysilma? Ja sulkutumis/avautumisnopeus x sekuntia?		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.5	26	Kuva 5-2. Erään tehtaan laimeiden hajukaasujen polttojärjestelmä asennusvaiheessa.	KUVA UUSITTAVA, mahdollisuus lauhteen/veden pääsulle rengaskanavan alapohjan ilma-aukkojen kautta kattilaan		
7.2.2019	Esa Vakkilainen	LUT	esa.vakkilainen@lut.fi	Koko alaluku	5.5		Pitäisikö paremmin keskustella säiliöiden höngistä ja niiden keräilystä		jaetaan säiliöt kahteen tai kolmeen luokkaan, paineelliset, likaiset ja muut	Helpompi ymmärtää vaatimuksia Mihin tulisi keskittyä kun laimennetaan Häiriötilanteet / alasajotilanteet säiliöiden kannalta -> esim. mustalipeäsäiliöt Likaislauhdesäiliö ainoa paineeton? Miten estetään liika ilma järjestelmään
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.6	26	Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä on oltava lauhteenpoisto.	Lauhteenpoiston koko oltava vähintään DN50. Edelleen puhallintoimittajilla vakiona tuntuu olevan DN25, joka ei ole riittävä. Ja lauhteenpoisto tulee kytkeä lauhteenpoistoputkistoon joustavalla osalla.		Selitys miksi pitää olla tiivis (ATEX tiivisteessä on ilmarako)
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.7	27	Lisäilmayhde	Lisäilmakanavaan laitetaan pelti, joka säättää puhaltimen imukaapin painetta. Suojasäätöön kautta pidetään imukaapin paine aina negatiivisena ja hajukaasut eivät pääse purkautumaan lisäilmayhteestä ulos. Mitähän tarkoittaa seuraava "Puhaltimen käynnistymistä suojaavan varasilmayhteen on avauduttava lukitustoimintana puhaltimen pysähtyessä välittömästi ja sulkeuduttava hitaasti puhaltimen käynnistyessä puhallinta suojaavan laimennuksen varmistamiseksi." Tällä ei ole mitään tekemistä puhaltimen suojaamisen kanssa. Jos puhallin pysähtyy, hajukaasujen on käännäyttävä pois kattilasta. "riittämättömästä lisäilman syötöstä suoritettava tarpeelliset lukitukset.". ei ole tämän ohjeen lukituksissa eikä ole määritelty "riittämätöntä" lisäilman määrää! Tarpeeton lukituksena.		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.9	27	Pisaranerotin	Pesurin yläosassa on lähes poikkeuksetta pisaranerotin. Onko tämä riittävä vai suositellaanko vielä lisäpisaranerotin? Maximilämpötilalukituksella suojataan jo systeemiä ja lisäpisaranerotin ei ole välttämätön.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.9	27	Pisaranerotin	Jos lämpimämpään kaasuvirtaan lisätään varasilmaa, aina lauhtuu ja tulee pisaroita. Pisaranerotin ja likaislauhteiden poistopottien sijoittelussa oltava ajatus mukana		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.10.2	28	Kanavien kallistus ja lauhteenpoistoyhteitten sijoitus	Olisiko myös virtaavien kaasujen nopeuksilla merkitystä kallistuskulmaan? Tulisiko suositella virtausnopeuksiakin?		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	5.12	29	Ohitus	Voidaanko laimeiden hajukaasujen ohitus yhdistää liotinhönkien ohituskanavaan? Toki sellaiseen kohtaan ettei aiheuta ongelmia hönkäpesurin toiminnassa.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.13/5.14	29	Laimeiden hajukaasujen kanavien suunnittelupaine	Olisiko hyvä mainita laimeiden hajukaasujen suunnittelupainesuositusta? 2017 tuli Tukesilta ohjeistusta 50 kPa DNCG kanavien suunnittelupaineeksi. Koskenee myös kaikkia DNCG laitteita kanavien kera? Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, oppaan kappale 3.3, sivu 10		https://tukes.fi/documents/5470659/6410920/Kemikaaliputkistojen+turvallisuusvaatimukset/bb410ce1-baeb-4a0d-8086-f881d8f13b2b?version=1.0
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	5.15	29	Pitoisuusmittaus	Nyt soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen pitoisuudet LÄHTÖPISTEESSÄ mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia. Olisiko syytä tarketaa hieman, mitä keräilykohteita ensisijaisesti? Esim. jos Chip Bin otetaan DNCG keräilyyn?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.0	30	Lauhteen poisto	Lauhteenpoistoon tarkentavana, että on oikien tehty, ns. pottamalli tms.		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.1	30	Liuottimen hönkien määrät ja koostumis, Rantanen VUODELTA 1987	Olisiko hyvä hieman päivittää nykypäivään yli 30 vuotta vanhat mittaukset, mm. sularännien huuvat muuttuneet tiiviimmiksi, ei niin paljoa vuotoilmaa kuin tuolloin, kosteuspitoisuudet nousseet vs. tuo 40%, myös hönkien lämmöt kuumempia?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.2	31	Sekoitussäiliön höngille pitoisuus/koostumusmittaukset?			
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	6.3	31	Jäähdytys ja lämmitys	Katso kommentti kohtaan 5.2 liittyen. Liotinhönkiä ei yleensä lämmitetä erikseen omalla lämmönvaihtimella, koska kaasut ovat paljon likaavampia kuin tehtaan laimeat hajukaasut.		
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@povyry.com	Taulukko	6.4.1	32	Taulukko 6-2: Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15 % kattilan nimelliskuormasta.	Liuottimen hönkien polton aloitus/keskeytysrajan päivitys		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	6.4.1	32	Taulukko 6-2	Kohta 3. Paine kanavistossa jne. Tarpeeton lukitus. Painetta ennen sulkupeltiä ei ole oikeastaan paljon mitään, kun höngät menevät pihalle! Kohta 5. Liittyy varmaan sekoituksen lämpötilaan (ilma+hajukaasut), jos erikseen ei lämmitetä hönkiä.		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Taulukko	6.4.1	32	Taulukko 6-2	Kohta 5. ja 7. Voisiko ajatella päivitystä, kääntö kattilaan jo aiemmin, että minimoidaan päästöt ulkoilmaan? Jonkinlainen viive ja kunnon lauhteenpoistopotat? Tuo takatuli-lause hieman mietityttää, jos nyt keäsitellään pelkkiä liuottajan hönkiä?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.5	33	Materiaali ennen ja jälkeen lämmitystä	Onko näin enää nykyaikaisissa systeemeissä, kun höngät sotketaan kuuman DNCG ja lisäilman kanssa?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.5.1	33	Virtaus	Viedäänkö enää nykysuunnittelussa liuottajan hönkiä enää täysin omanaan kattilalle asti?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.6	33	... tiiviitä läpääventtiilejä/peltejä. Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan ...	Onko suositusta tiiveysasteelle xx.x % tai muuta ratkaisua tiiveyden aikaansaamiselle (esim. puhallin tms.)? Voisiko suositella myös tiivistemateriaalia venttiilin rakennemateriaalin lisäksi?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@povyry.com	Tietty tekstikappale	6.7	33	Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä on oltava lauhteenpoisto.	Lauhteenpoiston koko oltava vähintään DN50. Edelleen puhallintoimittajilla vakiona tuntuu olevan DN25, joka ei ole riittävä. Ja lauhteenpoisto tulee kytkeä lauhteenpoistoputkistoon joustavalla osalla.		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.8	33	Liuottimen hönkien järjestelmässä tulee olla pesuri, jolla poistetaan pölyä ja vesihöyryä.	Olisiko syytä keskustella myös jo liuottajalta lähtevän höngän esipesusuosituksesta, ja mihin kohtaan sekoitussäiliön hönkien tuonti kytkeytyy hönkälinjaan ennen varsinaista hönkäpesuri/lauhdutin systeemiä? Minimoidaan kiintoaineen kanatutuminen itse pesuri/lauhdutusiäristelmään.		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	6.9	34	Pisaranerotin	Pesurin yläosassa on lähes poikkeuksetta pisaranerotin. Onko tämä riittävä vai suositellaanko vielä lisäpisaranerotin? Maximiläpötilalukituksella suojataan jo systeemiä ja lisäpisaranerotin ei ole välttämätön. Hyväksytäänkö sykloni lisäpisaranerotittena?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.9	34	Pisaraneorittimesta poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.	Pisaranerotin poistaa pisaramuodossa olevat lauhteet kaasusta. Sykloona olisi myös idioottivarma lauhdepotta + helppo lisätä LZ pintalukitus, jos lauhde juokseekin kaanavistossa nestemäisenä virtana (eliminoidaan sulavesiräjähdysvaaroja), ja lisäksi syklona olisi helpompi pitää puhtaana kuin pisaraneorinelementti (joka voi mennä ympitukkeeseen).		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.10	34	... vesipesu, on erityistä huomiota kiinnitettävä kunnolliseen lauhteenpoistoon.	Olisiko hyvä suositella, että ei mitään putkivesilukkoja tukkeentumaan lauhteenpoistoon, jos vaarana saada kiintoainekökkäreitä linjaan pesun aikana? Onko käytännönkokemuksia?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.11	34	Lauhteenpoisto ja johtaminen	Onko suositeltavaa johtaa mahdollisesti viherlipeää sisältävää likaislauhdetta ns. likaisten lauhteiden käsittelyyn, jotka johdetaan yleensä haihduttamon Likaislauhdessäiliölle ja sieltä Stripperin syötöksi?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.11.2	34	Kanavien kallistus ...	Putkisilloilla sallitut kallistuskulmat, pitkät osuudet, suosituksia?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.11.3	35	Vesilukot	Entäpä vesilukot mahdollisissa pesureissa/lauhduttimissa? Lapon estot?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	6.13	35	Ohitus	Ohituskanavan/oman ohituspiipun/sisäpiipun virtausnopeussuositus, ettei sada?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7	37	... sekä paineistetun lipeän väkeväinnin kaasut.	Ylös- ja alas ajotilanteissa CNCG keräilyyn, muulloin haihdutinsarjalle yksikköön 4 tms.?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.1	37	Koostumus ja määrä	Voisiko ilmaista, että korkea kuiva-aine edellyttää usein jonkinlaista lipeän lämpökäsittelyä, joka irrottaa lipeästä rikkiä lisää väkeviin hajukaasuihin?		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Taulukko	7.1	38	Taulukot 7-1 ja 7-2: Onko tarvetta tarkentaa, päivittää mahdollisesti toteutettavilla mittauksilla?			
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.2	39	Väkeviä hajukaasuja ei oleensä jäähdytetä ...	Ainakin keittämöllä väkevät hajukaasut lauhdutetaan ja havutehtailla vielä ajetaan tärpättipesurin läpi ennen kytkentää muualle.		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.2	39	... pisaraneorin, liekinestin ja räjähdyslevy ennen polttoa.	Olisiko hyvä lisätä myös venttiilikoneikko, joka sisältää polton kääntöventtiilit ja niiden välisen tuuletuksen, höyryhuuhtelut, ohiajon. Jossakin voi olla myös näkölasi murtolevyn kunnan tarkastamiseksi.		
12.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.2	39	Tämä suositus ei koske väkevien hajukaasujen KERÄILYKOHTAIDEN LUKITUKSIA, vaikka ne usein on osittain toteutettu samassa järjestelmässä, kuin polton lukitukset.	Olisiko syytä käydä joidenkin lukitusten osalta myös keräilyn lukituksia, että tiedostetaan mahdollisen vuotoilman tai ei toivotun jakeen pääsy väkevien hajukaasujen polttoon asti?		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Taulukko	7.2.1	40	Taulukko 7-4: Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m2	Väkevien polton kapasiteettirajan päivitys	soodakattilan pohjakuorman (MW/m2) mukaan, ei höyrystyksen	
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	7.2.4	42	Poltin ja tukiliekkin käyttö	"Väkevien hajukaasujen polttimeen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia." Onko mahdollista jos täytetään minimilämpötilavaatimus, joka määritetty aiemmin jo tässä (30 C yli lauhdutuslämpötilan). Väkevissä hajukaasuissa taitaa olla enemmän kosteutta kuin laimeissa hajukaasuissa sokettun lisäilmaan.		
					7.2.4	42		"Toinen mahdollisuus on käyttää riittävän kapasiteetin omaavaa tukiliekkiä". Riittävä kapasiteetti lienee 10% polttimeen maksimaalisesta polttoainetehosta		
13.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.2.4	42	... tuki/pilottipolttoaineelle, jka voi olla esimerkiksi ...	Poltinhan tulisi aina startata ns. varmalla polttoaineella kuten öljy tai kaasu (soodakattilapolttin, soihtu, erillispolttokattila), ennen siirtymistä esim. metanoliille		
13.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.2.4	42 ...	Liekkivahtin määrä ja tyyppi	Olisiko hyvä suositella CNCG polttimien liekkivahtien määrää ja tyyppiä?		
					7.2.4	43		"Väkevien hajukaasujen tukipoltin täytyy varustaa paikallisojauuskoteloilla, josta tukipoltto käynnistetään." Tukipoltton käynnistys vain paikallisesti? Jos näin, niin millä edellytyksillä voi käynnistää valvomosta? Yhä useammin operaatiot tehdään valvomosta ja se nopeuttaa paljon toimintaa.		
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.3.1	44	Polton pysähdyttyä suositellaan väkevien kaasujen linjojen tuuletusta sulkuventtiileiltä kattilaan puhaltamalla ne puhtaaksi inertillä väliaineella. Käytännössä linjat aina höyrytetään. Linjojen puhallusta ilmalla ei suositella, koska puhallusilman ja puhallettavan väkevän hajukaasun rajavyöhykkeelle muodostuu räjähtävä seos. Höyrytetäessä on olemassa riski, että linjaan lauhtunut vesi pääsee tulipesään ja aiheuttaa vaaratilanteen. Putkistosuunnittelussa on otettava huomioon että putkis-toon mahdollisesti lauhtuvat vedet johdetaan lauhteenkeräilyyn.	Tuplapikasulkujen jälkeistä linjaa ei voi kytkeä enää mihinkään lauhteenkeräilyyn (Klabinin sula-vesi räjähdys 2000 luvun alussa), oltava kaadolla soodakattilaan. Tuplapikasulut ja sen jälkeinen putkisto esim sähköksäatolla pidettävä lämpimänä lauhtumisen estämiseksi?		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	7.3.1	44	Putkiston höyrytys	Höyrytystä on mahdoton tehdä, jos ei sallita YHTÄÄN ajaa väkeviä hajukaasuja ulos. Tämä mahdollisuus on fyysisesti poistettu. Ei ole minkäänlaista paikkaa ulospuhallukselle. Kaasut on pakko pullottaa ja lähteä pullotuksen kautta suoraan polttoon.Järjestelmä on rakennettava niin.		

