

LIITE I

Metso

UPS-järjestelmän vikapuuanalyysi – raportti 4.5.2012



UPS-verkkovaihtoehtojen luotettavuustarkastelu

Vikapuuanalyysiraportti

Sisällys

1 Johdanto	4
1.1 Tehtävän asettelu	4
1.2 Arvioinnin laajuus	4
2 UPS-verkkovaihtoehdot	5
3 Vikapuuanalyysi	6
3.1 Vikapuuanalyysin periaate	6
3.2 Vikapuuanalyysin symbolit	6
3.3 Luotettavuuden laskenta	7
4 Analyysin laadinta	8
4.1 Oletukset	8
4.2 Vikadata	9
4.3 Työkalu	9
4.4 Osallistujat	9
5 Tulokset	10

Viittaukset

LIITE 1: UPS-verkkovaihtoehtojen 1-4 periaatekuvat

LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista 1-4

LIITE 3: Käytetty vikadata

Käytetyt termit ja lyhenteet

FTA	Fault tree analysis
P_F	Probability (for failure)
λ_d	Keskimääräinen vikataajuus
UPS	Uninterruptible power source
DCS	Distributed control system (perusautomaatiojärjestelmä)
TAJ	Turva-automaatiojärjestelmä

1 Johdanto

Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella soodakattilalaitoksen UPS-varmennettujen sähköverkkojen luotettavuutta. Selvityksessä arvioidaan neljän erilaisen UPS-verkkokytken luotettavuutta. Työhön on osallistunut Suomen Soodakattilayhdistyksen kautta eri yritysten asiantuntijoita.

1.1 Tehtävän asettelu

Johtuen Ruotsissa Gruvön tehtaalla sattuneesta UPS-laiteviasta, jossa mm. automaatiojärjestelmiltä (DCS ja TAJ) menivät sähköt, Suomen Soodakattilayhdistys haluaa laatia ohjeen siitä, miten UPS-laitteisto tulisi tehdä, jotta vastaavaa tilannetta ei sattuisi muilla laitoksilla.

Tämän tapauksen johdosta Pöyry on laatinut periaatekuvan UPS-laitteistosta Soodakattilayhdistyksen ohjeeksi. Koska on useita eri vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa UPS-verkko, Soodakattilayhdistys halusi kuitenkin teettää riskinarvioinnin UPS-verkolle, jotta voitaisiin päästä selville, mikä vaihtoehto on luotettavin.

1.2 Arvioinnin laajuus

UPS-verkon riskinarvioinnissa on tunnistettavissa kaksi eri asiaa:

- a) UPS-verkon vikaantumismekanismit ja vikataajuus (luotettavuus) sekä
- b) seurausvaikutukset mikäli UPS-verkko menetetään

Kohdan b) arviointi ei kuulu tämän raportin laajuuteen. Sen sijaan tarkoituksena on pyrkiä luotettavuusmielessä vertailemaan erilaisia UPS-verkkovaihtoehtoja.

2 UPS-verkkovaihtoehdot

Pöyry on laatinut periaatekuvan (kytkennän) UPS-verkon laatimisohjeeksi. Kuitenkin, jotta jonkin tietyn kytkennän ”hyvyyttä” voitaisiin arvioida, sitä pitäisi pystyä vertaamaan muihin vaihtoehtoihin kytkentöihin. Tämän takia luotettavuusarviointiin on otettu neljä eri verkkovaihtoehtoa. Nämä vaihtoehdot on kuvattu lyhyesti taulukossa 1, sekä näiden vaihtoehtojen periaatekuvat on esitetty liitteessä 1.

Verkot on pyritty vertailtavuuden helpottamiseksi laatimaan yhteneviltä osiltaan samanlaisiksi. Samoin vikadatana on käytetty samoja arvoja eri verkkovaihtoehtoisissa, jotta verkon rakenteen erot saadaan esille.

Automaatiojärjestelmien syötön osalta kaikissa vaihtoehtoisissa on lähdetty siitä, että katkottoman sähkön syöttö tapahtuu keskitetysti vaihtojännitteellä ilman kaappikohtaista tai keskitettyä DC-akkuvarmennusta. Lisäksi varmennettua katkotonta AC jännitettä vaativat laitteet on ajateltu syöttää yhdestä keskuksesta, josta on käytetty nimitystä ”kenttälaiteverkko”.

Taulukko 1: UPS-verkkovaihtoehdot

No.	Nimi	Kuvaus
1	”As usual”	1 x UPS-laitteisto jolle syöttö yhdestä verkosta, automaatiojärjestelmät sekä kenttälaitteiden syöttö saman UPS-varmennuksen takana
2	”Pöyry”	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPSit syöttävät omia verkkojaan, automaatiojärjestelmille syöttö kummastakin UPSista, automaattinen syötönvaihto kenttälaitteille
3	”Wisaforest”	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPSit syöttävät yhtä verkkoa josta syöttö automaatiojärjestelmille sekä kenttälaitteille
4	”Metso”	1 x UPS-laitteisto sekä yksi UPS-verkko. Automaatiojärjestelmille vaihtoehtoinen syöttö UPSin ohi varmentamattomasta verkosta, vaihtoehtoinen syöttö kenttälaitteille myös varmentamattomasta verkosta automaattisen syötönvaihdon kautta

3 Vikapuuanalyysi

UPS-verkkojen vikaantumekanismit (vikaantumismallit) sekä luotettavuuden arviointi tehtiin käyttäen vikapuuanalyysiä (Fault tree analysis, FTA).

3.1 Vikapuuanalyysin periaate

Vikapuuanalyysissä arvioidaan tiettyä, jo ennalta tunnistettua "huipputapahtumaa" (top event). Usein huipputapahtuma on järjestelmävika. Huipputapahtumasta lähtien etsitään sen toteutumisen mahdollistavia tekijöitä. Tekijät ja niiden väliset kytkennät esitetään graafisesti ns. vikapuuna. Kytkennot esitetään loogisina portteina (AND, OR, jne.).

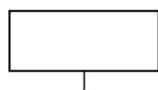
Alimpina määriteltävinä tekijöinä vikapuussa ovat "perustapahtumat" (basic event). Nämä ovat sellaisia tapahtumia joita ei voida tai tarvitse purkaa osatekijöihin, ja joille voidaan antaa kvantitatiivinen vikatodennäköisyys tai vikataajuus.

Perustapahtumia voidaan yhdistää ns. "välitapahtumiksi" (intermediate event), jotka ovat ikään kuin selittäviä väliotsikoita.

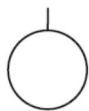
Vikapuuanalyysin periaate on esitetty esimerkiksi standardissa IEC 61025 tai USA:n ydinviranomaisen ohjeistuksessa NUREG-0492.

3.2 Vikapuuanalyysin symbolit

Seuraavassa on esitetty lyhyesti yleisimmät vikapuuanalyysissä käytettävät symbolit.



TOP EVENT tai INTERMEDIATE EVENT



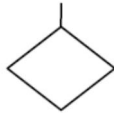
BASIC EVENT



OR-gate



AND-gate



UNDEVELOPED EVENT

3.3 Luotettavuuden laskenta

Mikäli kaikille merkitseville perustapahtumille kyetään antamaan vikaantumistodennäköisyys (tai vikataajuus), voidaan vikapuuanalyysin huipputapahtuman vikaantumistodennäköisyys (tai vikataajuus) laskea todennäköisyyslaskennan keinoin.

Esimerkiksi kahden TAI-porttiin yhdistetyn perustapahtuman todennäköisyys voidaan laskea seuraavasti:

$$P_F = P_A + P_B - P_A P_B$$

Vastaavasti kahden JA-porttiin yhdistetyn perustapahtuman todennäköisyys voidaan laskea seuraavasti:

$$P_F = P_A P_B$$

Lisäksi vikapuuanalyysissä voidaan tunnistaa ns. minimikatkosjoukot, eli ne perustapahtumat tai perustapahtumien joukot, jotka yksinään kykenevät johtamaan huipputapahtuman toteutumiseen (järjestelmävikaan). Mikäli vikapuun luotettavuus lasketaan, voidaan minimikatkosjoukoille ilmoittaa prosentuaalisesti ns. tärkeysmita.

4 Analyysin laadinta

4.1 Oletukset

Vikapuuanalyysien huipputapahtumaksi otettiin kolme eri tilannetta, koska eri verkkoratkaisujen erot korostuvat näissä. Eri huipputapahtumilla on myös hieman erilainen merkitys seurannaisvaikutusten suhteen.

a) Automaatiojärjestelmät (DCS/TAJ) hetkellisesti jännitteettömiä

Hetkellinen katkos on kriittinen automaatiojärjestelmille (DCS ja TAJ), koska järjestelmät joutuvat käynnistymään uudelleen. Uudelleen käynnistymisen aikana kattilalaitoksesta ei saada tietoa valvomoon eikä laitosta voida ohjata valvomosta. Kenttälaitteet toimivat normaalisti.

Tässä vaihtoehdossa voitiin dieselaggregaatti jättää tarkasteluista pois, koska käynnistymisviiveen takia dieselaggregaatti ei anna suojaa verkosta tulevia jännitekatkoksia vastaan. Tässä vaihtoehdossa oletettiin keskijänniteverkossa esiintyvän jännitekatkon kerran kolmessa vuodessa.

b) Kenttälaitteverkko (AC) pysyvästi jännitteetön normaalitilanteessa

Koska oli tarkoitus saada eri verkkojen toimintavarmuuserot esille, tarkasteltiin verkkojen toimintavarmuutta erikseen normaalitilanteessa ja sähkökatkostilanteessa.

Tässä vaihtoehdossa keskijänniteverkon sähkökatkos mallinnettiin ulkoisena tapahtumana, jolle annettiin todennäköisyys 0.

c) Kenttälaitteverkko (AC) pysyvästi jännitteetön keskijänniteverkon sähkökatkostilanteessa

Tässä vaihtoehdossa keskijänniteverkon sähkökatkos mallinnettiin ulkoisena tapahtumana, jolle annettiin todennäköisyys 1.

Johdannossa viitattu Gruvön tapaus vastaa siis huipputapahtumaa b).

Analyysin ensimmäisten tulosten jälkeen keskustelua herätti jonkin verran tiettyjen tapahtumien olettaminen riippumattomiksi toisistaan. Käytännön kokemukset osoittavat UPS-laitteiden vikaantumisten ajoittuvan helposti syöttävän verkon häiriön kanssa samaan aikaan. Tästä syystä vikapuihin lisättiin UPS ja syöttävän verkon yhteisvikaantumista kuvaava perustapahtuma.

Vastaavaa keskustelua käytiin ratkaisun 3 rinnankäyvien UPS:ien yhteisvikaantumismahdollisuudesta ja sen todellisesta suuruudesta verrattuna UPS:n kokonaisvikaantumistodennäköisyyteen.

4.2 Vikadata

Analyysissä käytetty vikadata (vikataajuudet) ovat peräisin kirjasta T-boken. Kirjaan on kerätty vikatilastoja pohjoismaisesta ydinvoimateollisuudesta.

Ydinvoimasektorin vikadata ei välttämättä sellaisenaan ole soveltuvaa sellutehdasympäristöön, koska ydinvoimasektorilla ennakkotarkastukset ja -huollot ovat luultavasti kattavampia. Tästä johtuen vikataajuudet saattavat olla liian optimistisia. Analyysin lopputuloksen kannalta on kuitenkin oleellista eri vaihtoehtojen luotettavuus toisiinsa nähden.

4.3 Työkalu

Vikapuuanalyysien laadinnan työkaluna käytettiin OpenFTA-nimistä freeware-ohjelmaa (saatavilla <http://www.openfta.com/>). Ohjelmalla pysytään:

- laatimaan graafiset vikapuut,
- määrittelemään perustapahtumat ja niiden vikataajuudet
- määrittämään minimikatkosjoukot
- laskemaan huipputapahtuman taajuus sekä minimikatkosjoukkojen tärkeysmitat.

4.4 Osallistujat

Vikapuuanalyysien laadintaan osallistuivat seuraavat henkilöt:

Markku Toots	Metso Power Oy
Taneli Mutikainen	Metso Power Oy
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy
Juha Honkamaa	Pöyry Finland Oy
Henri Tonder	UPM-Kymmene Kaukas

5 Tulokset

Analyysin tulokset on esitetty yhteenvetona taulukoissa 2 -4. Minimikatkosjoukoissa esitettyjen perustapahtumien lyhenteet (esim. B07) ovat samoja joita käytetään liitteen 3 vikadatataulukossa. Nämä perustapahtumat ovat myös löydettävissä kunkin tapauksen vikapuusta (liite 2). Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1/h] on saatu ohjelmasta (Open FTA) ja muut arvot laskettu erikseen. Vaihtoehtoon 1 luotettavuus on asetettu 100%: ja tätä on verrattu muihin vaihtoehtoihin.

On huomioitava, että analyysi on tehty periaatekytkennöille, jolloin on mahdollista että joitain tärkeitäkin vikaantuvia komponentteja on jätetty huomiotta.

On myös mahdollista, että jotkin vikamekanismit on mallinnettu puutteellisesti tai väärin, jolloin myös lopputulos vääristyy. Tuloksia onkin pidettävä vain suuntaa-antavina, eikä ainoina päätöksentekoon vaikuttavina tekijöinä.

5.1 Tulokset huipputapahtumalle A eli hetkelliselle jännitekatkolle automaatiojärjestelmissä (DCS/TAJ)

Taulukko 2: Vikapuuanalyysin tulokset, huipputapahtuman A suhteen.

				UPS-verkko, Huipputapahtuma A							
Kohta		1 ”As usual”		2 ”Pöyry”		3 ”Wisa”		3b ”Wisa”		4 ”Metso”	
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]		4,97E-06		1,70E-11 *		9,70E-07		1,50E-07		4,97E-06	
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]		4,36E-02		1,49E-07 *		8,50E-03		1,31E-03		4,36E-02	
Vikaväli [a]		22,96		6708101,48 *		117,68		760,91		22,96	
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)		100%		29219440 % *		513 %		3314 %		100%	
		Minimikatkosjoukot / tärkeysmitat [%]									
1. tärkein		B14	68.8%	B14, B14-2	68.5%	B02-3	70.1%	B09	66.7%	B14	68.8%
2. tärkein		B07	28.2%	B07, B07-2	28.0%	B07-3	14.4%	B08	33.3%	B07	28.2%
3. tärkein		B09	2.0%	B09, B09-2	2.0%	B09	10.3%			B09	2.0%
4. tärkein		B08	1.0%	B08, B08-2	1.0%	B08	5.1%			B08	1.0%

*) Vaihtoehtoon 2 laskennassa törmättiin laskennallisiin vaikeuksiin ja vain hallitsevin osa minimikatkosjoukoista laskettiin.

Vaihtoehdot 2 ja 3 ovat selvästi parempia katkottoman sähkönsyötön varmennuksen suhteen.

Vaihtoehdossa 3 näyttäisivät merkitsevän yhteisessä UPS-verkossa tapahtuvat viat sekä sellaiset UPS-laitteistojen viat, jotka vaikuttavat myös toisen UPS-laitteiston vikaantumiseen. Näiden vaikutusta on vaikea tarkasti arvioida, koska vikaantumisdatan osalta jouduttiin tekemään oletuksia. Yhteisvikaantumisten vaikutuksen arvioimiseksi laskettiin vertailun vuoksi myös tapaus 3b, jossa yhteisvikaantumisen todennäköisyydeksi annettiin 0. Minimikatkosjoukosta tärkein on B14 eli syöttävän verkon ja UPS:n yhteisvika ja toiseksi tärkein B07 eli staattinen vaihtokytkin.

Vaihtoehto 4 ei anna lisävarmennusta katkottoman syötön suhteen, mikä on ymmärrettävää koska katkoja varmentavia UPS laitteita on sama määrä.

5.2 Tulokset huipputapahtumalle B eli pysyväälle jännitekatkolle kenttälaitteverkossa (AC) normaalitilanteessa

Taulukko 3: Vikapuuanalyysin tulokset, huipputapahtuman B suhteen.

.				UPS-verkko, Huipputapahtuma B							
Kohta		1 "As usual"		2 "Pöyry"		3 "Wisa"		3b "Wisa"		4 "Metso"	
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]		1,70E-06		2,34E-07		1,12E-06		3,00E-07		2,34E-07	
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]		1,49E-02		2,05E-03		9,81E-03		2,63E-03		2,05E-03	
Vikaväli [a]		67,2		487,8		101,9		380,5		487,8	
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)		100 %		726 %		152 %		567 %		726 %	
		Minimikatkosjoukot / tärkeysmitat [%]									
1. tärkein		B07	82.4%	B11	42.7%	B02-3	60.7%	B09, B11	33.3%	B11	42,7%
2. tärkein		B09, B11	5.9%	B10	35,9%	B07-3	12.5%	B08, B12	16.7%	B10	35,9%
3. tärkein		B08, B12	3,0%	B12	21,4%	B09, B11	8.9%			B12	21,4%
4. tärkein		-	-	-	-	B08, B12	4.4%			-	-

Normaalitilanteen aikana vaihtoehdot 2 ja 4 ovat melko saman arvoisia, johtuen samankaltaisesta verkon rakenteesta. Koska tarkastelu kohdistuu tilanteeseen jossa ei ole sähkökatkoa, ei UPS lukumäärällä ole merkitystä. Käytännössä tämä tilanne on

kuitenkin äärimmäisen tärkeä analysoida, koska jos oletetaan esim. 2 tunnin mittaisen sähkökatkon esiintyvän kerran kolmessa vuodessa niin normaalitilanne vallitsee 99,9924% ajasta.

Vaihtoehtoa 3 on vaikea arvottaa: Mikäli UPSien toisiaan häiritseville vioille annetaan painoarvoa antaa analyysi selvästi huonomman tuloksen kuin vaihtoehdot 2 ja 4. Toisaalta jos yhteisviat jätetään huomiotta, on ratkaisu samaa tasoa vaihtoehtojen 2 ja 4 kanssa. Paremmuuden ratkaisee lähinnä automaattisen syötönvaihdon ja UPS kiskoston vikaantumisherkkyiden erot.

5.3 Tulokset huipputapahtumalle C eli pysyvälle jännitekatkolle kenttälaiteverkossa (AC) sähkökatkostilanteessa

Taulukko 4: Vikapuuanalyysin tulokset, huipputapahtuman C suhteen.

				UPS-verkko, Huipputapahtuma C							
Kohta	1 ”As usual”		2 ”Pöyry”		3 ”Wisa”		3b ”Wisa”		4 ”Metso”		
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]	5,12E-06		2,34E-07		1,12E-06		3,00E-07		5,20E-06		
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]	4,49E-02		2,05E-03		9,81E-03		2,63E-03		4,56E-02		
Vikaväli [a]	22,3		487,8		101,9		380,5		21,9		
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)	100 %		2188 %		457 %		1707 %		98 %		
Minimikatkosjoukot / tärkeysmitat [%]											
1. tärkein	B05	66.8%	B11	42,7%	B02-3	60.7%	B09, B11	33.3%	B14	65.7%	
2. tärkein	B14	66.8%	B10	35,9%	B07-3	12.5%	B08, B12	16.7%	B07	26.9%	
3. tärkein	B07	27.3%	B12	21,4%	B09, B11	8.9%			B11, B09	1.9%	
4. tärkein			-	-	B08, B12	4.4%			B10	1.6%	

Tarkasteltaessa sähkökatkostilannetta tulokset eivät poikkea normaalitilanteesta vaihtoehtojen 2 ja 3 osalta. Vaihtoehto 4 esiintyy tässä samanarvoisena kuin vaihtoehto 1 ymmärrettävästikin, koska varmistamattomasta verkosta otettu varasyöttö on jännitteetön.

5.4 Johtopäätökset

Tuloksista on selkeästi pääteltävissä ainakin seuraavaa:

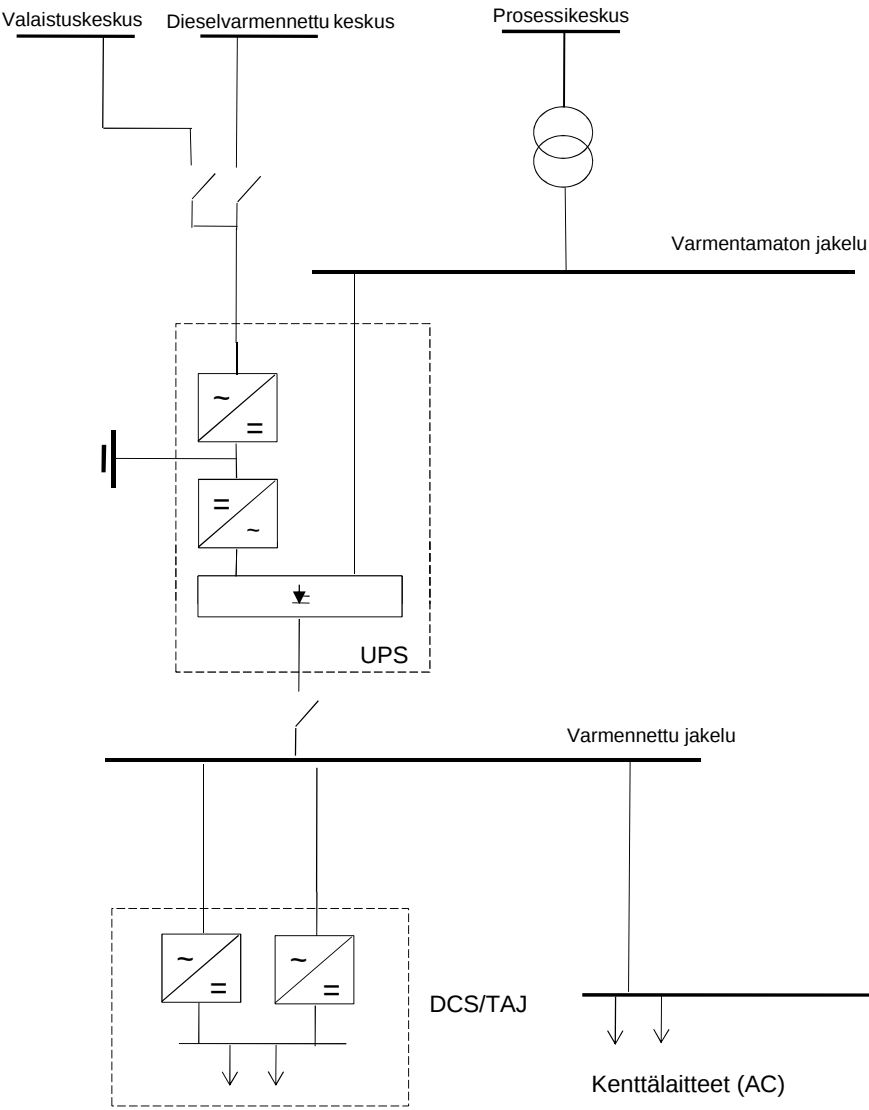
1. Sähkön syötölle tulisi mahdollisuuksien mukaan tarjota useampi toisistaan täysin riippumaton kulkutie. Yksittäisiä yhteisiä osia tulisi välttää (automaattinen syötönvaihto, yhteinen UPS kisko).
2. UPS laitteiden lisääminen parantaa lähinnä sähkösyötön toimintavarmuutta katkostilanteissa. Varsinkin kun huomioidaan UPS laitteiden taipumus vikaantua juurikin tarvetilanteessa.
3. Oleellista on kiinnittää huomiota myös normaalitilanteen aikaisen sähkönsyötön varmuuteen kriittisten laitteiden ja järjestelmien osalta. Automaatiojärjestelmien sähkönsyöttö tulisi ottaa aina kahdesta eri verkosta. Esimerkiksi vaihtoehdossa 3 olisi huipputapahtuman A suhteen päästy parempaan tulokseen, mikäli automaatiojärjestelmien toinen sähkönsyöttö olisi otettu varmentamattomasta verkosta.

Viittaukset

T-Book	Reliability Data of Components in Nordic Nuclear Power Plants. ISBN 91-631-0426-1.
IEC 61025	Fault tree analysis (FTA)
NUREG-0492	Fault tree handbook
IEC 60300-3-9	Dependability management. Part 3: Application guide. Section 9: Risk analysis of technological systems
16A0913-B0416	Suomen Soodakattilayhdistyksen Automaatiotyöryhmän kokouksen pöytäkirjan liite I: Suositus kattilalaitoksen varmennetun jännitejakelun periaatteeksi (Pöyry)

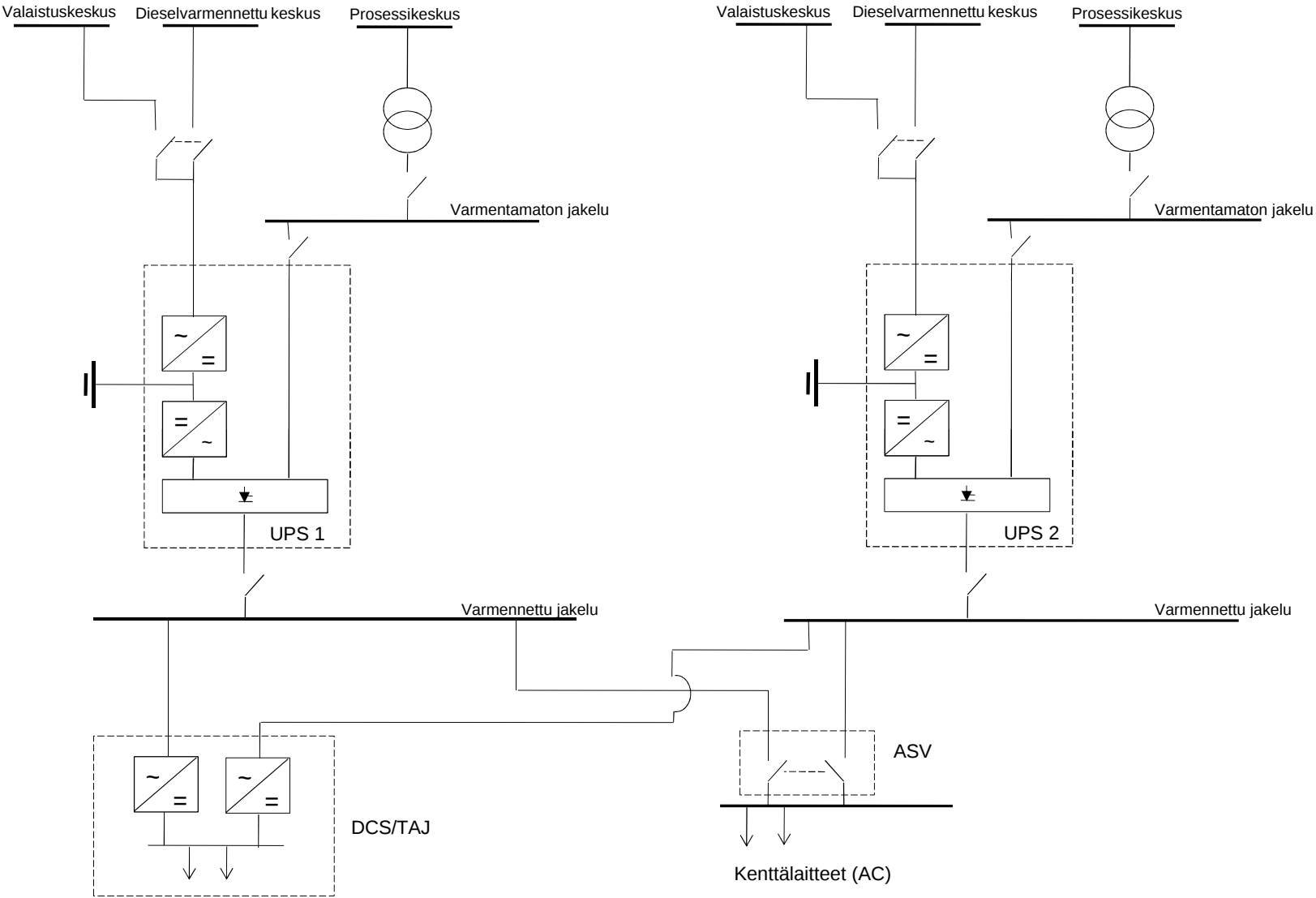
LIITE 1: UPS-verkkovaihtoehdot

Vaihtoehto 1: "As usual"



