

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2003

**Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Hotelli Ramada, Oulu**

23.1.2003

Raportti 1/2003



KONEMESTARIPÄIVÄT 2003

OHJELMA

Stora Enso Oyj, Oulun tehdas

torstai 23.1.2003

klo	
09.00	Siirtyminen tehtaalle <i>Bussikuljetus hotelli Ramadasta, Kirkkokatu 3</i>
09.30	Ilmoittautuminen tehtaalla <i>Paperitehtaantie 1, Tola-rakennus, 1. kerroksen ala-aula</i>
10.00	Tilaisuuden avaus <i>Raimo Suominen, Stora Enso Oyj</i>
10.15	Turva-automaatiosuositus <i>Mauri Heikkinen, Jaakko Pöyry Oy/Raimo Koskinen, Sunila Oy</i>
10.45	Tauko
11.00	Tulipesän keko <i>Kari Saviharju/Petri Pynnönen, Andritz Oy</i>
11.30	Sähköntuotannon kasvattaminen soodakattilassa <i>Antti Raukola, Kvaerner Pulping Oy</i>
12.00	Lounas, kahvi
13.00	Mäntyöljykeittämöprosessi <i>Markku Saari, Arizona Chemical Oy</i>
13.30	Soodakattilavauriotilastot vuosina 1986 - 2002 <i>Sebastian Kankkonen, Suomen Soodakattilayhdistys ry</i>
13.45	Pohjoismaiset vauriot <i>Sven Lahti, DNV</i>
14.15	Onnettomuudet liuottajasäiliön ympäristössä <i>Lars-Martin Wikström, UPM-Kymmene Oyj Wisaforest</i>
14.45	Kahvi ja tehdaskierros
16.00-17.45	Cocktailtilaisuus <i>Alstom Finland Oy, Tukkitie 6</i>
18.00-19.00	Sauna <i>Hotelli Ramada</i>
19.30-21.00	Päivällinen <i>Hotelli Ramada</i>



Eija Turunen

15.1.2003

1(4)

KONEMESTARIPÄIVÄ 23.1.2003

**Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Hotelli Ramada, Oulu**

Yritys	Osallistujat	Vauriokeskus- telutilaisuus 22.1.2003	Konemesta- ripäivä 23.1.2003	Päivällinen 23.1.2003
Stora Enso Oyj, Oulun tehdas	Suominen Raimo		x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa/ Sunila Oy, Sunila	Heikkinen Mauri/ Koskinen Raimo		x	-
Andritz Oy, Kotka	Saviharju Kari/ Pynnönen Petri		x	x
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Raukola Antti		x	x
Arizona Chemical Oy, Oulu	Saari Markku		x	-
Suomen Soodakattilayhdistys ry, Vantaa	Kankkonen Sebastian	x	x	x
DNV, Ruotsi	Lahti Sven	x	x	x
UPM-Kymmene Oyj Wisaforest, Pietarsaari	Wikström Lars-Martin	x	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 23.1.2003

Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Hotelli Ramada, Oulu

Yritys	Osallistujat	Vauriokeskus- telutilaisuus 22.1.2003	Konemesta- ripäivä 23.1.2003	Päivällinen 23.1.2003
Alstom Finland Oy, Hamina	Alakoski Pekka		x	x
Alstom Finland Oy, Kuopio	Hirvonen Pertti		x	x
Alstom Finland Oy, Oulu	Kauppila Jaakko		x	x
Alstom Finland Oy, Vantaa	Lehtonen Jari		x	x
	Sipolainen Pekka		x	x
	Suominen Kari		x	x
	Timonen Tuomas		x	x
	Wirtavuori Lasse		x	x
	Välimaa Harri			x
Andritz Oy, Kotka	Lehtinen Markku		x	x
	Wåg Kaj		x	x
	Välipakka Ilkka		x	x
Andritz Oy, Varkaus	Anttila Reijo		x	x
	Hämäläinen Lauri	x	x	x
	Koivisto Lasse	x	x	x
	Kolehmainen Janne		x	x
Fortek Oy, Oulu	Honkanen Seppo		x	x
IF Vahinkovakuutus Oy, Helsinki	Ilves Esa	x	x	x
	Lumme Janne		x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Kohlmann Jens	x	x	x
	Turunen Eija		x	x
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Ekholm Jari		x	x
	Kylänpää Jouko		x	x
	Miettunen Juha		x	x
	Salmela Matti		x	x
	Salmi Kalle	x	x	x
Kymi Paper Oy, Kuusankoski	Rantanen Raine	x	x	x
	Tikka Matti	x	x	x
	Virtanen Hannu	x	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 23.1.2003

Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Hotelli Ramada, Oulu

Yritys	Osallistujat	Vauriokeskus- telutilaisuus 22.1.2003	Konemesta- ripäivä 23.1.2003	Päivällinen 23.1.2003
Laminating Papers Oy, Kotkan tehtaat	Ristola Eero Takala Matti	x	x x	x x
Oy Metsä-Botnia Ab, Joutsenon tehdas	Viinikainen Jorma	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskisten tehdas	Auvinen Kari Kenttälä Jorma Rissa Juhani Skrifvars Kenneth	x x x x	x x x x	x x x x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin sellu- tehdas	Huuska Tapio	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas	Alamaa Matti	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas	Malinen Esko	x	x	x
Pohjola, Helsinki	Åström Thomas	x	x	x
Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat	Hirvonen Tapani Peltola Seppo	x	x x	x x
Stora Enso Oyj, Oulu	Hukkanen Reijo Kuivas Jussi Pihko Matti Ponnikas Asko Virtanen Kari Ypyä Olli	x	x x x x x x	x x x x x x
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Varkaus	Hiltunen Jouni Kankala Lassi	x	x x	x x
Stora Enso Oyj, Veitsiluodon sellutehdas	Kerttula Kari Pohjolainen Terho	x	x x	x x
Sunila Oy, Sunila	Arvilommi Tero Brunila Kimmo	x x	x x	x x
UPM-Kymmene Oyj Kaukas, Lappeenranta	Lintukangas Tuomo Virtanen Olavi	x	x x	x x