TWG comments

pvm	Nimi	Yritys	e-mail	Kommentin laajuus (koskeeko kommentti koko lukua, tiettyä osaa tekstistä vai kuvaa/taulukkoa)	Luvun numero mitä lukua/alalukua kommentti koskee	Sivunumero (suosituksen versio yhdistyksen sivuilla)	Tarkempaa tietoa kommentista	Varsinainen kommentti tähän	Muutosehdotus (jos on)	Muuta
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.3.2	44	Putkiston painemittaukset	Nykyään myös ejektorin lisäksi nesterengastyhjöpumppuja. Polttimella myös minimipainelukitus, turvapuolen lukituksena.		Suosittelaaanko, keskustelu? Varavoima pumpulle Ejektorin kosteus -> happimittaus/rikkihappolaitos Öljynjalostus kompressorit venttiilityyppien/tiivistemateriali erot
6.2.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.4.2	45	Venttiilit	Suositus venttiilityypille metallitiivisteisten läppien sijaan --> pallo, joka on tiiviimpi?		
15.2.2019	Petri Pynnönen	Andritz	petri.pynnonen@andritz.com	Tietty tekstikappale	7.4.2	45	Venttiilit	Muita suosituksia (BLRBAC) noudattaessamme ei ole esitetty palosulkuventtiilille vaatimusta. Entä jos olisikin palosulku, niin pitääkö ohiajoputki esim soodakattilan katolle (soihdu) viedä kattilahuoneen ulkopuolella? Minusta pitää, jos ohjetta noudatetaan.		
13.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.5	47	Lauhteenpoisto	Eri prosessipaineissa olevia väkevien hajukaasujen linjoja (jatkuvatoiminen CNCG, eräkeiton CNCG, SOG) ei tulisi vesittää samoihin lauhteenkeräilyputkiin.		
13.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.5.1	47	Lauhteenpoistolinjojen koko ja sähkösaatto	Olisiko hyvä käyttää 50 mm sijaan nimelliskoko DN50? Ja 100 mm sijaan DN100? Sähkösaattokaapelissa huomioitava ATEX.		
13.3.2019	Kirsi Hovikorpi	LUT	kirsi.hovikorpi@poyry.com	Tietty tekstikappale	7.5.3	47	Vesilukot	"Vesilukkojen" mitoituksesta olisi syytä keskustella.		
12.2.2019	Työryhmä	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Tietty tekstikappale	8	49	Täpätin käsittelyä voisi ylipäänsä tarkentaa			
12.2.2019	Työryhmä	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Tietty tekstikappale	8	49	metanolin polton edellytyksiä voisi tarkentaa			
28.2.2018	Roberto Villaroel			New addition	9.2		steam purge	steam purge only when maintenance		pressure needs to be maintained
17.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Uusi asia/luku/kappale	11	62	Kokonaan uusi kappale	Uusi kappale - soihdut / hajukaasukattilat (lisäksi pullotus)		Teksti jo lisättynä suositukseen
28.2.2018	Afonso Pereira	Ibase		New addition	11		dedicated boiler	add some considerations about burning NCG gases on a dedicated furnace for sulfuric acid generation, in my opinion		
18.12.2018	Markus Nieminen	SKY	markus.nieminen@poyry.com	Uusi asia/luku/kappale	12	63	Kokonaan uusi kappale	Uusi kappale - vaaranarvioinnissa huomioitavaa		Teksti jo lisättynä suositukseen
28.2.2018	Roberto Villaroel			New addition	12.6	64	dirty condensate tank	what to do with dirty condensate tank, how to do maintenance to it		example where all dirty condensates go to dirty condensate tank
28.2.2018	Afonso Pereira	Ibase		New addition	15		Examples also from Brazil	get some Brazilian examples do be added		

[illegible]

TWG comments

[illegible]

LIITE 2

Hajukaasusuositus rev C 13.3.2019

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

30.5.2002

16.12.2005, rev A.

29.10.2013, rev B.

xx.xx.2019, rev C.

Suositus 1

Formatted: English (U.S.)

ESIPUHE

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

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

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

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

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



Tämä suositus ei yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta tai pakottaa käyttäjiä tai valmistajia samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin. Suosituksessa esitetään perustietoutta, jota voidaan käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna.

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

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

Suomen Soodakattilayhdistys ry



SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	1
2	MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ	3
2.1	LAIMEAT HAJUKAASUT	3
2.2	LIUOTINSÄILIÖN JA SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	54
2.3	VÄKEVÄT HAJUKAASUT	34
2.4	RIKKIVETY	5
2.5	METYylimerkaptaani	76
2.6	DIMETYYLISULFIDI / DIMETYYLIDISULFIDI	76
2.7	METANOLI	76
2.8	TÄRPÄTTI	76
2.9	RÄJÄHDYSRAJAT	109
2.9.1	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA	1240
2.10	LYHENTEITÄ	1344
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	1442
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	1442
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS-PÄÄSTÖIHIN	1442
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	1543
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x -PÄÄSTÖIHIN	1543
3.4.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	1644
3.4.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS	1644
3.4.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	1745
3.4.4	METANOLIN VAIKUTUS	1745
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	1846
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	1947
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN	1947
4.1.1	HAJU	2048
4.1.2	SUOJAUTUMINEN	2048
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT	2048
4.2.1	VESITYSTASKUN TÄYTTÄMINEN	2148
4.2.2	VESILUKON KUIVUMINEN	2149
4.2.3	VESILUKON TUKKEUTUMINEN	2149
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	2149
4.3.1	ALAS- JA YLÖSAJOTILANTEET	2249
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA	2220
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA	2220
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	2320
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ	2320
5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	2424
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	2424
5.2	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS	2623
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA	2623



5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	2724
5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS	2825
5.4	KANAVAT	2825
5.4.1	VIRTAUS	2825
5.4.2	POTENTIAALITASAUS	2925
5.5	VENTTIILIT/PELLIT	2926
5.6	PUHALLIN	3026
5.7	LISÄILMAYHDE	3027
5.8	PESURIT / LAUHDUTTIMET	3027
5.9	PISARANEROTIN	3027
5.10	LAUHTENPOISTO	3127
5.10.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	3128
5.10.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS	3128
5.10.3	VESILUKOT	3128
5.11	LIEKINESTIN	3229
5.12	OHITUS	3229
5.13	ALIPAINESUOJA	3229
5.14	YLIPAINESUOJA	3229
5.14.1	RÄJÄHDYSLEVYT / MURTOKALVOT	3229
5.15	PITOISUUSMITTAUS	3329
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN POLTTO SOODAKATTILALLA	3430
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	3430
6.2	SEKOITUSSÄILIÖN HÖNGÄT	3531
6.3	JÄÄHDYTYS / LÄMMITYS	3531
6.4	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA	3531
6.4.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	3631
6.4.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS	3632
6.5	KANAVAT	3733
6.5.1	VIRTAUS	3733
6.5.2	POTENTIAALINTASAUS	3733
6.6	VENTTIILIT / PELLIT	3733
6.7	PUHALLIN	3733
6.8	PESURI	3833
6.9	PISARANEROTIN	3834
6.10	PISARANEROTTIMEN JA LÄMMITYSPATTERIN PESU	3834
6.11	LAUHTENPOISTO	3834
6.11.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	3834
6.11.2	KANAVIEN KALLISTUS JA LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS	3934
6.11.3	VESILUKOT	3935
6.12	LIEKINESTIN	4035
6.13	OHITUS	4035
6.14	YLIPAINESUOJA	4036
6.14.1	RÄJÄHDYSLEVY	4036
6.15	PITOISUUSMITTAUS	4036
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA	4137
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	4137



7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	4339
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	4440
7.2.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON KESKEYTTÄMINEN	4541
7.2.3	KAPASITEETTIRAJOITUS.....	4541
7.2.4	POLTIN JA TUKILIEKIN KÄYTTÖ	4642
7.3	PUTKISTO	4743
7.3.1	PUTKISTON HÖYRYTYS	4844
7.3.2	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	4844
7.3.3	POTENTIAALITASAU.....	4844
7.4	VÄKEVIEN KAASUJEN SIIRTO	4844
7.4.1	PAINEENPITOHÖYRY	4945
7.4.2	VENTTIILIT	4945
7.4.3	JÄÄHDYTYS/LÄMMITYS	4945
7.4.4	PISARANEROTIN	4945
7.4.5	LIEKINESTIN.....	4945
7.4.6	ALIPAINESUOJA	5046
7.4.7	YLIPAINESUOJA	5046
7.4.8	RÄJÄHDYSLEVYT / MURTOKALVOT	5046
7.5	LAUHTENPOISTO.....	5147
7.5.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	5147
7.5.2	PUTKIEN KALLISTUKSET JA LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SIJOTUS	5147
7.5.3	VESILUKOT.....	5147
7.6	VAIHTOEHTOINEN PAIKKA	5248
7.6.1	HÖYRYTYS	5248
7.6.2	SOIHDUN SIJOTUS	5248
7.7	PITOISUUSMITTAUS.....	5248
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA	5349
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	5349
8.1.1	METANOLI- JA TÄRPÄTTIPOLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	5450
8.1.2	METANOLIN JA TÄRPÄTIN POLTON KESKEYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	5450
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	5551
8.3	VENTTIILIT	5551
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	5652
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ	5652
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	5652
9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ	5652
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA	5753
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN.....	5753
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAIKSIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN	5854
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA.....	5955
10.1	LUOKITTELU	5955
10.2	KYLTIT.....	5955
10.3	LAUHTENPOISTO.....	6056
10.4	KANAVA/PUTKISTOMATERIAALI.....	6056



10.5	KANAVIEN ERISTYKSET	60 56
10.6	PUTKIEN/KANAVIEN KALLISTUKSET	60 56
10.7	VENTTILIT/PELLIT	61 57
10.8	LAIPAT, YHTEET	61 57
10.9	PUHALTIMET	61 57
10.10	EJEKTORIT / NESTERENGASKOMPRESSORI	61 57
10.11	KANAVAMITOITUS	62 58
10.12	LIEKINESTIMEN SJOITUS	62 58
10.13	RÄJÄHDYSLEVYJEN /MURTOKALVOJEN SJOITUS	62 58
10.14	OHITUKSEN SJOITUS	62 58
10.15	TILALUOKITUKSET	63 59
10.16	VALMISTUSLUVAT	63 59
11	SOIHDUT JA HAJUKAASUKATTILAT SEKÄ YHTEISTOIMINTA (UUSI) ..	65 61
11.1	SOIHDUN KÄYTÖSTÄ HUOMIOITAVAA	65 61
11.2	HAJUKAASUKATTILAN KÄYTÖSTÄ HUOMIOITAVAA	66 61
12	VAARANARVIOINNINSSA HUOMIOITAVAA (UUSI)	66 62
12.1	KEITTÄMÖ	66 62
12.2	AVOIN LAIMEIDEN KERÄILY	66 62
12.3	VESIPATSAALLA TOTEUTETUT YLI- JA ALIPAINESUOJAT SEKÄ LAUHTENPOISTOT ...	67 63
12.4	HAIHDUTTAMON TYHJÖKAIVO VÄKEVISSÄ HAJUKAASUISSA	67 63
12.5	LIKAISLAUHTEDEN KÄSITTELY	68 64
12.6	HAIHDUTTAMON LIKAISLAUHDESÄILIÖ	68 64
12.7	LIPEÄN PAISUNTA HAIHDUTTAMOALUEELLA	69 65
12.8	POLTTOLIPEÄSÄILIÖ JA VAHVAMUSTALIPEÄSÄILIÖ	69 65
12.9	SOODAKATTILAN LIUOTTAJAN HÖNGÄT	70 66
12.10	LAIMEAT HAJUKAASUT SOODAKATTILAN ERI ILMATASOILLE	70 66
12.11	HAJUKAASUJEN ESILÄMMITTIMEN LÄMMÖNSIIRTOPINTOJEN LIKAANTUMINEN	71 67
12.12	LAUHTEDEN PÄÄSY SOODAKATTILAAN	71 67
12.13	HAJUKAASUPESURIEN LÄMMÖNSIIRTIMEN LIKAANTUMINEN	72 67
12.14	KAUSTISTAMON LAIMEAT HAJUKAASUT	72 68
12.15	MÄNTYÖLJYKEITTÄMÖN HÖNGÄT	72 68
12.16	HAKESILON HÖNGÄT	73 69
12.17	TÄRPÄTTI	74 70
12.18	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN LAUHTET	75 70
12.19	HAIHDUTTAMON KÄYNTIINAJO	75 70
12.20	SOODAKATTILAN VÄKEVIEN POLTTIMEN ONGELMAT	76 71
12.21	VARAPOLTTOPAIKKOJEN HÄIRIÖT	76 72
13	SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	78 73
13.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ	78 73
13.1.1	POIKKEAMATARKASTELU (HAZOP)	78 73
13.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	78 73
13.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX)	79 74
13.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT	79 74
13.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET	80 74
13.3.1	SODAHUSKOMMITTÉN	80 75



13.3.2 BLRBAC	8075
14 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN.....	8176
14.1 POIKKEAMAT BLRBAC:n OHJEISIIN	8176
15 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA.....	8277
15.1 ESIMERKKI 1:.....	8277
15.2 ESIMERKKI 2:.....	8479
15.3 ESIMERKKI 3:.....	8580
15.4 ESIMERKKI 4:.....	8681
15.5 ESIMERKKI 5:.....	8782
15.6 ESIMERKKI 6:.....	8984
15.7 ESIMERKKI 7:.....	9085
15.8 ESIMERKKI 8:.....	9186
15.9 ESIMERKKI 9:.....	9186
16 LOPPUSANAT	9388
17 KIRJALLISUUSVIITTEITÄ.....	9489
LIITE 1	9694
ESIMERKKI TULITEHON LASKEMISEKSI	9694
LIITE 2	9893
ALFA-PINEENIN TASAPAINOKÄYRÄ ILMASSA	9893
LIITE 3	10095
METANOLIN TASAPAINOKÄYRÄ ILMASSA	10095

LIITTEET:

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



1 YLEISTÄ

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

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

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

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

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

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 ammattitaitoisesti suunniteltuja, ensiluokkaisia, asianmukaisia ja käyttövarmoja sekä rakenteeltaan tarkoituksenmukaisia ja lisäksi käytettyjen aineiden ja työn moitteettomuuden suhteen ensiluokkaisia.

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

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



2 MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

Hajukaasut sisältävät sellun valmistuksen yhteydessä vapautuvia kaasuja, puun mukana tulevia kaasuuntuvia yhdisteitä, vesihöyryä ja ilmaa. Keitossa, mustalipeän käsittelyssä ja kaustisoinnissa vapautuvat kaasut ja höngät; rikkivety, metyyliimerkaptaani, dimetyylisulfidi, dimetyylidisulfidi, metanoli ja 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.

Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti:

- väkevät hajukaasut
- laimeat hajukaasut
- erityishuomiota vaativat erilliskeräyskohteet
- liuottajan ja sekoitussäiliön hönkäkaasut
- nestemäinen metanoli
- nestemäinen tärpähti

2.1 Väkevät hajukaasut

Väkevät hajukaasut ovat pääosin peräisin haihduttamolta, strippauksesta, metanolilaitokselta, polttolipeäsäiliöstä, vahvalipeäsäiliöstä, sekä niitä voi tulla myös keittämön paisuntasäiliöltä, reboilerilta, tärpätindekantoinnista, ~~IMP-Bin~~keittimen ja imeytyssäiliön kaasauksesta.

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

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

Comment [MN1]:

Lukija ymmärtää että joissain tilanteissa pitoisuus voi olla korkea
Voisi käsitellä myös sekoitussäiliön höngät, rikkihappolaitos, ligniininerotus (kaikki joissa käsitellään happoja)
H2S pitoisuudet ovat tappavalla tasolla ilman H2S:n alkalipesua

PÄÄTÖS: Lisätään oma kappale 2.4

Comment [MN2]: Keittämöltä tulevat tarkemmin: Flash Tank / Flash reboiler / Tärpätinerotus / IMP Bin kaasaus?