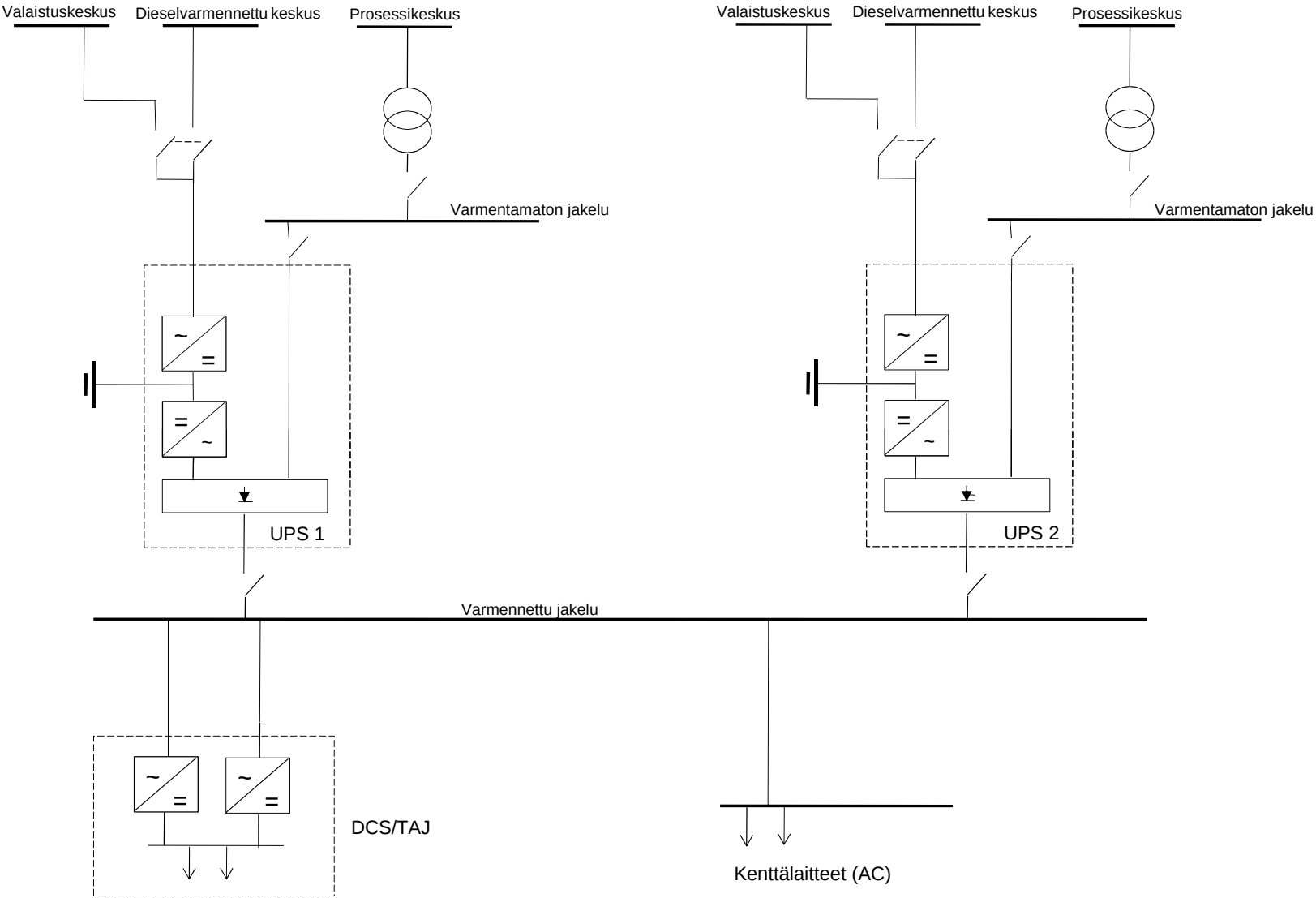
LIITE 1: UPS-verkkovaihtoehdot

Vaihtoehto 2: "Pöyry"

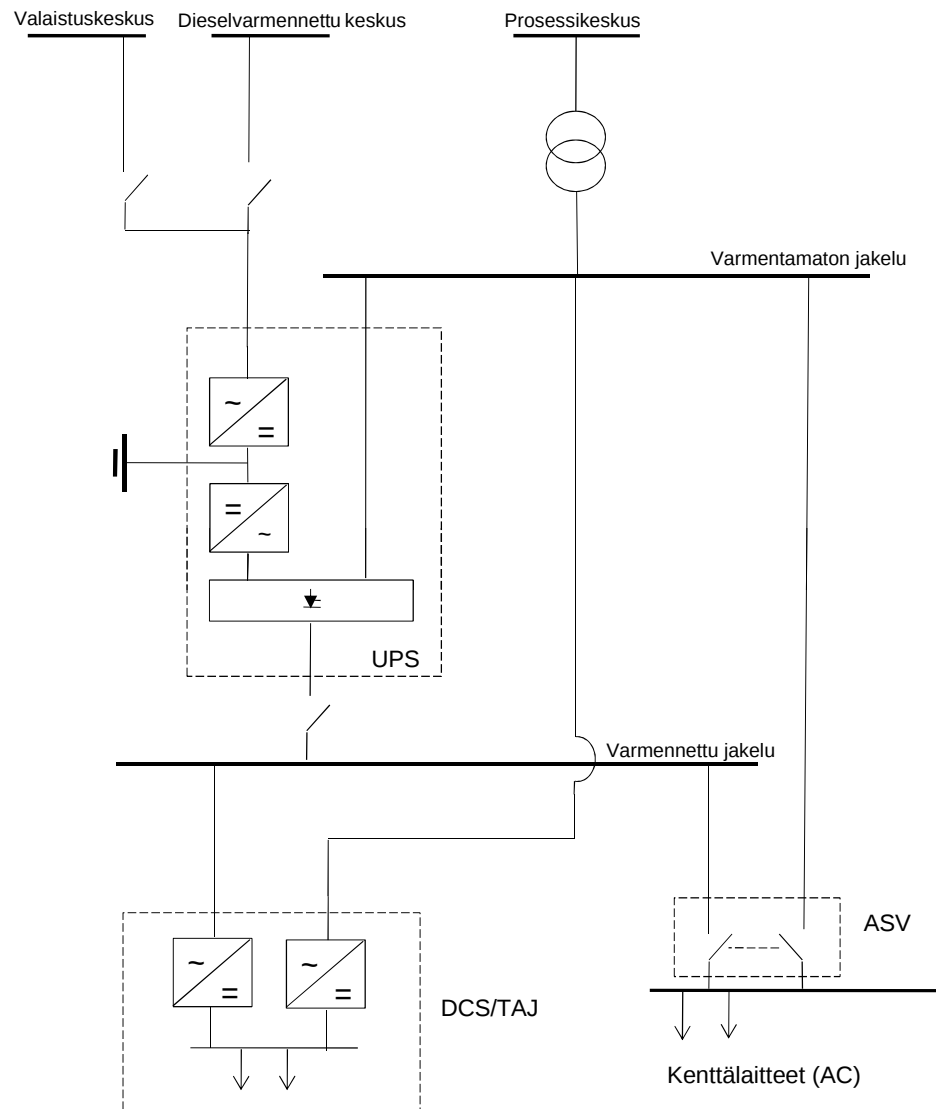


LIITE 1: UPS-verkkovaihtoehdot

Vaihtoehto 3: "Wisa"

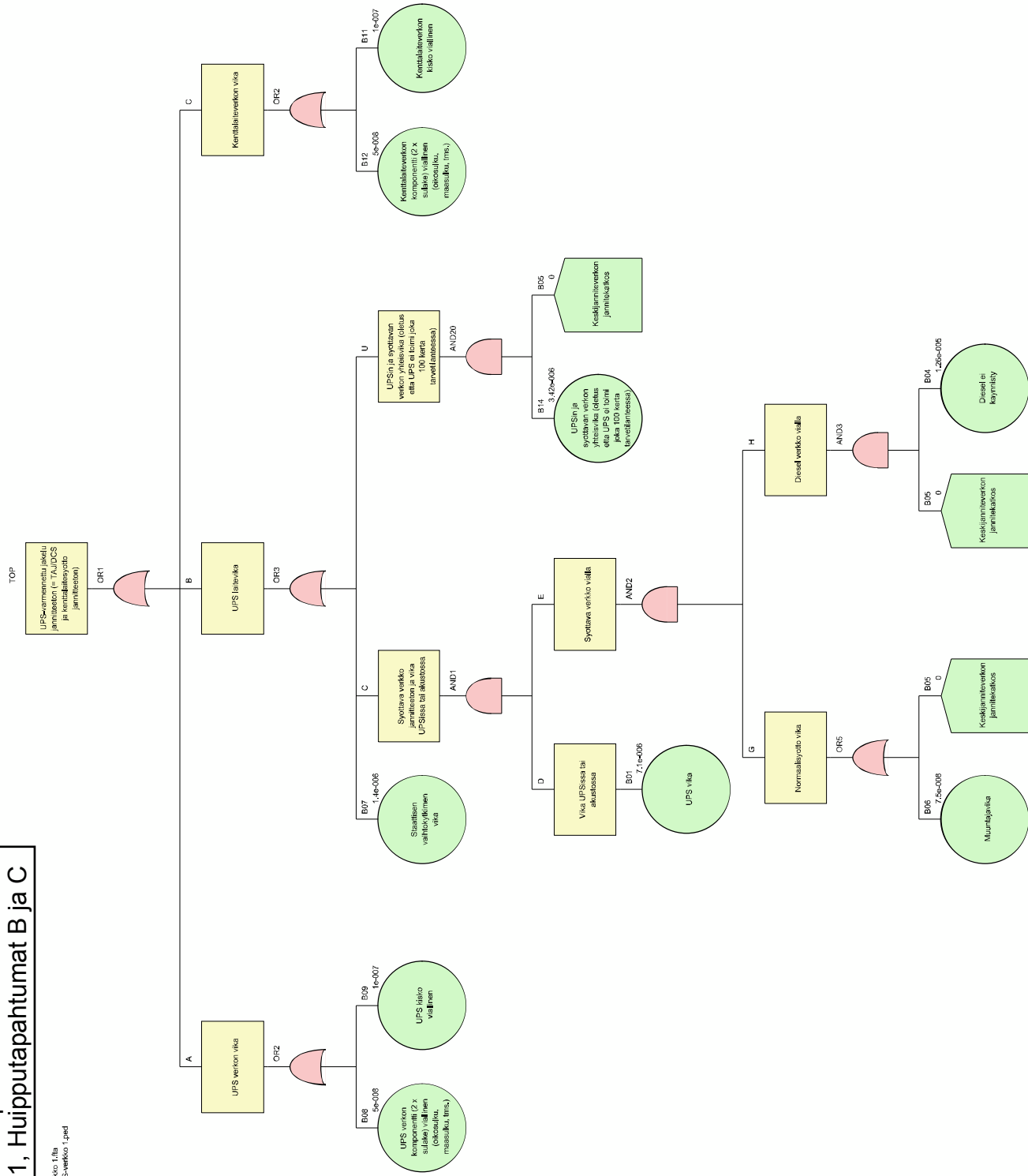


Vaihtoehto 4: "Metso"



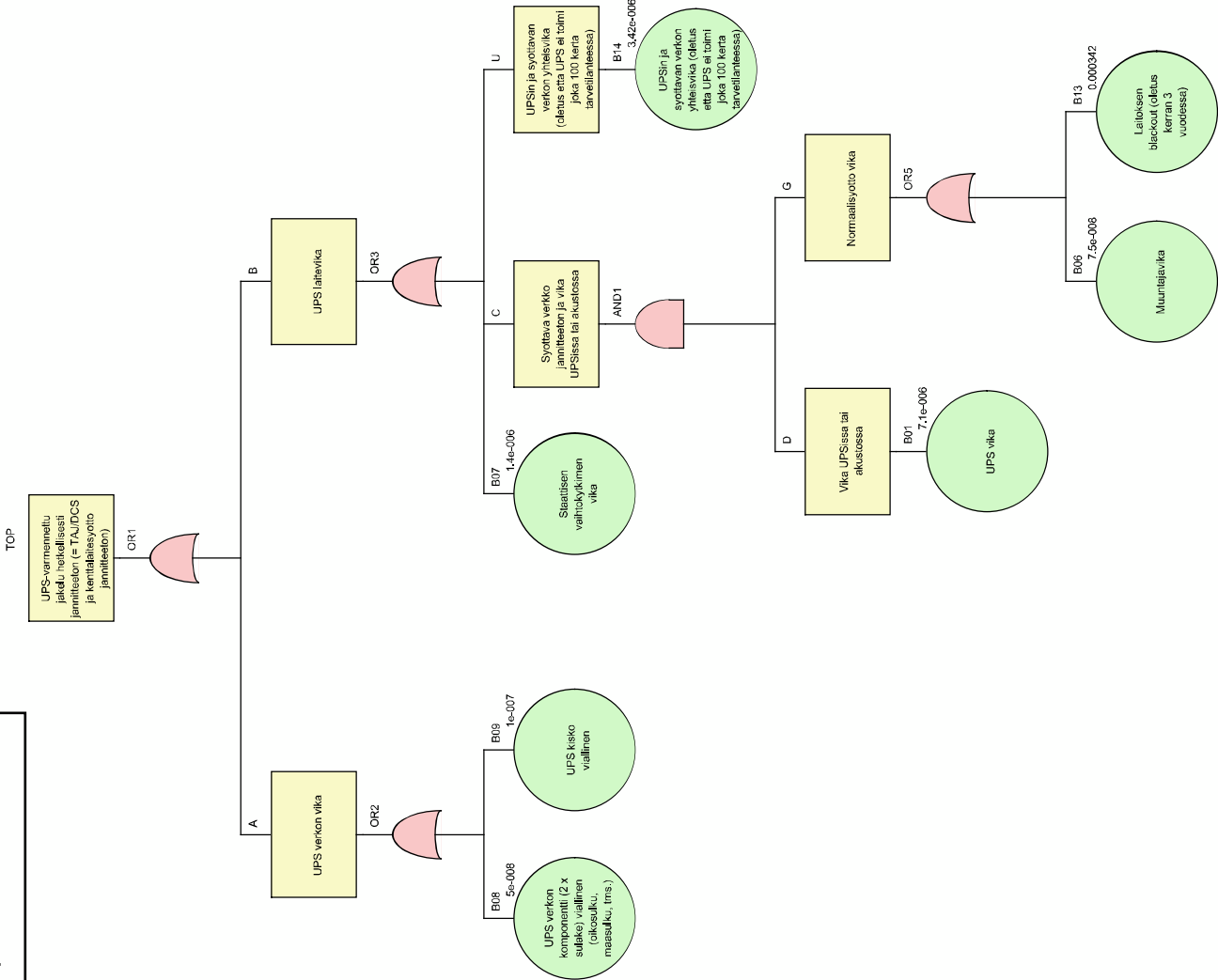
LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 1, Huipputapahtumat B ja C

Tyyppi: UPS-verkko 1 lta
Dataaika: UPS-verkko 1_jed



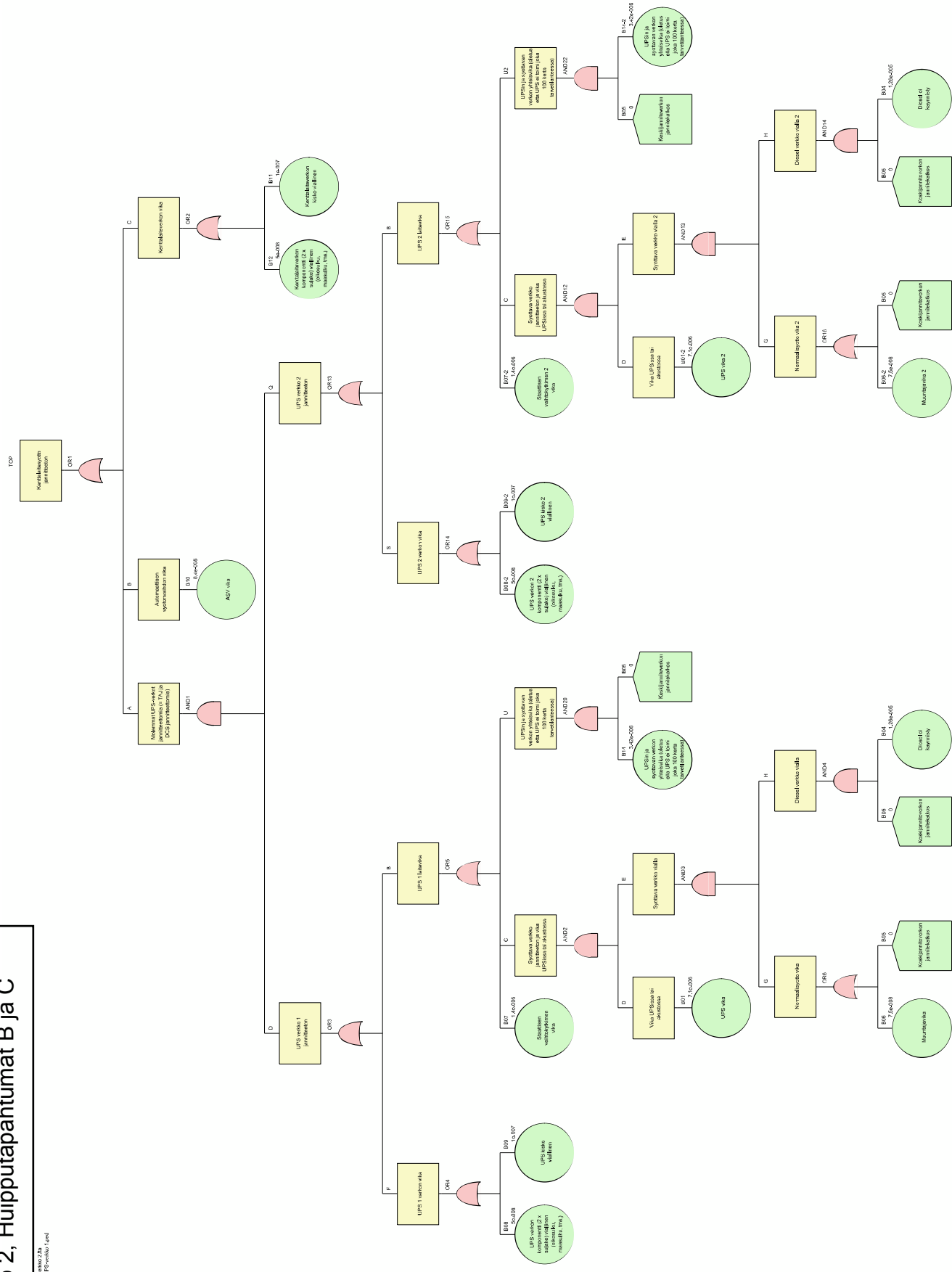
LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 1, Huippupahtuma A

Tied: UPS-verkko 1-2.tif
Database: UPS-verkko 1.ppt



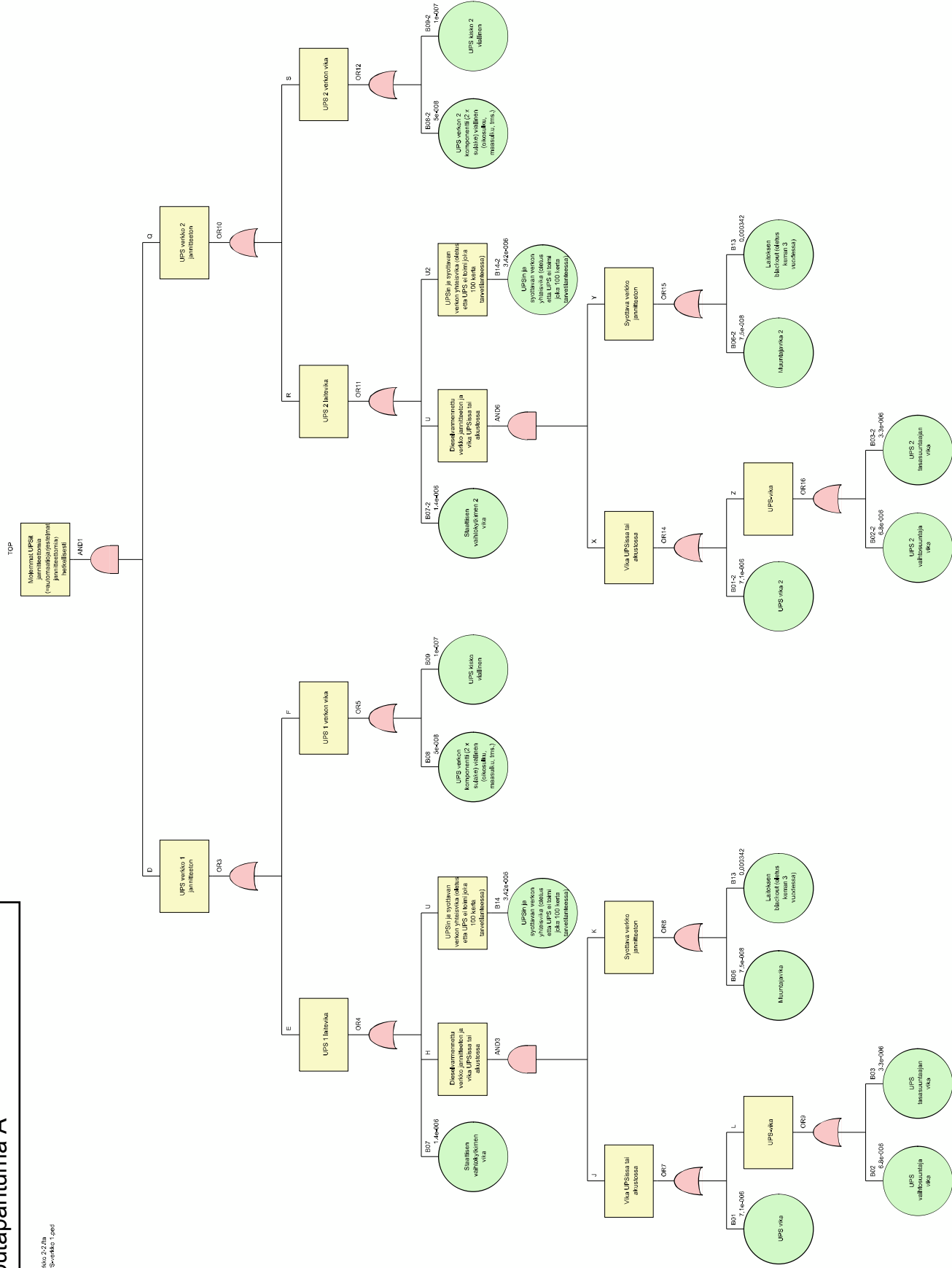
LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 2, Huipputapahtumat B ja C

Time: UPS-verkkio 2.8a
Database: UPS-verkkio 1.4.ped



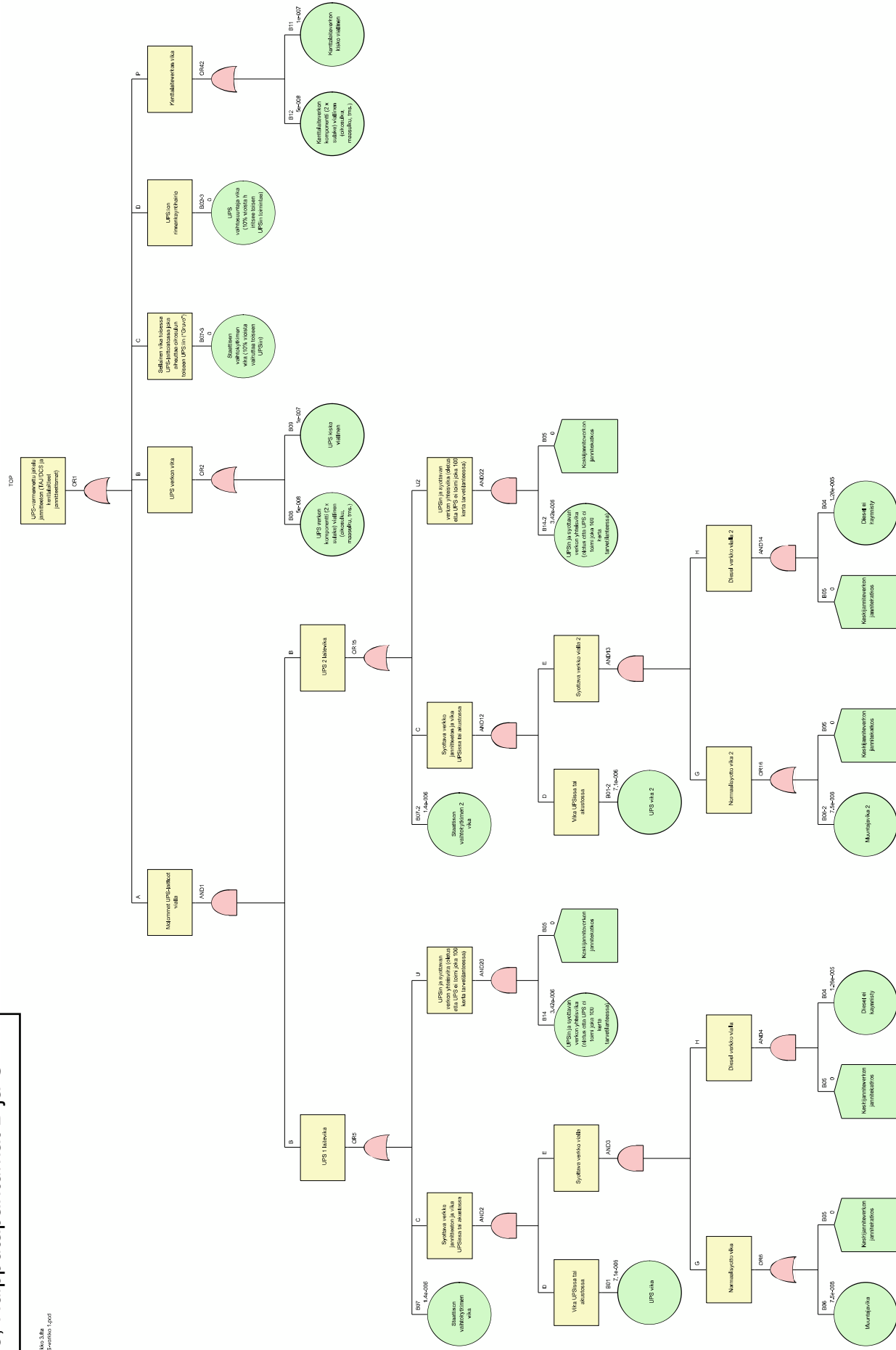
LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista - verkko 2, Huipputapahtuma A

Terve UPS-verkko 2:2:lla
Outo: UPS-verkko 1:2:lla



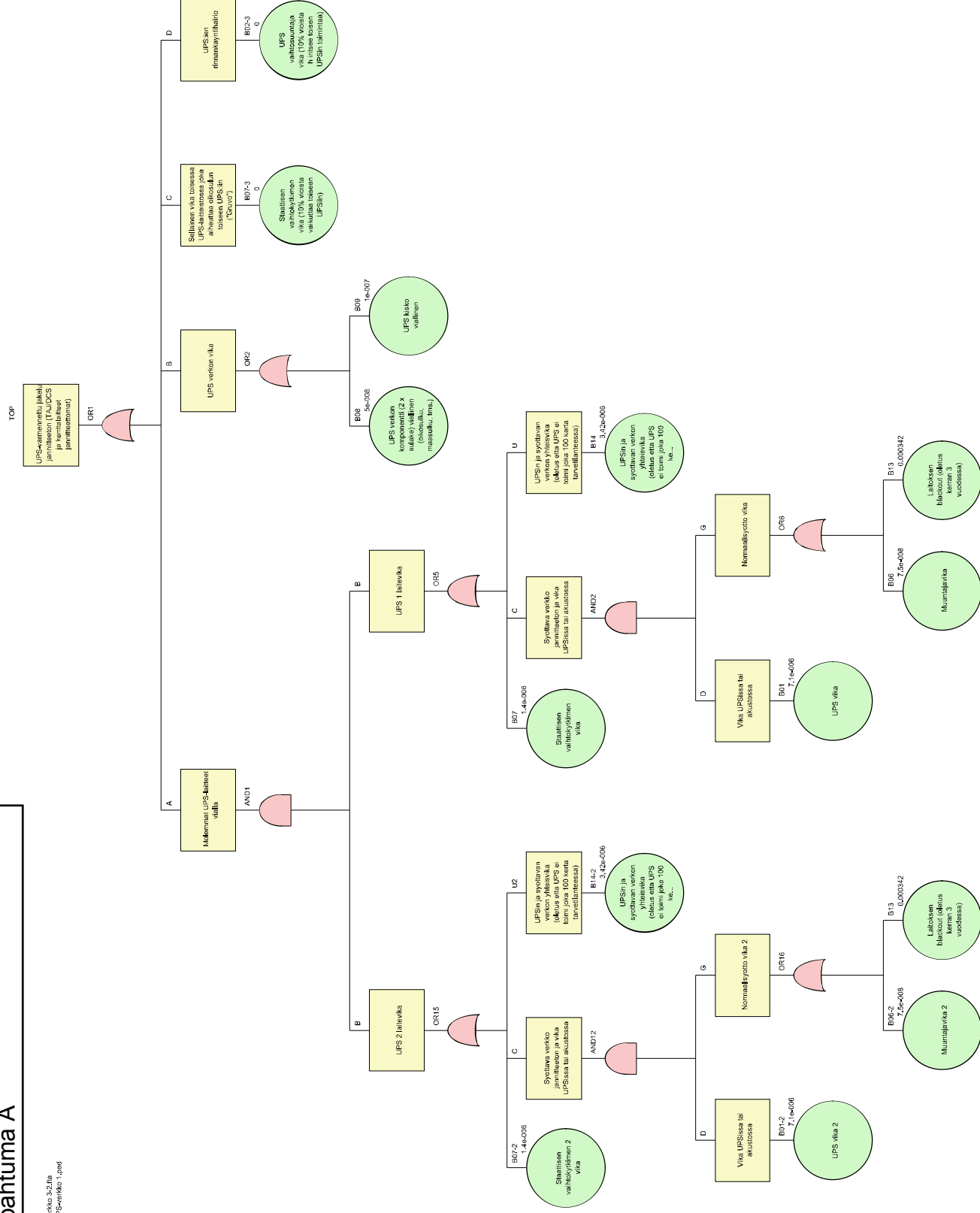
LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 3, Huipputapahtumat B ja C