KONEMESTARIPÄIVÄ 23.1.2003**Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Hotelli Ramada, Oulu**

Yritys	Osallistujat	Vauriokeskus- telutilaisuus 22.1.2003	Konemesta- ripäivä 23.1.2003	Päivällinen 23.1.2003
UPM-Kymmene Oyj Wisaforest Pietarsaari	Nevala Pertti		x	x
	Nordbäck Kaj	x	x	x
	Pietilä Teuvo	x	x	x
UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari Valkeakoski	Pohja Erkki	x	x	x

TURVA-AUTOMAATIOSUOSITUS

Mauri Heikkinen, Jaakko Pöyry Oy
Raimo Koskinen, Sunila Oy



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

**SOODAKATTILAN TURVA-
AUTOMAATION SUOSITUS**

15.1.2003

Suositus 2

JOHDANTO

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää ohjetta soodakattilan turva-automaation toteutuksesta. Taustana on huoli turvallisuudesta ja toteutustapojen moninaisuus eri tuotantolaitosten välillä.

Suomen Soodakattilayhdistys on tilannut tämän suosituksen Jaakko Pöyry Oy:ltä vuonna 2001. Yhdistyksen automaatiotyöryhmä on kommentoinut ja valvonut sen edistymistä useissa läpikäyntipalaverissa työn valmistumiseen asti.

Tämä suositus ei yritä pakottaa valmistajia ja käyttäjiä samanlaisiin laitteisiin ja ohjausratkaisuihin, vaan suosituksessa pyritään esittämään ohjeistuksen ja mallidokumenttien avulla selvä esimerkkiteoteutus, jota voidaan käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna.

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

Suosituksessa on käytetty hyväksi sitä tietoa, jota on ollut käytettävissä syksyllä 2002. Yhdistys ei vastaa tämän suosituksen virheistä eikä tästä johtuvista mahdollisista ongelmista. Mahdollinen päivitetty versio on löydettävissä yhdistyksen kotisivuilta tai saatavissa sihteeristöltä.

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Tapani Niskonen
Hallituksen puheenjohtaja

Jami Maijanen
Automaatiotyöryhmän puheenjohtaja

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilan turva-automaation suositus

SISÄLLYS

JOHDANTO	0
1 YLEISTÄ	4
1.1 VIITTAUKSET	4
1.2 KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT	5
2 OSA 1	7
2.1 YLEISTÄ	7
2.2 LOGIIKKAOSA (TLJ _L)	8
2.3 LOGIIKKAOSAN SUUNNITTELU (HARDWARE)	9
2.4 LOGIIKKAOSAN SUUNNITTELU (SOFTWARE)	10
2.5 KENTTÄLAITTEET	10
2.6 KENTTÄSUUNNITTELU	12
2.7 SOODAKATTILAN TURVALUKITUKSET	13
2.7.1 <i>Pikapysäytys</i>	13
2.7.2 <i>Pikatyhjennys</i>	14
2.7.3 <i>Kattilasuoja</i>	15
2.7.4 <i>Ilmapuhaltimien pysäytys</i>	16
2.7.5 <i>Apupolttoaineen polton lopetus</i>	17
2.7.6 <i>Turbopumpun käynnistys (ehdotus)</i>	18
2.7.7 <i>Väkevien hajukaasujen polton lopetus</i>	18
2.7.8 <i>Polttoliipeälinjojen pesun aloitus:</i>	18
2.7.9 <i>Polttoliipeälinjojen pesu:</i>	19
2.7.10 <i>Lipeän polton aloitus (ehdotus)</i>	19
2.7.11 <i>Lipeän polton valvonta</i>	20
2.7.12 <i>Apupolttoaineiden hätä-seis –painikkeet</i>	20
2.8 TESTAUKSET	21
2.8.1 <i>Turvalogiikan testaukset</i>	23
2.8.2 <i>Kenttäpiirien testaukset</i>	23
2.9 ORGANISAATIO	24
2.10 DOKUMENTOINTI	24
3 OSA 2	26
3.1 YLEISTÄ	26
3.1.1 <i>Yleinen riskigraafi</i>	26
3.1.2 <i>Logiikkakaaviot</i>	26
3.1.3 <i>Näyttökuvat</i>	26
3.1.4 <i>Piiri- ja johdotuskaaviot</i>	26
3.1.5 <i>Testausdokumentit</i>	26
3.1.6 <i>Käyttö- ja ylläpito-ohjeistus</i>	27
4 YHTEENVETO	28

LIITTEET

- Liite 1 Yleinen riskigraafi
- Liite 2 Esimerkki logiikkakaaviosta
- Liite 3 Periaatekaaviot
- Liite 4 Esimerkki piirikohtaisesta toimintakuvauksesta
- Liite 5 Esimerkkejä näyttökuvista
- Liite 6 Piiri- ja johdotuskaaviomalleja
- Liite 7 Testausdokumenttimalleja
- Liite 8 Käyttö- ja ylläpito-ohjeistus
- Liite 9 Merkintäsuositus turvallisuuteen liittyvissä järjestelmissä

SOODAKATTILAN TURVA-AUTOMAATION SUOSITUS

1 YLEISTÄ

Tämä suositus käsittelee soodakattilalaitosten Turvallisuuteen Liittyviä Järjestelmiä (TLJ).