PÄÄTÖS: OK



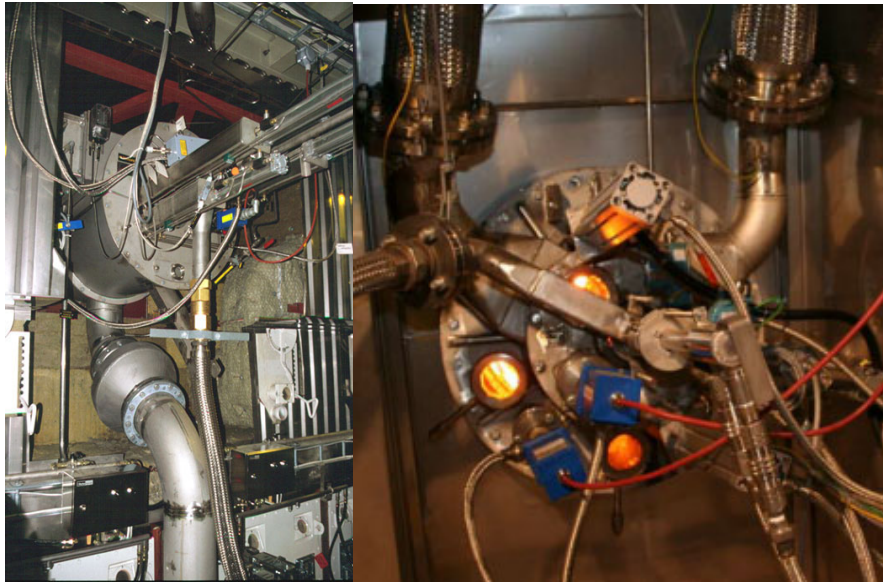
SOG (Stripper Off Gases) tarkoittaa stripperiltä tulevia lauhtumattomia väkeviä kaasuja, joka sisältää mm. metanolia (30–50 % painosta), pelkistyneitä rikkiyhdisteitä (TRS) ja terpeenejä. SOG-kaasut käsitellään väkevien hajukaasujen tavoin. SOG kaasut voidaan johtaa suoraan polttoon tai metanolilaitokselle. SOG kaasut voidaan johtaa suoraan omalla prosessipaineella ja omaa erillistä linjaa ja polttosuutinta pitkin väkevien polttimelle polttoon tai nesteytettäväksi metanolilaitokselle.

Comment [MN3]: Onko SOG poltto tätä päivää?
Pitääkö SOG kokonaan poistaa, laittaa erikseen vai miten toimitaan
PÄÄTÖS: pidetään

Jos stripperin kaasuille tehdään metanolin nesteytys, hajukaasujen polttoprosessi saadaan tasaisemmaksi ja varmatoimisemmaksi myös haihduttamon ja stripperin häiriötilanteissa. Metanolin nesteytyksessä syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaan väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Comment [MN4]: Tarkennusta SOG kaasun ventiiniin.
PÄÄTÖS: OK

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



Kuva 2-12-1. Väkevien hajukaasujen poltin



2.2 Laimeat hajukaasut

Laimeita hajukaasuja kerätään paineettomista säiliöistä ja laitteilta kuitulinjalta, haihdukselta, mäntyöljykeittämöltä sekä kaustisointilaitokselta. Paineellisista mustalipeäsäiliöistä tulevat kaasut pitää ohjata väkeviin hajukaasuihin. Paineettomista vahvalipeäsäiliöistä ~~tulevien kaasujen johtaminen väkevien tai laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään tulisi harkita tapauskohtaisesti tulevat hajukaasut suositellaan kerättäväksi laimeiden hajukaasujen järjestelmään niin, että niiden laimeus varmistetaan.~~

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

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

2.3 Liuotinsäiliön ja sekoitussäiliön höngät

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

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

2.4 Erityishuomiota vaativat erilliskeräyskohteet

[Esimerkiksi mäntyöljylaitos, rikkihapon valmistus, ligniinin erotus. Tähän yleistä tekstiä kyseisistä laitoksista, aiheeseen paneudutaan tarkemmin kappaleessa 12 vaaranarviointi](#)



Havupuu-tehtailla on mäntyöljylaitos. Mäntyöljylaitokselle voidaan rakentaa H₂S pesuri tai mäntyöljykeittämön rikkivety-pitoiset kaasut johdetaan laimeiden hajukaasujen pesurille esim. haihduttamon laimeiden pesurille, joka on varustettu pH:n säädöllä H₂S:n pesua varten.

Rikkihappolaitoksen prosessissa syntyy hajukaasuja, ne johdetaan...

Ligniinin erotuksessa syntyy hajukaasuja ne johdetaan,...

2.42.5 Rikkivety

Rikkivety on väritön, myrkyllinen, erittäin helposti syttyvä ja ilmaa raskaampi kaasu, jolla on voimakas mädäntyneen kananmunan haju, mutta lähestyttäessä 100 ppm:n (140 mg/m³) lukemia rikkivety lamauttaa hajuaistin ja altistunut henkilö ei enää tunnista hajua vaikka pitoisuus kasvaa. Rikkivedyn 500 ppm (750 mg/m³) pitoisuus aiheuttaa viidessä minuutissa tajuttomuuden. Yli 1 000 ppm:n (1 400 mg/m³) pitoisuus aiheuttaa välittömästi tajuttomuuden ja kuoleman hengityksen lamaannuttua.

Rikkivetyvuoto voi aiheuttaa ulkotiloissa syttymisvaaran ja sisätiloissa räjähdysvaaran.

Rikkivety on pelkistin, joten se voi reagoida hapettavien aineiden kanssa voimakkaasti. Aine syövyttää metalleja ja muoveja. Vesiliuoksessa rikkivety reagoi happamasti. Rikkivety on ilmaa raskaampaa (tilavuuspaino verrattuna ilmaan on 1.19) joten se voi kertyä säiliöihin ja kanaaleihin poistuen sieltä vasta säiliön täyttyessä tai ilmavirtojen mukana. Rikkivetyä muodostuu sulfidia, esimerkiksi natriumsulfidi, sisältävien liuosten sekoittuessa happojen kanssa ja sitä voi esiintyä koko tehdasalueella ja viemäreitä sekä kanaaleja pitkin se voi levitä pitkienkin matkojen päähän. Tästä syystä sellutehtaalle on asennettu kaasuilmaisimia alueille joissa voi esiintyä rikkivetyä. Ilmaisimen havaitessa tarpeeksi suuren pitoisuuden (tyypillises-ti 5 tai 10 ppm) vaarallista kaasua järjestelmään kytketyt ja mittauspisteiden lähelle asennetut hälytysvalot syttyvät.

Comment [MN5]: Lisätään tappava pitoisuusalue.

PÄÄTÖS: OK

Comment [MN6]: Lisätään tyypillinen hälytysraja

PÄÄTÖS: OK



2.52.6 Metyylimerkaptani

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

2.62.7 Dimetyylisulfidi /ja Dimetylidisulfidi/dimetylidisulfidi

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

2.72.8 Metanoli

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

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

2.82.9 Tärpätti

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

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

Comment [MN7]: mitä tarkoittaa tässä pesuri -> tarkennus tähän

Onko pesurityypillä (suutin, täytekappale, välipohja) ja lämpötilalla merkitystä kaasuseoksesta pois pesuun?

Voisi lisätä lauhtumislämpötila sekä todeta että helpompi kuin rikkiyhdisteet

PÄÄTÖS: teksti pois



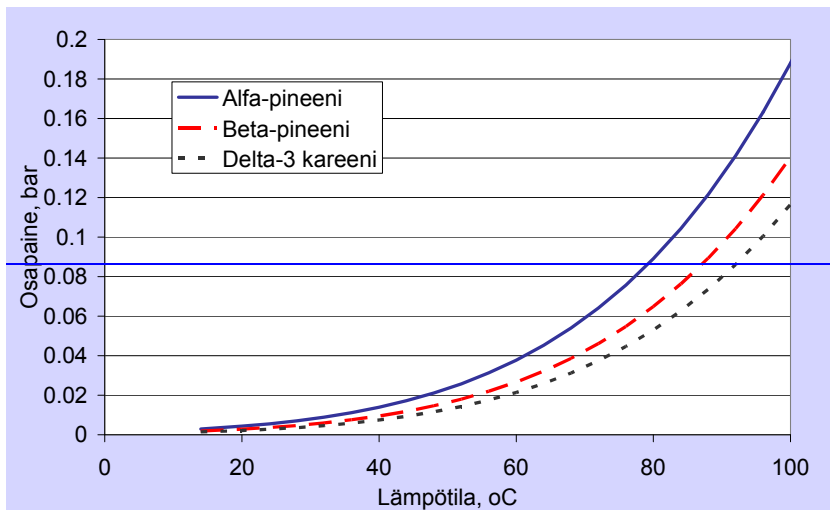
Taulukko 2-1. Raakatärpätin tyypillisiä koostumuksia, Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet (OVA)-ohje

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

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

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

~~Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiinien osapainetta vastaava määrä, kuva 2-2. Edellä olevasta johtuu, että tällaiset mahdollisesti runsaasti terpeenejä sisältävät laimeiden hajukaasujen kohteet on laimennettava keräyspisteen tai lauhdutuksen jälkeen. Keräyskohteen maksimilämpötilan ylittyessä on kohde rajattava automaattisesti pois keräilystä.~~



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

Comment [MN8]: PÄÄTÖS Siirretään kappaleeseen kappaleeseen 12.

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

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

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

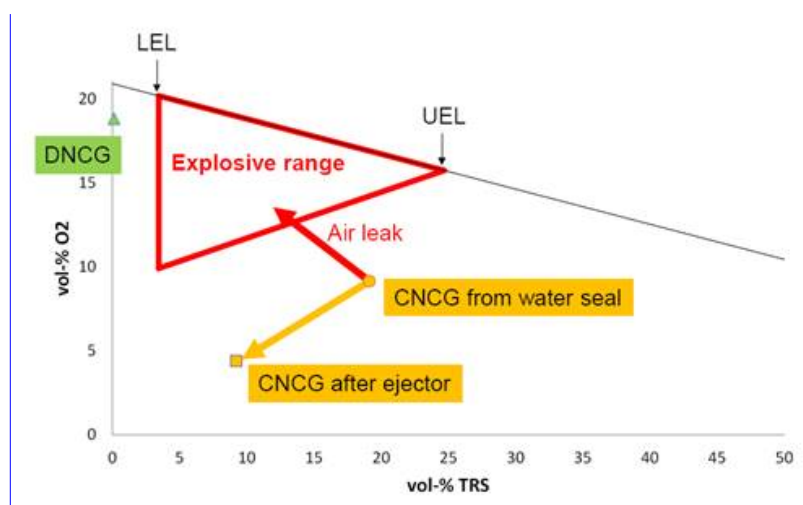


2.92.10 Räjähdyksrajat

Hajukaasut räjähtävät vain, jos hajukaasu-happiseos on räjähdyksrajojensa välissä ja pääsee kosketuksiin syttymislähteen kanssa, kuva 2-2. Syttymislähteitä ovat esimerkiksi kuumat pinnat, mekaanisesti syntyvät kipinät, sähkölaitteet, staattinen sähkö, sähkömagneettinen säteily, paineaallot ja kemialliset reaktiot.

Comment [MN9]: Räjähdykseen tarvitaan "kolmio": räjähdyksalueella olevan kaasu-happi seoksen lisäksi riittävä lämmön lähde, minkä ei tarvitse olla kuin kuuma pinta ilman liekkiä. Matalapainehöyryn käyttö aina hajukaasuissa (ei väli-painehöyryä).

PÄÄTÖS: lisätään teksti sekä kolmio



Comment [MN10]: Kuvaa tullaan muokkaamaan + käännös

Kuva 2-2. Räjähdykskolmio

Rajoja kutsutaan alemmaksi räjähdyksrajaksi ja ylemmäksi räjähdyksrajaksi, kuva 2-3. Yleensä käytetään englannin kielestä tulevia lyhenteitä LEL (Lower Explosion Limit) ja UEL (Upper Explosion Limit).

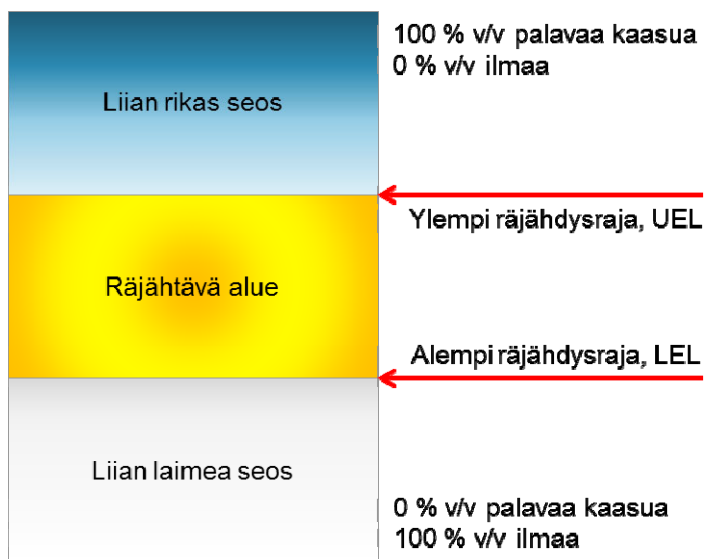
Alempi räjähdyksraja, LEL Palavan aineen pitoisuuden alaraja, jossa räjähdys on mahdollinen. EN1127-1 Pitoisuus jota korkeampi palavan kaasun pitoisuus voi räjähtää (pelkkä ilma ei räjähdä, liian laimea).

Ylempi räjähdyksraja, UEL Palavan aineen pitoisuuden yläraja, jossa räjähdys on vielä mahdollinen. EN1127-1 Pitoisuus jota alempi palavan kaasun pitoisuus voi räjähtää (pelkkä polttoaine ei räjähdä, liian väkevä, liian vähän happea).