Tree: UPS-verkiko 3.ftz
Database: UPS-verkiko 1.pod

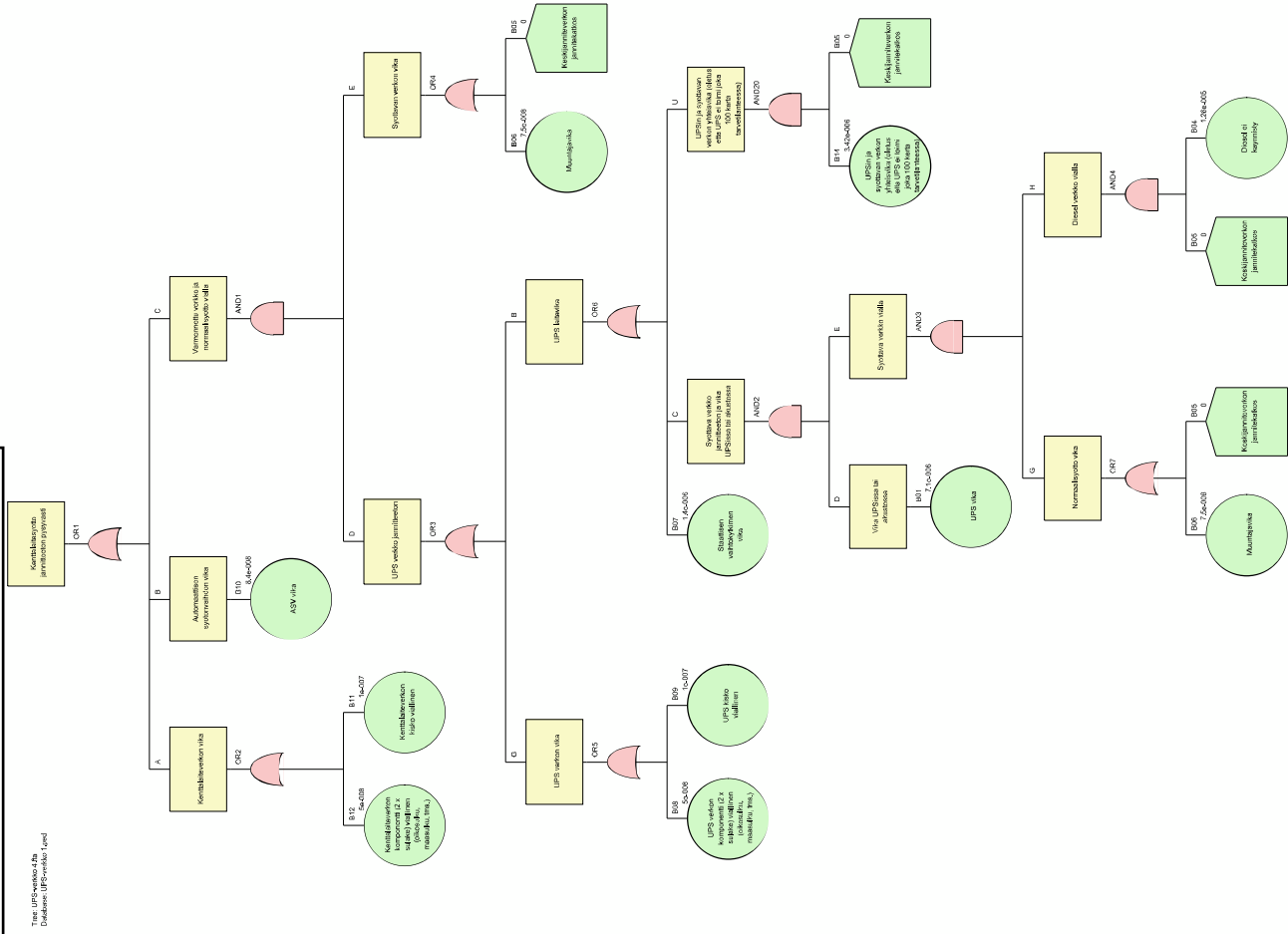


LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista - verkko 3, Huipputapahtuma A

Tree: UPS-verkko 3-2.flu
Database: UPS-verkko 1.ped

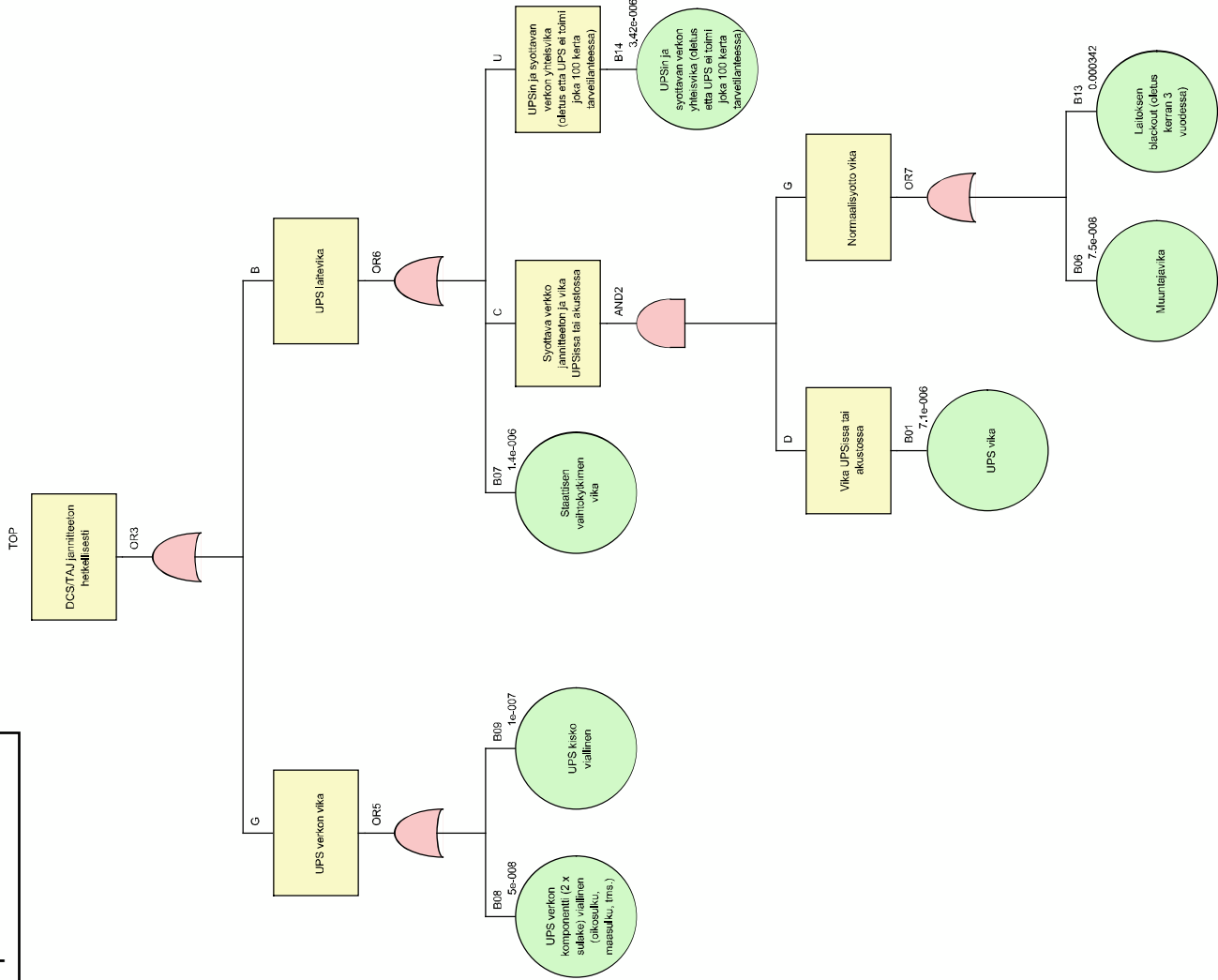


LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 4, Huipputapahtumat B ja C



LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista -
verkko 4, Huipputapahtuma A

Tree: UPS-verkko 4-2.tif
Database: UPS-verkko_1.pod



LIITE 3: Vikadata

ID	Kohde	Vikamoodi	λ_d
B01 B01-2	Akusto	Toiminnallinen vika	$7,1 \times 10^{-6} / h$
B02 B02-2 B02-3	Vaihtosuuntaaja	Toiminnallinen vika	$6,8 \times 10^{-6} / h$
B03 B03-2	Tasasuuntaaja	Toiminnallinen vika	$3,3 \times 10^{-6} / h$
B04	Dieselgeneraattori	Ei käynnisty	$\lambda_s = 12,6 \times 10^{-6} / h$ $q_0 = 3,0 \times 10^{-4} / \text{tarve}$
B05	Keskijänniteverkko	Sisäiset ja ulkoiset viat yhteensä	$3/10 \text{ a} \approx 34,0 \times 10^{-6} / h$
B06	Muuntaja (pieni)	Toiminnallinen vika	$7,5 \times 10^{-8} / h$
B07 B07-2 B07-3	Staatinen kytkin	Toiminnallinen vika	$1,4 \times 10^{-6} / h$
B08 B08-2 B12	Sulake	Odottamaton laukeaminen	$2,5 \times 10^{-8} / h$
B09 B09-2 B11	Kiskosto (< 500 V (AC))	Toiminnallinen vika	$1,0 \times 10^{-7} / h$
B10	Kontaktori	Toiminnallinen vika	$84,0 \times 10^{-9} / h$
ei käytetty	Dieselgeneraattori	Odottamaton pysähtyminen	$16,5 \times 10^{-4} / h$
ei käytetty	Keskijänniteverkko	Sisäinen häiriö	1/10 a
ei käytetty	Keskijänniteverkko	Ulkoinen häiriö	1/5 a

LIITE II

Eaton Oy
Häiriötön sähkönsyöttö - UPSit, esitys 7.5.2012



Soodakattilayhdistys Pöyry Oy, Vantaa HÄIRIÖTÖN SÄHKÖNSYÖTTÖ - UPSit

Toukokuu 2012

Eaton Petri Kokkonen

EATON UPS-teknologiat

AIHEET

- EATON Yleisesittely
- Xiria, keskijännitejakelu
- UPSin rakenne
 - OffLine, LineInteractive, OnLine
 - Akusto UPS-järjestelmissä
 - Moduulaarisuus, redundanttisuus ja rinnankytkentä
- Energiansäästötoiminnot
 - VMMS, ESS, ECT ja säästölaskelmia
- UPS-järjestelmä sähköverkossa
 - Kytkentä sähköverkkoon
 - Sähköverkon selektiivisyys
- UPS-taulukko ja kuvia
- Keskustelua/kysymyksiä





Eaton

- Perustettu 1911. Perustajana Joseph Eaton
- Asiakkaita yli 150 maassa
- Yli 70,000 työntekijää maailmanlaajuisesti
- Liikevaihto lähes 12 miljardia USD vuonna 2010
- CEO – Alexander M. Cutler
- Pääkonttori Yhdysvalloissa Cleveland, Ohio

Eaton – monialainen, voimanhallintaan erikoistunut osaaja

Ratkaisumme sähkönjakelun, mekaanisen voimansiirron ja hydraulikan alueilla saavat yritysten liiketoiminnot pyörimään varmasti, tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti.



Electrical



Hydraulics



Aerospace



Truck



Automotive

Eaton Electrical Europe



11.000 henkilöä

Yli 40 myyntikonttoria (Sales Offices)

14 tuotantolaitosta

Kuusi R&D osaamiskeskusta

Eaton Electrical Euroopassa (tuotantolaitokset)

Austria/Czechi



Schrems, Wien
Ziersdorf (AT), Suchdol(CZ)

**France,
Switzerland,
Benelux**



Montbonnot (FR), Le
Lieu (CH), Hengelo (NL),
Bryssel (BE),

Scandinavia



Vejle,
Glostrup (DK)
Espoo (FIN)

Germany



Bonn, CC Bäderstraße,
Gladbach/Nordenham,
Gummersbach

UK



Birmingham,
Worksop,
Middleton,
Bognor Regis

Romania



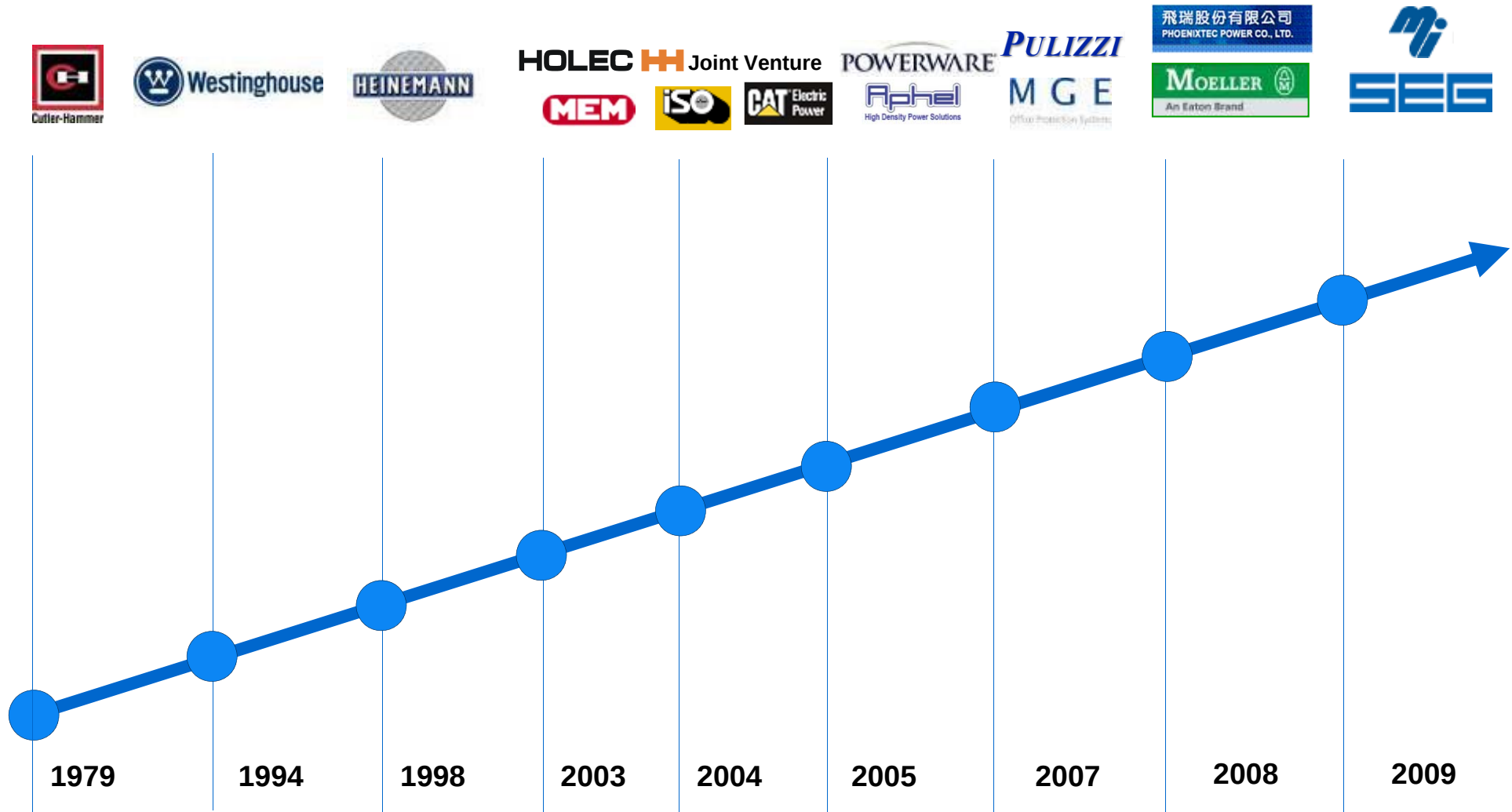
Sarbi

Serbia



Sremska-Mitrovica

Electrical –sektori kasvussa



Eaton Electrical Sector – ratkaisuja sähkönhallintaan

Täydellinen tuotekokonaisuus ja huolto sähkönhallintaan: kotitalouksille, yrityksille ja teollisuuteen



**Sähkönlaadun
varmistus**

**Sähkönjakelu
Pien- ja keskijännite**

**Teollisuus
Automaatio**

**Sähkön valvonta
ja hallinta**

Palvelut

FISKARSista EATONiksi

50- vuoden historia

- Fiskars Power Systems 1962-1996
- Exide Electronics 1996-1999
- Powerware 1999-2004
- Eaton Power Quality 2004-2012
- Eaton Electrical 2012-

SUOMEN TUNNUSLUKUJA

- Liikevaihto 110 Meur (2011)
- Henkilöstö n. 200



SUOMEN Myynti ja huolto

MYYNТИ 14hlö

- Ratkaisumyynti
- Kanavamyynti
- Sähkönjakelumyynti
- Tekninen tuki
- Markkinointi

www.eaton.fi

myynti@eaton.fi

huolto@eaton.fi

p. 09-452 661



HUOLTO 26hlö

- Huoltokeskus ESPOOssa
- Paikallishuolto, Espoo, Turku, Tampere, Jyväskylä ja Oulu
- EMEAn varaosavarasto UPS-tuotteille



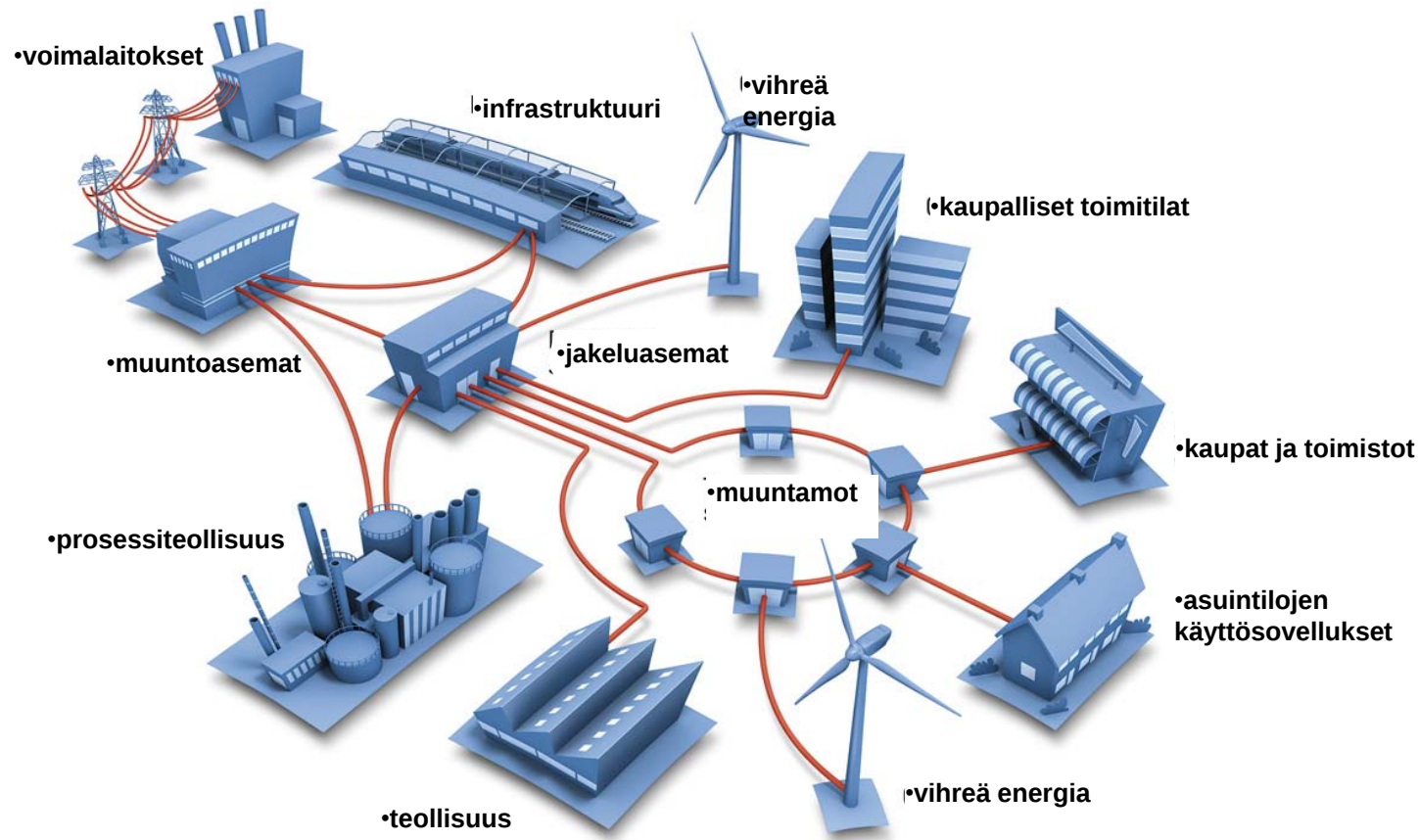
Rengassyöttökojeistot

Xiria 3,6 - 24 kV

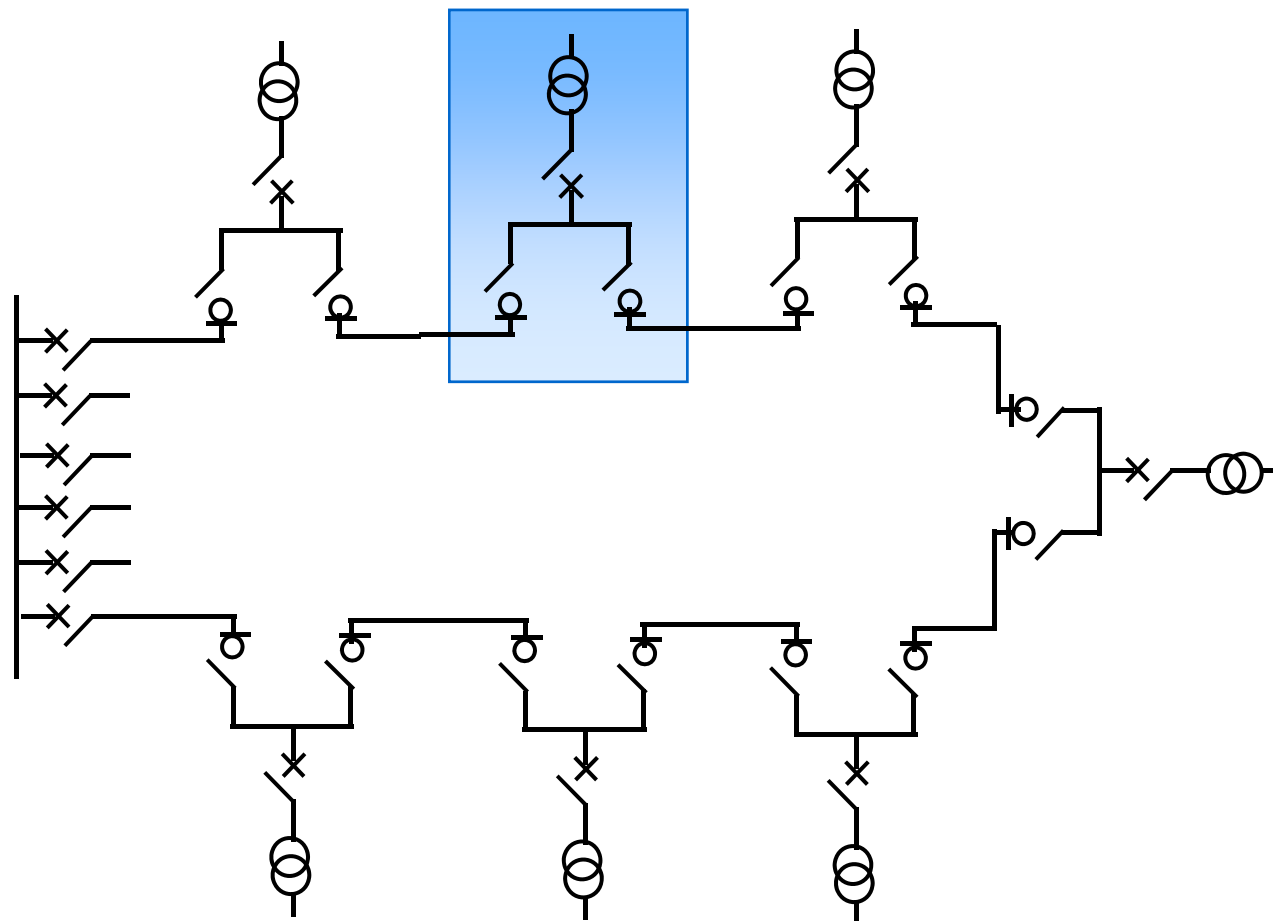


Xiria: yleiskuvaus

- Käyttösovellukset jakeluverkostossa



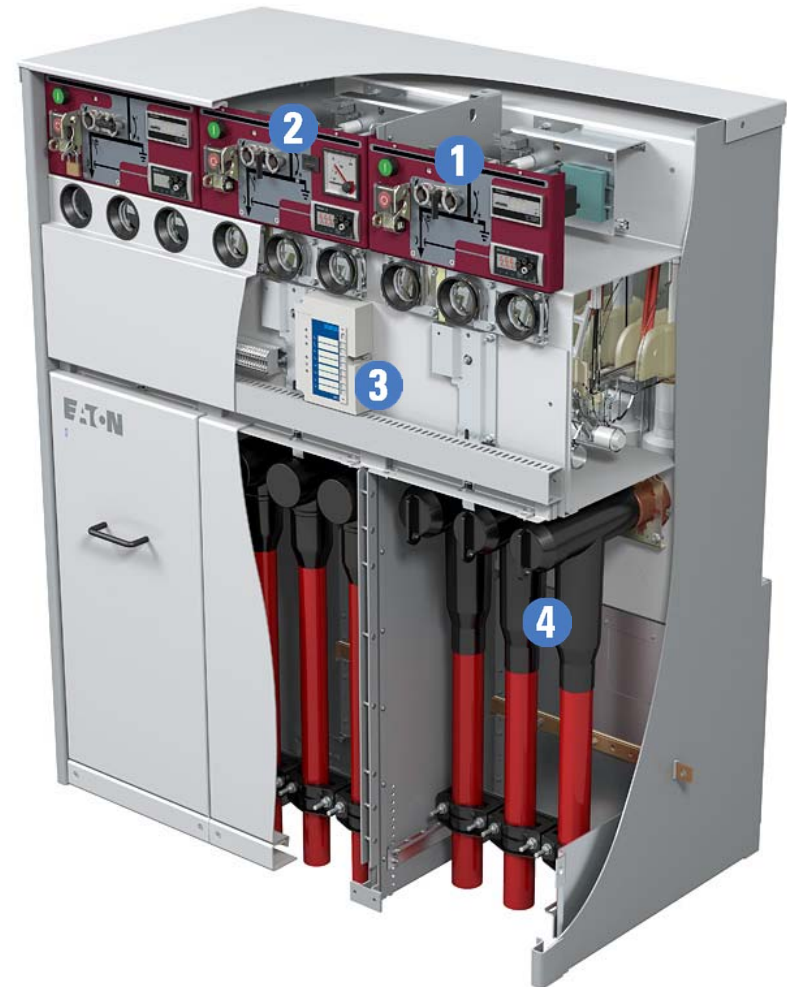
Rengassyöttökojeisto



Xiria: yleiskuvaus



- 1 • Tyhjökuormanerotinkenttä
 - rengaskaapelien liitântä
- 2 • Tyhjökatkaisijakenttä
 - kaapelien ja muuntajien suojaus
- 3 • Elektroninen suojarеле
 - Hyvä suojauksen selektiivisyys
 - Vaihtoehto sulakesuojaukselle
- 4 • Kaapeliliitännät
 - Turvalliset eristetyt kaapeliliitännät



Xiria: yleiskuvaus

- Kaikki kuormanerottimien ja katkaisijoiden yhdistelmät voidaan asentaa 2, 3, 4 tai 5 kentän yksikköön.