Tämän suosituksen tekemisestä on vastannut Suomen Soodakattilayhdistyksen Automaatiotyöryhmä puheenjohtajanaan Jami Maijanen UPM-Kymmene Oyj, sihteerinä Jens Kohlmann Jaakko Pöyry Oy ja jäseninä Kauko Ylioinas Oy Metsä-Botnia Ab, Juha Suikki Stora Enso Oyj, Ari Setälä Metso Automation Oy, Timo Pärssinen Kvaerner Pulping Oy, Pekka Jussila Jaakko Pöyry Oy, Heikki Lappalainen Andritz Oy, Terho Tahvanainen Honeywell-Measurex Oy, Tapio Väänänen Inspecta Oy, Raimo Koskinen Sunila Oy, Mika Kaijanen Electrowatt-Ekono Oy ja asiantuntijana Mauri Heikkinen Jaakko Pöyry Oy.

Suositus pyrkii esittämään ohjeistuksen ja mallidokumenttien avulla selvän esimerkkitoteutuksen, jota voidaan käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna. On huomioitava, että lakeja, asetuksia sekä viranomaisten antamia määräyksiä ja ohjeita noudatetaan.

Suosituksista laadittaessa on noudatettu huolellista valmistelutapaa ja kuultu sekä tehtaiden, laitetoimittajien että vakuutuslaitosten mielipiteitä TLJ:n rakenteesta ja toiminnasta. Samoin on lähdetty siitä, että käytettävät laitteet ensijaisesti täyttävät ne vaatimukset, jotka Suomen voimassa olevat lait ja asetukset määräävät tai valvovat viranomaiset asettavat. Vastuu TLJ:n toimivuudesta ja ohjausratkaisuista on ohjausjärjestelmän toteuttajilla. Vastuu TLJ:n oikeasta ja huolellisesta käytöstä ja ylläpidosta on laitoksen käyttäjällä.

Tämä suositus jakautuu kahteen osaan siten, että osa 1 on toteutussuositus, osa 2 on toteutukseen liittyvät mallidokumentit. Yleistä tietoa TLJ-projektin läpiviennistä, TLJ:n elinkaaresta ja vaara- ja riskianalyysin teosta sekä turvallisuuden eheystason (TET) määrittämisestä on esitetty Teollisuusvakuutus Oy:n Suojeluohjeessa G10. Em. asioita ei ole alettu kertaamaan tässä suosituksessa, vaan viitattu tarvittaessa ko. ohjeeseen.

1.1 Viittaukset

SFS-IEC 61508 Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus, osat 1-7.

IEC 61511 (DRAFT) Functional safety: Safety Instrumented Systems for the process industry sector, parts 1-3.

IEC 62061 (DRAFT) Safety of machinery – Functional safety – Electrical, electronic and programmable electronic control systems.

SFS-IEC 60300-3-9 Luotettavuusjohtaminen osa 3: Käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi.

Opas kattilalaitoksen vaaran arvioinnin laatimiseksi, TUKES-julkaisu 4/2000.

Kattilalaitosten turvallisuuteen liittyvä automaatio (Suojeluohje G10), Teollisuusvakuutus Oy JSIL/6.2000 KLTK, Automaatio ja Instrumentointityöryhmä.

Soodakattilat (Suojeluohje G7), Teollisuusvakuutus Oy, 1993, KLTK.

1.2 Käsitteet ja määritelmät

TLJ on Turvallisuuteen Liittyvä Järjestelmä, joka koostuu mittausantureista, logiikkaosasta, ohjattavista kohteista (releet, venttiilit, moottorit jne.) sekä näiden välisestä kaapeloinnista.

S/E/OE pohjautuu sähköiseen (S) ja/tai elektroniseen (E) ja/tai ohjelmoitavaan elektroniseen (OE) teknologiaan.

TLJ-logiikkaosa (TLJ_i) on TLJ:n osuus, joka on kytketty antureihin ja toimilaitteisiin.

Perusautomaatiojärjestelmä (PA) on soodakattilalaitoksen tavanomaiseen säätöön ja ohjaukseen tarkoitettu automaatiojärjestelmä, johon ei kuulu turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä.

Käyttöjärjestelmä on TLJ:n perusohjelmisto.

Lähde käsittää mittauksen tai toiminnan, joka yksinään tai yhdessä toisen lähteen kanssa voi aiheuttaa turvatoiminnan eli kohteiden menemisen turvalliseen tilaan.

Kohde on laite tai toiminto, jonka TLJ ohjaa tarvittaessa turvalliseen tilaan.

Turvallisuuden eheys kuvaa turvatoiminnan luotettavuutta, ts. sitä, että turvatoiminta tarvittaessa toteutuu. Eri turvallisuuden eheystasojille (TET) on määritetty suurimmat sallitut todennäköisyydet sille, että turvatoiminta ei toteudu. Turvallisuuden eheystasojille käytetään asteikkoa 1:stä 4:ään.

Kelpoistamisessa osoitetaan tarkastuksien ja testausten avulla, että TLJ asentamisen jälkeen täyttää kaikin tavoin sille asetetut turvallisuusvaatimukset.

Vahingolla tarkoitetaan fyysistä vammaa tai terveyshaittaa tai omaisuus- tai ympäristövahinkoa.

Vaara on mahdollinen vahingon lähde tai vahingon mahdollistava tilanne.

Vaarallinen tapahtuma voi aiheuttaa vahingon.

Riskillä tarkoitetaan määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmää.

Riskianalyysillä tarkoitetaan saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä ihmisiin tai väestöön, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvan riskin suuruuden arvioimiseksi.

Riskin arviointi on riskianalyysin ja riskin merkityksen arvionnin kokonaisprosessi.