Räjähävä alue

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



Kuva 2-32-3. Räjähdysrajat, Gas book



2.9.12.10.1 Räjähdyksrajoiden laskentakaavat

Räjähdyksraja lasketaan tyypillisesti seoksen komponenttien avulla.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (807/2001) [liite 1 kohta 7.7.1](#) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle. Pohjana on käytetty standardia "[Gases and gas mixtures — Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets](#)" [ISO 10156](#) ja sen taulukoita 1 ja 2 jotka antavat eri palaville ja inerteille kaasulle laskentavakioita. [Taulukkoon 2-2 on kerätty hajukaasun eri komponenttien ominaisuuksia ilmassa.](#)

Comment [MN11]: lisätään (jos löytyy) liekin nopeudet, syttymislämpötilat

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

Comment [ATI12]: Pisteet pilkuiksi, englanninkielisessä tekstissä kuitenkin desimaalipiste

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

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

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



2.102.11 Lyhenteitä

Lyhennys	Suomalainen määritelmä	Englanninkielinen määritelmä
ATEX	Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus	Atmosphères Explosibles.
BLRBAC	Amerikan soodakattilayhdistys	Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
CH ₃ SH	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
MM	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
(CH ₃) ₂ S	dimetyylisulfidi	dimethyl sulfide
DMS	dimetyylisulfidi	dimethyl sulfide
(CH ₃) ₂ S ₂	dimetyylidisulfidi	dimethyldi sulfide
DMDS	dimetyylidisulfidi	dimethyldi sulfide
C ₁₀ H ₁₆	tärpähti	turpentine
CH ₃ OH	metanoli	methanol
MeOH	metanoli	methanol
C ₂ H ₅ OH	etanoli	ethanol
H ₂ S	rikkivety	hydrogen sulfide
SO ₂	rikkidioksidi	sulfur dioxide
O ₂	happi	oxygen
NH ₃	ammoniakki	ammonia
H ₂ O	vesi	water
CO ₂	hiilidioksidi	carbon dioxide
CO	hiilimonoksidi	carbon monoxide
NO	typpioksidi	nitric oxide
CNCG	väkevät hajukaasut	concentrated non condensible gas
DNCG	laimeat hajukaasut	diluted non condensible gas
HEL	ylempi räjähdysraja	higher explosion limit
HVLC	laimeat hajukaasut	high volume low concentration
LEL	alempi räjähdysraja	lower explosion limit
LVHC	väkevät hajukaasut	low volume high concentration
NCG	hajukaasu	non condensible gas
SHK	Ruotsin soodakattilayhdistys	Sodahuskommittén
SOG	stripperin kaasut	stripper off gas
TRS	pelkistyneet rikkiyhdisteet	total reduced sulfur compounds
UEL	ylempi räjähdysraja	upper explosion limit
HAZOP	poikkeamatarkastelu	hazard and operability study
HTP (TLV)	haitalliseksi tunnettu pitoisuus	threshold limit value



3 VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

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

Comment [MN13]:

Suositukseen lisätään viittaukset BAT-dokumentin hajukaasuuteen
Esa/Kirsi

3.1 Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

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

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

Comment [MN14]:

On olemassa myös

erillispolttimia ilman kattilaosuutta (erään-

laisia soihjuja), joiden savukaasut pestään.

Meesauunin savukaasuilla alkalipesuri, alkali sitoo SO₂:n rikin.

PÄÄTÖS: poistetaan maininta meesauunista

3.2 Vaikutukset soodakattilan TRS-päästöihin

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

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



3.3 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikki-päästöihin

Jos hajukaasujen poltto-olosuhteet soodakattilassa eivät ole optimaaliset, ja syntyy SO_2 -päästöjä, niin keittopinta, ekonomaiserit ja sähkösuodattimet voi tukkeutua. Lisäksi korroosioalttius lisääntyy jos tuhkan matala pH säilyy pitkiä aikoja.

3.4 Vaikutukset soodakattilan NO_x -päästöihin

Varsinkin väkevät hajukaasut nestemäinen metanoli ja stripperin kaasut sisältävät typpiyhdisteitä. Typpi on pääosin ammoniakkina. Myös kaustistamon laimeat hajukaasut sisältävät ammoniakkia. Nämä yhdisteet ovat pääosin ammoniakkia, joten hajukaasujen sisältämä typpipitoisuus riippuu siitä miten sulan kautta kemikaali-kiertoon syntyviä ammoniakkivirtoja kerätään/käsitellään.

Puun typpiyhdisteet liukenevat normaalissa keitossa käytännöllisesti katsoen täydellisesti keittolipeään ja siirtyvät näin mustalipeän kautta haihduttamoon ja edelleen soodakattilaan. Soodakattilassa tyypillisesti noin kolmannes mustalipeän typestä hapettuu typpioksidiksi ja muodostaa savukaasujen NO_x -päästön.

Toinen olennainen osa mustalipeän orgaanisesta tyydestä siirtyy soodakattilapoltossa pohjasulaan natriumsyanaattina NaOCN . Sulan syanaattityppi siirtyy liuottimen kautta sulan muiden suolojen joukossa viherlipeään, jossa syanaattityppi muuntuu vähitellen alkalisen hydrolyysin seurauksena ammoniakiksi.

Viherlipeässä ja edelleen valkolipeässä muodostuva ammoniakki haihtuu osittain heikkojen hajukaasujen joukkoon. Pääosaltaan ammoniakki kuitenkin jatkaa valkolipeän mukana takaisin keittoon. Keitosta ammoniakki siirtyy puun orgaanisten typpiyhdisteitten joukossa mustalipeään. Haihduttamossa ammoniakki lopulta erottuu lipeästä ja siirtyy väkeviin hajukaasuihin ja metanoliin.

Comment [MN15]: Jos soodakattilassa poltetaan SOG kaasuja tai nestemäistä metanolia, silloin tulee tyypeä reippaasti.



3.4.1 Laimeiden hajukaasujen vaikutus

Laimeiden hajukaasujen osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti ~~5~~10...15-30 % koko ilmamäärästä. Typpi laihoissa hajukaasuissa on pääasiassa ammoniakkaa. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 10 ppm. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO_x:ksi. Jos kattilan NO_x-taso on luokkaa 100 ppm, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0.3 * 0.2 * 10)}{100} - 1 \approx 2\%$$

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

Comment [MN16]: Onko 5 ... 15% koko ilmamäärästä edelleen korrekki?

PÄÄTÖS: luvut päivitetty

3.4.2 Liuotinhöngän vaikutus

Liuotinhöngän mukana tulevan ilman osuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5 % koko ilmamäärästä. Typpi liuotinhöngässä on peräisin haihduttamon sekundäärilauhteista tai sulan mukana liuotinsäiliöön tulevan typen reagoimisesta ammoniakiksi. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 100 ppm. Voitaisiin olettaa, että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO_x:ksi. Jos kattilan NO_x-taso on luokkaa 100 ppm, niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

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

Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu, jos laimeat hajukaasut ohjataan tulipesässä oikealle lämpötila-alueelle. Joissakin kattiloissa on havaittu NO_x-päästöjen kasvua kun liuotinhönkiä on johdettu tertiääri-ilman joukkoon.

Comment [MN17]: Onko 5 % koko ilmamäärästä edelleen korrekki?

PÄÄTÖS: tarkastetaan



3.4.3 Väkevien hajukaasujen vaikutus

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

$$NO_x = \frac{(100 + 0,3 * 0,01 * 2000)}{100} - 1 \approx 6\%$$

3.4.4 Metanolin vaikutus

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

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

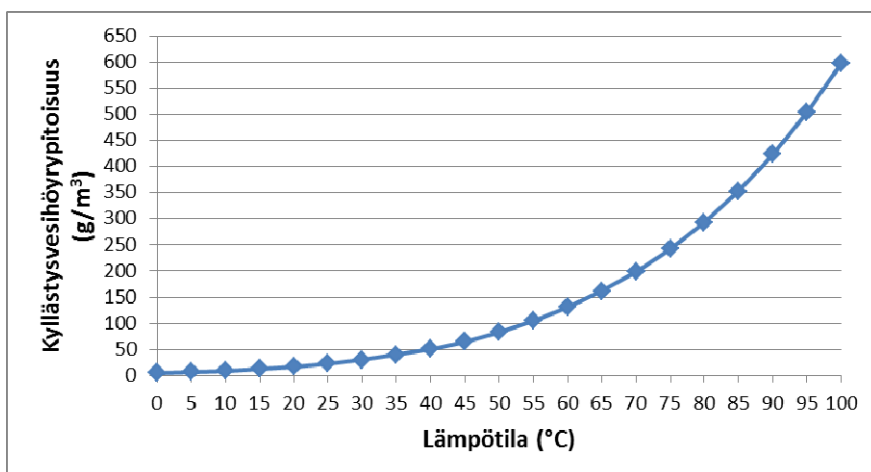


3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

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

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

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



Kuva 3-13-1. Ilman kylästysvesihöyrypitoisuus. Kylläisen ilman vesihöyryn pitoisuus lämpötilan funktiona.

Comment [ATI18]: Muuta myös kuvan y-akseliin



4 HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO

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

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

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

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

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

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

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

Sallittu rikkivety-pitoisuus sisätiloissa on 5 ppm (7 mg/m^3) / 8 h ja 10 ppm (14 mg/m^3) / 15 min Sosiaali- ja Terveysministeriön ohjeen ”[Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet](#)” mukaisesti. Nämä ns. HTP-arvot (haitalliseksi

Comment [MN19]: Tämän kohdan kaikki kappaleet olisi hyvä käydä läpi kertaalleen.

Nyt lisätty oma kappale vaaranarviointi

PÄÄTÖS: Teksti voi jäädä tähän, kappaleessa 12 näitä asioita käydään tarkemmin läpi.



tunnettu pitoisuus) ovat pienimpiä pitoisuuksia, joiden uskotaan voivan vahingoittaa työntekijää.

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

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

4.1.1 Haju

Rikkiyhdisteet lamauttavat hajuaistin, joten nenään ei saa luottaa. Tilanne voi muodostua hengenvaaralliseksi, jollei asianmukaisia suojatoimia käytetä. Kaikkien hajukaasuja sisältävien laitteiden parissa työskentelevien on tutustuttava laimeitten – ja väkevien hajukaasujen käyttöturvallisuustiedotteisiin.

4.1.2 Henkilökohtainen Suojautuminen

Hajukaasuilta suojautumiseen käytetään työskennellessä ainoastaan paineilmalaitteita. Kaasunaamari ja hengitysilmasuojain on tarkoitettu vain vaara-alueelta poistumista varten. Suojaimen suodattimen tulee olla soveltuva hajukaasuissa esiintyviltä yhdisteiltä suojaamiseen. Lisäksi suositellaan käytettäväksi henkilökohtaisia mittareita, jotka ilmaisevat vähintään rikkivetyä (H₂S).

Comment [MN20]:

Voisiko tässä kertoa suositeltavaa suodintyyppiä kaasunaamareihin käytettäväksi? V: Ei mainintaa tyyppistä.

Varmistettava naamari että toimii myös rikkiyhdistelle. Tyypillisesti kertakäyttöinen (ei työskentelyä varten)

PÄÄTÖS: teksti päivitetty

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

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

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



4.2.1 Vesitaskun täyttyminen

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

4.2.2 Vesilukon kuivuminen

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

Vesilukkojen kuivuminen on estettävä myös seisokkien aikana.

4.2.3 Vesilukon tukkeutuminen

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

4.3 Räjähdysvaarat hajukaasulinjoissa

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

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

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



4.3.1 Alas- ja ylösajotilanteet

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

4.3.2 Takatuli

Liekki etenee putkistossa kaasuvirtaan nähden vastakkaiseen suuntaan tyypillisesti alhaisen virtausnopeuden takia. Tämän vuoksi väkevien hajukaasujen linjoissa käytetään liekinestimiä.

4.4 Kaasuräjähdykset kattilassa

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

4.5 Sula-vesiräjähdykset kattilassa

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

Sula-vesiräjähdyksellä tarkoitetaan kuumen kemikaalikeon kanssa kosketuksiin joutuvan veden erittäin nopeaa höyrystymistä. Höyrystymisen aiheuttama paineaalto saattaa rikkoa tulipesää ja siten aiheuttaa savukaasu/vesi/höyryvuodon kattila-huoneeseen.



4.6 Korroosio-ongelmat

Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisäanneen soodakattilan korroosiota. Hajukaasujärjestelmiä suunniteltaessa on huomioitava tulipesäkorroosi-
on vaara. Myös väkevien hajukaasujen polttimen läheisyydessä olevissa ilma-
aukoissa on havaittu korroosiota.

Kullekin hajukaasutyypille on käytettävä sille suositeltua materiaalia. Hajukaasu-
polttimia suunniteltaessa tulee huomioida mahdolliset liekin aiheuttamat ongelmat.

Comment [MN21]: 15 vuoden ajon jälkeen, hajukaasupolttimen putkissa sekä kaikissa ilma-aukoissa polttimen ympäristössä korroosiota.

PÄÄTÖS: teksti päivitetty

4.7 Kipinöinti ja staattinen sähkö

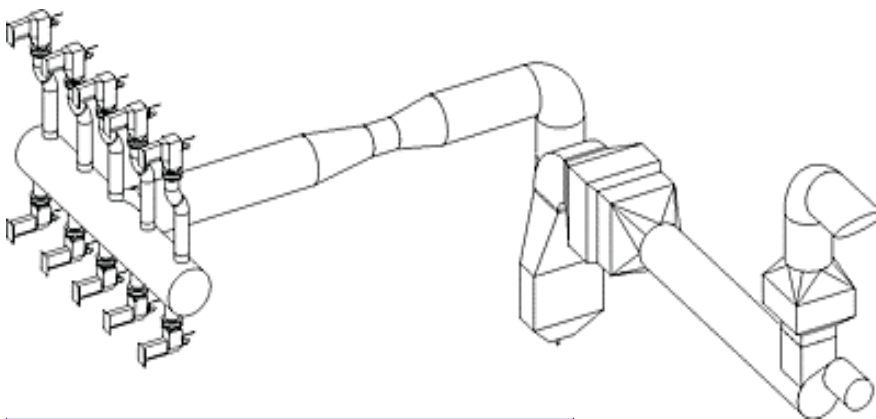
Räjähdys vaatii alkuenergian esimerkiksi kipinästä. Turvallisuuden takaamiseksi hajukaasulinjoille tehdään potentiaalintasaus keräilypisteestä lähtien. Potentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Esimerkiksi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



5 LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

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

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



Kuva 5-15-4. Esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta

5.1 Tyypilliset keräilykohteet

Listaus kohteista

5.15.2 Koostumus ja määrä

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

Comment [MN22]: KUVA UUSITTAVA, mahdollisuus lauhteen/veden pääsulle rengaskanavan alapohjan ilma-aukkojen kautta kattilaan

PÄÄTÖS: uusitaan tai pois

Comment [ATI23]: Kirsi täydentää



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

Comment [ATI24]: Pisteet pilkuiksi

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
Mäntööljykeittämön 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. Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtaalla ensimmäistä kertaa käyttöön tai prosessiin tehdään muutoksia, tulee konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteistä mitata jotta todetaan laimeiden hajukaasujen pitoisuudet eri keräyslähteistä. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseistä on esitetty taulukossa 5-2. Hajukaasun komponenttien pitoisuudet vaihtelevat paljon riippuen tehtaasta ja mitauspisteestä.

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseistä syntypisteessä.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

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



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

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

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

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

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

5.25.3 Jäähdytys/ ja 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. Kun laimeita hajukaasuja sekoitetaan palamisilmaan, on kylmän palamisilman esilämmityksen täytettävä yllä mainittu kriteeri.

5.35.4 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, prosess-

Comment [MN25]: Monesti hajukaasujen ja ilman seos lämmitetään riittävän kuumaksi. Eli palamisilma lämmitetään esim 150 C ja siihen lämmitettyyn ilmaan sotketaan sitten laimeat hajukaasut (tehdaskaasut ja höngät). Sekoituksen lämpötila täyttää tämän 30 C yli lauhdutuslämpötilakriteerin kyllä.

PÄÄTÖS: teksti päivitetty



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.

Soodakattilayhdistys suosittelee, että hajukaasujärjestelmä on ollut käytössä riittä-
vän pitkään (esim. yli 1 tunti) ennen syötön aloittamista, jotta kanaviin lauhtuneet
palavat hajukaasukomponentit höyrystetään ja tuuletetaan ulos. Jos mahdollista,
laimeiden hajukaasujen keräily tulisi olla päällä seisokin aikana. Tavoite on että
laimeiden hajukaasujen järjestelmässä ei tapahdu konsentroitumista väkeviksi.