HÄIRIÖTÖN SÄHKÖNSYÖTTÖ - UPSit

Toukokuu 2012

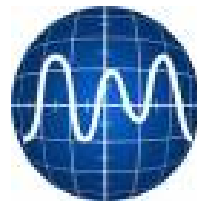
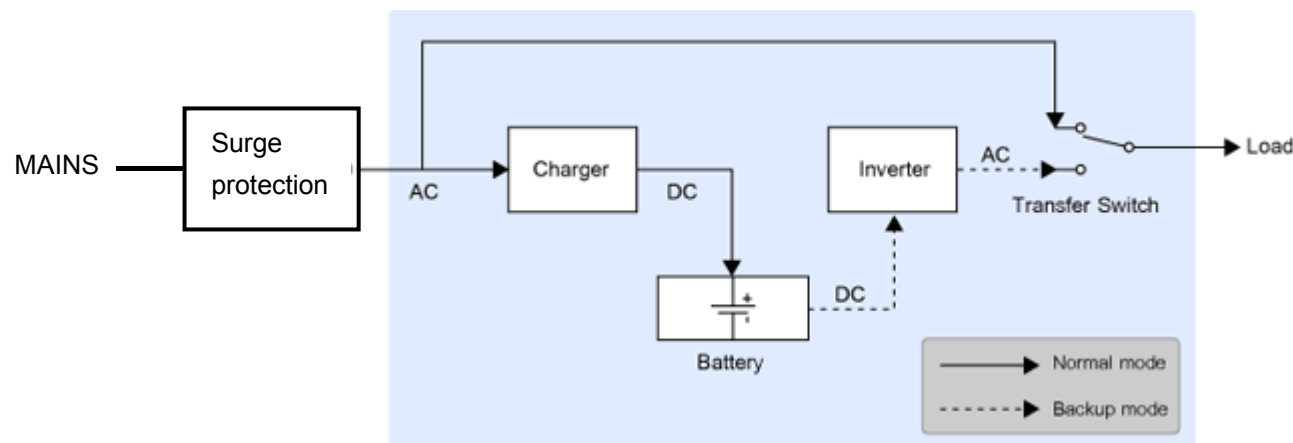


© 2011 Eaton Corporation. All rights reserved

Eaton
100 VUOTTA
Esikuvat kestävät

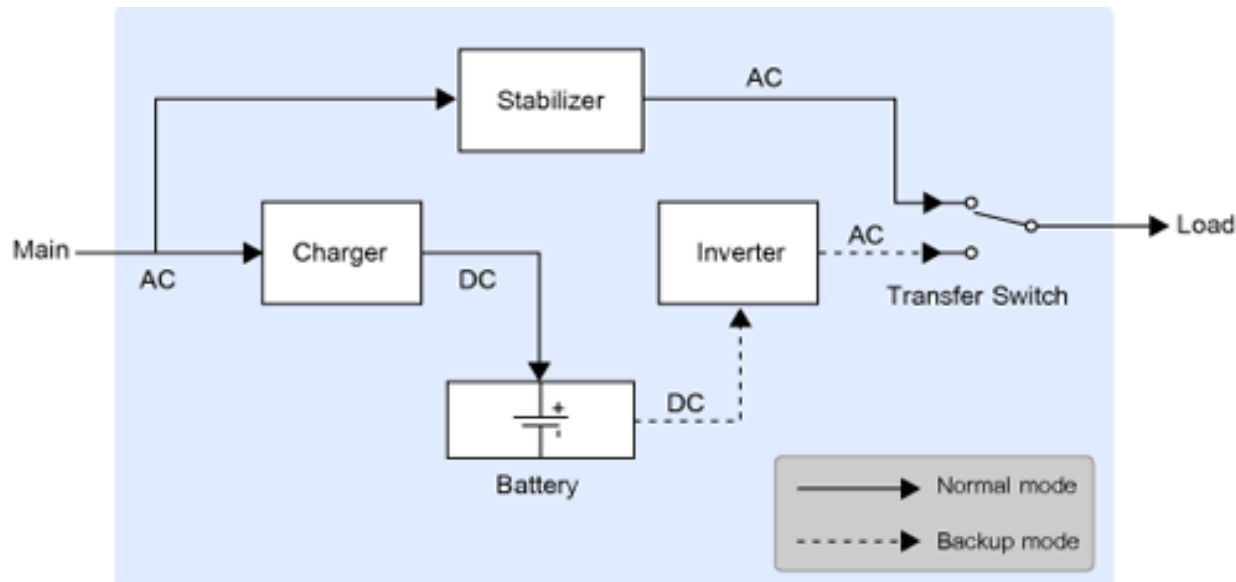
Standby OffLine UPS 3-sarja

- Kokoluokka 350VA – 800VA 1~
- Suojaa kuormaa tuloverkon sähkökatkoilta sekä nopeilta ali- ja ylijännitevaihteluilta



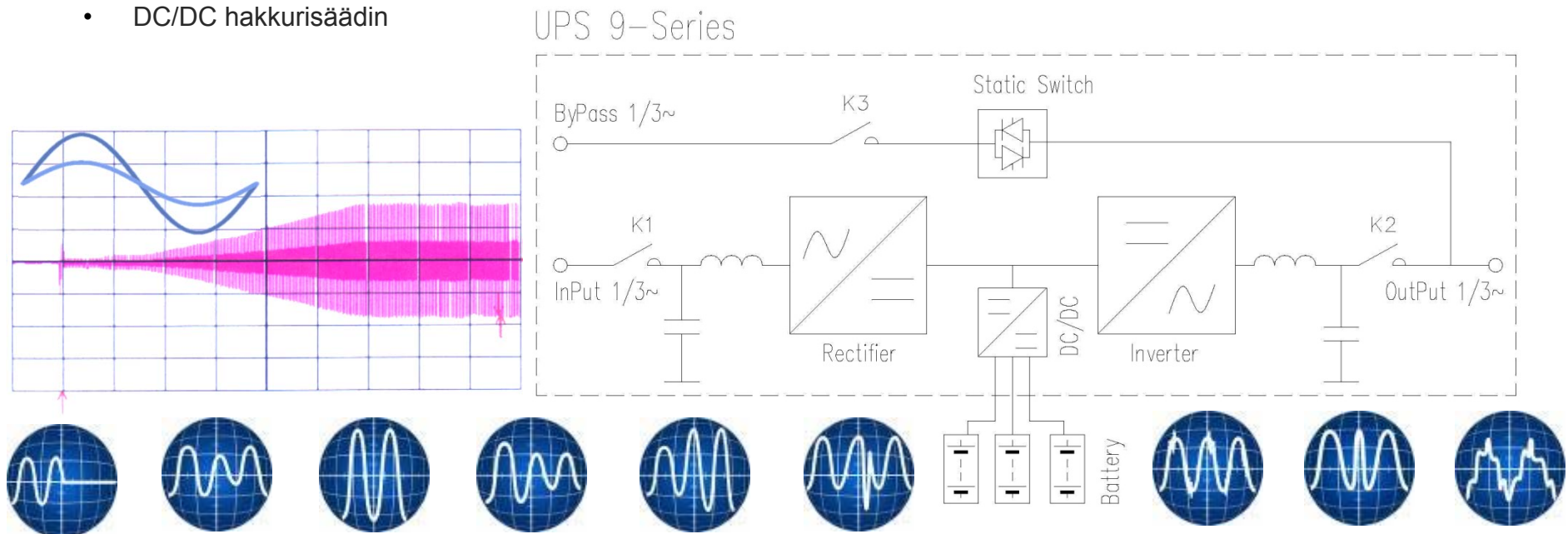
OffLine Line-interactive UPS 5-sarja

- Kokoluokka 500VA – 6000VA 1~VAC
- Suojaa kuormaa tuloverkon sähkökatkoilta sekä nopeilta ja hitailta alii- ja ylijännitevaihteluilta



OnLine UPS Double Conversion 9-sarja

- Kokoluokka 0.7kVA – 1100kVA 1~ja 3~vaihe mallisto
- Suojaa kuormaa tuloverkon erilaisilta jännite- ja taajuus vaihteluilta,
- Aktiiviset UPS-modulit, Tasa-, vaihtosuuntaaja, staattinen kytkin ja DC/DC konvertteri mahdollistavat,
 - Tasasuuntaaja, Tuloverkon laajan käytön, tehokertoimen korjaus
 - Vaihtosuuntaaja, Kuormariippumaton, Epln, p.f 0.7ind – 0.7cap,
 - Staattinen kytkin, Synchronoitu katkotonsiirto, Backfeed kontaktori
 - Pehmokäynnistys, kaksisuuntainen tehonsyöttö, energiansäästötoiminnot yms.
 - DC/DC hakkurisäädin





UPS AKUSTO

Toukokuu 2012

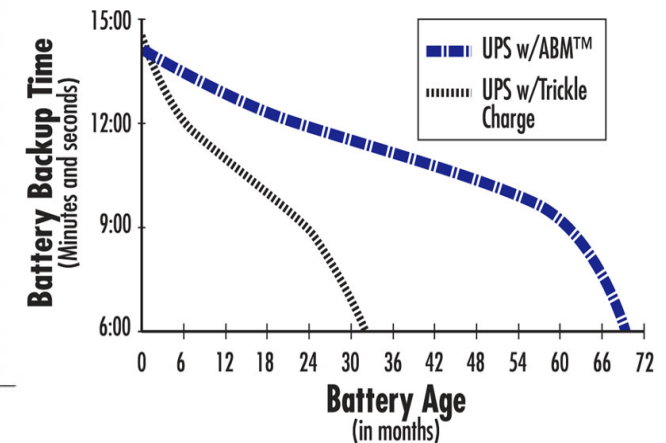
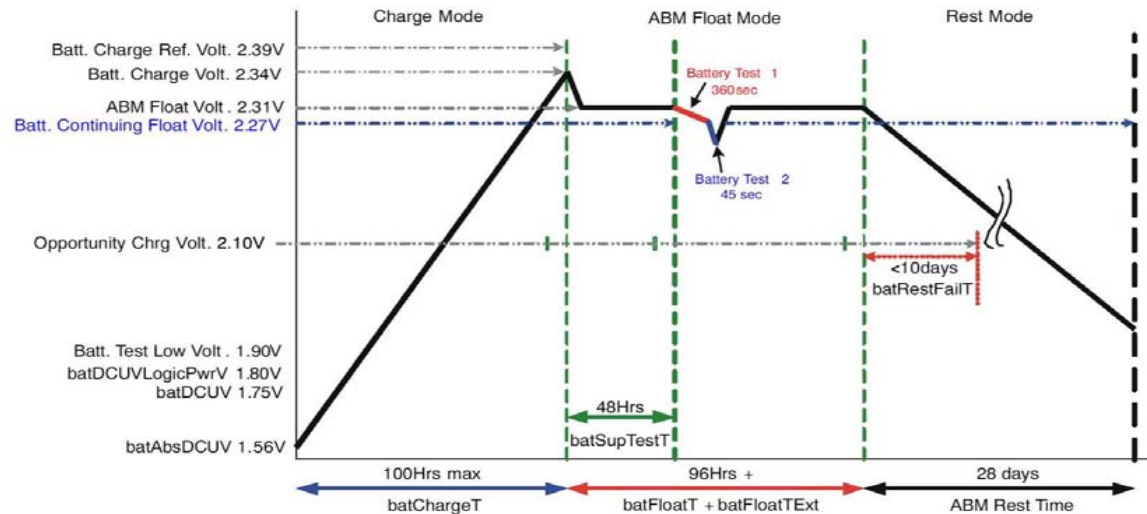
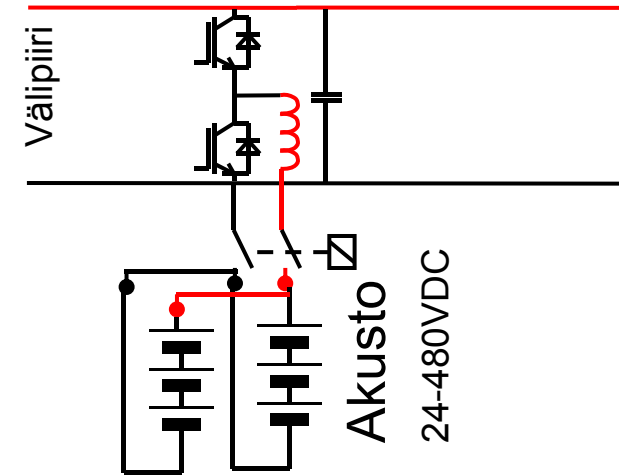
Akusto on UPSin tärkein osa

- Akku on tärkeä komponentti,
 - tarvitaan harvoin, mutta siihen on voitava luottaa.
- Akun elinkaari
 - Rajoitettu määrä latauskertoja
 - Käyttölämpötila 20-25°C
 - UPSissa käytetään yleisesti 5..12→ vuoden AGM akkuja
- Sijoitus UPS järjestelmässä
 - Sisäinen-, kaappi- ja räkkiakusto
- Akusto kierrätetty >98%

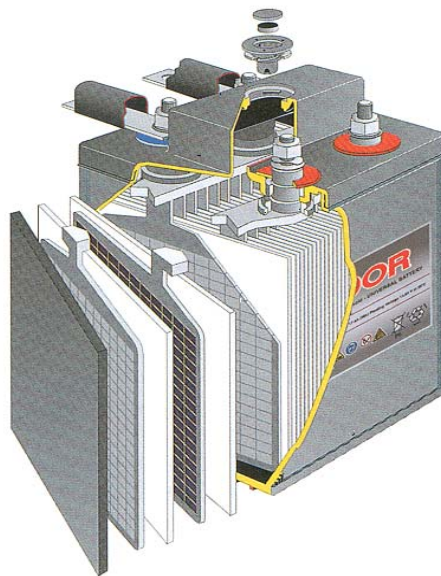


DC-konvertteri (akkuhakkuri)

- Edistyksellinen IGBT-DC/DC (Akku)-konvertteri
 - Alhainen latausvirta- ja jänniterippeli kaikissa kuormitustilanteissa (~2% / 1%)
 - Akustoa voidaan käyttää tuloverkon apuna kuormituksen muutostilanteissa
 - Latauksen lämpötilakompensointi (EMP)
 - Erillinen akuston kuormitus ECT
- ABM (Advanced Battery Management)
 - syklinen lataus, akusto lepotilassa ~90% ajasta
 - Akuston elinikä paranee korroosion vähenemisen kautta jopa 50%
- Akuston kytkentä, redundanttisuus
- NiCd, Li-Ion, Flywheel, FuelCell, Solar



AGM AKKUJA UPS-ratkaisuihin





Eaton 9-sarja HotSync® Redundanttisuus ja Skaalattavuus Modulaarisuus

Toukokuu 2012

Eaton UPS 9-sarjan toiminnallisuus

EATON UPS 8kVA-1100kVA

- Kaksoismuunnos tekniikka
- Patentoitu HotSync ® teknologia
- Rinnankytkentä
- Skaalattavuus
- Modulaarisuus
- Redundanttisuus
 - ulkoinen
 - sisäinen



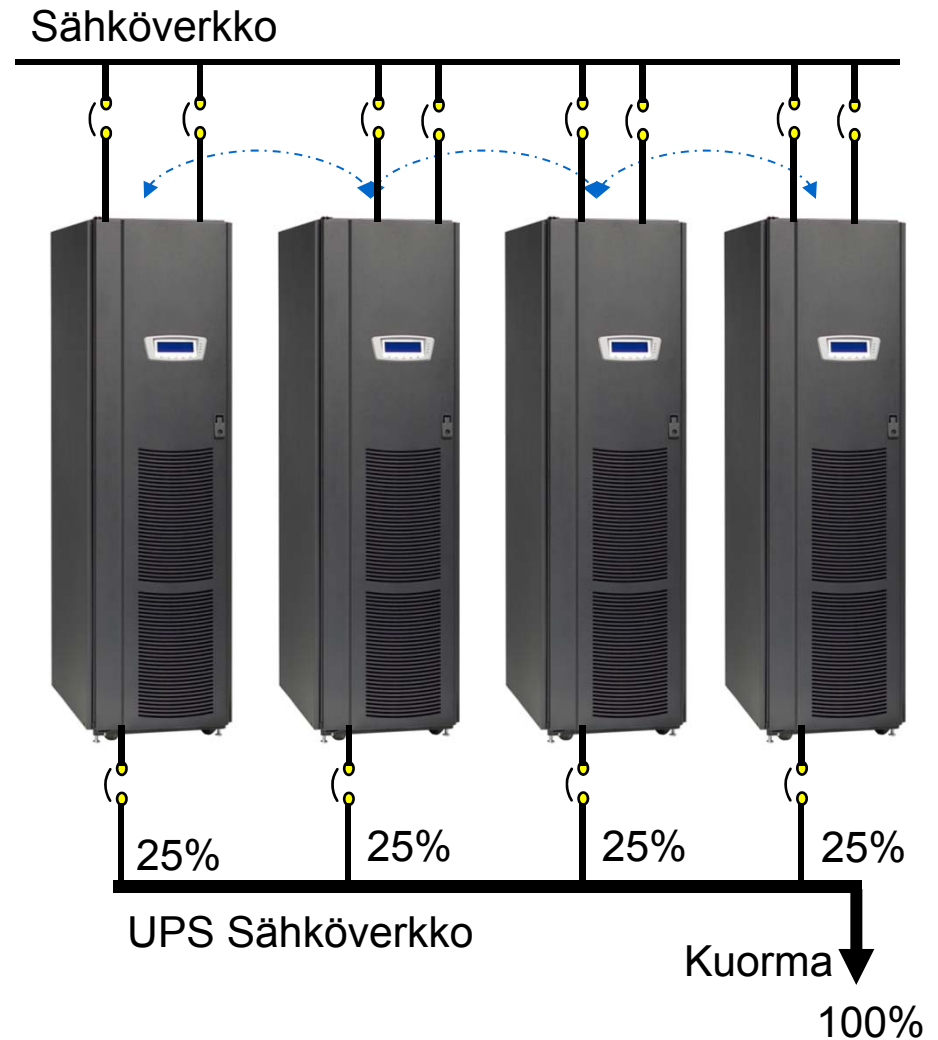
Hot Sync ® -rinnankäynti

Patentoitu HotSync ® teknologia

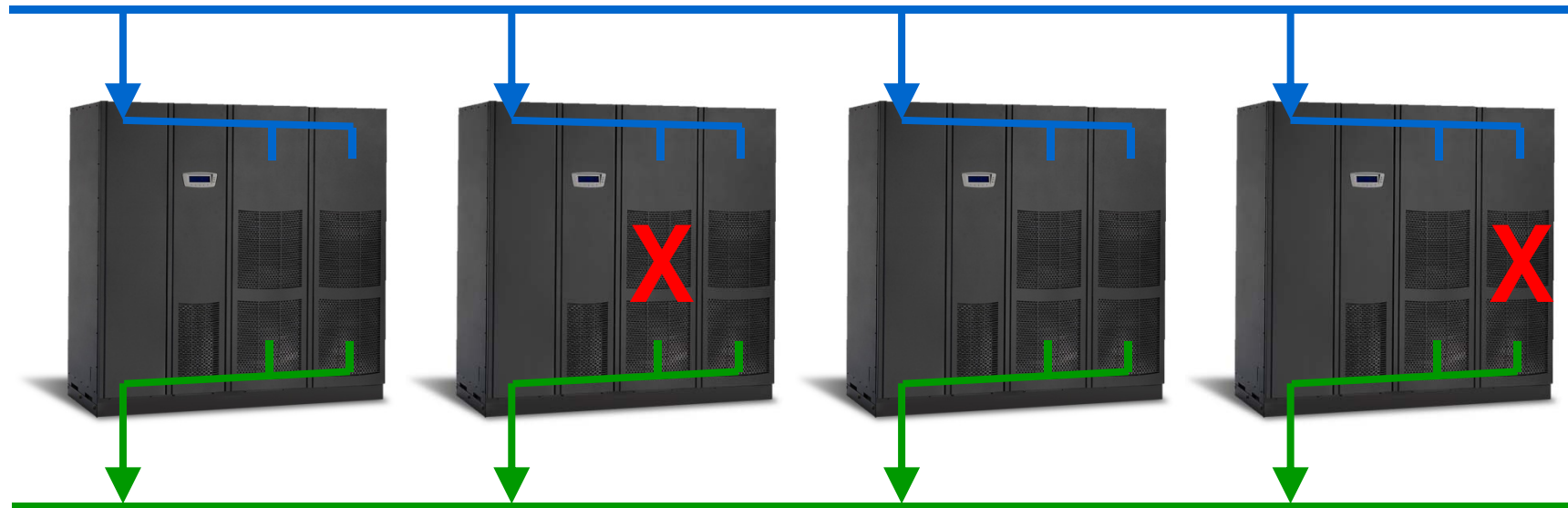
- Saatavissa 9-sarjan laitteisiin
 - 8 - 1100kVA
- Rinnankytkentä, yleensä 1- 4 laitetta

Kuormanjako

- Kuormanjako on laitekohtainen ominaisuus
- UPSin kapasiteetin lisäys ilman katkoa
- Redundanttisuus N+1

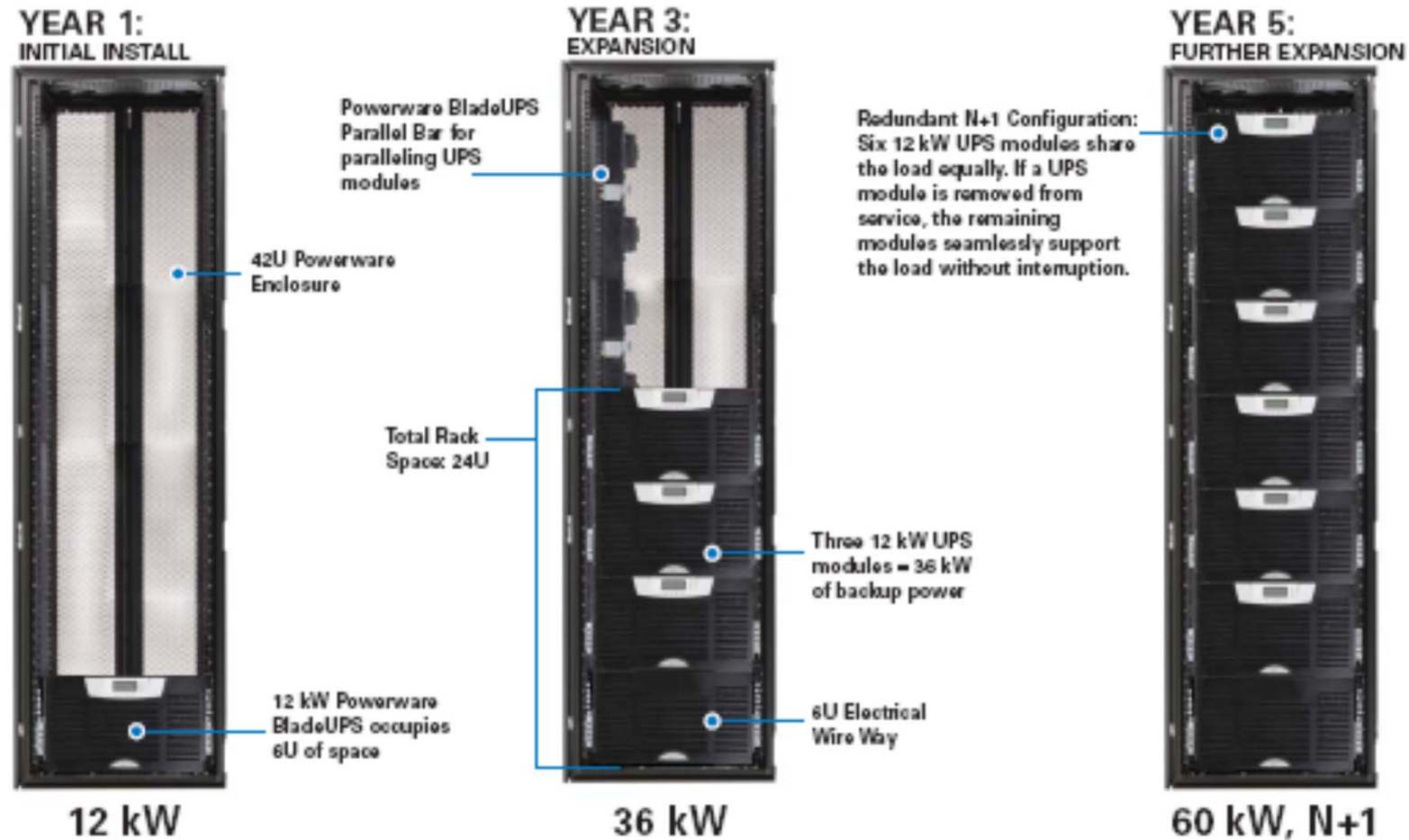


Sisäinen + ulkoinen redundanttisuus



- Redundanttisuus ja kuormanjako modulasolla
- Redundanttisuus staattisilla kytkimillä
- Erinomainen skaalattavuus, Eaton 9395-sarja, 250kW → 6MW
- 4 x 550kVA (N+1) yllä:
 - ohituskytkimet 3+1 redundanttisia
 - tehomodulit 6+2 redundanttisia
 - 2 tehomodulia voi olla huollossa (X) yhä $\frac{3}{4}$ kapasiteetista käytössä (N)

Eaton Blade UPS





Energiansäästötoiminnot

Toukokuu 2012

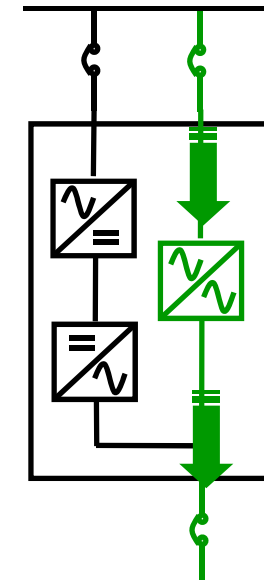
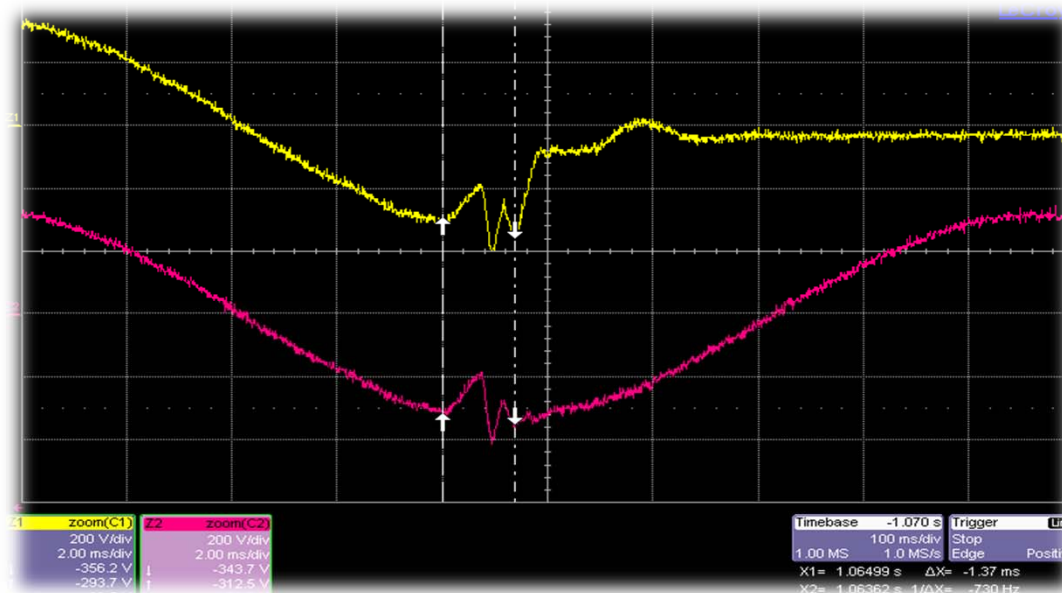
Energiansäästötoiminnot ESS, ECT, VMMS

- Tavoitteena vähentää sähköjakeluketjun häviötehoa
 - Huonontamatta sähköjakelun luotettavuutta ja sähkön laatua varmennetussa sähköverkossa
 - Otetaan käyttöön energiansäästötoiminnot
 - Hyötysuhde jopa 99.3%
 - Saatavilla 9130, 9x55-(8-15kVA), 9390-(40-160kVA), 9395-(225-1100kVA) malleihin
- Osana vakiotoimitusta