Lepovirtaperiaatteella tarkoitetaan sitä, että turvatoiminta pysyy toimintavalmiina jatkuvasti syötetyn apuenergian avulla ja toimii, kun energian syöttö katkaistaan.

Työvirtaperiaatteella turvatoiminta tapahtuu, kun laitteelle syötetään apuenergiaa.

Varmennus eli redundanssi tarkoittaa saman toiminnan suorittamista kahdella tai useammalla rinnakkaisella laitteella tai järjestelmällä olettaen, että ne eivät voi vikaantua samanaikaisesti yhteisen vian takia.

2 OSA 1

2.1 Yleistä

Soodakattilan turva-automaatiolla tarkoitetaan automaation osaa, joka estää kattilan joutumasta vaaralliseen tilaan tai vaarallisessa tilanteessa ohjaa kattilan turvalliseen tilaan. Turva-automaatiosta käytetään lyhennettä TLJ (Turvallisuuteen Liittyvä Järjestelmä), johon kuuluu kattilalaitoksen turvatoimintojen toteuttamiseen tarvittavat laitteet ja asennukset (esim. logiikka, kaapelointi ja kenttälaitteet).

Soodakattilalle tulee tehdä osaprosesseittain riskin arviointi, johon kuuluu vaara- ja riskianalyysi sekä riskin merkityksen arviointi. Riskin merkityksen arvioinnissa tulee käsitellä eri vaihtoehtot ja tehdä päätös riskin siedettävyydestä. Tarpeellinen riskin vähennys voi koostua eri TLJ:ien ja ulkoisten riskin vähennyskeinoista. TLJ:iin luetaan S/E/OE TLJ:ien lisäksi myös muun teknologian TLJ:t eli varoventtiilit, murtolevyt jne.

Vaara- ja riskianalyysin perusteella tulee määrittää ensinnäkin turvatoiminnoittain tarvittava turvallisuuden eheystaso (TET) ja toiseksi logiikkaosalle määräytyvä turvallisuuden eheystaso, joka tulee olla vähintäänkin sama kuin tässä logiikkaosassa toteutettava korkein eheystaso turvatoiminnoille.

Turvallisuuden eheystason määrittämisessä yleisimmin käytetty menetelmä on standardin IEC 61508 mukainen Riskigraafi. Menetelmä perustuu kvalitatiiviseen etenemiseen riskin tarkastelussa, jossa tarkastellaan seuraamusta, vaaran altistusaikaa, vaaran välttämisen mahdollisuutta ja vaaran esiintymistiheyttä, jos TLJ ei ole käytössä. Riskigraafi on esitetty osassa 2 liitteenä 1. Samassa liitteessä on esitetty myös esimerkki riskigraafin soveltamisesta kattilalaitoksen vaaran arvioinnissa.

Mitä korkeampi on jonkin turvatoiminnon eheystaso (TET), sitä riippumattomammat laitteet tulee TLJ:ä varten olla. TET-tasoilla 3 ja 4 tulee TLJ:ä varten olla käyttöautomaatiosta riippumattomia kenttälaitteita. Soodakattilalle ei tarvitse kenttälaitteiden osalta rakentaa täysin erillistä TLJ:ä, joka koostuisi omista kenttälaitteista ja logiikkaosasta, vaan kenttälaitteina voidaan käyttää normaaliin prosessinohjaukseen käytettäviä laitteita. Tämä kuitenkin sillä varauksella, että mittalaitteiden, ohjauskytkimien, rajakytkimien ym. lähteiden signaalitieto tuodaan ensin TLJ:iin, josta signaalia voidaan hyödyntää edelleen prosessiohjaukseen. TLJ:n on oltava riippumaton perusautomaatiojärjestelmästä. Kenttälaitteissa tulee lisäksi huomioida turvallisuuden eheystasojen (TET) ja käytettävyyden vaatimat redundanttisuudet (ks. kohta 2.5).

Samoin voidaan lähteä siitä, että erillisiä venttiileitä ei asenneta vartavasten TLJ:n ohjauksia varten, vaan tarvittavat sulku-/aukaisutoiminnot toteutetaan prosessiohjausventtiileitä käyttäen. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että vaadittu eheystaso saavutetaan (ks. Suojeluohje G10 kohta 1.9.1).

TLJ-kokonaisuuden (anturit – logiikkaosa – turvatoimilaitteet) turvallisuus tulisi tarkistaa laskennallisen analyysin avulla, jotta varmistetaan, että määritelty turvallisuuden eheystaso saavutetaan.

2.2 Logiikkaosa (TLJ₁)

TLJ₁ tulee olla erillinen TLJ-yksikkö, joka voi olla yhteydessä prosessiohjausjärjestelmään esim. väyläliitännöin tai kovalangoituksin. Erillinen TLJ-yksikkö tarkoittaa erillistä logiikkaa tai erillisillä ohjausjärjestelmän komponenteilla rakennettua (integroitua) logiikkaa, joka muodostaa oman kokonaisuuden ja sisältää ainoastaan turvasuojauksiin tarkoitetut toiminnot. On huomattava, että käytettävät logiikat ja käytettävät komponentit tulee olla sertifioituja käytettävään tarkoitukseen.

TLJ₁ toteutetaan vaara- ja riskianalyysin pohjalta määritetyn korkeimman turvatoiminnon osaprosessin eheystason mukaisesti. Vaikka esim. edellä mainitut erilliset logiikat olisivat yksikanavaisena hyväksytty Turvallisuuden eheystasolle 3 (TET3) saakka, soodakattilan yhteydessä TLJ₁ rakennetaan käytettävyyden vuoksi kaksikanavaisena siten, että tulokortit, lähtökortit sekä prosessorit voidaan määräaikana vaihtaa käytön aikana kanavakohtaisesti. Toisen kanavan ottaminen ”hold:iin” kortti- tai kenttälaittevaihdon aikana tulee olla huomioitu TLJ₁ :n hyväksynnässä turvasuojauksiin.