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

5.3.15.4.1 Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

Laimeita hajukaasuja voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun mm. seuraavat ehdot
ovat voimassa. **HUOM. Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönotto-
vuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin
tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.**

Taulukko 5-4. Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

Ehto	Ehdon tarkoitus
1. Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15 % kattilan nimelliskuormasta. Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet hajukaasujen hapettumiseksi (lämpötila, viive-aika).
2. Laimean hajukaasun puhallin päällä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli). Estää hajukaasun konsentroituminen kanavistoon.
3. Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	Estää hajukaasun konsentroituminen kana- vistoon. Varmistaa riittävä virtaus kanavas- sa, jolla estetään liekin eteneminen taakse- päin putkistoon (takatuli).
4. Virtaus kanavistossa ennen kattilaa lähinnä olevaa sulkuventtiiliä riittävä	Estää hajukaasun konsentroituminen kana- vistoon. Varmistaa riittävä virtaus kanavas- sa, jolla estetään liekin eteneminen taakse- päin putkistoon (takatuli).
5. Lämpötila jäähdytyksen jälkeen (ennen lämmityspatteria) alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja vesihöyryn määrää

Comment [ATI26]: Keskusteltava nykyillä laitteoimittajien kanssa.

Comment [MN27]: Ehto 2. Ilma ei voi aiheuttaa takatulta. Jos on takatulen mahdollisuus, se ei voi olla enää laimeaa hajukaasua. Toki puhallin pitää olla käynnissä.

Comment [MN28]: Ehto 3. Ennen mitä sulkuventtiiliä, missä ja mikä paine?

Comment [MN29]: Ehto 4. Virtaus ennen sulkuventtiiliä? Mitä sulkua missä? Kyse on laimeista hajukaasuista ja takatulen mahdollisuutta EI saa olla. Se on koko järjestelmän toiminnan edellytys.



- | | |
|--|--|
| 6. Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan | Estää vesipisaroiden pääsy kattilaan |
| 7. Tuuletus <u>kattolle</u> (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson | Estää hajukaasujen konsentroituminen kanavistoon |
| 8. Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitaskun pinta alle ylärajan | Estää lauhteen pääsyn kattilaan |

Comment [MN30]: Ehto 7: Tämä ehto ei takaa mitään eli etteikö hajukaasuja olisi kanavistossa. (riittävän ajanjakson?). Kanavisto suunniteltava kunnolla. Turhat edellytykset pitää poistaa, jos niitä ei voida yksikäsitteisesti määritellä/toteuttaa ja joilla ei ole mitään merkitystä kokonaisuuden turvallisen toiminnan kannalta. Huonontavat vain kokonaisuuden käytettävyyttä.

5.3.25.4.2 Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

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

Taulukko 5-5. Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

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

Comment [AT131]: Keskusteltava laitetointajien kanssa.

Comment [MN32]:
Ehto 6. Tarpeeton. Laimeissa ei voi olla takatulioletusta tai vaaraa sille! Sitä paitsi missä on määritetty minimipaine ja missä mitataan? Ilmasuuttimella?

5.45.5 Kanavat

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

5.4.15.5.1 Virtaus

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



5.4.25.5.2 Potentialitasaus

Laimeilla hajukaasuilla ei vaadita potentialitasausta.

5.5.6 Venttiilit ja pellit

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

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

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.



Kuva 5-25-2. Erään tehtaan laimeiden hajukaasujen polttojärjestelmä asennusvaiheessa.

Comment [MN33]: Kuinka tiivis 99.9%
vaiko tuplapellit + tiivistysilma?
Ja sulkutumis/avautumisnopeus x sekuntia?
Työryhmä: lisätään kappaleeseen 12 selostus esim. tuplaventtiilistä

Comment [MN34]:
KUVA UUSITTAVA, mahdollisuus lauh-
teen/veden pääsille rengaskanavan alapoh-
jan ilma-aukkojen kautta kattilaan
PÄÄTÖS: uusitaan tai poistetaan



5.65.7 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis, jotta hajukaasut eivät vuoda ympäristöön, ja Lauhteenpoiston kokosiinä on oltava vähintään DN50-lauhteenpoiste.

5.75.8 Lisäilmayhde

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

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

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

5.85.9 Pesurit / lauhduttimet

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

5.95.10 Pisanerotin

Pisanerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta. On suositeltavaa käyttää pisanerotinta aina sen jälkeen, kun laimeita hajukaasuja jäähdytetään tai käsitellään pesurilla. Lisäksi on suositeltavaa käyttää pisanerotusta ennen kaasujen lämmitystä lähellä polttopaikkaa. On suositeltavaa käyttää laimeiden hajukaasujen kanavan polttopäässä pisanerotinta ennen kaasujen lämmitystä ja aina sen jälkeen kun laimeita hajukaasuja jäähdytetään tai käsitellään pesurilla. Pisanerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

Comment [MN35]: Lauhteenpoiston koko oltava vähintään DN50. Edelleen puhallintoimittajilla vakiona tuntuu olevan DN25, joka ei ole riittävä. Ja lauhteenpoisto tulee kytkeä lauhteenpoistoputkistoon joustavalla osalla.

Selitys miksi pitää olla tiivis (ATEX tiivisteessä on ilmarako)

PÄÄTÖS: tekstiä päivitetty

Comment [ATI36]: Keskusteltava laiteoimittajien kanssa.

Comment [MN37]: Lisäilmakanavaan laitetaan pelti, joka säätelee puhaltimen imukaapin painetta. Suojasäädön kautta pidetään imukaapin paine aina negatiivisena ja hajukaasut eivät pääse purkautumaan lisäilmayhteestä ulos.

Comment [MN38]: Tällä ei ole mitään tekemistä puhaltimen suojaamisen kanssa. Jos puhallin pysähtyy, hajukaasujen on käännettävä pois kattilasta. "riittämättömästä lisäilman syötöstä suoritettava tarpeelliset lukitukset." ei ole tämän ohjeen lukituksissa eikä ole määritelty "riittämätöntä" lisäilman määrää! Tarpeeton lukituksena.

Comment [MN39]: Pesurin yläosassa on lähes poikkeuksetta pisanerotin. Onko tämä riittävä vai suositellaanko vielä lisäpisanerotin? Maximilämpötilalukituksella suojataan jo systeemiä ja lisäpisanerotin ei ole välttämätön.

PÄÄTÖS: tekstiä päivitetty



5.10.5.11 Lauhteenpoisto

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

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

5.10.15.11.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

~~Lauhteenpoistoyhteitten~~ Lauhteenpoistoyhteiden ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään ~~50 mm~~ DN50 tukkeutumisvaaran vuoksi. Lähinnä soodakattilaa olevan lauhteenpoistoyhteen ja -linjan putkihalkaisija tuli olla vähintään ~~400 mm~~ DN100. Lauhteenpoistoyhteiden ja -linjojen koko ~~on~~ tulee kasvattaa ~~kiinnittää~~, jos kanavaan on mahdollista päästä ylimääräistä vettä esim. pesuvesi.

5.10.25.11.2 Kanavien kallistus ja lauhteen ~~poistoyhteitten~~ poistoyhteiden sijoitus

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

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

Hajukaasukanaviston kokoa ja virtausnopeutta suunniteltaessa on huomioitava, että suurilla virtausnopeuksilla kaasuvirta voi temmata lauhdetta mukaansa.

5.10.35.11.3 Vesilukot

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

Comment [AT140]: Kommenttia käsitellään kappaleessa 5.11.2: Olisiko myös virtaavien kaasujen nopeuksilla merkitystä kallistuskulmaan? Tulisiko suositella virtausnopeuksiakin?

PÄÄTÖS: teksti lisätty



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

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

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

Tulee keskustella polttopaikkaa edeltävässä tilassa oleva suurempi lauhteenpoistin, joka voi ottaa vastaan esim. seisakin aikana syntyneen suuremman lauhdemäärän.

~~5.11~~5.12 Liekinestint

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

~~5.12~~5.13 Ohitus

Laimeiden hajukaasujen ohituskanava on johdettava mahdollisimman korkealle paikalle. ~~Normaalisti o~~ Ohituskanava suositellaan johdettavan -omalla linjallaan vähintään soodakattilalaitoksen katolle tai savupiippuun.

~~5.13~~5.14 Alipainesuoja

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

~~5.14~~5.15 Ylipainesuoja

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää ylipainesuojaa.

~~5.14~~5.15.1 Räjähdyslevyt / murtokalvot

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

Comment [ATI41]: Huom. Tukes 2017: kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset

Comment [MN42]: Voidaanko laimeiden hajukaasujen ohitus yhdistää liotinhölkien ohituskanavaan? Toki sellaiseen kohtaan ettei aiheuta ongelmia hönkäpesurin toiminnassa.

PÄÄTÖS: Ei voi suositella

Comment [MN43]: Olisiko hyvä mainita laimeiden hajukaasujen suunnittelu-painesuositusta? 2017 tuli Tukesilta ohjeistusta 50 kPa DNCG kanavien suunnittelu-paineeksi. Koskenee myös kaikkia DNCG laitteita kanavien kera?

Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, TUKES oppaan kappale 3.3, sivu 10



5.155.16 Pitoisuusmittaus

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

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

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

Comment [MN44]: Nyt soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen pitoisuudet LÄHTÖPISTEESSÄ mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia. Olisiko syytä tarketaa hieman, mitä keräilykohteita ensisijaisesti? Esim. jos Chip Bin otetaan DNCG keräilyyn?



6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

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

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

Comment [MN45]: Lauhteenpoistoon tarkentavana, että on oikien tehty, ns. pottamalli tms.

6.1 Tyypilliset keräilykohteet

[Kirsi täyttää](#)

6.2 Koostumus ja määrä

Liuottimen höngät ovat peräisin pääasiassa vuotoilmasta, sulan lämmön aikaansaamasta höyrystä (viherlipeän kiehumisen liuottajassa) ja sulan hajotushöyrystä. Ongelmallisinta käsittelyn kannalta on liuottimen hönkien sisältämät pienet viherlipeäpisarat, jotka kuivuuksaan pyrkivät likaamaan/tukkimaan hönkajärjestelmän.

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

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

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

Comment [MN46]: Olisiko hyvä hie-man päivittää nykypäivään yli 30 vuotta vanhat mittaukset, mm. sularännien huuvat muuttuneet tiiviimmiksi, ei niin paljoa vuotoilmaa kuin tuolloin, kosteuspitoisuudet nousseet vs. tuo 40%, myös hönkien lämmöt kuumempia?



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

6.3 Sekoitussäiliön höngät

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

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

Comment [MN47]: Sekoitussäiliön höngille pitoisuus/koostumusmittaukset?

6.4 Jäähdytys / Lämmitys

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

Suosittelaa, että liuottimen höngkien lämpötila lauhduttimen jälkeen on 40–50 °C.

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

Comment [MN48]: Onko näin enää nykyaikaisissa systeemeissä, kun höngät sotketaan kuumaa DNGC ja lisäilman kanssa?

6.5 Liuottimen höngkien polton logiikka

Tämä teksti pyrkii esittämään ne prosessivaateet, joita vaaditaan liuottimen höngkien 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 höngkien polttoa soodakattilassa tulee voida valvoa ja polton aloittaminen ja lopettaminen tulee voida tehdä samasta valvomosta kuin muukin soodakattilan toiminnan valvonta tapahtuu.

Comment [MN49]: Katso kommentti kohtaan 5.2 liittyen. Liuotinhönkiä ei yleensä lämmitetä erikseen omalla lämmönvaihtimella, koska kaasut ovat paljon likaavampia kuin tehtaan laimeat hajukaasut.



6.5.1 Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Liuottimen hönkiä voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun seuraavat ehdot ovat voimassa. **HUOM.** Jokaisessa soodakattilassa saattaa olla käyttöönottovuoden, varustelun, prosessikytkentöjen ja toteutuksen takia myös muita kuin tässä esitettyjä ehtoja mukana logiikassa.

Taulukko 6-2. Liuottimen hönkien syötön edellytykset

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

Comment [MN50]:

Ehto 3. Paine kanavistossa jne. Tarpeeton lukitus. Painea ennen sulkupeltiä ei ole oikeastaan paljon mitään, kun höngät menevät pihalle!

Comment [MN51]: Ehto 5. Liittyy varmaan sekoituksen lämpötilaan (ilma+hajukaasut), jos erikseen ei lämmitetä hönkiä.

Comment [MN52]: Kohta 5. ja 7. Voisiko ajatella päivitystä, kääntö kattilaan jo aiemmin, että minimoidaan päästöt ulkoilmaan? Jonkinlainen viive ja kunnon lauhteenpoistopotat? Tuo takatuli-lause hieman mietittyttä, jos nyt keksitellään pelkkiä liuottajan hönkiä?

6.5.2 Liuottimen hönkien syötön keskeytys

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

Taulukko 6-3. Liuottimen hönkien syötön keskeytys

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



laan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan

6. Vesitaskun pinta yli ylärajan

Estää lauhteen pääsy kattilaan

6.6 Kanavat

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

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

6.6.1 Virtaus

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

Comment [MN53]: Viedäänkö enää nykysuunnittelussa liuottajan hönkiä enää täysin omaan kattilalle asti?

6.6.2 Potentiaalintasaus

Liuottimen hönkien kanavistolle ei tarvitse tehdä potentiaalintasausta.

6.7 Venttiilit / pellit

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

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

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava.

Comment [MN54]: Onko suositusta tiiveysasteelle xx.x % tai muuta ratkaisua tiiveyden aikaansaamiselle (esim. puhallin tms.)? Voisiko suositella myös tiivistemateriaalia venttiilin rakennemateriaalin lisäksi?

6.8 Puhallin

Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis, jotta hajukaasut eivät vuoda ympäristöön. Lauhteenpoiston koko on oltava vähintään DN50. Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä on oltava lauhteenpoisto.

Comment [MN55]: Lauhteenpoiston koko oltava vähintään DN50. Edelleen puhallintoimittajilla vakiona tuntuu olevan DN25, joka ei ole riittävä. Ja lauhteenpoisto tulee kytkeä lauhteenpoistoputkistoon joustavalla osalla.

Selitys miksi pitää olla tiivis (ATEX tiivisteessä on ilmarako)

PÄÄTÖS: tekstiä päivitetty



6.9 Pesuri

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

Comment [MN56]: Olisiko syytä keskustella myös jo liuottajalta lähtevän höngän esipesusuosituksesta, ja mihin kohtaan sekoitussäiliön hönkien tuonti kytkeytyy hönkälinjaan ennen varsinaista hönkäpesuri/lauhdutin systeemiä? Minimoidaan kiintoaineen kanatuminen itse pesuri/lauhdutusjärjestelmään.

6.10 Pisanerotin

Pisanerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta. On suositeltavaa käyttää pisanerotinta aina sen jälkeen, kun hönkiäläimeita hajukaasuja jäähdytetään tai käsitellään pesurilla. Lisäksi on suositeltavaa käyttää pisanerotusta ennen kaasujen lämmitystä lähellä polttopaikkaa.

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisanerotinta kaasun jäähdytyksen jälkeen. Pisanerottimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

Comment [MN57]: Pesurin yläosassa on lähes poikkeuksetta pisanerotin. Onko tämä riittävä vai suositellaanko vielä lisäpisanerotin?
Maximiläpötilalukituksella suojataan jo systeemiä ja lisäpisanerotin ei ole välttämätön.
Hyväksytäänkö sykloni lisäpisanerottimena?