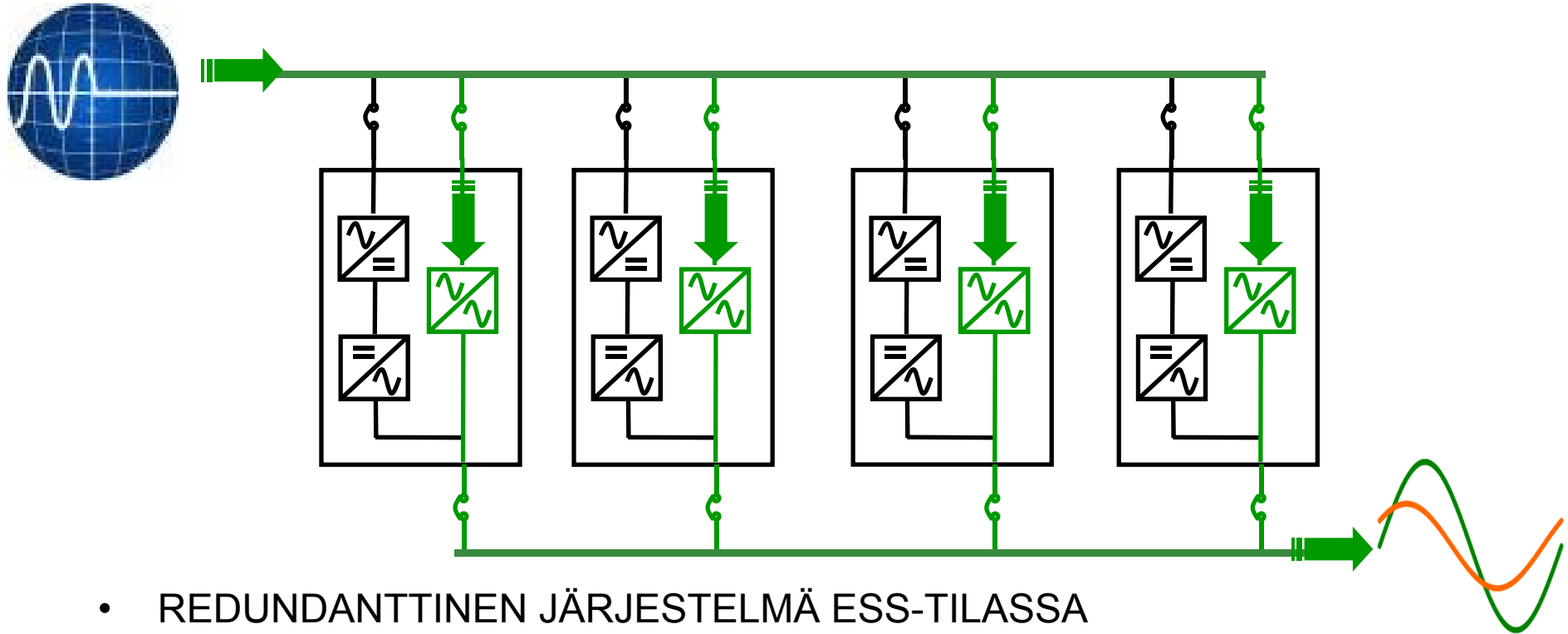


ESS Energy Saver System

- Tasa- ja vaihtosuuntaaja valmiustilassa
- Hyötysuhde >99% jo 30% osakuormalla
- UPS sähköverkon jatkuva valvonta ja siirto ~2ms:ssa OnLine tilaan
- Siirto kaksoismuunnostilaan ja takaisin "napin painalluksella", myös kaukokäyttömahdollisuus (salamatutka yms.)
- UPS-modulien elektronikan elinikä kasvaa



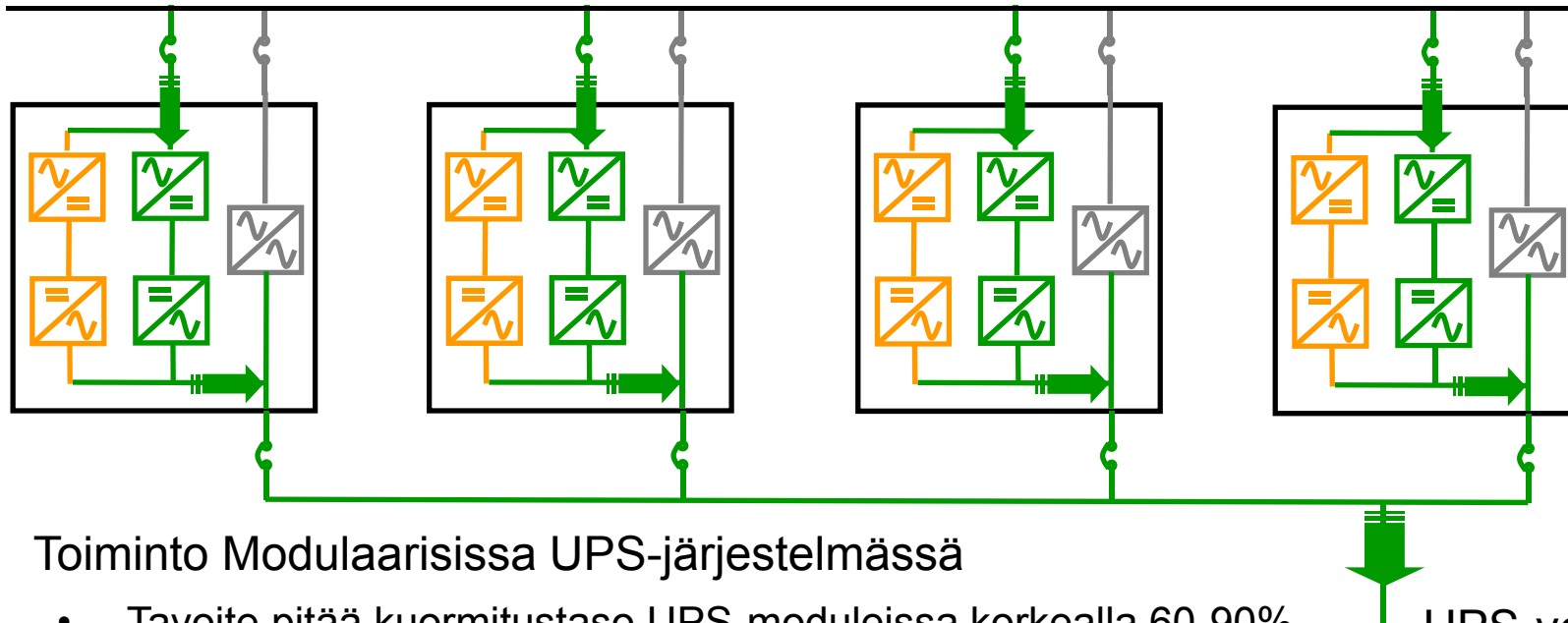
ESS Energy Saver System



- REDUNDANTTINEN JÄRJESTELMÄ ESS-TILASSA
- HYÖTYSUHDE JOPA >99.3%
- TEHOMODULIT VALMIUSTILASSA
- SIIRTO KAKSOISMUUNNOSTILAAN ~2ms,
- JATKUVA UPS-VERKON VALVONTA, Valvontaikkunan säätö

VMMS variable Module Management System

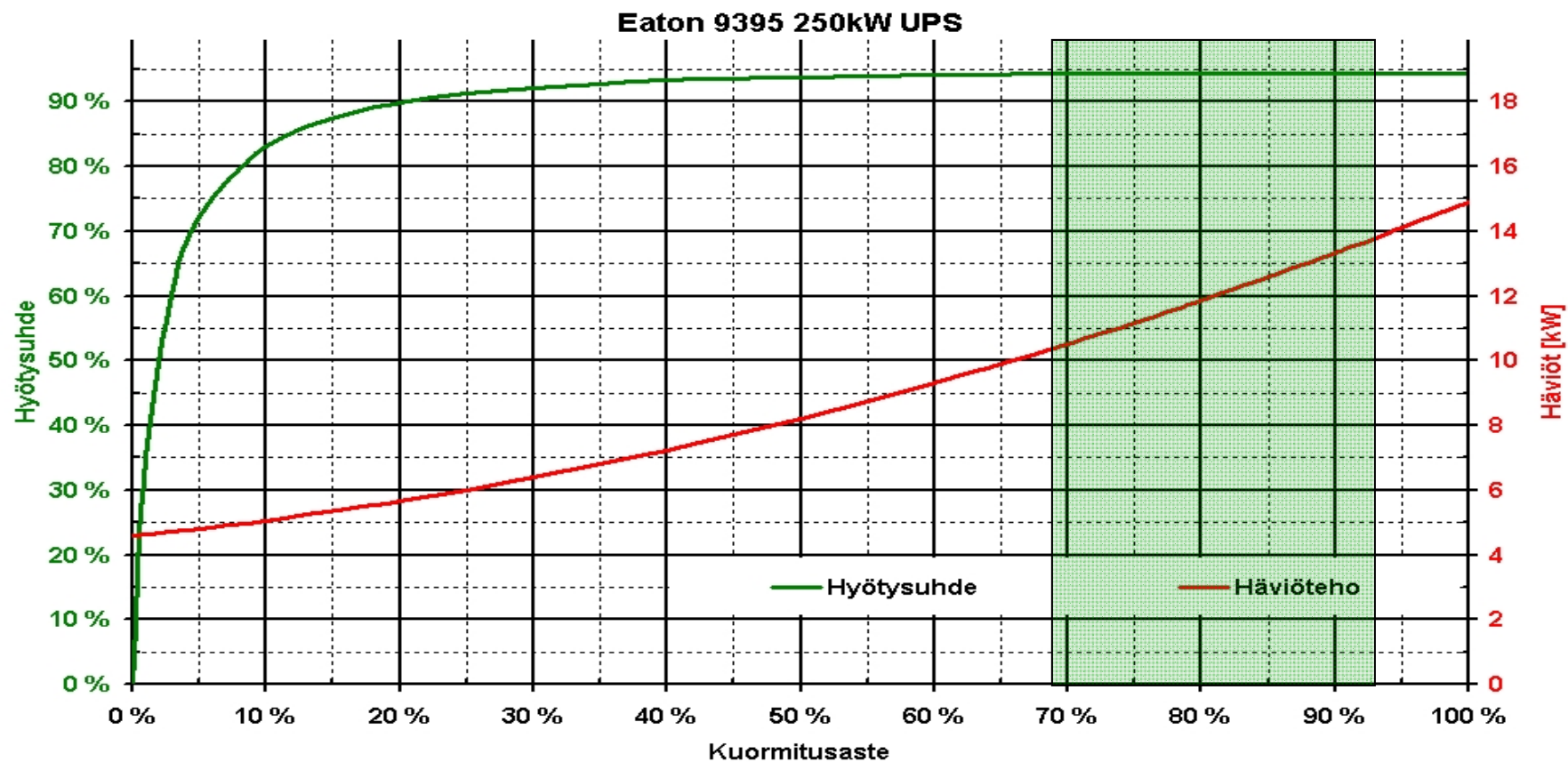
TULOVERKKO



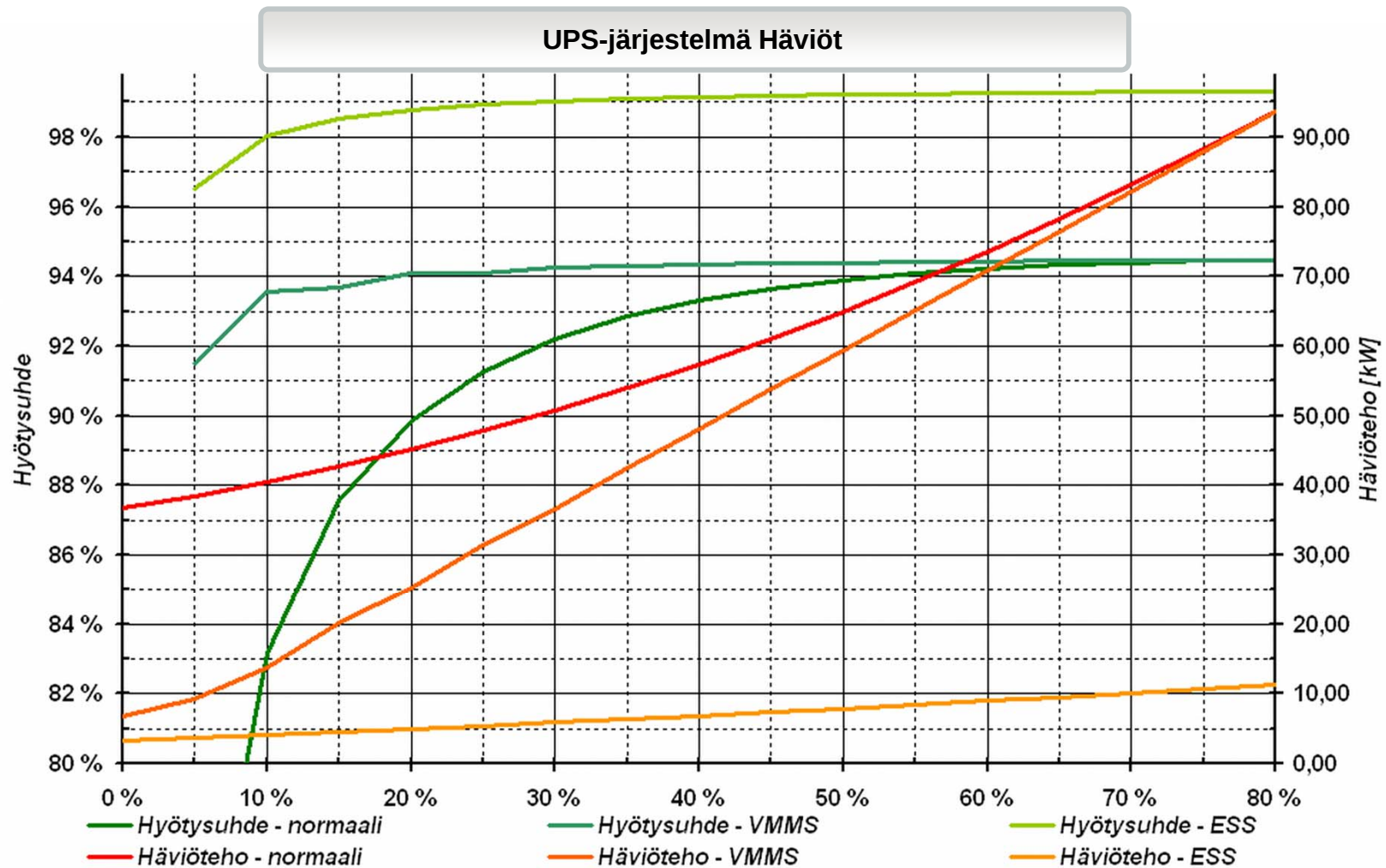
- Toiminto Modulaarisissa UPS-järjestelmässä
 - Tavoite pitää kuormitustaso UPS-moduleissa korkealla 60-90%
- Ylimääräiset UPS modulit valmiustilassa
- Tarvittaessa UPS modulit ~2 ms käytössä (kuormalisäys)
- Hyötysuhde nousee usealla prosenttiyksiköllä
- Sähköisten komponenttien elinikä kasvaa

VMMS 9395-mallistossa

TEHOMODULIT ON-LINE MOODISSA



Normaali, ESS ja VMMS - hyötysuhde ja häviöt



Säästölaskelmia



LASKELMA EATON UPS-JÄRJESTELMÄN HYÖDYISTÄ

UPS-Järjestelmän Energiatehokkuus

UPS TEHO [kW]	100	50 %	KUORMITUS
KONESALITEHO [kW]	50		
ENERGIA [€/kWh]	0,11		
JÄÄHDYTYKSEN [EER]	3,0		
JAKELU HÄVIÖT	5 %		

Online mode	Hyötysuhde [%]	UPS Häviöt [kW]	Jäähdytys Häviöt kW	UPS Häviöt kWh/vuosi	UPS Häviöt €/vuosi	Jäähdytysteho Wh/vuosi]	Jäähdytys €/vuosi	Kustannukset €/vuosi	HÄVIÖTEHOT kWh/vuosi
Eaton UPS	92,0 %	4	1,3	35 040	3 854 €	11 680	1 285 €	5 139 €	46 720
MUU UPS (vanha UPS)	81,0 %	9,5	3,2	83 220	9 154 €	27 740	3 051 €	12 206 €	110 960
SÄÄSTÖ €/Vuosi					5 300 €		1 767 €	7 066 €	64 240 kWh

Hyötysuhteen paranemisen vaikutus säästöihin

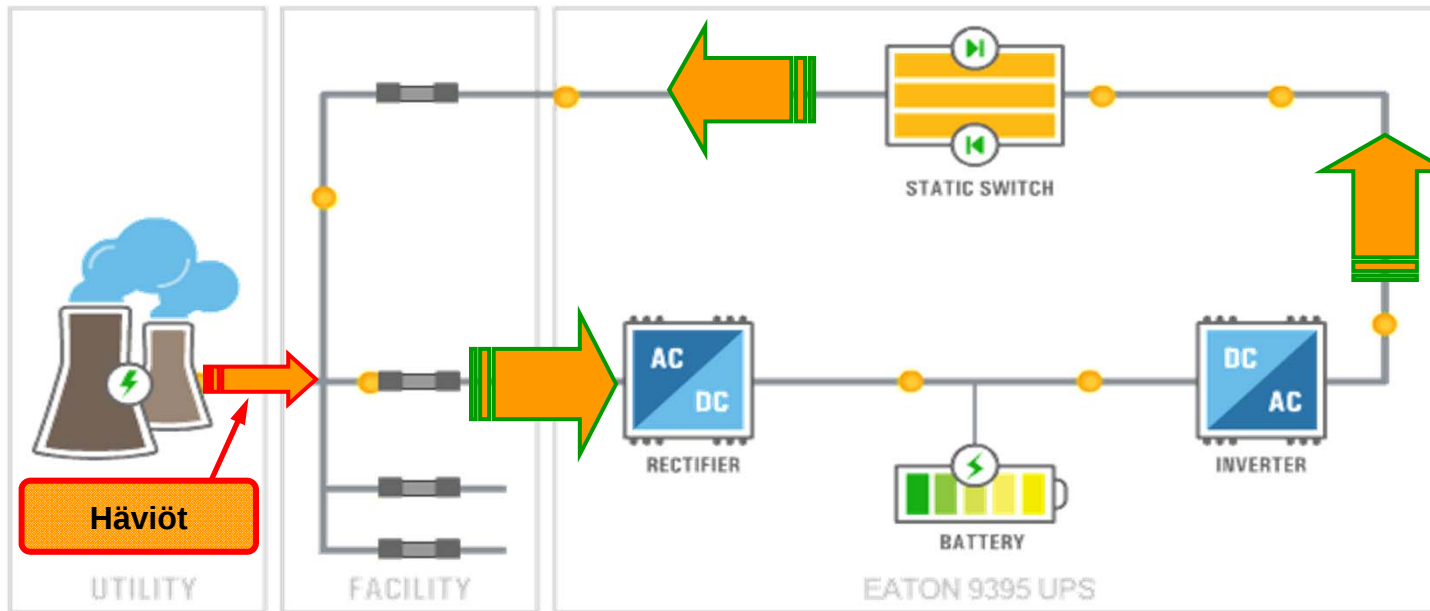
Hyötysuhteen muutos	Hyötysuhde nousu [%]	UPS Häviöt [kW]	Jäähdytys Häviöt kW	UPS Häviöt kWh/vuosi	UPS säästöt €/vuosi	Jäähdytysteho Wh/vuosi]	Jäähdytys säästöt €/vuosi	SÄÄSTÖT €/vuosi	HÄVIÖTEHO kWh/vuosi
Parannus %	1,0 %	0,50	0,2	4 380	482 €	1 460	161 €	642 €	5 840
Parannus %	2,0 %	1,00	0,3	8 760	964 €	2 920	321 €	1 285 €	11 680
Parannus %	4,0 %	2,00	0,7	17 520	1 927 €	5 840	642 €	2 570 €	23 360
Parannus %	8,0 %	4,00	1,3	35 040	3 854 €	11 680	1 285 €	5 139 €	46 720
Parannus %	10,0 %	5,00	1,7	43 800	4 818 €	14 600	1 606 €	6 424 €	58 400
Parannus %	12,0 %	6,00	2,0	52 560	5 782 €	17 520	1 927 €	7 709 €	70 080



UPS-järjestelmän testaus

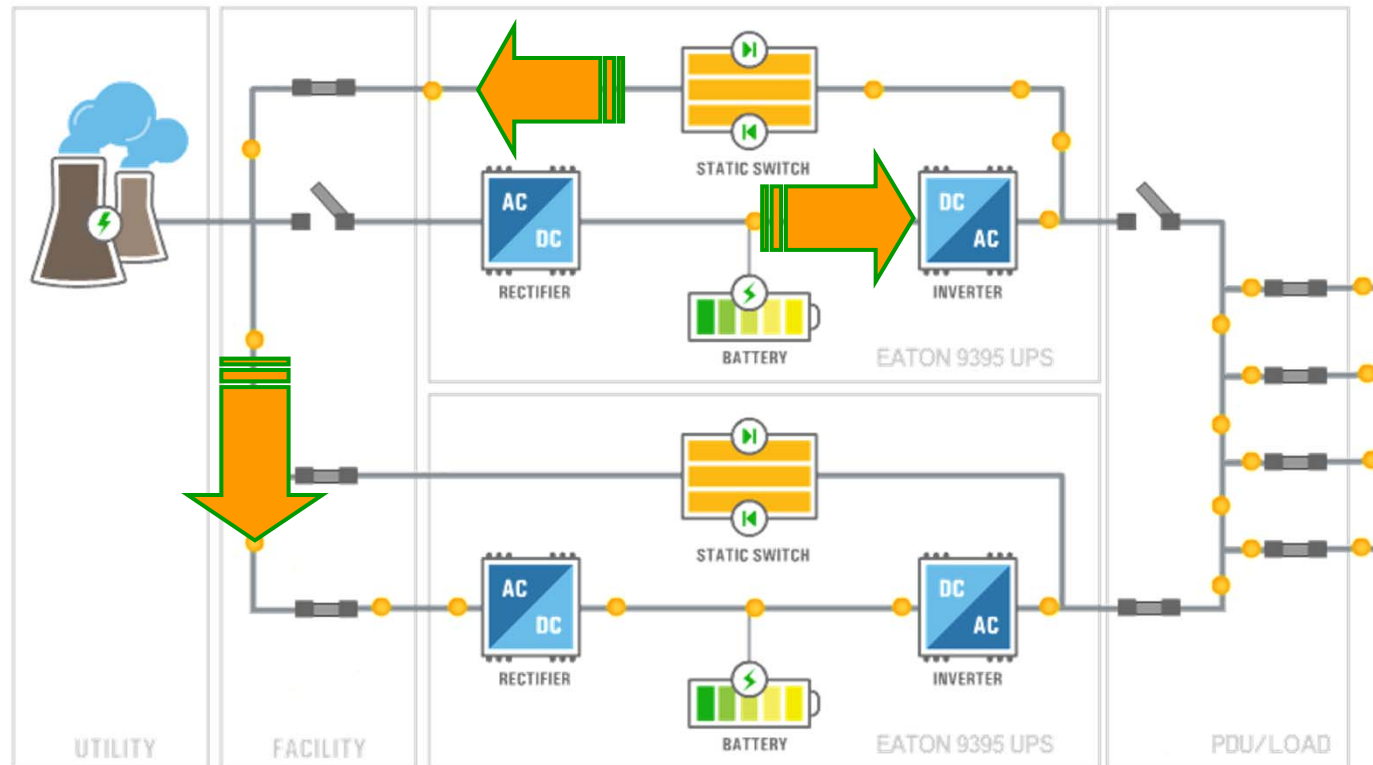
Toukokuu 2012

ECT Easy Capacity Test



- ECT, UPS järjestelmän kuormitustestaus, jäähdytys, liitokset
- Energia syötetään takaisin tasasuuntaajalle staattisen kytkimen kautta.
- Energiankulutus rajoittuu häviöihin (<10%)
- Tehtaalla UPSien loppukoestuksessa ja rasiustestauksessa käytössä noin 10v
 - Erittäin suuret energian säästöt suurilla järjestelmillä

ECT – Akuston purkutesti



- Akuston kunnon testaus kuormitettuna
- Energia syötetään kiinteistöverkkoon keinokuorman sijaan
- Rinnankäyntijärjestelmässä akuston energia siirtyy toisen UPS-laitteen kautta kuormalle.
- Rakennuksen muut laitteet kuluttavat energian



UPS-sähköverkon rakenne ja liitettävyys

Toukokuu 2012

UPS-sähköverkko

UPS sähköverkko

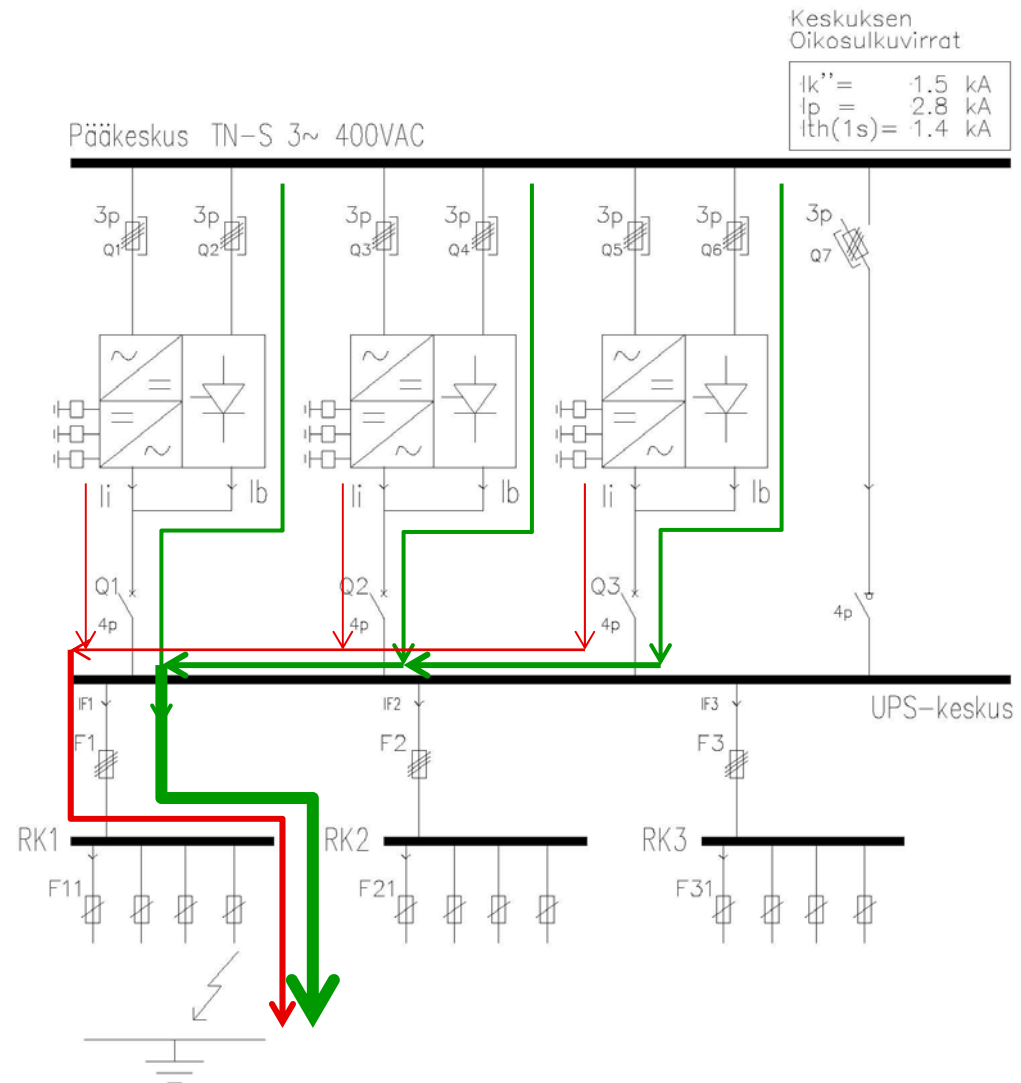
- Pääkomponentit, redundanttisuus
- Nollan katkeamattomuus
- Muuntajaratkaisut, vaihesiirtohuomio
- Rinnankäytikaapelointi

SUOJAUKSEN SELEKTIIVISYYS

- Oikosulkuvirta staattisen kytkimen kautta
 - Oikosulkuvirran suuruus $UPS I_b \approx I_{th} PK$
- Oikosulkuvirta vaihtosuuntaajan kautta
 - Oikosulkuvirta $I_i < I_b$, $t=300ms$
 - UPS:n oikosulkuvirran suuruus $I_i \approx 3 \times I_n$
 - Oikosulkuvirran suuruus rinnankäyntijärjestelmissä $UPS n \times I_i$

KUORMIEN SUOJAUS

- UPS-verkon kuormien suojaaminen
 - Suojauksen nopeus sähköverkossa $< 20ms$
 - Riittävän pienet kuormaryhmät