TLJ:ään liittyvien piirien mittaukset johdotetaan TLJ₁:aan, jossa turvallisuuteen liittyvä valvontaohjelmisto saa muista järjestelmistä riippumatta primäärimittaustiedon. TLJ₁:sta mittaustieto viedään prosessiohjausjärjestelmään indikointia, raportointia, säätöä ym. tarvetta varten joko suoraan väylää pitkin tai lisälähdöillä TLJ:stä.

Turvallisuuteen liittyvien säätö- ja ohjauspiirien liittäminen TLJ:ään toteutetaan erillisellä ohjauksella TLJ₁:sta, jolla säätöelin (venttiili, pelti, invertteri jne.) saadaan menemään turvalliseen tilaan ns. ”kovalla puolella” perusautomaatiojärjestelmän ohjauksesta riippumatta. Säädot ja ohjaussignaalit toteutetaan perusautomaatiojärjestelmässä.

Moottorikeskuksiin liittyvien moottoriventtiileiden ja moottoreiden ohjaus turvalliseen tilaan toteutetaan apureiden avulla, joita TLJ₁ ohjaa. Vaadittavan eheystason saavuttamiseksi (esim. TET2) joudutaan moottorikeskusten kytkinlaitososuudet kahdentamaan. Toisena vaihtoehtona vaadittavan eheystason saavuttamiseksi voidaan käyttää kokonaan erillistä ohjauskohdetta, joka täydentää ko. ohjauskohteen toimimattomuuden riskin vähennystä. Tämä tarkoittaa esim. primääri-ilmapuhaltimen kohdalla sitä, että puhaltimen moottorin turvaohjauksen lisäksi turvalogiikka ohjaa myös ilman virtaussäätöpellit turvalliseen asentoon.

Moottoriventtiileiden pääjännite hoidetaan varmennetusta tehdasverkosta.

2.3 Logiikkaosan suunnittelu (hardware)

Logiikka asennetaan laitetilassa omaan ns. TLJ kaappiin, johon sijoitetaan myös kentältä tulevat ja lähtevät kaapelit. Tarvittavat erottimet ja releet sijoitetaan samaan kaappiin tai kaapin viereen sijoitettavaan ristikytkentäkehikkoon. Redundanttiset lähdesignaalit sijoitetaan eri korteille siten, että käytettävyyden aste saadaan mahdollisimman korkealle (esim. 2/3:sta valintaperiaatteella olevat mittaukset). TLJ:ään liittyvät kenttälaitemittaukset ja ohjaukset tulee toteuttaa kiinteää kaapelointia käyttäen. Analogiasignaaleissa käytetään suojattuja kaapeleita.

Kenttäväyläratkaisusta ei ole vielä niin paljon käyttökokemuksia, että niitä voitaisiin suositella käytettäväksi TLJ:ssä mittaus- tai ohjaustiedonsiirtoon.

TLJ:n redundanttiset mittausviestit viedään TLJ:n logiikkaosaan eri kaapeleissa ja mielellään eri reittiä. Jos asennuksissa käytetään runkokaapeleita, varataan TLJ:ään liittyville signaaleille omat runkokaapelit, joissa ei viedä muita signaaleja.

TLJ:n liittyviin kaappeihin, kehikoihin, kortteihin ja kanaviin kiinnitetään erillinen punainen merkintä osoittamaan, että laitteet kuuluvat turvallisuuteen liittyviin piireihin. TLJ:n ja siihen liittyvien piirien merkkauksen tulee noudattaa Suomen Soodakattilayhdistyksen Raporttia 9/2000, Rev A ”Merkintäsuositus turvallisuuteen liittyvissä järjestelmissä”.

Jännitesyöttö logiikkaosalle järjestetään häiriösuojamuuntajalla varustetusta jännitelähteestä. Tämän lisäksi logiikkaosalle (sitä kautta kenttälaitteille) tulee järjestää varasyöttö varsinaisen jännitesyötön katkojen ja häiriöiden varalle. Varasyötön tulee kytkeytyä automaattisesti ja katkeamattomasti pääsyötön katkettua. Varasyöttö järjestetään UPS-laitteistolla tai tasavirta-akustolla. Varasyötön tulee pystyä syöttämään järjestelmää vähintään 45 min (normaali pikatyhjennys ja varoaika). Sekä pääsyötön että varasyötön kunnonvalvonnasta tulee olla hälytys käyttäjälle.

2.4 Logiikkaosan suunnittelu (software)

Dokumentaatioissa tulee olla TLJ-piirien toiminnoista omat TLJ-kaaviot (kts. osa 2, liite 3) ja/tai yksiselitteiset sanalliset kuvaukset (kts. osa 2, liite 4), joista näkyy koko piiri yhdellä dokumentilla lähteestä kohteeseen (laukaisurajat, toiminta, I/O:t, liittynät muualle).

1/2 periaatteella rakennetun logiikan tuloksia verrataan keskenään ja poikkeavuuksista tehdään hälytys.

Perusautomaatiojärjestelmän käyttöliityntään tehdään TLJ:stä omat näytöt (kts. osa 2, liite 5), joista selviää mittaustietojen, binääristen tilatietojen ja ohjausten lisäksi myös mittalaitteiden tila sekä päätetilavalvonta ohjattavista kohteista. Näiden lisäksi testauksien nopeuttamista ja selvennystä varten tehdään kokoamanäyttökuva, johon kootaan kaikki lähteet ja kohteet.