6.11 Pisanerottimen ja lämmityspatterin pesu

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

Comment [MN58]: Pisanerotin poistaa pisaramuodossa olevat lauhteet kaasusta. Syklona olisi myös idioottivarma lauhdepotta + helppo lisätä LZ pintalukitus, jos lauhde juokseekin kaanavistossa nestemäisenä virtana (eliminoidaan sulavesiräjähdysvaaroja), ja lisäksi syklona olisi helpompi pitää puhtaana kuin pisanerointielementti (joka voi mennä ympitukkeeseen).

6.12 Lauhteenpoisto

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

Comment [MN59]: Olisiko hyvä suositella, että ei mitään putkivesilukkoja tukkeentumaan lauhteenpoistoon, jos vaarana saada kiintoainekökkäreitä linjaan pesun aikana? Onko käytännönkokemuksia?

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

Comment [MN60]: Onko suositeltavaa johtaa mahdollisesti viherlipeää sisältävää likaislauhdetta ns. likaisten lauhteiden käsittelyyn, jotka johdetaan yleensä haihduttamon Likaislauhdesäiliölle ja sieltä Stripperin syötöksi?

6.12.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

Lauhteenpoistoyhteiden ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään DN50 tukkeutumisvaaran vuoksi.



Lähinnä soodakattilaa olevan lauhteenpoistoyhteen ja -linjan putkihalkaisija tuli olla vähintään ~~DN100+100 mm~~. Lauhteenpoistoyhteiden ja -linjojen koko ~~on~~ tulee kiinnittää kasvattaa jos kanavaan on mahdollista päästä ylimääräistä vettä esim. pesuvesi.

6.12.2 Kanavien kallistus ja lauhteenpoistoyhteiden poistoyhteiden sijoitus

Comment [MN61]: Putkisilloilla sallitut kallistuskulmat, pitkät osuudet, suosituksia?

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

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

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

Hajukaasukanaviston kokoa ja virtausnopeutta suunniteltaessa on huomioitava, että suurilla virtausnopeuksilla kaasuvirta voi temmata lauhdetta mukaansa.

6.12.3 Vesilukot

Comment [MN62]: Entäpä vesilukot mahdollisissa pesureissa/lauhuttimissa? Lapon estot?

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

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



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

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

6.13 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.14 Ohitus

Liuottimen hönkien ohituskanava on johdettava mahdollisimman korkealle paikalle. Ohituskanava suositellaan johdettavan omalla linjallaan vähintään soodakattilalaitoksen katolle tai savupiippuun. ~~Normaalisti ohituskanava johdetaan soodakattilalaitoksen katolle tai savupiippuun.~~

Comment [MN63]: Ohituskanavan/oman ohituspiipun/sisäpiipun virtausnopeussuositus, ettei sada?

6.15 Ylipainesuoja

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

6.15.1 Räjähdyselevy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.16 Pitoisuusmittaus

Liuottimen höngille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.



7 VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

Väkevien hajukaasujen lähteet ovat mm. haihduttamon tyhjökaivon lauhtumattomat kaasut, stripperin ja metanolitislauksen kaasut, likaislahdesäiliön hönkä, keittimen lauhduttimien kaasut, tärpättisysteemin kaasut sekä paineistetun lipeän väkevoinnin kaasut.

Väkevien hajukaasujenjärjestelmien suunnittelussa on huomioitava ATEX-säädökset.



Kuva 7-17-4. Soodakattilan tulipesän alaosa, jossa keskellä erillispoltin väkeville hajukaasuille.

Comment [MN64]:

Väkevien pullotus / häiriötilanteet lisättävä

Väkevien hajukaasujen pullotusta ei käsitellä missään. Nykypäivän tehtailla se välttämättömä toteuttaa. Kaasut suljetaan systeemiin ja vaihdetaan varapaikkaan päästämättä kaasuja missään vaiheessa ulos. Joskus on poistettu koko poistomahdollisuus eli ainoa vaihtoehto on poltto.

Comment [MN65]:

Ylös- ja alas ajotilanteissa CNCG keräilyyn, muulloin haihdutinsarjalle yksikköön 4 tms.?

7.1 Tyypilliset keräilykohteet

[Kirsi täyttää](#)



7.17.2 Koostumus ja määrä

Väkevien hajukaasujen kokonaismäärä modernissa sellutehtaassa on 2 - 4 kgS/ADt. Määrä lisääntyy merkittävästi jos mustalipeää haihdutetaan korkeaan kuiva-aineeseen (yli 80 %). Väkevien hajukaasujen rikki- ja lämpömäärät riippuvat muun muassa kemikaalikierron sulfiditeetista, joten prosessista johtuen väkevien hajukaasujen määrä voi vaihdella suuresti eri ajankohtina. Sellutehtaan väkevien hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä määriä on esitetty taulukossa 7-1.

Comment [MN66]: Voisiko ilmaista, että korkea kuiva-aine edellyttää usein jonkinlaista lipeän lämpökäsittelyä, joka irrottaa lipeästä rikkiä lisää väkeviin hajukaasuihin?

TAULUKKO 7-1. Väkevien hajukaasujen tyypillisiä määriä eri osastoilta

Osasto	kg S / ADt	m3n / ADt
Eräkeiton pusku	0.4 – 0.8	5 – 15
Eräkeiton kaasaus	0.1 – 0.2	1.0 – 3.0
Jatkuva keitto	0.1 – 0.4	1.0 – 4.5
Stripperi	0.5 – 1.0	15 – 25
Haihduttamo	0.4 – 0.8	1 – 10
Metanolin käsittely	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0
Mustalipeän lämpökäsittely	2 – 3	1.5 – 3.0
Konsentraattori	2 – 5	1.5 – 6.0

Comment [MN67]: Onko saatavana uudempia mittauksia

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

TAULUKKO 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyysistä

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Comment [MN68]: Onko saatavana uudempia mittauksia? Keskustelu mahdollisesta mittauskampanjasta yhdistys kustantamana.

TAULUKKO 7-3. Väkevien hajukaasujen komponenttien lämpöarvoja, BLRBAC.

Komponentti	kJ/kg(kuiva)
-------------	--------------



H ₂ S	15 280
CH ₃ SH	26 100
(CH ₃) ₂ S	30 890
(CH ₃) ₂ S ₂	23 630
Tärpähti	41 560
Metanoli (kaasu)	22 720

Väkeviä hajukaasuja ei yleensä jäähdytetä eikä kuumenneta kuten laimeita hajukaasuja. Väkevien hajukaasujen siirtoon käytetään ejektoria tai nesterengaskompressoria. Näiden laitteiden jälkeen hajukaasujärjestelmässä on pisaranerotin, liekinestin ja räjähdyslevy ennen polttoa.

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

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

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

Comment [MN69]: Ainakin keittämöllä väkevät hajukaasut lauhdutetaan ja havutehtailla vielä ajetaan tärpätipesurin läpi ennen kytkeä muualle.

Comment [MN70]: Olisiko hyvä lisätä myös venttiilikoneikko, joka sisältää polton kääntöventtiilit ja niiden välisen tuuletuksen, höyryhuuhtelut, ohiajon. Jossakin voi olla myös näkölasin murtolevyn kunnan tarkastamiseksi.

Comment [MN71]: Olisiko syytä käydä joidenkin lukitusten osalta myös keräilyn lukituksia, että tiedostetaan mahdollisen vuotoilman tai ei toivotun jakeen pääsy väkevien hajukaasujen polttoon asti?



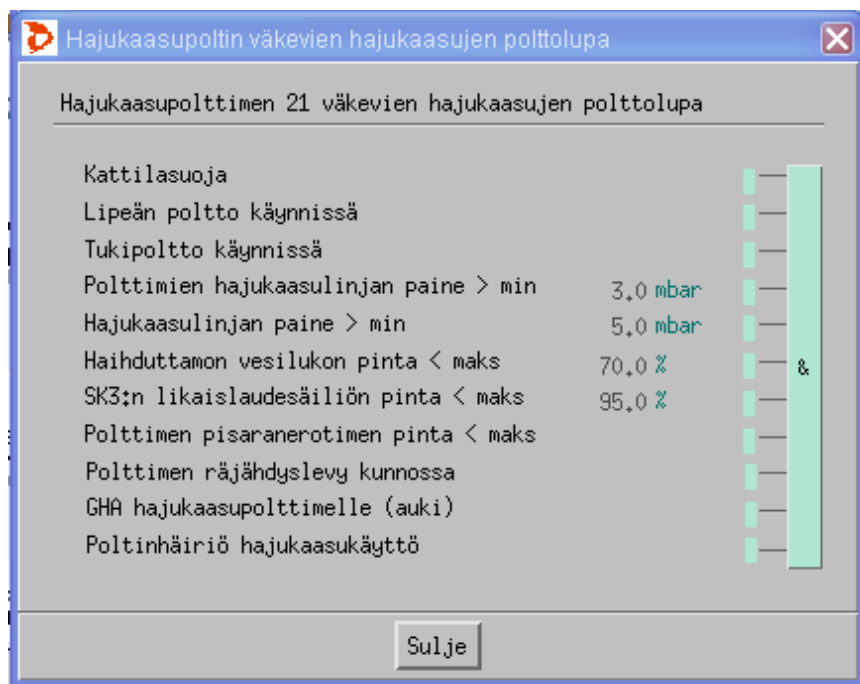
7.2.17.3.1 Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

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

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

Taulukko 7-4. Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

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



Kuva 7-27-2. Esimerkki erään tehtaan väkevien hajukaasujen polttoehdoista



7.2.27.3.2 Väkevien kaasujen polton keskeyttäminen

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

Taulukko 7-5. Väkevien kaasujen polton keskeyttäminen

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

7.2.37.3.3 Kapasiteettirajoitus

Väkevien hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan tarpeeksi. Minimikapasiteetin höyryvirtana määrittää laitetoimittaja. Koska nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsite, suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa $0,7 \text{ MW/m}^2$ pohjaa. Esimerkki tulitehon laskemiseksi on esitetty Liite 1.

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

Taulukko 7-6. Väkevien hajukaasujen polton hälytyksiä

Hälytys	Hälytyksen tarkoitus
1. Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)	Poltossa merkittävä häiriö
2. Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys (H_2S) laukeaa.	Tarkistaa vuotaako hajukaasujärjestelmä
3. Mustalipeän kuiva-aine laskee alle hälytyksen aiheuttavan alarajan	Palamisen varmistaminen
4. Liekinestimen paine-ero yli ylärajan	Liekinestin tukossa/tukkeutumassa
5. Hajukaasun virtaus poltimelle laskee alle alarajan (varsinainen virtaus varmistetaan paineen kautta)	Todetaan, että hajukaasuja tulee polttoon



7.2.47.3.4 Poltin ja tukiliekien käyttö

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

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

Väkevien hajukaasujen palaminen vaatii riittävää polttovyöhykkeen lämpötilaa, yleisesti tänä lämpötilana pidetään 900 °C. Lämpötilavaatimus täyttyy jos hajukaasu 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.

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



Kuva 7-37-3. Eräs väkevien hajukaasupoltin kuvattuna kattilan sisältä ja ulkoa.

Comment [MN72]: Poltinnan tulisi aina startata ns. varmalla polttoaineella kuten öljy tai kaasu (soodakattilapoltin, soihdu, erillispolttokattila), ennen siirtymistä esim. metanolille

Comment [MN73]: Onko mahdollista jos täytetään minimilämpötilavaatimus, joka määritetty aiemmin jo tässä (30 C yli lauhdutuslämpötilan). Väkevissä hajukaasuissa taitaa olla enemmän kosteutta kuin laimeissa hajukaasuissa sotkettuun lisäilmaan.

Comment [MN74]: Riittävä kapasiteetti lienee 10% polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta

Comment [MN75]: Olisiko hyvä suositella CNCG polttimien liekkivahtien määrää ja tyyppiä?



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

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

Comment [MN76]: Tukipoltin käynnistys vain paikallisesti? Jos näin, niin millä edellytyksillä voi käynnistää valvomosta? Yhä useammin operaatiot tehdään valvomosta ja se nopeuttaa paljon toimintaa.

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

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

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

Taulukko 7-7. Edellytykset hajukaasujen polttoon ilman tukiliekkiä

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

7.3.7.4 Putkisto

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

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



7.3.17.4.1 Putkiston höyrytys

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

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

Comment [MN77]: Höyrytystä on mahdoton tehdä, jos ei sallita YHTÄÄN ajaa väkeviä hajukaasuja ulos. Tämä mahdollisuus on fyysisesti poistettu. Ei ole minkäänlaista paikkaa ulospuhallukselle. Kaasut on pakko pullottaa ja lähteä pulloituksen kautta suoraan polttoon. Järjestelmä on rakennettava niin.

Comment [MN78]: Tuplapikasulkujen jälkeistä linjaa ei voi kytkeä enää mihinkään lauhteenkeräilyyn (Klabinin sula-vesi räjähdys 2000 luvun alussa), oltava kaadolla soodakattilaan. Tuplapिकासulut ja sen jälkeinen putkisto esim sähkösaatolla pidettävä lämpimänä lauhtumisen estämiseksi?

Comment [MN79]: Nykyään myös ejektorin lisäksi nesterengastyhöpumppeja.

Polttimella myös minimipainelukitus, turvapuolen lukituksena.

7.3.27.4.2 Putkiston painemittaukset

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

Putkiston tukkeentumista voidaan valvoa sekä virtausmäärän että painemittausten perusteella.

7.3.37.4.3 Potentialitasaus

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

7.47.5 Väkevien kaasujen siirto

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

Väkevien kaasujen ejektori/nesterengaskompressori voidaan tarvittaessa sijoittaa soodakattilalaitokseen.

Comment [MN80]: Varavoima nesterengaspumpulle. Ejektorin kosteus -> happimittaus/rikkihappolaitos. Öljynjalostus kompressorit



7.4.17.5.1 Paineenpitohöyry

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

7.4.27.5.2 Venttiilit

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

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

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

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

7.4.37.5.3 Jäähdytys/lämmitys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.4.47.5.4 Pisaranerotin

Höyryjektorin/nesterengaskompressorin jälkeen polttoon menevässä hajukaasulinjassa tulee olla pisaranerotin. Pisaranerotimessa poistetaan mahdolliset lauhteet kaasusta.

7.4.57.5.5 Liekinestin

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

Comment [MN81]: Suositus venttiili-tyypille metallitiivisteisten läppien sijaan -> pallo, joka on tiiviimpi?

Venttiiliyppien/tiivistemateriali erot

Comment [MN82]: Muita suosituksia (BLRBAC) noudattaessamme ei ole esitetty palosulkuventtiilille vaatimusta.

Entä jos olisikin palosulku, niin pitääkö ohiajoputki esim soodakattilan katolle (soihdu) viedä kattilahuoneen ulkopuolella? Mielestäni pitää, jos ohjetta noudatetaan.



Liekinestimen sijoituspaikan on oltava mahdollisimman lähellä väkevien hajukaasujen poltinta.

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

7.4.67.5.6 Alipainesuoja

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

7.4.77.5.7 Ylipainesuoja

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

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy, josta tulee hälytys.

7.4.87.5.8 Räjähdyslevyt / murtokalvot

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

Suosittelava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

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

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



7.5.7.6 Lauhtenpoisto

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

Comment [MN83]: Eri prosessipaineissa olevia väkevien hajukaasujen linjoja (jatkuvatoiminen CNCG, eräkeiton CNCG, SOG) ei tulisi vesittää samoihin lauhteenkeräilyputkiin.