Eaton UPS Sähköarvotaulukko



EATON UPS MALLIEN SÄHKÖISET ARVOT

EATON UPS Malli	JÄRJESTELMÄ ARVOT				AKUSTO		TULOVERKKO			OHITUSVERKKO		LÄHTÖVERKKO				
	Nimellisteho [kVA/kW]	Un [V] Input/Output	F _n [Hz]	EFF [%] Normal / HE	Un VDC	In	Vaihe- Luku	Tulovirta In[A]	Tulosulake Fn [A]	Vaihe- Luku	Ohitus- sulake [A]	Vaihe- Luku	Lähtövirta In [A]	Oikosulku- virta Isc[A]	Oikosulku- aika [ms]	Suurin Sulake F _{max} 0.4s
9155	8 / 7,2	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	17	1	34,8	40	1	40	1	35	100	300	B16/C6
9155	8 / 7,2	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	17	3	11,6	16	1	40	1	35	100	300	B16/C6
9155	10 / 9	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	21	1	43,5	50	1	50	1	44	100	300	B16/C6
9155	10 / 9	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	21	3	14,5	25	1	50	1	44	100	300	B16/C6
9155	12 / 10,8	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	26	3	17,4	25	1	63	1	53	144	300	B16/C10
9155	15 / 13,5	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	32	3	21,8	25	1	80	1	66	144	300	B16/C10
9155	20 / 18	220 / 230 / 240	50 / 60	93	384	44	3	28,1	40	1	100	1	87	300	300	B50/C25
9155	30 / 27	220 / 230 / 240	50 / 60	93	384	65	3	42,1	50	1	160	1	130	300	300	B50/C25
9355	8 / 7,2	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	17	3	11,6	16-32	3	16	3	11,6	55	300	B10/C4
9355	10 / 9	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	21	3	14,5	20-32	3	16	3	14,5	55	300	B10/C4
9355	12 / 10,8	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	26	3	17,4	25-32	3	20	3	17,4	55	300	B10/C4
9355	15 / 13,5	220 / 230 / 240	50 / 60	91	384	32	3	21,8	25-32	3	25	3	21,8	55	300	B10/C4
9355	20 / 18	220 / 230 / 240	50 / 60	92	384	44	3	28,1	32-60	3	32	3	28,1	110	300	B16/C10
9355	30 / 27	220 / 230 / 240	50 / 60	93	384	65	3	42,1	50	3	50	3	42,1	110	300	B16/C10
9355	40 / 36	220 / 230 / 240	50 / 60	93	384	87	3	56,1	63-80	3	63	3	56,1	145	300	B16/C10
9390-40	40 / 36	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	71	3	58	63-80	3	63	3	57	120	300	B16/C10
9390-60	60 / 54	220 / 230 / 240	50 / 60	93	480	106	3	87	100	3	100	3	87	240	300	B32/C20
9390-80	80 / 72	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	141	3	116	125-160	3	125	3	116	240	300	B32/C20
9390-100	100 / 90	220 / 230 / 240	50 / 60	93	480	176	3	145	160-200	3	160	3	145	360	300	B63/C32
9390-120	120 / 108	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	212	3	173	200-250	3	200	3	173	360	300	B63/C32
9390-160	160 / 144	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	282	3	232	250-300	3	250	3	232	480	300	B80/C40
9395-225	225 / 200	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	392	3	318	350-400	3	400	3	326	613	300	gG80
9395-275	275 / 250	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	490	3	388	400-500	3	400	3	398	800	300	gG100
9395-450	450 / 400	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	793	3	636	800	3	700	3	652	1600	300	gG160
9395-550	550 / 500	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	979	3	776	1000	3	1000	3	797	1600	300	gG160
9395-825	825 / 750	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	1469	3	1163	1250-1600	3	1250	3	1197	2400	300	gG250
9395-1100	1100 / 1000	220 / 230 / 240	50 / 60	94	480	1958	3	1588	1600-2000	3	1600	3	1595	3200	300	gG315
BLADE 12x1	12 / 12	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	24	25-32	3	32	3	18	44	300	B6
BLADE 12x2	24 / 24	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	48	50-63	3	63	3	36	88	300	B16/C6
BLADE 12x3	36 / 36	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	72	80	3	80	3	54	132	300	B20/C10
BLADE 12x4	48 / 48	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	96	100-125	3	125	3	72	176	300	B32/C16
BLADE 12x5	60 / 60	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	120	125	3	150	3	90	220	300	B40/C20
BLADE 12x6	72 / 72	220 / 230 / 240	50 / 60	92 / 98	240	47	3	144	160	3	160	3	108	264	300	B50/C25

UPS-laitteen liitynnät (9130)

MiniSlot-korttipaikka

Relehälytys

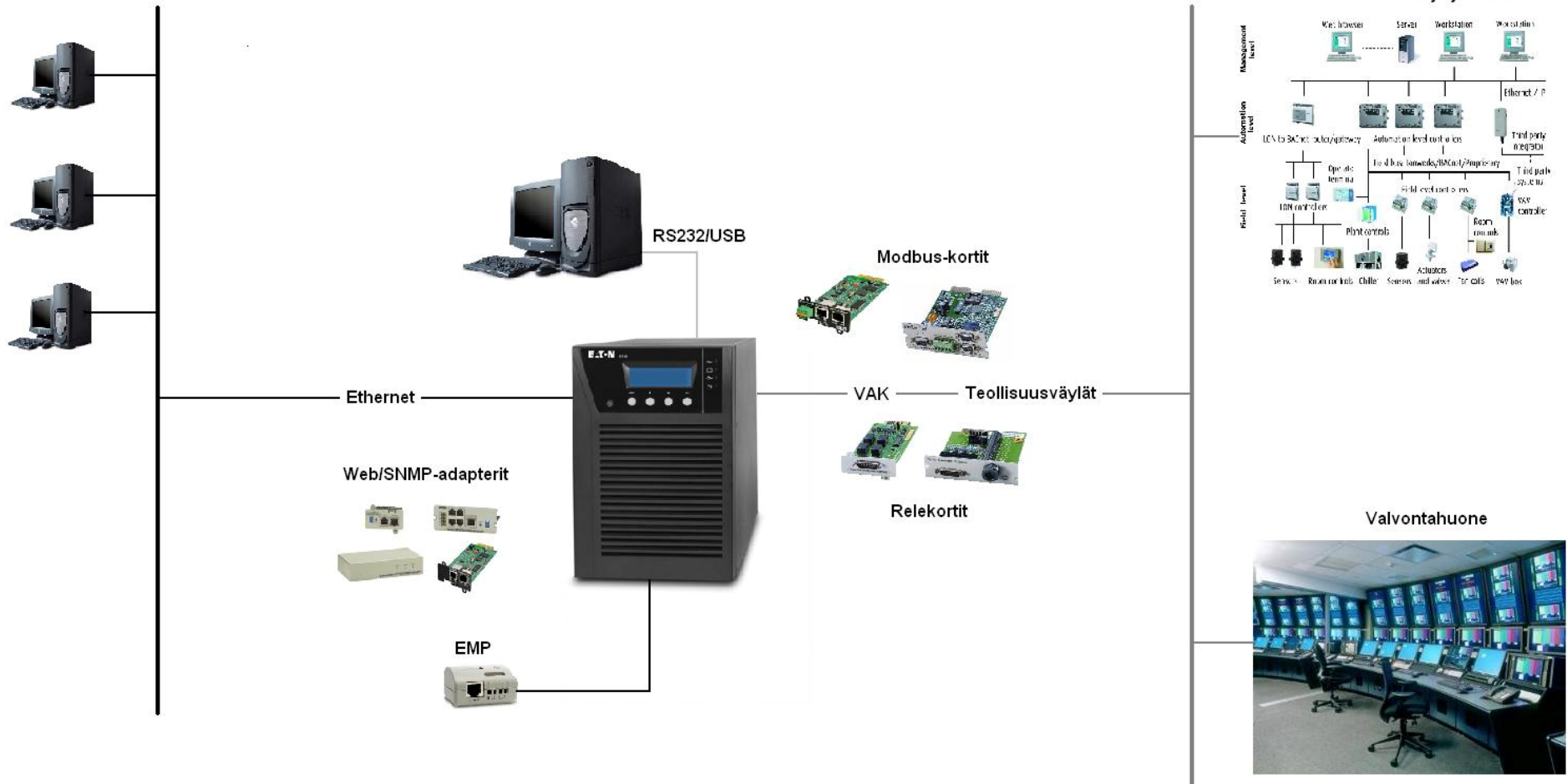
Ohjelmoitava

EPO-portti



Sarja- ja USB-portti

Liitettävyyys



UPS-ASENNUKSET

Huomioitavaa UPS-tilat ja -asennukset

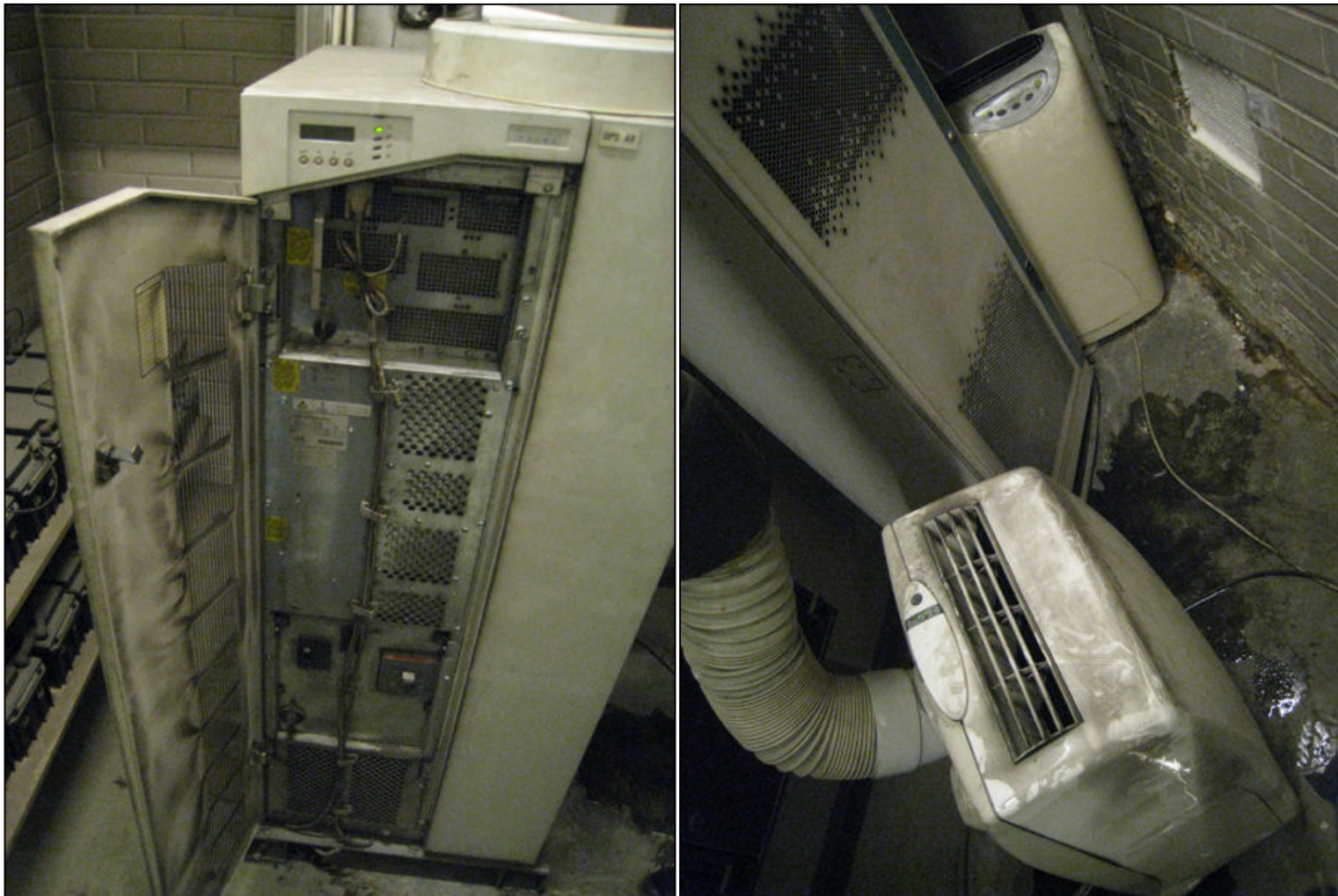
- Lämpötila,
 - Jäähdytyksen tarve, UPS, Akusto
 - UPS Lämmöntuotto $P_n \cdot (100 - \eta\%) = \sim 1-6\%$
 - UPS:n viileä-lämmin kierto
- Ilmanpuhtaus, perussuodatus
- Akuston sijoitus
- UPS Kaapelointi
 - Kiinteäasennus
 - Puolikiinteä asennus
 - Hälytykset



UPS Asennuksia 2 x 9390-120kVA + 30min Akusto



El suositella...näin tehtäväksi



Marine UPS ja akusto

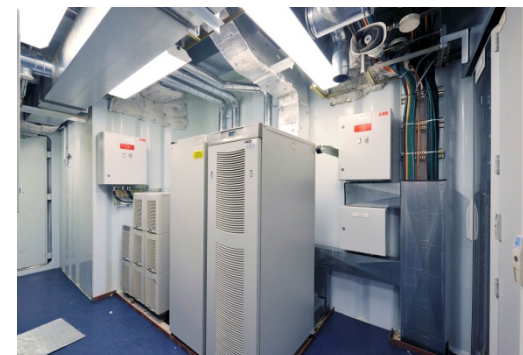
MARINE MALLISTO

- 9130M 1kVA-6kVA
- 9X55M 8kVA-40kVA
- 9390M 40kVA – 160kVA
- 9395M 225kVA - 550kVA
- Rinnankäyntijärjestelmät



MARINE sovelluksia

- Marine UPS-sovelluksia:
 - Automaatio
 - Navigaatio- & satelliittijärjestelmät
 - Sisäinen radio- ja hälytysjärjestelmä
 - Tietokone- ja datajärjestelmät
 - Hätävalaistus, sumutorvi
 - Kassat
 - Casino, hotelli, ravintola
 - yms
- Yli 50 UPS järjestelmää / alus
- Tehoalue 1000VA – 550 kVA





Petri Kokkonen

Projektipäällikkö / Järjestelmäsuunnittelu

09 - 452 66 516

petrikokkonen@eaton.com

LIITE III

Englanninkielisen turva-automaatiosuosituksen esipuhe



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Finnish Recovery Boiler Committee

**SAFETY INSTRUMENTATION
GUIDELINES FOR RECOVERY BOILERS**

**Finnish Recovery Boiler Committee
Automation Work Group**

**15.1.2003
8.9.2008 Rev A**



INTRODUCTION

The members of the Finnish Recovery Boiler Committee have desired a clear set of instructions about the implementation of the safety instrumentation for recovery boilers. This is due to a concern about safety and the variety of implementations between different mills.

The first version of the guideline published in 2003 was revised in the autumn of 2009. In the revised guideline, the information that had become available by the autumn of 2008 was made use of. The new revision introduces the calibration of a risk graph for a recovery boiler, clarifies model interlocks and documentation needed as well as presents some theory about the verification of integrity levels with the help of a computational analysis.

This document contains only general guidelines and information. It is not the intention of this document to force the manufacturers and users to employ similar equipment and control solutions. It is intended as a guide and checklist to provide the proper tools for promoting safety and long term recovery boiler availability. The document aims, with the help of principle model documents, to present an example solution, which can be used as a help for planning, design, manufacturing and use.

Finnish Recovery Boiler Committee is not responsible for the information, any errors or omissions, or for the results obtained from using this information.

Finnish Recovery Boiler Committee makes no representation or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of the information provided in this document or any other representation or warranty whatsoever concerning this document. In no event will Finnish Recovery Boiler Committee or its affiliates thereof be liable to you or anyone else for any decision made or action taken in reliance on the information on this document or for any consequential, special or similar damages, even if advised of the possibility of such damages.

Our intent is to develop the document further, and for this reason we ask you to send any possible observations about faults, suggestions for improvements, and experiences to the secretariat of the Finnish Recovery Boiler Committee. Our contact details can be found on the web-pages of the committee: http://www.soodakattilayhdistys.fi/index_e.html

This document is translated into English. If the original Finnish text and its English language translation differ from each other, the original Finnish guideline applies.

Finnish Recovery Boiler Committee

LIITE IV

**Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys –
muokattu versio suosituksesta 16.3.2012**

Suomen Soodakattilayhdistys ry

HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

PROJEKTIKOKOUS 2/2012

AIKA 16.3.2012 klo 10.00 – 15.00

PAIKKA UPM-Kymmene, Kymi, Kuusankoski

LÄSNÄ

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

LIITE 1 Hajukaasusuositus muokattu 20.3.2012

JAKELU Projektityöryhmä, Hallitus



26.3.2012

2 (4)

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Esa Vakkilainen	LUT
Lauri Mattila	UPM Pietarsaari

2 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

2.1 Projektin tavoite

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

2.2 Työsuunnitelma ja tehtävänjako

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

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

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

3 PÄIVITYKSEN TILANNE

Käytiin läpi liuottajan hönkien poltto (kappale 6) sekä metanoli/tärpätin poltto (kappale 8).

Yhteenveto päivitystilanteesta:

1. Yleistä s. 1-2 (OK)
2. Määritelmiä ja lyhenteitä s.3-7 (OK)
3. Vaikutukset soodakattila päästöihin s. 8-11 (OK)
4. Hajukaasujärjestelmien riskit ja korroosio s. 12-16 (OK)
5. Laimeiden hajukaasujen järjestelmät s. 17-26 (OK)
6. Liuottimen höngän käsittelyjärjestelmät s. 27-33 (OK)
7. Väkevien hajukaasujen poltto s. 34-45 (OK)
8. Metanolin/tärpätin poltto s.46-50 (OK)
9. Toiminta erikoistilanteissa s. 51-53 (KOMMENTOIMATTA)



26.3.2012

3 (4)

10. Erikoisohjeet hajukaasulinjojen suunnittelussa s.54-59 (KOMMENTOIMATTA)
11. Suunnitteluun ja käyttöön vaikuttavat muut ohjeet s.60-62 (KOMMENTOIMATTA)
12. Poikkeamat muiden ohjeiden käyttöön (s.64-65) (KOMMENTOIMATTA)
13. Esimerkkejä vaurioista s.66-68 (KOMMENTOIMATTA)
14. Loppusanat s.69
15. Kirjallisuusviitteitä s.70

3.1 Standardi 12952-8

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

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

Tämän asian muutos täytyy laittaa vireille suosituksen julkaisun jälkeen.

3.2 Tärkeitä asioita myöhemmin pohdittavaksi:

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

4 AIKATAULU

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

Seuraavassa kokouksessa käydään teksti vielä kerran läpi kokonaisuutena.



26.3.2012

4 (4)

5 MUUT ASIAT

6 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous sovittiin pidettäväksi 9.5.2012 Metso Powerilla
Tampereella klo 10 alkaen.

LIITE 1

**Hajukaasusuositus muokattu
20.3.2012**

E. Vakkilainen/EPT

16.12.2005

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus

Alkuperäinen versio 30.5.2002

Revisio A 16.12.2005

Revisio B

ESIPUHE

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

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

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

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

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

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

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

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

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Matti Tikka
Hallituksen puheenjohtaja

Pekka Posti
Ympäristötyöryhmän puheenjohtaja

SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	1	
2	MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ	3	
2.1	VÄKEVÄT HAJUKAASUT	3	
2.2	LAIMEAT HAJUKAASUT	4	
2.3	LIUOTINSÄILÖN HÖNKÄ	5	Deleted: 4
2.4	METANOLI	5	
2.5	TÄRPÄTTI	5	
2.6	MÄÄRITELMIÄ	6	
2.7	LYHENTEITÄ	6	Deleted: 7
2.8	RÄJÄHDYSRAJOJEN LASKENTAKAAVOJA	7	
3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN	9	
3.1	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN RIKKIPÄÄSTÖIHIN	9	
3.2	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN NO _x PÄÄSTÖIHIN	9	
3.2.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	9	Deleted: 10
3.2.2	LIUOTINHÖNGÄN VAIKUTUS	10	
3.2.3	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN VAIKUTUS	10	Deleted: 11
3.3	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TRS PÄÄSTÖIHIN	11	
3.4	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TUKKEENTUMISEEN	11	
3.5	VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN MUUHUN TOIMINTAAN	11	Deleted: 12
			Deleted: 13
4	HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO	12	
4.1	HAJUKAASUJEN KARKAAMINEN TYÖSKENTELYTILAAN	12	Deleted: 13
4.1.1	TUULETUS/HÖYRYTYS	13	Deleted: 14
4.1.2	HAJU	13	Deleted: 14
4.1.3	SUOJAUTUMINEN	13	Deleted: 14
4.2	LAUHTEN POISTO-ONGELMAT	13	Deleted: 14
4.2.1	VESILUKON KUIVUMINEN	14	Deleted: 15
4.2.2	VESILUKON TUKKEUTUMINEN	14	Deleted: 15
4.2.3	VESITYSTASKUN TÄYTTYMINEN	14	Deleted: 15
4.3	RÄJÄHDYSVAARAT HAJUKAASULINJOISSA	14	Deleted: 15
4.3.1	ALAS- JA YLÖSAJOTILANTEET	14	Deleted: 15
4.3.2	TULENKÄSITTELY- JA TUPAKOINTIKIELTO	15	Deleted: 16
4.4	KAASURÄJÄHDYS KATTILASSA	15	Deleted: 16
4.5	SULAVESIRÄJÄHDYS KATTILASSA	15	Deleted: 16
4.6	KORROOSIO-ONGELMAT	15	Deleted: 16
4.7	KIPINÖINTI/STAATTINEN SÄHKÖ	15	Deleted: 17
4.8	KORJAUS JA HUOLTOTOIDEN LUVAT	16	Deleted: 17
			Deleted: 17
5	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA	17	
			Deleted: 19
5.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	17	Deleted: 19
5.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	19	Deleted: 21
5.3	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN POLTON LOGIIKKA	20	Deleted: 22
5.3.1	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET	20	Deleted: 22

5.3.2	LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN SYÖTÖN KESKEYTYS.....	21	Deleted: 23
5.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	22	Deleted: 24
5.4	PUHALLIN.....	22	Deleted: 24
5.5	VARASILMAYHDE.....	22	Deleted: 25
5.6	KANAVAT	22	Deleted: 25
5.6.1	KANAVAMATERIAALI.....	23	Deleted: 25
5.6.2	VIRTAUS.....	23	Deleted: 26
5.6.3	MAADOITUS	23	Deleted: 26
5.7	LAUHTENPOISTO.....	24	Deleted: 26
5.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	24	Deleted: 26
5.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS.....	24	Deleted: 27
5.7.3	VESILUKOT.....	24	Deleted: 27
5.8	PESURI.....	25	Deleted: 27
5.9	VENTTIILIT	25	Deleted: 27
5.9.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	25	Deleted: 27
5.9.2	SULKULAITTEET	25	Deleted: 28
5.10	OHITUS.....	25	Deleted: 28
5.11	PISARANEROITIN.....	25	Deleted: 28
5.12	LIEKINESTIN	26	Deleted: 28
5.13	RÄJÄHDYSLEVY	26	Deleted: 28
5.14	ALIPAINESUOJA	26	Deleted: 29
5.15	YLIPAINESUOJA	26	Deleted: 29
5.16	PITOISUUSMITTAUS.....	26	Deleted: 29
6	LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA		Deleted: 29
	27		Deleted: 30
6.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	27	Deleted: 30
6.2	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	28	Deleted: 31
6.3	LIUOTTIMEN HÖNKIEN POLTON LOGIIKKA.....	28	Deleted: 31
6.3.1	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN EDELLYTYKSET.....	29	Deleted: 31
6.3.2	LIUOTTIMEN HÖNKIEN SYÖTÖN KESKEYTYS.....	29	Deleted: 32
6.3.3	KAPASITEETTIRAJOITUS	30	Deleted: 32
6.4	PUHALLIN.....	30	Deleted: 33
6.5	KANAVAT	30	Deleted: 33
6.5.1	KANAVAMATERIAALI.....	30	Deleted: 33
6.5.2	VIRTAUS.....	30	Deleted: 33
6.5.3	MAADOITUS	31	Deleted: 33
6.6	LAUHTENPOISTO.....	31	Deleted: 33
6.6.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	31	Deleted: 33
6.6.2	LAUHTENPOISTOYHTEITTEN SJOITUS.....	31	Deleted: 34
6.6.3	VESILUKOT.....	31	Deleted: 34
6.7	PESURI.....	32	Deleted: 34
6.8	VENTTIILIT	32	Deleted: 34
6.8.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI.....	32	Deleted: 35
6.8.2	SULKULAITTEET	32	Deleted: 35
6.9	OHITUS.....	32	Deleted: 35
6.10	PISARANEROITIN.....	32	Deleted: 35

			Deleted: 35
6.11	LIEKINESTIN	33	Deleted: 36
6.12	RÄJÄHDYSLEVY	33	Deleted: 36
6.13	ALIPAINESUOJA	33	Deleted: 36
6.14	YLIPAINESUOJA	33	Deleted: 36
6.15	PITOISUUSMITTAUS.....	33	Deleted: 37
7	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA	34	Deleted: 37
7.1	KOOSTUMUS JA MÄÄRÄ	34	Deleted: 39
7.2	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON LOGIIKKA.....	37	Deleted: 40
7.2.1	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	37	Deleted: 40
7.2.2	KAPASITEETTIRAJOITUS	38	Deleted: 41
7.2.3	TUKILIEKIN TARVE.....	40	Deleted: 41
7.2.4	VÄKEVIEN KAASUJEN POLTON PYSÄYTTÄMINEN.....	38	Deleted: 43
7.2.5	VÄKEVIEN HAJUKAASUJEN POLTTOA EI TARVITSE PYSÄYTTÄÄ	42	Deleted: 43
7.3	POLTIN	42	Deleted: 44
7.3.1	TUKI/PILOTTILIEKKI.....	42	Deleted: 44
7.4	PUTKISTO	42	Deleted: 44
7.4.1	PUTKISTON RAKENNEMATERIAALI	42	Deleted: 44
7.4.2	PUTKISTON HÖYRYTYS	42	Deleted: 45
7.4.3	PUTKISTON PAINEMITTAUKSET	42	Deleted: 45
7.5	MAADOITUS JA POTENTIAALITASAUUS	43	Deleted: 45
7.6	VENTTIILIT	43	Deleted: 45
7.6.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI	43	Deleted: 46
7.6.2	SULKUVENTTIILIT	43	Deleted: 46
7.6.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA	43	Deleted: 46
7.7	LAUHTENPOISTO.....	44	Deleted: 46
7.7.1	LAUHTENPOISTOLINJOJEN KOKO	44	Deleted: 46
7.7.2	LAUHTENPOISTOYHTEIDEN SIOITUS	44	Deleted: 46
7.7.3	VESILUKOT.....	44	Deleted: 47
7.8	EJEKTORI.....	45	Deleted: 47
7.9	LÄMMITYS/JÄÄHDYTYS	45	Deleted: 48
7.10	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	45	Deleted: 48
7.11	LIEKINEROTUS	45	Deleted: 48
7.11.1	LIEKINEROTTIMEN PESU	45	Deleted: 48
7.11.2	LIEKINEROTTIMEN PAINEMITTAUS	46	Deleted: 48
7.12	VAIHTOEHTOINEN PAIKKA	46	Deleted: 49
7.12.1	VENTTIILIT.....	46	Deleted: 49
7.12.2	HÖYRYTYS	46	Deleted: 49
7.12.3	SOIHDUN SIOITUS	46	Deleted: 49
7.13	ALIPAINESUOJA	46	Deleted: 49
7.14	YLIPAINESUOJA	46	Deleted: 49
7.14.1	RÄJÄHDYSLEVY	47	Deleted: 49
7.14.2	RÄJÄHDYSLEVYJEN SIOITUS.....	47	Deleted: 50
7.15	PITOISUUSMITTAUS.....	47	Deleted: 50
8	METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA	48	Deleted: 50
8.1	METANOLIN/TÄRPÄTIN POLTON LOGIIKKA	49	Deleted: 51
			Deleted: 52

8.1.1	METANOLIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	50	Deleted: 53
8.1.2	METANOLIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT.....	51	Deleted: 54
8.1.3	TÄRPÄTIN POLTTIMEN KÄYNNISTYKSEN EDELLYTYKSET	51	Deleted: 54
8.1.4	TÄRPÄTIN POLTON PYSÄYTTÄVÄT TAPAHTUMAT	51	Deleted: 55
8.2	POLTTIMEN SÄHKÖISTYS JA AUTOMATIikka	51	Deleted: 55
8.3	VENTTIILIT	52	Deleted: 55
8.3.1	VENTTIILIEN RAKENNEMATERIAALI	52	Deleted: 55
8.3.2	SULKUVENTTIILIT	52	Deleted: 56
8.3.3	VENTTIILIEN TOIMINTAENERGIA	52	Deleted: 56
9	TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA.....	53	Deleted: 57
9.1	TOIMINTA HÄIRIÖN YHTEYDESSÄ	53	Deleted: 57
9.2	TOIMINTA ALASAJON YHTEYDESSÄ	53	Deleted: 57
9.3	TOIMINTA YLÖSAJON YHTEYDESSÄ	53	Deleted: 57
9.4	TOIMINTA SEISOKIN AIKANA.....	54	Deleted: 58
9.4.1	OHJEITA HAJUKAASUJÄRJESTELMÄN VALMISTELEMISEKSI SEISOKKI- TAI HUOLTOTÖITÄ VARTEN 54	54	Deleted: 58
9.4.2	OHJEITA SEISOKIN AIKAIKSIIN KUNNOSSAPIDON TÖIHIN.....	55	Deleted: 59
9.5	TOIMINTA HÄIRIÖIDEN YHTEYDESSÄ.....	55	Deleted: 59
10	ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA.....	56	Deleted: 60
10.1	LUOKITTELU	56	Deleted: 60
10.2	KYLIT	56	Deleted: 60
10.3	VESITYKSET	57	Deleted: 61
10.4	VENTTIILIT	57	Deleted: 61
10.5	KANAVIEN KALLISTUKSET	57	Deleted: 61
10.6	KANAVAMATERIAALI	58	Deleted: 62
10.7	KANAVIEN ERISTYKSET	58	Deleted: 62
10.8	LAIPAT, YHTEET	58	Deleted: 62
10.9	PUHALTIMET.....	58	Deleted: 62
10.10	EJEKTORIT.....	58	Deleted: 62
10.11	KANAVAMITOITUS	58	Deleted: 62
10.12	LIEKINEROTTIMEN SJOITUS	59	Deleted: 63
10.13	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN SJOITUS	59	Deleted: 63
10.14	OHITUKSEN SJOITUS.....	60	Deleted: 63
10.15	TILALUOKITUKSET	60	Deleted: 64
10.16	VALMISTUSLUVAT	60	Deleted: 64
11	SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	62	Deleted: 65
11.1	SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ	62	Deleted: 66
11.1.1	HAZOP.....	62	Deleted: 66
11.1.2	PUTKISTOJEN LUOKITTELU	62	Deleted: 66
11.1.3	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LUOKITTELU (ATEX)	63	Deleted: 67
11.2	EUROOPPALAISET STANDARDIT	63	Deleted: 67
11.3	OLEMASSA OLEVAT OHJEET.....	63	Deleted: 67

11.3.1	SODAHUSKOMMITTÉN	63	Deleted: 68
11.3.2	BLRBAC	64	Deleted: 68
12	POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN	66	Deleted: 70
12.1	POIKKEAMAT BLRBACn OHJEISIIN	66	Deleted: 70
12.2	POIKKEAMAT SHKn OHJEISIIN	66	Deleted: 70
13	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA	68	Deleted: 72
13.1	ESIMERKKI: VARKAUDEN TAPAUS 1980-LUVULLA	68	Deleted: 72
13.2	ESIMERKKI: KLABININ TAPAUS BRASILIASSA 10.10.1998	69	Deleted: 73
13.3	ESIMERKKI: OY METSÄ-BOTNIA AB, KEMIN TEHTAAN VAURIO 29.12.1998	69	Deleted: 73
14	LOPPUSANAT	71	Deleted: 75
15	KIRJALLISUUSVIITTEITÄ	72	Deleted: 76
LIITTEET			
Liite I	Esimerkkilaskelma		

1 YLEISTÄ

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

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

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

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

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

Eräillä tehtailla, myös Suomessa metanoli ja tärpätti poltetaan.