TLJ:lle tulee tehdä perusautomaatiojärjestelmässä omat hälytyssivut, joihin testattavuuden kannalta voi erotella TLJ hälytykset. TLJ toimintojen lisäksi tulee myös informoida kenttälaitteiden anturi- ja signaaliviat. TLJ:n laukaisuista tulee olla aikaleimalla varustettu ilmoitus- tai hälytysteksti (esim. 100 ms:n erotteluna). Järjestelmän tulee kertoa, mikä oli TLJ laukaisun perimmäinen syy myös väyläyhteyttä perusautomaatiojärjestelmään käytettäessä. Samoin hälytyksiin kuuluu redundanttisten mittausviestien poikkeamavalvonta (esim. 10 %:n eroa).

TLJ:n ohjelmat tulee olla salasanalla tai muulla tavalla suojattuja siten, että ohjelmien muuttaminen on estetty ulkopuolisilta.

2.5 Kenttälaitteet

Mittalaitteina tulee käyttää analogisia 2-johdin ja mahdollisimman korkean itsediagnostiikan omaavia lähettämiä. Lähettiminä tulee käyttää ensisijaisesti turvakäyttöön sertifioituja lähettämiä. Normaaleja lähettämiä käytettäessä tulee mittaukset toteuttaa 2/3:sta vertailevalla periaatteella käytettävyyden saamiseksi korkeaksi. Korkean itsediagnostiikan omaavia turvalähettämiä käytettäessä (paras ratkaisu), korkeampaan eheystasoon ja käytettävyyteen päästään kahdella lähettimellä 1/2D periaatteella. Turvalähettimistä on saatavilla kaksi eri signaalia, mittaussignaali ja diagnostiikkasignaali. Diagnostiikkasignaali kertoo lähettimen tilasta ja laitosta ei tarvitse välttämättä ohjata turvalliseen tilaan yhden lähettimen vikaantumisesta vaan vastuu siirretään yksin toiselle lähettimelle ja hälytetään vikatilanteesta käyttäjää. Sen sijaan lähettimen kaapelivika laukaisee turvalukituksen määritetyiltä prosessin osilta.

TLJ:n kenttälaitteiden sähkönsyöttö tulee tapahtua TLJ:n logiikkaosan kaapin kautta.

Kaikki soodakattilan TLJ:ään liittyvät paine- ja pintamittaukset toteutetaan paine- ja paine-erolähettimillä. Lähettimiä valittaessa tulee vaatia lähettimille hyväksyntä turvallisuuteen liittyviin mittauksiin. Lähettimet tulee olla varustettuja ohjelmoinnin estoilla sekä viritettyjä hyväksytyillä kalibroituilla laitteilla. Redundantit mittaukset tulee virittää samalle alueelle.

Turvallisuuteen liittyvissä piireissä mittaussignaalien kompensointi tulee toteuttaa ilmamäärämittausten yhteydessä, mutta ei ole välttämätöntä lieriön pinnanmittauksissa, vaan laukaussignaaleina tulee ensisijaisesti käyttää raakasignaalia. Tämä siitä syystä, että kompensoinnit lisäävät ensinnäkin TLJ:n piirejä, toiseksi laskentakaavat monimutkaistavat kokonaisuuden selväpiirteisyyttä ja kolmanneksi kompensointien merkitys mittauksissa ei ole kovin suuri. Kompensointi laskenta tulee toteuttaa TLJ:ssä siten, että kompensointisignaalit sisällytetään TLJ:ään. Samaa kompensointisignaalia ei saa käyttää useamman mittaussignaalin kompensointiin.

Pikapysäytys-, pikatyhjennys- ja hätä-seis-painonapit tulee olla tyypiltään sienipainikkeita, väriltään punaisia, kolmella kärjellä varustettuja, joista yksi perusautomaatiojärjestelmään ja kaksi TLJ:ään (kanavakohtainen). Painikkeet ovat lukkiintuvia pohjaan painettaessa. Hätä-seis-painikkeiden lukitus vapautetaan valvomoon sijoitettavalla erillisellä kuittauspainikkeella. Painikkeet tulee merkitä selvästi siten, että merkkauksesta selviää, mihin vaikuttaa ja että se erottuu vähintään 10 m päähän.

Rajakytkimet tulee olla sellaista tyyppiä ja kytkeä siten, että aina ns. lepovirtaperiaate toteutuu. Kytkintieto tulee olla kanavakohtainen. Kytkimet voivat olla joko induktiivisia (2-johtiminen) tai mekaanisia itsepuhdistuvien koskettimien.

Paloventtiileinä ja pikasulkuventtiileinä käytetään pneumaattisia ”jousi sulkee” -toimilaitteita ja tuuletus-/paineistusventtiileinä ”jousi avaa” toimilaitteita. Turvatilaan ohjaaminen toteutetaan magneettiventtiilillä, joka asennetaan toimilaitteen yhteyteen siten, että jännitteettömänä magneettiventtiili päästää paineen pois toimilaitteesta, ja jousi pakottaa venttiilin turvalliseen tilaan. Pikasulkuventtiileinä tulee käyttää hyväksytyjä venttiileitä.

Lipeän annostelu kattilaan tulee voida pysäyttää kaikissa ajotilanteissa. Syötönkatkaisu tapahtuu joko pikasulkuventtiileillä ja taajuusmuuttajan pysäytyksellä ja/tai annostelun säätöventtiileiden sulkemisella.

TLJ:ään liittyvät magneettiventtiilit tulee olla ilman käsiohjausmahdollisuutta ja jousipalautteisia.