7.5.17.6.1 Lauhtenpoistolinjojen koko

Lauhtenpoistoyhteitten ja niistä alkavien linjojen suositeltava putkihalkaisija on vähintään ~~DN50~~ ~~50 mm~~ syntyvän lauhde- sekä tukkeutumisvaaran vuoksi. Ulkona olevat yhteen ja lauhdeputket varustetaan sähkösaatolla jäätymisvaaran takia.

Comment [MN84]: Sähkösaattokaapelissa huomioitava ATEX.

7.5.27.6.2 Putkien kallistukset ja lauhtenpoistoyhteiden sijoitus

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

Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa on pyrittävä putkiston kallistukseen kaasun virtaussuunnassa 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:1 tai jyrkempi. Jollei suositeltuihin kallistuksiin päästä jollain osalla putkistoa, on lauhteen poisto tällaisesta putkiston osasta suunniteltava erityisen huolellisesti.

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

7.5.37.6.3 Vesilukot

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

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



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

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

Comment [MN85]: "Vesilukkojen" mitoituksesta olisi syytä keskustella.

7.6.7.7 Vaihtoehtoinen paikka

Väkevien hajukaasujen polton edellytys soodakattilassa on, että järjestelmässä on olemassa vaihtoehtoinen paikka, minne kaasut voidaan automaattisesti ohjata tilanteessa jossa hajukaasujen poltto soodakattilassa keskeytyy. Vaihtoehtoisia paikkoja voi olla useita, esimerkiksi voimakattila, varakattila, soihtu, meesauuni ja piippu. Kääntö vaihtoehtoiseen polttopaikkaan pyritään toteuttamaan niin että päästöt ympäristöön ovat mahdollisimman pienet.

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

7.6.17.7.1 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.6.27.7.2 Soihdun sijoitus

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

7.7.8 Pitoisuusmittaus

Väkeville hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

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

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



8 METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

8.1 Metanolin/Tärpätin polton logiikka

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

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

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

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

Comment [MN86]: Tärpätin käsittelyä voisi ylipäänsä tarkentaa

Metanolin polton edellytyksiä voisi tarkentaa



8.1.1 Metanoli- ja tärpättipolttimen käynnistyksen edellytykset

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

Taulukko 8-1. Metanoli- ja tärpättipolttimen käynnistyksen edellytykset

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

8.1.2 Metanolin ja tärpätin polton keskeyttävät tapahtumat

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

Taulukko 8-2. Metanolin ja tärpätin polton keskeyttävät tapahtumat

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



8.2 Polttimeen sähköistys ja automatiikka

Metanolin/tärpätin polttimeen sähköistuksen ja automatiikan täytyy täyttää öljy/kaasupolton sähköistuksen ja automatiikan vaatimukset.

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

8.3 Venttiilit

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

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



9 TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA

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

9.1 Toiminta häiriön yhteydessä

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

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

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

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

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

Comment [MN87]:
steam purge only when maintenance
pressure needs to be maintained

9.3 Toiminta ylösajon yhteydessä

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



- seisokin aikaiset kunnossapito- ja korjaustyöt ovat loppuun suoritettut eikä hajukaasulaitteilla ole enää menossa seisokkitöitä
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot on asianmukaisesti asennettu, tarkastettu ja puhdistettu asennusjätteistä
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleisiin laitteisiin liittyvät venttiilit ovat käynnistyksen edellyttämässä kunnossa ja asennossa
- kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden kohteena olleet laitteet ja putkistot ovat käyttövalmiita ja tiiviitä. Tiiviys pitää kokeilla koepöyrytysten ja kierrätysten avulla.

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

Ennen ylösajoa on kaikki lauhdesäiliöt tarkastettava ylivuotojen ja kuivumisten havaitsemiseksi.

Ennen ylösajoa on kaikki vesilukkojen lisävedet tarkastettava ja laitettava toimimaan.

9.4 Toiminta seisokin aikana

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

9.4.1 Ohjeita hajukaasujärjestelmän valmistelemiseksi seisokki- tai huoltotöitä varten

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



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

Väkevien putkiston huuhtelua suositellaan tehtäväksi 24 tuntia ennen pitoisuusmittausta ja huolto/kunnossapitotöiden aloittamista väkevien hajukaasujen putkilla.

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

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

9.4.2 Ohjeita seisokin aikaisiin kunnossapidon töihin

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



10 ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA

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

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

10.1 Luokittelu

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

Hajukaasujen jako laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin sekä liuottajasäiliön hönnä ei riitä karakterisoimaan sisällön vaarallisuutta. Kaasuseokset pitää luokitella [Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä 26.9.2001/807](#) mukaisesti. Täten kukin hajukaasulinjasto pitää luokitella sen nimenomaisen kaasun sisällön mukaan.

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

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

Luokitus pitää kuitenkin tarkistaa.

10.2 Kyltit

Hajukaasujen polttolaitteet ja putkistot/kanavat on varustettava asianmukaisin merkinnöin. Merkinnöissä on luettava ainakin tekstit ”Väkeviä hajukaasuja”, ”Tärpähtiä”, ”Metanolia” ja ”Laimeita hajukaasuja” sekä tarvittaessa ”Palavaa”, ”Myrkyllistä” ja ”Ei saa hitsata tai leikata ilman valvontaa” sekä ”Laitteita ei saa avata ilman kirjallista työlupaa”. Lisäksi putket/kanavat on varustettava virtaussuuntaa kuvaavilla merkeillä.



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

10.3 Lauhteenpoisto

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

10.4 Kanava/putkistomateriaali

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

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

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

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

10.5 Kanavien eristykset

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

Vesitykset on eristettävä ja ulkona olevat vesitykset on tarvittaessa lämpösaattettava.

10.6 Putkien/kanavien kallistukset

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



10.7 Venttiilit/pellit

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

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

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

Metanolin/tärpätin polton venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaavaa. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpätti ovat liuottimia).

10.8 Laipat, yhteyt

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

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

10.9 Puhaltimet

Laimeiden hajukaasujen siirtoon suositellaan käytettäväksi puhaltimia.

10.10 Ejektorit / nesterengaskompressori

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



10.11 Kanavamitoitus

Hajukaasuja poltettaessa kanavanopeudet on pidettävä kaikissa käyttöolosuhteissa yli liekin etenemisnopeuden.

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

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

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

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

10.12 Liekinestimen sijoitus

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

10.13 Räjähdyslevyjen /murtokalvojen sijoitus

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

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

10.14 Ohituksen sijoitus

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



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

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

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

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

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

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

Kattilahuone ja mahdollinen väkevien hajukaasujen ja metanolin ja tärpätin polttimen lähialue tulee varustaa hälyttävällä rikkivety- tai VOC-pitoisuutta näyttävällä mittarilla, jos hajukaasua sisältävä linja kulkee työskentelytilan kautta.

10.16 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 menetel-
lään.

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

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



11 MUUT POLTTOPAIKAT JA YHTEISTOIMINTA (UUSI KAPPALE)

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

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

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

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

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

11.1 Ohiajolinja

11.2 Hajukaasujen pullotus

11.3 Soihdun käytöstä huomioitavaa

Soihtu on nykyään useimmiten varapolttopaikka.

Comment [MN88]: TRS- päästö
Lämpötila-alue soihdulle 650 °C, soodakattilassa 900 C



11.4 Hajukaasukattilan käytöstä huomioitavaa

Hajukaasukattilat ovat tyypillisesti jatkuvia polttopaikkoja.

Comment [MN89]: add some considerations about burning NCG gases on a dedicated furnace for sulfuric acid generation, in my opinion

12 VAARANARVIOINISSA HUOMIOITAVAA (UUSI)

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

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

12.1 Keittämö

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

Tarkastettava:

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

12.2 Avoin laimeiden keräily

Säiliöalueiden laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmät ovat usein ns. avoimella keräilyllä toteutettuja. Tällöin laimeiden hajukaasujen keräily-yhteet on kytketty



säiliöalueilla säiliöiden keskeltä kattoa lähtevän pystysuuntaisen huokausputken kyljestä. Keräilyyn lähtevään linjaan on asennettu käsi- tai automaattitoiminen venttiili, jolla on käyntiinajon yhteydessä säädetty riittävä alipaine kohteeseen niin, että säiliö ei höngi ulos ajon aikana. Tällöin vedetään tarkoituksella koko ajan hie-
man ilmaa huokauslinjan kautta keräilyyn.

Tarkastettava:

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

12.3 Vesipatsaalla toteutetut yli- ja alipainesuojat sekä lauhteenpoistot

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

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

Tarkastettava:

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

12.4 Haihduttamon tyhjökaivo väkevissä hajukaasuissa

Haihduttamoissa on tyhjökaivoja, joissa on ns. putkivesilukko ylikaa-dolle. Riippu-
en ylikaa-don putkivesilukon vesilukkokorkeudesta ja ajettavasta väkevien hajukaa-



suojen alipaineesta tyhjökaivon kaasuille voidaan aiheuttaa tilanne jossa vedetään ilmaa väkevien hajukaasujen järjestelmään ja aiheutetaan mahdollisuus hajukaasu-räjähdysille.

Tarkastettava:

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

12.5 Likaislauhteiden käsittely

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

Tarkastettava:

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

12.6 Haihduttamon likaislahdesäiliö

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

Tarkastettava:

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

Comment [MN90]: what to do with dirty condensate tank, how to do maintenance to it



12.7 Lipeän paisunta haihduttamoalueella

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

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

Tarkastettava:

1. Haihduttamon paisunnan toiminta
2. Säiliöön syötettävän lipeän lämpötila

12.8 Polttolipeäsäiliö ja vahvustalipeäsäiliö

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

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



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

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

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

Tarkastettava:

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

Comment [MN91]: existing safety device at the tank such rupture discs and safety

12.9 Soodakattilan liuottajan höngät

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

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

Tarkastettava:

1. Liuottajan hönkien ????

12.10 Laimeat hajukaasut soodakattilan eri ilmatasoille

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



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

Tarkastettava:

1. Hajukaasujen polttomahdollisuus koko kattilan käyntialueella

12.11 Hajukaasujen esilämmittimien lämmönsiirtopintojen likaantuminen

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

Hajukaasupesureiden ja lauhduttimien jälkeisellä kaasun lämpötilalla on merkitystä kosteuspitoisuuteen.

Tarkastettava:

1. Esilämmittimien ajonaikainen pesumahdollisuus
2. Kääntömahdollisuus lämmittimien pesun ajaksi

12.12 Lauhteiden pääsy soodakattilaan

Liekinestimien lauhteet, liekinestimien tyyppi ja asennustapa putkistoon nähdn.

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

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

Tarkastettava:

1. Vesitykset hajukaasukanavissa
2. Vesitykset mahdollisissa höyrylinjoissa

Comment [MN92]: Jos lämpimämpään kaasuvirtaan lisätään varasilmaa, aina lauhtuu ja tulee pisaroita. Pisanerottimen ja likaislauhteiden poistopottien sijoittelussa oltava ajatus mukana



12.13 Hajukaasupesurien lämmönsiirtimen likaantuminen

Hajukaasujen keräilyssä käytetään tyypillisesti hajukaasupesureita kerätyn kaasun tilavuusvirran alentamiseksi ja lauhdelastiongelmiä välttämiseksi. Hajukaasupesureiden niin pesukierron kuin jäähdytysvesikierron puolella on ollut likaantumiso ongelmia.

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

Tarkastettava:

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

12.14 Kaustistamon laimeat hajukaasut

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

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

Tarkastettava:

1. Kaustistamon keräämättömien kaasujen hajupitoisuus

12.15 Mäntyöljykeittämön höngät

On syytä huomioida, että mäntyöljykeittämön suovan rikkihappopalstoituksessa syntyvä rikkivety (H_2S) ei ole räjähtävällä pitoisuudella vaan ~~ainoastaan~~ tappavalla, tuhansia ppm:ia sisältävällä pitoisuudella, mm. tästä syystä mäntyöljykeittämön höngät on hyvä alkalipestä ennen kytkentää muiden laimeiden hajukaasujen joukkoon.

Comment [MN93]: Pitäisikö paremmin keskustella säiliöiden höngistä ja niiden keräilystä

jaetaan säiliöt kahteen tai kolmeen luokkaan, paineelliset, likaiset ja muut

Helpompi ymmärtää vaatimuksia
Mihin tulisi keskittyä kun laimennetaan
Häiriötilanteet / alajotilanteet säiliöiden kannalta -> esim. mustalipeäsäiliöt
Likaislauhdesäiliö ainoa paineeton?
Miten estetään liika ilma järjestelmään



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

Tarkastettava:

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

12.16 Hakesiilon höngät

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

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

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

Tarkastettava:

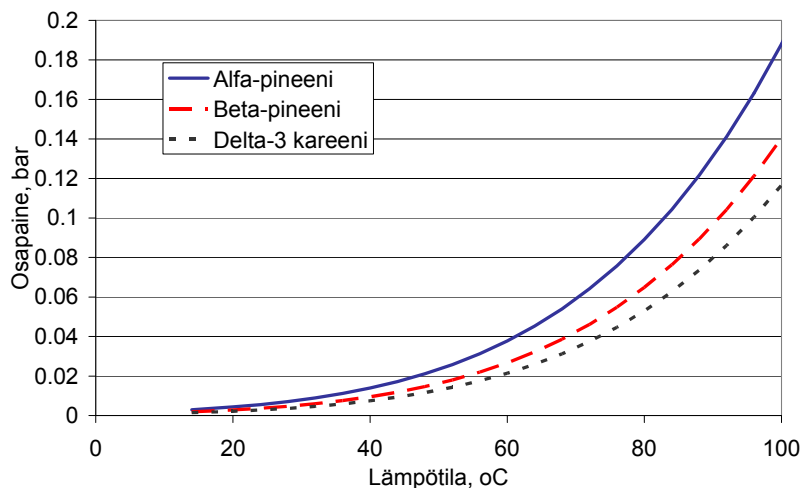
1. Miten hakesiilo toimii kun hakkeen korkeus on matala
2. Voiko hakesiilon hönkien TRS pitoisuus ylittää LEL-rajaa alemman varmuusrajan



12.17 Tärpätti

Tärpätin keräilyssä huomioitavia turvallisuusnäkökulmia.

Suoritetusta lauhdutuksesta huolimatta terpeenejä jää aina kaasumaisena käsiteltyyn kaasuseokseen terpentiniinien osapainetta vastaava määrä, kuva 2-2. Edellä olevasta johtuu, että tällaiset mahdollisesti runsaasti terpeenejä sisältävät laimeiden hajukaasujen kohteet on laimennettava keräyspisteen tai lauhdutuksen jälkeen. Keräyskohteen maksimilämpötilan ylittyessä on kohde rajattava automaattisesti pois keräilystä.



Kuva 12-1. Tärpätin komponenttien hövryn osapaineita, Drew et al., 1971

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

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

Tarkastettava:

Comment [MN94]: Keittämön paisunnan höngät lauhdutetaan ennen kaasujen johtamista väkevien keräilyyn, jos ei ole reboiler kytkentöjä. Havuputehtailta usein on törmännyt puutteelliseen lauhdutukseen häiriötilanteissa, ja tärpättiä kulkeutuu näin väkevien linjastoon ja ovatpa aiheuttaneet ihan suorilla putkiosuuksilla ehkä räjähdyksiä.