Deleted: yhteis

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

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

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

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

2 MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

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

Deleted: ja

Tässä suosituksessa hajukaasut ryhmitellään seuraavasti:

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

Tässä suosituksessa ei metanolin ja tärpätin polttoon kaasumaisena oteta kantaa.

2.1 Väkevät hajukaasut

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

Deleted: keittämöltä,

Deleted: tai

Deleted: .

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

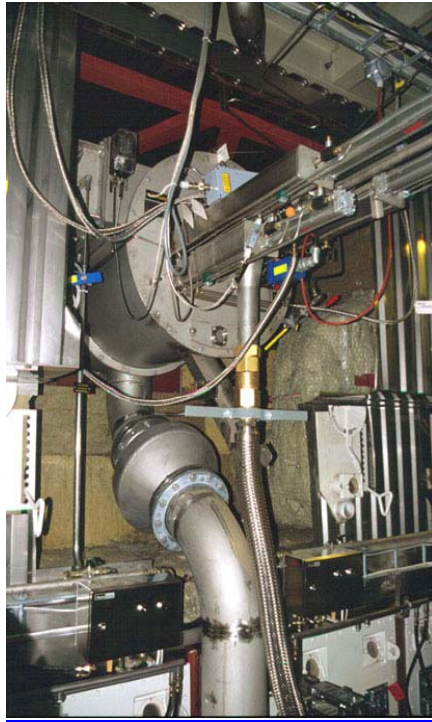
Deleted: a

Deleted: estetään

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

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

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



Kuva 2-1. Väkevien hajukaasujen poltin

2.2 Laimeat hajukaasut

Laimeita hajukaasuja kerätään säiliöistä ja laitteilta kuitulinjalta, haihduttamolta, mäntyöljykeitäimeltä sekä kaustisointilaitokselta. Paineellisista mustalipeäsäiliöistä [tulevat kaasut pitää ohjata väkeviin hajukaasuihin. Paineettomasta vahvalipeäsäiliöistä](#) tulevat kaasut [suositellaan johdettavaksi](#) väkeviin hajukaasuihin.

Deleted: pitäisi

Deleted: ohjata

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

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

Deleted: ¶

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

Deleted: kä

2.3 Liuotinsäiliön ja sekoitussäiliön höngät

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

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

2.4 Metanoli

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

Deleted: ¶

Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn metanolin poltoon.

2.5 Tärpätti

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

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

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

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

Deleted: a

Deleted:

Deleted: ¶

Tässä suosituksessa otetaan kantaa vain nesteytetyn tärpätin polttoon.

2.6 Määritelmiä

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

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

2.7 Lyhenteitä

Lyhennys	Suomalainen määritelmä	Englanninkielinen määritelmä
BLRBAC	Amerikan soodakattilayhdistys	Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
CH ₃ SH	metyylimerkaptani	methyl mercaptan
(CH ₃) ₂ S	dimetyylisulfidi	dimethylsulfide
(CH ₃) ₂ S ₂	dimetyylidisulfidi	dimethyldisulfide
C ₁₀ H ₁₆	tärpätti	turpentine
CH ₃ OH	metanoli	methanol
C₂H₅OH	etanoli	ethanol
H ₂ S	rikkivety	hydrogen sulfide
SO₂	rikkidioksidi	sulfur dioxide
O₂	happi	oxygen
NH₃	ammoniakki	ammonia
H₂O	vesi	water
CO₂	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

Deleted: vastine

Deleted: M

SOG	stripperin kaasut	stripper off gases
TRS	pelkistyneet rikkityhdisteet	total reduced sulfur compounds
UEL	ylempi räjähdysraja	upper explosion limit
HAZOP	poikkeamatarkastelu	hazard and operability study

2.8 Räjähdyksrajojen laskentakaavoja

Räjähdyksraja lasketaan tyypillisesti seoksen komponenttien avulla.

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

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

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

Deleted: 154*

Syttymis- eli räjähdysrajoja määriteltäessä on syytä käyttää menetelmää, joka varmasti antaa turvalliset rajat. Räjähdyksrajoja voidaan laskea eri periaatteilla. Yleensä sovelletaan yleisesti tunnettua le Chatelierin menetelmää kuten esimerkiksi standardissa ISO 10156 kohdassa 4.6.1. Toinen tapa on tarkkailla ongelmaa termody-

Deleted: *Tämä arvo on mahdollisesti detonaationopeus joka aiheutuu räjähdysen aiheuttamasta paineallostasta. ¶

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

3 VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

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

Deleted: jää

Deleted: ksi

3.1 Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

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

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

Deleted: ,

Deleted: ja j

Deleted: aiheuttaa

Deleted: n

Deleted: un

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

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

3.2 Vaikutukset soodakattilan NOX päästöihin

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

3.2.1 Laimeiden hajukaasujen vaikutus

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

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

Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu, [jos laimeat hajukaasut ohjataan tulipesässä oikealle lämpötila-alueelle.](#)

3.2.2 Liutinhöngän vaikutus

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

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

[Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu, jos laimeat hajukaasut ohjataan tulipesässä oikealle lämpötila-alueelle.](#)

Deleted: Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu.

3.2.3 Väkevien hajukaasujen vaikutus

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

Deleted: on

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

3.3 Vaikutukset soodakattilan TRS päästöihin

Deleted: Vaikutus on näkynyt kattiloiden vuosipäästöissä.¶

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

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

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

3.4 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

[Katso kappale 3.1. Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin](#)

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

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

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

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

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

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

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

Liutinhöngän ja laimeiden hajukaasujen mukana kattilaan tulee vesihöyryä, mikä [saattaa hiukan](#) rajoittaa kattilan kapasiteettia.

Deleted: muutaman prosenttiyksikön

4 HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO

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

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

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

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

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

Deleted: liikaisten lauhteiden keräilyjärjestelmän

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

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

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

Deleted: Monilla t

Deleted: henkilökunnalla

Deleted: Yleensä t

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

Deleted: ,

Deleted: katso kohta 4.8.

4.1.1 Tuuletus/Höyrytys

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

Tuuletus on aina johdettava ulkoilmaan.

4.1.2 Haju

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

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

Deleted: pelkkään

4.1.3 Suojautuminen

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

Deleted: saa

Deleted: t

Deleted: ää

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

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

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

4.2.1 Vesilukon kuivuminen

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

Vesilukkojen kuivuminen on estettävä myös seisokkien aikana.

4.2.2 Vesilukon tukkeutuminen

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

Deleted: .

Deleted: rtyy

4.2.3 Vesitystaskun täyttyminen

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

Deleted: , joissa voi esiintyä runsaasti lauhdetta

Deleted: .

4.3 Räjähdyksvaarat hajukaasulinjoissa

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

Deleted: kuljetus

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.

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

Deleted: korkealla

Deleted: kuljetus

Deleted: laimeampi, kuin sellainen konsentraatio

Deleted: mikä voi räjähtää.

Deleted: onkin pidettävä tarpeeksi matalana

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 ta-

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

Deleted: tärpätin

4.3.2 Tulenkäsittely- ja tupakointikielto

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

4.4 Kaasuräjähdyks kattilassa

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

4.5 Sulavesiräjähdyks kattilassa

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

Deleted: Merkittävä riski soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara.

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

Deleted: o

Deleted: n

Deleted: yleensä

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

4.6 Korroosio-ongelmat

Hajukaasujen polttaminen soodakattilassa ei ole todettu lisänneen soodakattilan korroosiota.

Deleted: Hajukaasujen rikki-
toiset lauhteet ovat korrodoivia.¶

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

4.7 Kipinäinti/staattinen sähkö

5 RÄJÄHDYS VAATII ALKUENERGIAN ESIMERKIKSI KIPINÄSTÄ. TURVALLISUUDEN TAKAAMISEKSI HAJUKAASULINJAT MAADOITETAAN

**KOKONAAN KERÄILYPISTEESTÄ LÄHTIEN, JOTTA MISSÄÄN OLOISSA
STAATTISEN SÄHKÖN, GALVAANISEN PARIN TAI POTENTIAALIERON
AIHEUTTAMAA KIPINÄÄ EI VOIDA SAADA AIKAAN.**

Deleted: ¶

On huomioitava, että muovipuhallin ei katkaise linjan maadoitusta.¶

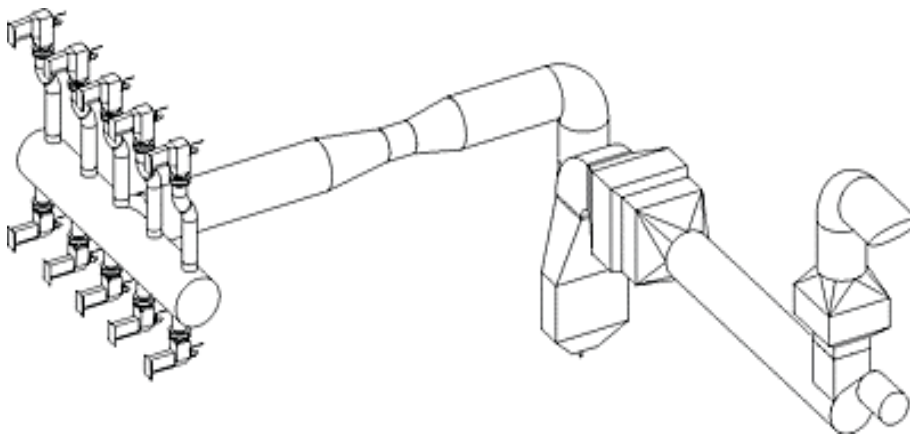
<#>Korjaus ja huoltotöiden luvat¶

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

5 LAIMEIDEN HAJUKAASUJEN JÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

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

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



Kuva 5-1. Laimeiden hajukaasujen kanavistoa

Deleted: 5-1

5.1 Koostumus ja määrä

Laimeat hajukaasut koostuvat mm. sellutehtaan kuitulinjan säiliö- ja laitehöngistä, haihduttamon säiliöalueen höngistä, kaustistamon höngistä yms. Laimeiden hajukaasujen määrä on noin 300 – 400 m³n/ADt ja niiden rikkipitoisuus on noin 0.1 - 0.5 kgS/ADt. Kuitulinjan laimeat hajukaasut pääsääntöisesti käsitellään pesurityyppisellä hönkäjäähdyttimellä, jolloin käsiteltävä hajukaasumäärä pienenee. Sellutehtaan laimeiden hajukaasujen keräilykohteiden tyypillisiä osastomääriä on esitetty taulukossa 5-1.

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

Osasto	kg S / ADt	m³n / ADt
Jatkuvatoimisen keiton höngät	0.1 – 0.5	100 – 400
Superbatch keiton höngät (evakuointi-ilma, paineettomien säiliöiden hönkä)	0.1 – 0.5	150 – 300
Pesemön höngät	0.05 – 0.1	100 – 200
Mäntyöljykeittämön höngät	0.05 – 0.2	2 – 3
Säiliöhöngät, haihduttamo (ilmanpaineiset säiliöt)	0.1 – 0.4	20 – 30
Kaustistamo- ja meesauunialue	0.01 – 0.1	5 – 10
Yhteensä	0.1 – 0.5	300 – 400

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

Taulukko 5-2. Esimerkkejä laimeiden hajukaasujen analyyseista syntypisteessä.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtaalla ensimmäistä kertaa käyttöön tai prosessiin tehdään muutoksia, tulee konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteistä mitata, jotta todetaan laimeiden hajukaasujen pitoisuudet eri keräyslähdeistä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkääsuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.

Deleted: pitää

Deleted: erityisesti käynnistysten ja prosessihäiriöitten yhteydessä,

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

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

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

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

Laimeat hajukaasut syötetään soodakattilaan tyypillisesti osana kattilan polttoilmaa.

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

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

Deleted: Jos laimeita hajukaasuja syötetään lipeänpolttotason alapuolelle sekundääri-ilmatasolle, niin järjestelmässä on oltava riittävän suuri (koko/virtaus noin $0.1 \text{ m}^3 / \text{m}^3/\text{s}$) lauhteen poistolla varustettu erotussäiliö laimeiden hajukaasujen mukana tulevan lauhderyöpyn erottamiseksi virtauksesta. Siten hajukaasuvirta $10 \text{ m}^3/\text{s}$ vaatii 1 m^3 lauhteen erotussäiliön. ¶

5.2 Jäähdytys/ämmitys

Laimeiden hajukaasujen lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Laimeiden hajukaasujen mukana kulkevan vesihöyryn määrä tulipesään on oltava mahdolli-

Deleted: L

Deleted: /jäähdytys

simman pieni. Suositellaan, että laimeiden hajukaasujen lämpötila lauhduttimen jälkeen on 40–50 °C.

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

5.3 Laimeiden hajukaasujen polton logiikka

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

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

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

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

5.3.1 Laimeiden hajukaasujen syötön edellytykset

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

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilasuoja OK	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä

Deleted: at

Deleted: t

Deleted: Jäähdytetään ennen polttoa edeltävää lämmitystä lämpötilaan 40 °C

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

Deleted: Näin lauhteiden pääsy kattilaan olisi mahdollisimman epätodennäköistä.

Deleted: Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään 40 °C.

2.	Kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15% kattilan nimelliskuormasta . Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika). Hajukaasut sisältävät kosteutta.
3.	Laimean hajukaasun puhallin päällä	Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan paikkaan
4.	Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
5.	Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
6.	Lämpötila ennen lämmityspatteria alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja veden määrää
7.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan / lämmityspatterin jälkeen yli lämpötilarajan	Estää veden pääsy kattilaan nestemäisessä muodossa
8.	Tuuletus katolle (ohitus) on ollut käynnissä riittävän ajanjakson	Estää hajukaasujen konsentroituminen kanavistoon
9.	Hajukaasujärjestelmässä mahdollisesti oleva vesitasku alle ylärajan	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston

Deleted: minimikapasiteettirajan

Deleted: 2.

Deleted: Lipeänpoltto päällä

5.3.2 Laimeiden hajukaasujen syötön keskeytys

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

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on alle 15% kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.	Varmistaa riittävä lämpötila/viiveaika tulipesässä
2.		
3.	Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä
4.	Kattilasuoja laukeaa (mm. seuraavat) - Kattilan primaäri- tai sekundaäripuhallin pysähtyy	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä

Deleted: Kattilan höyrynkehitys on alle minimikapasiteettirajan

Deleted: Lipeänpoltto keskeytyy

	- Primääri- tai sekundääri-ilmakanavan ilman paine laskee alle alarajan - Primääri- tai sekundääri-ilman virtaus laskee alle alarajan	
5.	Laimean hajukaasun puhallin pysähtyy	Estetään liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
6.	Jos laimeita hajukaasuja johdetaan erillisen polttimen polttoilmaksi ja tälle polttimelle tulee poltinhäiriö	Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan paikkaan
7.	Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja veden määrää
8.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	Estää veden pääsy kattilaan nestemäisessä muodossa
9.	Paine hajukaasukanavassa laskee alle alarajan	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)
	Hajukaasujärjestelmässä olevan vesitaskun ylärajan	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhneiden poiston

Deleted: ennen**Deleted:** poltinta**Deleted:** lauhteenpoistojärjestelmään tulee vika joka uhkaa lopettaa lauhneiden poistumisen (lauhneiden keräys yläraja tai vesitasku yläraja)**Deleted:** <#>Kapasiteettirajoi-

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

5.4 Puhallin

[Puhaltimen rakenne tulee olla riittävän tiivis ja siinä oltava lauhteenpoisto.](#)

5.5 Varasilmayhde

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

Deleted: Laimeiden hajukaasujen puhallin suositellaan sijoitettavaksi kattilahuoneen ulkopuolelle. Jos se jostain syystä sijoitetaan kattilahuoneeseen, on sijoituspaikkaa valitessa etsittävä sellainen suojaisa sijoituspaikka, jossa mahdolliset ongelmat aiheuttavat mahdollisimman pienen vaaran käyttökäytökunnalle.¶
Puhaltimen materiaali on yleensä EN 1.4436 (SS2343). Puhaltimen staattinen sähkö tulee poistaa maadoituksella.¶
Puhaltimen kuori pitää olla varustettu lauhteenpoistoyhteellä alim-
masta pisteestä huomioiden myös käynnin aikaisen vedenpoiston.¶

Deleted: etään**Deleted:** usein**Deleted:** Jollei varasilmayhteestä tule laimentavaa ilmaa riittävästi, on olemassa vaara, että laimea hajukaasu muuttuu räjähtäväksi kaasuseokseksi.¶**Deleted:** Laimean hajukaasun kanavien vetoa heikon nurkan, liuotinsäiliön, lipeänpoltto-
tason ja muiden jatkuvan työskentelyn tasojen läheisyyteen tulisi mahdol-
lisuuksien mukaan välttää.

5.6 Kanavat

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



Kuva 5-2. [Erään tehtaan laimeiden hajukaasujen suuttimet](#)

Deleted: 5-2

5.6.1 Kanavamateriaali

Korroosiovaaran vuoksi on laimeiden hajukaasujen [keräily](#)kanavat [suositellaan tehtäväksi](#) ruostumattomasta teräksestä EN 1.4301 (SS2333) tai paremmasta.

Deleted: polton

Deleted: ja suuttimet tehtävä

5.6.2 Virtaus

Laimeiden hajukaasujen virtausmäärää [suositellaan mitattavaksi](#). Virtausmäärän mittauksen tulee sijata mahdollisimman lähellä laimeiden hajukaasujen syöttökoh-
taa kattilaan.

Deleted: tulee mitata

5.6.3 Maadoitus

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

5.7 Lauhteenpoisto

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

5.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

5.7.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

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

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

Deleted: 20

Deleted: 1

Ennen jyrkkää nousua on aina tehtävä vesitys.

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

5.7.3 Vesilukot

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

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

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

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

5.8 Pesuri

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

Deleted: pienennetään kerättävää kaasumäärää.

5.9 Venttiilit/pellit

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

Deleted: Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa

Laimean hajukaasulinjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa.

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

Deleted: <#>Venttiilien rakennemateriaali¶

5.10 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

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

5.11 Pisaneroin

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

5.12 Liekinestin

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

5.13 Räjähdysslevy

Laimeiden hajukaasujen kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

5.14 Alipainesuoja

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

5.15 Ylipainesuoja

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää ylipainesuojaa.

5.16 Pitoisuusmittaus

Laimeille hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

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

[Lisäksi Soodakattilayhdistys suosittelee, että laimeiden hajukaasujen rikki- ja happipitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.](#)

Deleted: ja pitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

6 LIUOTTIMEN HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT SOODAKATTILALLA

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

[Liuottajan hönkäjärjestelmään 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.

Deleted:

6.1 Koostumus ja määrä

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

Deleted:

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

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

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

Deleted: ~

Hönkien TRS pesurin jälkeen

mg / m³n(kuiva)

1 - 10

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

6.2 Sekoitussäiliön höngät

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

6.3 Jäähdytys/Lämmitys

Liuottimen hönkien lauhdetta ei saa päästä soodakattilan tulipesään. Liuottimen hönkien mukana kulkevan vesihöyryn määrä tulipesään on oltava mahdollisimman pieni. Suositellaan, että liuottimen hönkien lämpötila lauhduttimen jälkeen on 40–50 °C. Jäähdytys sijoitetaan pesurin yhteyteen ennen puhallinta.

Deleted: /jäähdytys

Deleted: gät

Deleted:

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

6.4 Liuottimen hönkien polton logiikka

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

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

Deleted: Sekoitettaessa liuottimen höngät muihin tässä suosituksessa käsiteltyihin kaasuvirtoihin tulee seoksen suhteen noudattaa niitä koskevia tässä suosituksessa mainittuja lämpötiloja.¶ Lämmityksen lämpötilannousuksi suositellaan vähintään 20 °C.¶

6.4.1 Liuottimen hönkien syötön edellytykset

Liuottimen hönkiä voidaan syöttää kattilan tulipesään, kun seuraavat ehdot ovat voimassa. [Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella](#)

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on yli 5% kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta-pauskohtaisesti.	Varmistaa riittävä lämpötila/viiveaika tulipesässä
2.	Liuottimen hönk ä puhallin on päällä	Varmistaa hajukaasujen syöttö oike-aan paikkaan
	Paine kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taak-sepään putkistoon (takatuli)
3.	Lämpötila ennen lämmityspatteria on alle lämpötilarajan	Alentaa kaasun tilavuutta ja veden määrää
4.	Lämpötila ennen syöttöä katti-laan/lämmityspatterin jälkeen on yli lämpötilarajan	Estää veden pääsy kattilaan nestemäi-sessä muodossa
5.	Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtii-liä on riittävä (jos erilliset suuttimet)	Varmistaa riittävä virtaus kanavassa, jolla estetään liekin eteneminen taak-se-pään putkistoon (takatuli)

Deleted: Kattilan kuorma on yli minimikapasiteetin

Deleted: ien

Deleted: 3.

Deleted: Virtaus kanavistossa ennen sulkuventtiiliä on riittävä

Deleted: 4.

Deleted: 5.

6.4.2 Liuottimen hönkien syötön keskeytys

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

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan höyrykuorma/syöttövesivirtaus on alle 5% kattilan nimelliskuormasta. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta-pauskohtaisesti.	Varmistaa riittävä lämpötila/viiveaika tulipesässä
2.	Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä

Deleted: Kattilan höyrynkehitys on alle minimikapasiteettirajan

3.	Kattilasuoja laukeaa (<u>mm. seuraavat</u>) - <u>Kattilan primääri- tai sekundääripuhallin pysähtyy</u> - <u>Primääri- tai sekundääri-ilmakanavan ilman paine laskee alle alarajan</u> - <u>Primääri- tai sekundääri-ilman virtaus laskee alle alarajan</u>	<u>Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä</u>
4.	Liuottimen hönkien puhallin pysähtyy	<u>Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)</u>
5.	Lämpötila ennen lämmityspatteria nousee yli lämpötilarajan	<u>Alentaa kaasun tilavuutta ja veden määrää</u>
6.	Lämpötila ennen syöttöä kattilaan/lämmityspatterin jälkeen laskee alle lämpötilarajan	<u>Estää veden pääsy kattilaan nestemäisessä muodossa</u>
7.	<u>Vesitaskun pinta yli ylärajan</u>	<u>Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston</u>

6.5 Puhallin

Liuottimen hönkien puhallin sijoitetaan kattilahuoneeseen. Puhaltimen materiaali on yleensä ruostumaton EN 1.4301 (SS2333).

Puhaltimen kuori pitää olla varustettu lauhteenpoistoyhteellä alimmasta pisteestä.

6.6 Kanavat

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

6.6.1 Kanavamateriaali

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

6.6.2 Virtaus

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

Deleted: <#>Kapasiteettirajoitus¶

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

Deleted: 436

Deleted: 4

Deleted: Puhaltimen staattinen sähkö tulee poistaa maadoituksella.

Deleted: suositellaan

Deleted: tavaksi

6.6.3 Maadoitus

Liuottimen hönkien [kanavastolle](#) ei tarvitse tehdä maadoitusta. Kuitenkin, jos ne yhdistetään laimeisiin hajukaasuihin, on yhdistyvä [kanavan](#) osa maadoitettava.

Deleted: putkistolle

Deleted: putken

6.7 Lauhteenpoisto

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

6.7.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

6.7.2 Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus

Kanavien ja putkien on kallistuttava lauhteenpoistoihin päin. Veden tulipesään joutumisvaaran vuoksi soodakattilalaitoksessa ennen tulipesää suositeltava kanavien kallistus kaasun virtaussuunnassa on 1:100 ja kaasun virtaussuuntaa vastaan 1:50 tai jyrkempi. Viimeinen lauhteiden poisto tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle soodakattilaa niin, että kanavan pituus tästä poistosta tulipesään on mahdollisimman lyhyt.

Deleted: 20

Deleted: 1

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

6.7.3 Vesilukot

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

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

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

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

6.8 Pesuri

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

Deleted: riittävän tehokas jäähdyttävä

Deleted: vettä ja

Deleted: sekä pienennetään kerättävää kaasumäärää

6.9 Jäähdytys

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

6.10 Venttiilit/pellit

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

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

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan EN 1.4436 (SS2343) tai vastaava.

Deleted: <#>Venttiilien rakennemateriaali¶

6.11 Ohitus

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

Ohituksen automaattisen sulkuventtiilin on itsestään auettava apuenergian loppuessa.

Deleted: Läppäventtiileissä suositellaan metallitiivisteitä.¶
<#>Sulkulaitteet¶
Liuottimen hönkien linjat on varustettava tiiviillä sulkulaitteilla. Lukituksissa mukana olevat laitteet on varustettava rajakytkimillä.¶
Mikäli liuottimen hönkiä poltetaan sellaisissa ilma-aukoissa, jotka pitää avata auki käsin, niin kukin aukko on varustettava tiiviisti sulkeutuvalla venttiilillä ja aukolle johtava kanava tiiviillä sulkuventtiilillä. Suuttimen avaus voidaan tällöin turvallisesti suorittaa myös hönkajärjestelmän ollessa käynnissä. Mikäli kanavan sulkuventtiilin ollessa kiinni, on mahdollista että lauhdetta syntyy venttiilin tulopuolelle, on kanava varustettava asianmukaisella lauhteenpoistolla. ¶
Liuottimen hönkälínjan automaattisen sulkuventtiilin on mentävä itsestään kiinni apuenergian loppuessa. ¶

6.12 Pisaraneroitin

Liuottimen hönkien järjestelmässä suositellaan pisaraneroitinta kaasun jäähdytyksen jälkeen.

6.13 Liekinestin

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää liekinestintä.

6.14 Räjähdyslevy

Liuottimen hönkien kanavissa ei tarvitse käyttää räjähdyslevyä.