Syöttövesiventtiilit (sulkuventtiilit), päähöyryventtiilit, ulospuhallusventtiilit, starttiventtiilit, ruiskuventtiilit, pikatyhjennysventtiilit, lieriön vajennusventtiilit, nuohousventtiilit ja jakokammion vajennusventtiilit on perinteisesti varustettu sähkökäytöllä ja varmennettu varavoimalla.

Pumppujen ja puhaltimien käyntitiedot otetaan moottoreiden kontaktoreilta sulkeutuvilla apukoskettimilla moottorikeskuksesta kahdella kosketintiedolla kanavakohtaisesti TET 1:ssä sekä lisäksi esim. virta- tai jännitevalvonnasta tai muusta prosessisuureesta eheystasolta TET 2 alkaen. Mahdollisissa hihnäkäytöissä tulee käyttää pyörintävahteja (2 kpl).

Moottoriventtiileiden turvaohjausten yhteydessä ohitetaan lämpöreleet tarvittaessa.

2.6 Kenttäsuunnittelu

TLJ:ään liittyvät kenttälaitteet, juuri- ja asennusventtiilit, prosessiyhteet ja kaapelointi tulee merkitä muusta kenttälaitteistosta eriyvällä punaisella merkinnällä.

Yleisperiaatteena TLJ:ään liitettävissä mittauksissa tulee olla, että kullakin mittauksella on oma prosessiyhde.

Sekä juuriventtiilit että asennusventtiilit tulee varustaa lukitusmahdollisuudella tai käsikahvat tai -pyörät poistetaan, jotta ulkopuoliset eivät voi muuttaa venttiileiden asentoa. Venttiileihin tulee asentaa selvät auki-/kiinniasennon osoittimet käsikahvojen ja -pyörien poistamisen jälkeen.

Mittalähettimien mittausyhteisiin tulee järjestää joko erillinen tai em. venttiileiden yhteyteen pumppausyhde käyttöönotto- ja määräaikaistestauksia varten. Pumppauksen voi järjestää myös esim. 5/2-asennusventtiilin kautta.

Käytettäessä kenttäkoteloja, joihin TLJ-piirejä johdotetaan, tulee olla oma liitinrima, josta mittaus- tai ohjaustiedot johdotetaan omalla runkokaapelilla ristikytkentään TLJ:lle varattuun kaappiin. Kotelossa ja kaapelissa tulee merkinnät olla TLJ:n merkintäsuosituksen (Suomen Soodakattilayhdistys ry Raportti 9/2000, Rev A) mukainen.

Asennuskohteet on suunniteltava ja asennettava niin, että koestukset pystytään tekemään purkamatta asennuksia.

2.7 Soodakattilan turvalukitukset

On huomattava, että turvatoiminnot tulee perustua aina kattilalle tehtävään vaara- ja riskianalyysiin. Samoin riskien merkityksen arvionnissa tulee määrittää eheystason suuruus, johon jatkossa esitettävien lukitusten yhteydessä ei oteta kantaa.

Riittävän turvallisuustason saavuttamiseksi työryhmä päätyi seuraaviin mallilukituksiin.

2.7.1 Pikapysäytys

Tarkoitus: Pikapysäytyksen tarkoituksena on lopettaa välittömästi lipeän poltto ja keon palaminen katkaisemalla polttoaineiden syöttö ja palamisilman tulo tulipesän alaosaan. Pikapysäytys tehdään valvomossa pikapysäytyskytkimellä.

Lähde: Pysäytyspainike valvomossa

Kohteet TLJ:ssä:

- Poistumisääni- ja valohälytykset aktivoituvat
- Kattilasuoja aktivoituu
 - lipeän syöttökattilaan estetään
 - o polttolipeän sulkuventtiilit ja/tai säätöventtiilit sulkeutuvat
 - o polttolipeäpumput pysähtyvät
- Apupolttoainelinjojen venttiilit (kaasu, öljy, metanoli, hajukaasut)
 - sulkuventtiilit sulkeutuvat
 - tuuletus-/paineistusventtiilit avautuvat
- Päähöyryventtiilit (sulku ja ohitus) sulkeutuvat
- Käynnistys-, kuorma-, ja hajukaasupolttimet sammuvat
- Primääri-ilmapuhallin pysähtyy ja primääri-ilman säätöpellit sulkeutuvat
- Hajukaasupuhallin pysähtyy tai hajukaasut käännetään pois tulipesästä
- Nuohoushöyryn venttiili sulkeutuu
- Pikatyhjennyksen kolmen minuutin aikaviive käynnistyy

Kohteet perusautomaatiojärjestelmässä:

- Turbiinin suojaus aktivoituu (tarvittaessa)
- Nuohousohjelma pysähtyy
- Sähkösuotimet pysähtyvät
- Alasekundääripellit sulkeutuvat
- Tertiääripuhallin käynnistyy ja ohjataan 100 %:iin (tarvittaessa)
- Tuhkankuljetus pysähtyy (tarvittaessa)
- Öljynsyöttö kierrolle tai pysäytetään

Edellä esitetyt perusautomaatiojärjestelmässä toteutettavat ilmojen ohjaukset riippuvat kattilan ratkaisusta. Perusperiaate kuitenkin on, että

kattilan alaosan (lipeäruiskujen alapuolinen tila) ilmamäärä minimoidaan ja yläosaan lisätään ilmaa.

Toteutus:

Pikapysäytys -painike tulee olla varustettu avautuvilla koskettimilla (lepovirtaperiaate).