Voisi lisätä lauhdutuslämpötiloja sekä esimerkkilukituksia

PÄÄTÖS: siirretty kappaleesta 2

Comment [MN95]: Tulisiko suositella, että havuputehtaiden likaislauhteiden pumppaussäiliöillä olisi aina väliseinä ylikkaatamaan pumppauspuolelle, että tärpätti ei pääse ikinä kertymään pintaan (koskeen haihdittaman likaislauhdeseiliötä ja hajukaasujen likaislauhteiden pieniä pumppaussäiliöitä)?



1. Mahdollinen tärpätin kulkeutuminen lauhteissa

12.18 Metanoli

Metanolin keräilyssä huomioitavia turvallisuusnäkökulmia.

Metanolin nesteytyksessä syntyvät lauhtumattomat kaasut johdetaan muiden jatkuva-
vatoimisten väkevien hajukaasujen keräilykohteiden keräilyjärjestelmän vesilukko-
astialle nestepinnan alle.

12.19 Laimeiden hajukaasujen lauhteet

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

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

Tarkastettava:

1. Lauhdejärjestelmien toiminta kun mukaan tulee kiinteää ainetta

12.20 Haihduttamon käyntiinajo

Kun haihduttamoa ajetaan käyntiin, on lipeän kuiva-ainevahvuuksilla merkitystä
etenkin havupuutehtailla haihduttamon peräpään kuohaamiselle ja sitä myötä väke-
vien hajukaasujen keräilylle haihduttamon tyhjöpumpun kautta. Havupuujossa
suopaa on päässyt jollain tehtaalla väkevien hajukaasujen keräilyyn ja polttoon asti.

Lisäksi käyntiinajon yhteydessä on tullut tehtailla vastaan suuret keräilyyn tulevat
väkevien hajukaasujen kaasumäärät. Tehtailla on pohdittu ovatko käyntiinajotilan-
teiden suuret väkevien hajukaasujen kaasumäärät (etenkin haihduttamon tyhjäjär-



jestelmästä) pitoisuuksiltaan väkevien hajukaasujen määritelmän eli yli ylemmän räjähdysrajan alueella vai räjähtävällä alueella.

Tarkastettava:

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

12.21 Soodakattilan väkevien polttimen ongelmat

Yhdellä tehtaalla on ollut soodakattilan väkevien hajukaasujen polttimella tukkeen-
tumisongelmia liekinestinelementin otsapinnalla ja itse väkevien hajukaasujen polt-
timessa olevien hajukaasuaukkojen osalta tietyllä osaa aukkoja. Tukoksista on löy-
tynt jonkinlaista kiintoainetta, jota ei ole vielä tarkemmin analysoitu. Tehtaalla on
epäilyksenä haihduttamon tyhjökaivon kautta tuleva suopa tai keittämöltä asti tule-
va hienonhieno kiintoaines.

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

Tarkastettava:

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

12.22 Liekinestimet/liekinvalvojat

Liekinvalvojien osalta, onko tarkennettu, että on kahdella liekkivahdilla ja millä
tyypillä UV vai IR. Usein liekkivahtien liekkitiedon kanssa häiriöitä, kun tuki-
polttoaine vaihtuu tms.

Liekinestimiä on kahta mallia: joko pystylinjaan asennettava malli tai vaakalinjaan
asennettava malli. Kuvassa on pystylinjaan asennettava malli.

Comment [MN96]: Kommentit siirretty
kappaleesta 2



12.23 Varapolttopaikkojen häiriöt

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

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

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

Tarkastettava:

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



13 SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

13.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

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

13.1.1 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

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

13.1.2 Putkistojen luokittelu

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

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

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

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



[selection of cylinder valve outlets ISO 10156](#) ja sen taulukoita 1 ja 2. Laimeat hajukaasut luokitellaan haitallisiksi kaasuiksi, muttei räjähtäviksi kaasuiksi.

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

11.1.313.1.3 Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu (ATEX)

[ATEX-määritelmää ja ATEX:n vaikutusta tilojen ja laitevalintojen turvallisuusluokitukseen selitettävä tarkemmin.](#)

Räjähdyksvaarallisia 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.

11.213.2 Eurooppalaiset standardit

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

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

Kaikkiin hajukaasulinjoihin on asennettava sulkuventtiilit.



11.3.13.3 Olemassa olevat ohjeet

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

11.3.13.3.1 Sodahuskommittén

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

11.3.13.3.2 BLRBAC

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

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

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

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

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



14 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN

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

14.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

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

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



13.15 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

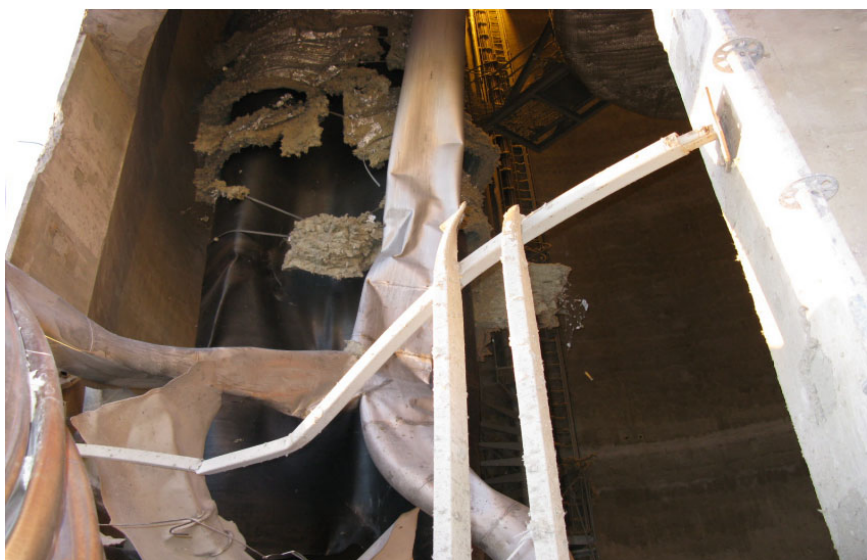
Comment [MN97]: get some Brazilian examples do be added

Hajukaasulinjastossa voi olla räjähdysvaara, mikäli kaasun konsentraatio on räjähdysalueella. Kaasun konsentraatio on pidettävä riittävän korkeana tai tarpeeksi matalana. Etenkin alas - ja ylösajotilanteet ovat ongelmallisia. Yleensä soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmille.

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

13.15.1 Esimerkki 1:

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



Kuva 15-13-1. Kuva sisäpiipusta räjähdysen jälkeen



Syyt:

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

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

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

Muut suositukset:

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



- Haihduksen suljetun laimeiden hajukaasujen keräilyn puhaltimen kapasiteettia tulisi lisätä ja imupuoli varustaa laimennusilman sisäännotolla.
- Laimien hajukaasujen ohituspiipun alaosan suunnittelu pitää miettiä uudelleen.
- Puhaltimen käyttö tulisi lopettaa ja ohjata ne imupuolella olevaan omaan piippuun, jos laimeat hajukaasut konsentroituvat räjähdysalueelle.
- Laimille hajukaasuille tulisi tehdä poikkeama- tarkastelu (HAZOP) kaasujen väkevoitymiselle normaaliajossa ja seisokkitilanteissa.

13.215.2 Esimerkki 2:

Hajukaasuräjähdys lähellä hajukaasukattilan poltinta laimeiden hajukaasujen keräilyputkistossa.

Syyt:

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

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

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

Jatkotoimenpiteet räjähdysten jälkeen:

Ennen tehtaan uudelleenkäynnistämistä tehtiin seuraavat toimenpiteet:

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

15.3 Esimerkki 3:

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



Kuva 15-213-2. Kuva laimeiden hajukaasujen kanavasta palon jälkeen



Soodakattilayhdistyksen kestoisuustyöryhmä antoi seuraavat aiheita, joihin olisi kiinnitettävä huomiota:

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

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

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

13.415.4 Esimerkki 4:

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

Syyt:

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

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



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

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

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

Polttolipeäsäiliöt liitettiin väkevien hajukaasujen keräilysysteemiin ja säiliöön asennettiin varoventtiili.

13.5.15.5 Esimerkki 5:

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

Syyt:

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



Kuva 15-313-3. Laimeiden hajukaasujen puhallin räjähdysen jälkeen.

Linkki [TUKESin onnettomuustutkintaraporttiin](#).

Räjähdysen syntyyn vaikuttaneet yksittäiset seikat ovat seuraavat:

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



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

Laimennusilmaa lisätään kolmessa kohtaa laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmässä:

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

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen:

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

13.6.15.6 Esimerkki 6:

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



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

Syyt:

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

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

Räjähdyksestä ei aiheutunut henkilövahinkoja, mutta mahdollisuudet niihin olivat olemassa.

Jatkotoimenpiteet räjähdyskäselyn jälkeen:

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

13.7.15.7 Esimerkki 7:

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

Todennäköisesti räjähdysalueella ollut kaasuseos oli kulkeutunut osittain auki olleen sulkuventtiilin ja/tai vesitysputkistojen kautta soodakattilan tertiääritason takaseinän hajukaasusuuttimille seisokin jälkeen tehtaan käynnistymisen aikana. Seos



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

Nykyään tehtaalla pidetään hajukaasujen keräily käynnissä myös seisokin aikana.

13.815.8 Esimerkki 8:

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

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

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

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

13.915.9 Esimerkki 9:

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

Eräällä tehtaalla sattui 1980-luvun alussa tapaturma, jossa kaksi soodakattilan käyttöhenkilöä sai hajukaasumyrkytyksen. Onnettomuus sattui, kun lipeää ei enää virrannut mustalipeän sekoitussäiliöön hönkäputken tukkeentumisen seurauksena. Sekoitussäiliössä pinnanmittauksena oli painelähetin, mikä paineen nousun johdosta



näytti väärää nestepintaa. Normaalitilanteessa jätehappo johdettiin sekoitussäiliön pohjalle n. 2 m lipeäpinnan alapuolelle, tällöin rikkivetyä ei pääsisi huonetilaan.

Onnettomuustilanteessa lipeäpinta laski liian alas, jolloin jätehappo aiheutti reaktion, joka vapautti rikkivetyä. Reaktiossa syntynyt kaasunpaine sulki tulevan mustalipeän venttiilin, jolloin rikkivedyn muodostuminen lisääntyi voimakkaasti. Käyttöhenkilö oli puhdistamassa hönkälinjaa ja sai hönkälinjan rassauserästä rikkivetyä hengitykseen. Kyseinen henkilö 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.



1416LOPPUSANAT

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

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

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

Laimeiden hajukaasujen johtamisessa polttoon on ilmennyt runsaasti ongelmia ja väkevien hajukaasun poltolla on kuten muillakin polttokaasuilla riskinsä, mikä on herättänyt tarpeen ohjeelle. Hajukaasujen poltolle on myös olemassa eri koulukuntia, mikä on herättänyt hämmennystä ja paljon keskustelua aiheesta.

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



KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

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

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

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

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

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

Gas book. 2007. Honeywell Analytics Inc.

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

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

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

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

Jaakko Pöyry Oy:n arkistotietoa.

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LIITE 1
Esimerkki tulitehon laskemiseksi



ESIMERKKI TULITEHON LASKEMISEKSI

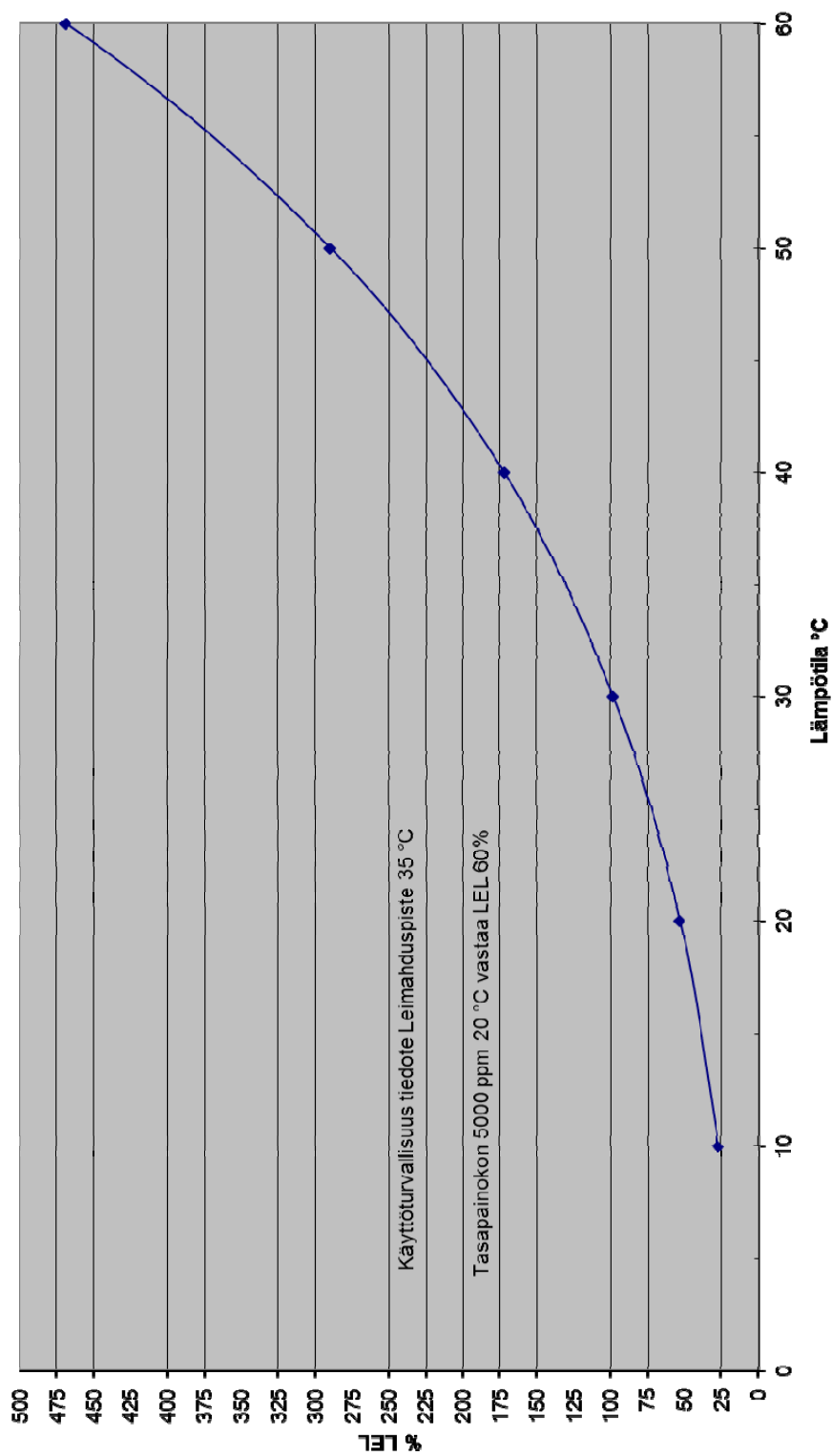
Jotta minimikuorma hajukaasujenpoltolle laskettaisiin yhtenevästi, on ohessa esitetty kaksi tapaa laskea minimikuorma. Toisessa kuorma sidotaan höyryvirtaan ja toisessa lipeävirtaan. Tulitehon yksikkö on höyrykehitykseen saatu nettolämpö jaetuna tulipesän pohjaneliöllä.

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

LIITE 2
Alfa-pineenin tasapainokäyrä ilmassa



LEL %LEL Tärpätintasapainoilmassa



LIITE 3
Metanolin tasapainokäyrä ilmassa



LEL %LEL metanoli