6.15 Ylipainesuoja

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

Deleted: <#>Alipainesuoja¶
Liuottimen höngille voidaan käyttää alipainesuojaa jos putkiston rakennepaine ja puhaltimen imu sitä vaativat. Alipainesuojan toimimisen pitää aiheuttaa hälytys.¶

6.16 Pitoisuusmittaus

Liuottimen höngille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

Deleted: Soodakattilayhdistys suosittelee, että liuottimen hönkien pitoisuudet lähtöpisteessä mitataan, jos tässä syntykohteessa tehdään laitemuutoksia ja pitoisuus polttoon mitataan ainakin kerran vuodessa.

7 VÄKEVIEN KAASUJEN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

[Väkevien hajukaasujenjärjestelmien suunnittelussa on huomioitava ATEX-säädökset.](#)



Kuva 7-1. [Soodakattilan tulipesän alaosa, jossa keskellä erillispoltin väkeville hajukaasuille.](#)

Deleted: 7-1

7.1 Koostumus ja määrä

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

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

Taulukko 7-1. Väkevien hajukaasujen tyypillisiä määriä eri osastoilta

Osasto	kg S / ADt	m ³ n / ADt
Eräkeiton pusku	0.4 – 0.8	5 – 15
Eräkeiton kaasaus	0.1 – 0.2	1.0 – 3.0
Jatkuva keitto	0.1 – 0.4	1.0 – 4.5
Stripperi	0.5 – 1.0	15 – 25
Haihduuttamo	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

Deleted: 2

Deleted: Superk

Taulukko 7-2. Esimerkkejä väkevien hajukaasujen analyyseista.

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

*) ei analysoitu tai havainnointirajan alapuolella

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

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

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

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

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

7.2 Väkevien kaasujen polton logiikka

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

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

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

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

7.2.1 Väkevien kaasujen polttimen käynnistyksen edellytykset

Väkevien kaasujen poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa. [Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.](#)

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m². Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)
2.	Polttimen tukiliekki on päällä.	Varmistaa tukiliekin palaminen
3.	Liekinvartija näyttää tukiliekin olevan päällä	Varmistaa tukiliekin palaminen
4.	Väkevien hajukaasujen lanssi on kyt-	Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan

Deleted: Kattilan kuorma on yli minimikuorman¶

Deleted: ollut

Deleted: vähintään 1 min

	ketty	paikkaan
5.	Polttimen polttoilman tulopaine on yli minimiarvon	Varmistaa ilmansaanti
6.	Polttimen polttoilman virtaus on yli minimiarvon	Varmistaa ilmansaanti
7.		
8.	Poltinlaukko vapaa	Varmistaa hajukaasujen syöttö oikeaan paikkaan

Deleted: Lipeänpoltto on päällä

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

7.2.2 Kapasiteettirajoitus

Väkevien hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi. Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan kuormaa nostetaan tarpeeksi. Minimikapasiteetin [höyryvirtana](#) määrittää laitetoimittaja. Koska nimelliskuorma on usein jonkin verran epämääräinen käsite, suositellaan, että tämä kapasiteetti vastaisi vähintään tulitehoa [0,7 MW/m²](#) pohjaa. Esimerkki kapasiteettirajan laskemiseksi on esitetty Liite I.

Deleted: 1

7.2.3 Väkevien kaasujen polton pysäyttäminen

Väkevien kaasujen poltto pitää pysäyttää, kun [esimerkiksi](#) jokin seuraavista ehdoista on voimassa. [Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.](#)

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan tuliteho alle 0,7 MW/m² Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)
2.	Pikapysäytys laukeaa	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä
3.	Kattilasuoja laukeaa (mm. seuraavat) - Kattilan primääri- tai sekundääripu- hallin pysähty	Estää hajukaasujen syöttö kun kattila ei ole käytössä

Deleted: Kattilan kuorma on yli minimikuorman

	- Primääri- tai sekundääri-ilmakanavan ilman paine laskee alle alarajan - Primääri- tai sekundääri-ilman virtaus laskee alle alarajan	
4.	Hajukaasun lauhteenpoistojärjestelmän pintakytkimet laukeaa.	Indikoi vikaa lauhteenpoistojärjestelmässä, joka estää lauhteiden poiston Estää veden pääsy kattilaan
5.	Kattilan höyrynykehitys laskee alle minimikuorman	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)
6.		
7.	Hajukaasun paine ennen poltinta laskee alle alarajan	Estää liekin eteneminen taaksepäin putkistoon (takatuli)

Deleted: 5

Deleted: 5n

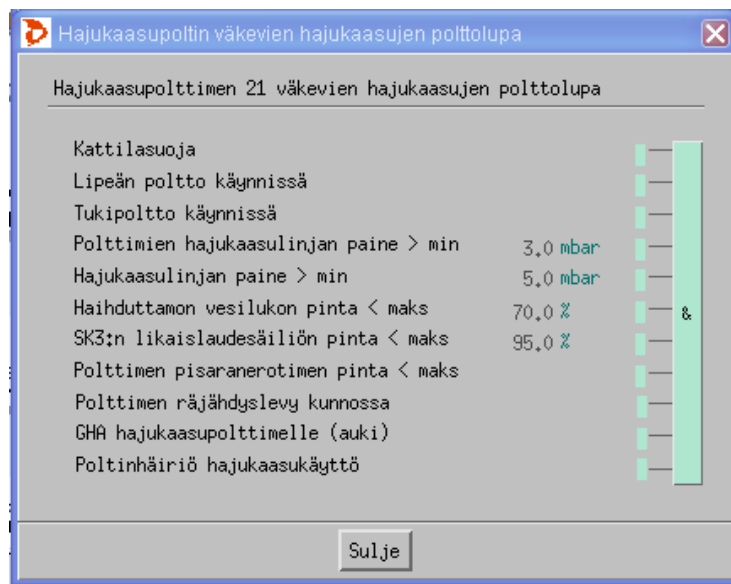
Deleted: tulee vika, joka uhkaa lopettaa lauhteiden poistumisen (lauhteiden keräys yläraja tai vesitystasku yläraja)

Deleted: 6

Deleted: 9

Deleted: Lipeänpoltto loppuu

Deleted: 10



Kuva 7-2. Esimerkki erään tehtaan väkevien hajukaasujen polttoehdoista

Deleted: 7-2

Väkevien kaasujen poltto suositellaan pysäytettävän, jos [esimerkiksi](#) jokin seuraavista [häilytyksistä aktivoituu](#).

Deleted: ehdoista on voimassa (suositus toteutetaan häilytyksen avulla)

	Häilytys	Häilytyksen tarkoitus
1.	Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)	Poltossa merkittävä häilytys
2.	Kattilahuoneen rikkipitoisuushäilytys	Tarkistaa vuotaako hajukaasujärjestel-

	(H ₂ S) laukeaa	mä
3.	Polttomustaliipeän kuiva-aine laskee alle hälytyksen aiheuttavan alarajan	Palamisen varmistaminen
4.	Liekinerottimen paine-ero yli ylärajan	Liekinerotin tukossa/tukkeutumassa
5.	Hajukaasun virtaus polttimelle laskee alle alarajan (varsinainen virtaus varmistetaan paineen kautta)	Estää takatuli

7.2.4 Poltin ja tukiliekien käyttö

Deleted: T

Deleted: tarve

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

Deleted: tai

Deleted: .

Deleted: voi olla myös

Deleted: .

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

Tukiliekien tarkoitus on varmistaa, että hajukaasujen palaminen jatkuu eikä liekin irtoamista tai sammumista polttimella tapahdu. Tukiliekien polttoaineteho tulee olla vähintään 10 % polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta. [Tukiliekkiä valvotaan liekinvalvojilla.](#)

Deleted: Väkevien hajukaasujen polttimen käynnistyksen aiheuttamien häiriöiden minimoimiseksi suositellaan tukiliekien käyttöä.



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

Deleted: 7-3

Deleted: tulee

Deleted: kaikki pysäytykseen ja käynnistykseen liittyvät toimenpiteet voidaan tehdä.

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

Kattilan toimiessa tulitehoalueella suurempi kuin 0,7 MW/m², tukiliekkin voi yrittää sytyttää valvomosta max. 2 kertaa. Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.

Tukiliekkin sammuaessa 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 ehdot ovat voimassa. Alla olevat ehdot saattavat vaihdella kattilan käyttöönottovuoden perusteella.

Taulukko 7-1. Edellytykset hajukaasujen poltto ilman tukiliekkiä

	<u>Ehto</u>	<u>Ehdon tarkoitus</u>
1.	<u>Kattilan tuliteho suurempi kuin 1,5 MW/m².</u> <u>Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti.</u>	<u>Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)</u>

7.3 Putkisto

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

Putkiston rakentamisessa on noudatettava paineastia- ja kemikaalilakia.

7.3.1 Putkiston rakennemateriaali

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

7.3.2 Putkiston höyrytys

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

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

7.3.3 Putkiston painemittaukset

Väkevien hajukaasujen putkisto pitää varustaa painemittauksin ejektorin jälkeen ja välittömästi ennen väkevien hajukaasujen poltinta. Putkiston paineesta on [ylipaine](#) [sekä minimipaine](#)hälytys.

[Putkiston](#) tukkeentumista voidaan valvoa [sekä virtausmäärän että painemittausten](#) perusteella.

Deleted: <#>Väkevien hajukaasujen polttoa ei tarvitse pysäyttää¶
Väkevien kaasujen polttoa ei tarvitse pysäyttää, jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa¶
Polttimen automaattisen ilma-aukon puhdistimen toiminnan vuoksi. Automaattinen ilma-aukon puhdistin voi toimiessaan aiheuttaa paine-, virtaus tai muun heilahduksen, josta polttoa ei tarvitse keskeyttää.¶
<#>Poltin¶
Väkevien hajukaasujen polttimen hajukaasulanssi on voitava irrottaa.¶
Polttimen paikaksi suositellaan lipeäruiskujen alapuolta. Paikkaa jossa kattilan savukaasun lämpötila on yli 900 °C.¶
Kukin polttoaine pitää polttaa omalla lanssillaan. ¶
Väkevien hajukaasujen polttimeen voidaan tuoda erillisillä lansseilla myös metanolia ja tärpättiä.¶
<#>Tuki/Pilottilielä¶
Tuki/Pilottilielä tarkoitus on helpottaa varsinaisen polttoaineen syttymistä.¶
Tukilieläkin polttoainetehto tulee olla vähintään 10 % polttimen maksimaalisesta polttoainetehosta.¶

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

Deleted: lähtee liikkeelle

Deleted: Suositellaan että pisanerottimen tukkeutumisesta suoritetaan hälytys. Se voidaan toteuttaa esimerkiksi mittaamalla paine-ero josta on ylipaine-erohälytys.

Deleted: T

Deleted: myös

Deleted: erottimen jälkeen olevan

Deleted: ksen

Deleted: toteutetulla hälytyksellä.

7.4 Maadoitus ja potentiaalitasaus

Väkevien hajukaasujen putkistolle tehdään maadoitus. Niissä paikoissa, missä esim. tiivistemateriaalin takia voi muodostua galvaaninen erotus, on suoritettava potentiaalitasaus. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi laipat, luukut ja yhteen. Potentiaalitasaus voidaan tehdä esimerkiksi kiinnittämällä metallilanka laippaliitosten yli staattisten kipinöiden ehkäisemiseksi.

7.5 Venttiilit

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

Deleted: Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa.

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

7.5.1 Venttiilien rakennemateriaali

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

Deleted: valu

7.5.2 Sulkuventtiilit

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

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

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

7.5.3 Venttiilien toimintaenergia

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

7.6 Lauhteenpoisto

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

7.6.1 Lauhteenpoistolinjojen koko

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

Deleted: de -

Deleted:

7.6.2 Lauhteenpoistoyhteiden sijoitus

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

Deleted: Kanavien ja

Deleted: p

Deleted: kanavien

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

Deleted: 20

Deleted: 1

Deleted: kanava

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

Deleted: kanavaa

Deleted: kanavan

7.6.3 Vesilukot

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

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

Deleted: kanavassa

Deleted: vesipinnan korkeuden voitava vaihdella ainakin 15 000 Pa. Tämä vastaa vesilukon pinnankorkeuden eron vaihtelua 1,5 m.

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

Vesilukkojen pinta tulee varmistaa. Yhtenä keinona on johtaa vesilukkoon jatkuva vesivirtaus, joka varmistetaan virtausmittauksella.

Deleted: Jos laauhteet kerätään yhteiseen vesilukkosäiliöön, niin pinnankorkeuden tulee voida vaihdella 1,5 m.¶

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

Deleted: Ejektori

Deleted: Ejektoriin virtaavan käyttöhöyryn liikemäärä imee hajukaasuja.

Deleted: maksimi

Deleted: 1

Deleted:

Deleted: mikä

Deleted: kylläisen

Deleted: 6

Deleted: .

7.7 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(vp)) kaasukomponenttien itsesyttymislämpötilan takia

Väkevien kaasujen ejektori/nesterengaskompressori voidaan tarvittaessa sijoittaa soodakattilalaitokseen.

7.8 Paineenpitohöyry

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

7.9 Lämmitys/jäähdytys

Väkevien hajukaasuja ei yleensä polton yhteydessä lämmitetä eikä jäähdytetä.

7.10 Polttimeen sähköistys ja automatiikka

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

7.11 Liekinerotus

7.11.1 Väkeville hajukaasuille on käytettävä liekinerotinta. Liekinerottimen tarkoitus on sammuttaa putkistoa pitkin pesästä kohti hajukaasujen tuloa etenevä palorintama. Liekinerottimen sijoituspaikan on oltava mahdollisimman lähellä väkevien hajukaasujen poltinta. Liekinerottimen pesu

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

Deleted: kanavaa

Deleted: Sammutus perustuu liekin jäähdyttämiseen.

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

7.11.2 Liekinerottimen painemittaus

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

7.12 Vaihtoehtoinen paikka

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

Deleted: .

Deleted: Tyypillisesti

Deleted: kaasut ohjataan hetkeksi katon, erillisiippuun tai käynnissä olevaan soihduun.

7.12.1 Venttiilit

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

7.12.2 Höyrytys

Väkevien hajukaasujen varapolton putkilinja on kyettävä höyryttämään.

7.12.3 Soihdun sijoitus

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

7.13 Alipainesuoja

Väkeville hajukaasuille ei saa käyttää ilmaa korvauskaasuna ottavaa alipainesuojaa.

Deleted: kattilarakennuksessa

7.14 Suositellaan että putkisto ja laitteet mitoitetaan kestäväksi niin että alipainesuojia ei tarvita. Ylipainesuoja

Deleted: ¶

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 menevässä ylipainesuojien putkissa huomioidava vesitys jäätyksen estämiseksi. Ylipainesuojan laukeamisesta on tultava hälytys.

Deleted:

Tyypillisin ylipainesuoja on räjähdyslevy, josta tulee hälytys.

7.14.1 Räjähdslevyt

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

Suosittelava räjähdyslevyn materiaali on haponkestävä teräs tai grafiitti.

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

7.14.2 Räjähdslevyjen sijoitus

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

7.15 Pitoisuusmittaus

Väkeville hajukaasuille ei tarvitse käyttää jatkuvatoimista pitoisuusmittausta.

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

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

Deleted: ja

Deleted: pitoisuus

8 METANOLIN / TÄRPÄTIN POLTTO SOODAKATTILALLA

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

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

Deleted: tislataan

Deleted:

Deleted: ja soihdussa

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

Deleted: Mikäli metanoli poltetaan soodakattilassa, se tuodaan omalla linjallaan omalla suuttimella esimerkiksi hajukaasupolttimelle.¶

Deleted: ainakin

Deleted:

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

Tyypillinen koostumus on esitetty taulukossa 8-1.

Taulukko 8-1. Tärpätin tyypillinen koostumus

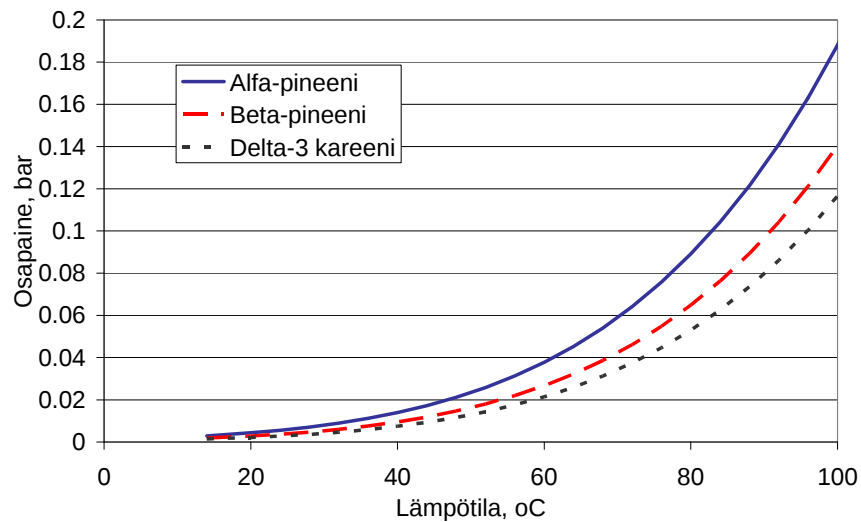
Yhdiste	Pitoisuus, %
Alfa-pineeni	80 - 90
Beta-pineeni	5 - 10
Delta-3 kareeni	5 - 10
Muita C ₁₀ H ₁₆ yhdisteitä	< 1
Metyylimerkaptani	0 - 5
Dimetyylisulfidi	0 - 12
Dimetyylidisulfidi	0 - 1

Deleted: MM

Deleted: DMS

Deleted: DMDS

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

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

8.1 Metanolin/Tärpätin polton logiikka

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

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

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

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

8.1.1 Metanoli- ja tärpätti polttimen käynnistykseen edellytykset

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

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan tuliteho suurempi kuin 0,7 MW/m ² . Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti.	Varmistaa riittävä lämpötila tulipesäs- sä
2.		
3.	Metanoli/ <u>tärpätti</u> laansi on paikallaan ja kytkettynä	Varmistaa metanolin/ <u>tärpätin</u> syöttö oikeaan paikkaan
4.	Metanolin/ <u>tärpätin</u> paine on yli mini- mipaineen (viive)	Varmistaa riittävä metanolin/ <u>tärpätin</u> saanti polttimelle
5.	Polttimen ilman paine on yli paineen alarajan	Varmistaa riittävä polttoilman saanti polttimelle
6.	Polttimen ilma <u>pelti on sytytysasennos- sa</u>	Varmistaa riittävä polttoilman määrä sytytystä varten
7.	Liekinvartija näyttää liekkiä (syttymis- viive)	Varmistaa liekin palaminen
8.	Poltinaukko vapaa	Varmistaa metanolin/ <u>tärpätin</u> syöttö oikeaan paikkaan

Deleted: 1

Deleted: Lipeänpoltto on päällä

Deleted: 2

Deleted: 3

Deleted: 4

Deleted: 5

Deleted: n

Deleted: virtaus on yli alarajan

Deleted: 6

Jos metanolia käytetään soodakattilassa [hajukaasupolton](#) tukipolttoaineena, on metanolin tiheydelle oltava lukitus, jolla varmistetaan ettei tukipolttoaineen lämpöarvo laske liian alas.

Deleted: Pelkän metanolin poltto saattaa aiheuttaa merkittävän hajuhaitan. ¶

Deleted: muun

Deleted: polttimen

8.1.2 Metanolin [ja tärpätin](#) polton pysäyttävät tapahtumat

Metanolin [ja tärpätin](#) poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

	Ehto	Ehdon tarkoitus
1.	Kattilan tuliteho alle 0,7 MW/m² Kuitenkin tämä raja tulee määrittää ta- pauskohtaisesti	Varmistaa tulipesässä riittävän vakaat olosuhteet (lämpötila, viive-aika)
2.	Kattilasuoja laukeaa (mm. seuraavat) - Kattilan primääri- tai sekundääripu- hallin pysähtyy - Primääri- tai sekundääri-ilmakanavan ilman paine laskee alle alarajan - Primääri- tai sekundääri-ilman virtaus laskee alle alarajan	Estää metanoli/tärpätin syöttö kun kattila ei ole käytössä
3.	Pikapysäytys laukeaa	Estää metanolin/tärpätin syöttö kun kattila ei ole käytössä
4.	Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sam- muneen	Varmistaa liekin palaminen

Deleted: 1

Deleted: Lipeän poltto keskey-
tyy¶

Deleted: 2.

Deleted: Kattilan primääri- tai
sekundääripuhallin pysähtyy¶

Deleted: 3.

Deleted: Polttimen ilmavirtaus
putoaa alle alarajan¶

Deleted: 4.

Deleted: Polttimen ilman paine
putoaa alle alarajan¶

Deleted: 5.

Deleted: Linjan paine laskee alle
painerajan

Deleted: 6.

Deleted: 7

Deleted: Kattilasuoja laukea

Deleted: 8.

Deleted: <#>Tärpätin poltti-
men käynnistyksen edellytykset¶
Tärpätin poltto voidaan aloittaa
kun seuraavat ehdot ovat voimassa [1]

8.2 Polttimen sähköistys ja automaatiikka

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

Metanolilanssi ja tärpättilanssi puhalletaan höyryllä [tai ilmalla](#).

8.3 Venttiilit

Metanolin [ja tärpätin](#) polton venttiilit on valittava huolellisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä [systeemin](#) tiiviyyteen.

Deleted: venttiilien

Deleted: Palloventtiilien käyttö on suositeltavaa.

8.3.1 Venttiilien rakennemateriaali

Venttiilien rakennemateriaaliksi suositellaan ruostumaton teräs EN 1.4301 (SS2333) tai vastaava. Venttiilien tiivistemateriaalin on oltava sellaista, että se ei liukenisi (metanoli ja tärpätti ovat liuottimia). [Tiivistemateriaalivalintaan on kiinnitettävä erityistä huomioita.](#)

Deleted: Eräs usein käytetty

Deleted: t

Deleted: on PTFE (teflon).

Deleted: S

8.3.2 Pika-sulkuventtiilit

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

Deleted: Metanolin/tärpätin polton linjat on varustettava tiiviillä sulkuventtiileillä.

Metanolin/tärpätin polton [pika-sulkuventtiilit](#) sulkeutuvat ilman ulkopuolista käyttöenergiaa.

Deleted: <#>Venttiilien toimintaenergia¶

9 TOIMINTA ERIKOISTILANTEISSA

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

9.1 Toiminta häiriön yhteydessä

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

9.2 Toiminta alasajon yhteydessä

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

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

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

9.3 Toiminta ylösajon yhteydessä

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

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

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

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

Ennen ylösajoa on kaikki lauhdesäiliöt tarkastettava ylivuotojen ja kuivumisten havaitsemiseksi.

Ennen ylösajoa on kaikki vesilukkojen lisävedet tarkastettava ja laitettava toimimaan.

9.4 Toiminta seisokin aikana

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

9.4.1 Ohjeita hajukaasujärjestelmän valmistelemiseksi seisokki- tai huoltotöitä varten

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

9.4.2 Ohjeita seisokin aikaisiin kunnossapidon töihin

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

9.5 Toiminta häiriöiden yhteydessä

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

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

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

10 ERIKOISOHJEET HAJUKAASULINJOJEN SUUNNITTELUSSA

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

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

10.1 Luokittelu

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

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

Deleted: Sosiaali- ja terveysministeriön antaman kemikaalien luokitusperusteita ja merkintöjä koskevan päätöksen (739/93, muutos 636/94)

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

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

Luokitus pitää kuitenkin tarkistaa.

10.2 Kyltit

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

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

10.3 Vesitykset

Hajukaasulinjojen kanavien alimmista kohdista on tehtävä vesitykset.

10.4 Venttiilit

Hajukaasujen poltossa on käytettävä käsiteltävän hajukaasun ominaisuuksien mukaan valittuja venttiilejä.

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

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

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

10.5 Kanavien kallistukset

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

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

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

10.6 Kanavamateriaali

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

Väkevillä hajukaasuilla pitää käyttää putkia $PN > 10$.

10.7 Kanavien eristykset

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

Vesitykset on eristettävä ja ulkona olevat vesitykset on lämpösaattava.

10.8 Laipat, yhteet

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

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

10.9 Puhaltimet

Laimeiden hajukaasujen siirtoon suositellaan käytettäväksi puhaltimia.

10.10 Ejektorit

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

10.11 Kanavamitoitus

Hajukaasuja poltettaessa on kanavanopeudet pidettävä kaikissa käyttöolosuhteissa yli liekin etenemisnopeuden.

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

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

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

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

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

10.12 Liekinerotin sijoitus

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

10.13 Räjähdyshäviöiden sijoitus

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

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

10.14 Ohituksen sijoitus

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

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

10.15 Tilaluokitukset

Tilaluokituksissa noudatetaan kemikaalilainsäädännön ohjeita ja määräyksiä.

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

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

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

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

10.16 Valmistusluvut

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

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

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

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

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

11 SUUNNITTELUUN JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

Deleted: ¶

11.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

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

11.1.1 HAZOP

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

11.1.2 Putkistojen luokittelu

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

Viranomaiset luokittelevat hajukaasut [Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen \(EY\) N:o 1272/2008](#) mukaisesti. Tämä päätös on EU-direktiivin mukainen, eikä viranomainen luokittele hajukaasuja erikseen laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin niin kuin selluteollisuudessa yleensä. Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä [26.9.2001/807](#) 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.

Deleted: Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 1027/1996

Deleted: (979/1997)

Deleted: [DIS](#)

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

11.1.3 Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu (ATEX)

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.

11.2 Eurooppalaiset standardit

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

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

Kaikkiin hajukaasulinjoihin on asennettava sulkuventtiili.

11.3 Olemassa olevat ohjeet

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

11.3.1 Sodahuskommittén

Ruotsin sisarorganisaatiomme Sodahuskommittén on julkaissut syyskuussa 1997 ohjeistuksen ”Meddelande från Sodahuskommittén B16” väkevien hajukaasujen,

metanolin ja tärpätin keräily-, polttolaitteistojen ja turvallisuusjärjestelmien suunta-
viivoista.

Ohjeistuksessa kuvataan seuraavat asiat:

Väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin poltto soodakattilassa

Väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin keräily- ja polttojärjestelmät

Polttimet

Turvallisuusjärjestelmät

Lukitukset

Tarkastukset ja huolto

Henkilöturvallisuus

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

11.3.2 BLRBAC

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

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

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

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

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

12 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN

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

12.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat BLRBACn ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

Laimeille hajukaasuille ei vaadita 'kipinöimättömän' puhaltimen käyttöä. Uskotaan, että laimeiden järjestelmässä käsitellään ainoastaan laimeita hajukaasuja.

Laimeille hajukaasuille ei vaadita puhaltimen paineitten mittausta. Paine ja virtaus ennen polttoa riittävät.

Laimeille hajukaasuille ei vaadita automaattisen sulkuventtiilin lisäksi käsikäyttöistä sulkuventtiiliä, rajakytkimet riittävät.

12.2 Poikkeamat SHKn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat SHKn ohjeista muun muassa seuraavissa kohdin

Laimeiden hajukaasujen linjaa ei tarvitse varustaa sulkuventtiilillä joka on suljettavissa kattilahuoneen ulkopuolelta.

Väkevien hajukaasujen poltinta ei tarvitse varustaa liekinvalvonnalla. Riittää että kattilan kuorma on riittävä.

Väkevien hajukaasujen lanssiin ei suositella ilmapuhallusta.

Pakollisia paineenmittauksia hajukaasulinjoissa on vähemmän.

Metanoli ja tärpättilanssia ei huuhdella ilmalla.

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

Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)

Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys laukeaa

13 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

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

Vastaavanlaisia tapahtumia on esiintynyt muillakin tehtailla.

13.1 Esimerkki: Varkauden tapaus 1980-luvulla

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

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

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

13.2 Esimerkki: Klabinin tapaus Brasiliassa 10.10.1998

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

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

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

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

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

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

Yleensä soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmille.

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

Todennäköisesti räjähdysalueella ollut kaasuseos oli kulkeutunut osittain auki olleen sulkuventtiilin ja/tai vesitysputkistojen kautta soodakattilan tertiääritason taka-

seinän hajukaasusuuttimille seisokin jälkeen tehtaan käynnistyksen aikana. Seos syttyi suuttimilla ja eteni hajukaasukanavistoa pitkin lämmönvaihtimen etuosaan, jossa tapahtui räjähdys.

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

14 LOPPUSANAT

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

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

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

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

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

15 KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jaakko Pöyry Oy:n arkistotietoa.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LIITE I

ESIMERKKI POHJAKUORMAN LASKEMISEKSI

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

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

Tärpätin polttimeen käynnistyksen edellytykset

Tärpätin poltto voidaan aloittaa kun seuraavat ehdot ovat voimassa

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

Tärpätin polton pysäyttävät tapahtumat

Tärpätin poltto pitää pysäyttää, kun jokin seuraavista ehdoista on voimassa

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

7.	Kattilasuoja laukeaa	
8.	Liekinvalvonta ilmoittaa liekin sammuneen	