Apupolttolinjojen sulku- ja tuuletusventtiilien, poltinkohtaisten venttiilien, polttimien toimilaitteiden sekä sytyttimien ohjausjännitteet syötetään poltinohjauskaapista kahden (kanavakohtaisen) kontaktorin kautta. Pikapysäytyspainiketta painettaessa ko. laitteet saadaan yksiselitteisesti kaikki jännitteettömiksi ja siten turvalliseen tilaan. Pikapysäytyspainike ja kontaktoreiden ohjaukset ovat TLJ:ssä.

Poltinohjaus itsessään ei välttämättä kuulu TLJ:ään, vaan poltinohjauslogiikka saa polttoluvat kattilasuojan kautta TLJ:stä.

Kohteiden ohjautuminen turvalliseen tilaan toteutetaan erillisten releiden avulla, joita ohjataan turvalogiikalla (TLJ₁).

2.7.2 Pikatyhjennys**Tarkoitus:**

Pikatyhjennyksen tarkoituksena on estää veden pääsy kosketukseen sulan kanssa. Pikapysäytyksen jälkeen voidaan erillisestä kytkimestä harkinnan mukaan käynnistää pikatyhjennys valvomosta.

Lähde:

Tyhjennyspainike valvomossa painettu.

Kohteet:

Edellyttäen, että pikapysäytyskäsky on annettu

- Kaikki ruiskutusvesiventtiilit sulkeutuvat
- Syöttövesiventtiilit (sulku ja ohitus) sulkeutuvat

Kun määrätty aika (esim. 3 min) pikapysäytyskäskystä on kulunut

- Syöttövesipumput 1 ja 2 pysähtyvät
- Syöttövesilinjojen sulkuventtiilit 1 ja 2 sulkeutuvat
- Pikatyhjennysventtiilit avautuvat
- 10 min kuluttua ylemmät eli verhoputkien pikatyhjennysventtiilit sulkeutuvat
- Käynnistysventtiilit 1 ja 2 sulkeutuvat
- Lieriön vajennusventtiilit 1 ja 2 sulkeutuvat
- Pääjakokammion tyhjennysventtiilit 1 ja 2 sulkeutuvat
- Turbiinipumpun käynnistyskäsky esto aktivoituu (tarvittaessa).

Toteutus:

Pikatyhjennyspainike tulee olla varustettu sulkeutuvilla koskettimilla (työvirtaperiaate).

Turvalogiikka ohjaa erillisiä sulkeutuvia releitä, joiden kautta venttiilit pakko-ohjataan turvalliseen tilaan.

Pikatyhjennysnapin vapautus keskeyttää tyhjennyksen siten, että pikatyhjennysventtiilit sulkeutuvat.

Kaikki pikatyhjennysventtiilit koestetaan linjakohtaisesti käytön aikana määräajoin sulkemalla pikatyhjennysventtiilien jälkeen oleva käsiventtiili. Koestus suoritetaan venttiili kerrallaan. Testauksen vaatimat lukitukset eivät ole TLJ:ssä, vaan ne on toteutettu perusautomaatiojärjestelmässä. Pikatyhjennysventtiilien testaus voidaan suorittaa käsiohjauksella paikan päällä. Koestuksen jälkeen käsiventtiilit tulee olla lukittu aukiasentoon. Kiinniasentotiedosta tulee olla hälytys perusautomaatiojärjestelmässä. Koestuksista pidetään pöytäkirjaa. Havaitut viat ja puutteet korjataan välittömästi.

2.7.3 Kattilasuoja**Tarkoitus:**

Kattilasuojalla ymmärretään tilaa kattilassa, jossa kattilan saa sytyttää ja poltto voi jatkua. Kattilasuoja koostuu useista kattilan prosessiarvoista ja laiteloista, joiden pitää olla määrättyissä arvoissa ja tiloissa. Tilanteessa, jossa kattilasuojasignaali ei ole kunnossa, lopetetaan lipeän ja apupoltto-aineiden syöttö kattilaan.

Lähteet:**Kattilan saa tuulettaa**

- Pikapysäytyspainiketta ei ole painettu valvomossa
- Savukaasutie ei ole kiinni (vähintään yksi tie auki)
 - tulokanavanpelti auki rajalla
 - savukaasupuhallin käy
 - lähtökanavanpelti auki rajalla
- Instrumentti-ilman paine on yli alarajan
 - 2/3-valinnalla
- Tulipesän paine on alle ylärajan
 - 2/3-valinnalla
- Lieriönpinta on alle ylärajan (märkäkeittosuoja)
 - 2/3-valinnalla
- Lieriönpinta yli alarajan (kuivakeittosuoja)
 - 2/3-valinnalla
- Primääri-ilmapuhallin käy
- Sekundääri-ilmapuhallin käy

Kattilan saa sytyttää

- Edellä mainitut ehdot (tuuletusvalmistila)
- Kattila tuuletettu

Kaasun/öljyn poltto päällä (palamistila)

- Edellä mainitut ehdot (sytytysvalmistila)
- Primääri-ilmamäärä yli alarajan
-2/3-valinnalla
- Kokonaisilmamäärä yli alarajan (primääri- ja sekundääri-ilmamäärän summa)
-2/3-valinnalla

Kohteet:

- Apupolttoaineiden poltto pysähtyy
- Lipeän syöttökattilaan estetään
 - Polttolipeäpumput pysähtyvät
 - Polttolipeän sulkuventtiilit ja/tai säätöventtiilit sulkeutuvat
- Hajukaasut käännetään pois kattilasta

Toteutus:

Laukaisuehdot (kattilaa ei saa tuulettaa, kattilaa ei saa sytyttää, poltto ei päällä) toteutetaan TLJ:ssä. Tuuletus- ja sytytysvalmiuteen liittyvät valvonnat toteutetaan TLJ₁ :ssä. Näitä valvontoja ovat mm:

- Tuuletuksen valvonta, sisältäen aikavalvonnat
- Tuli-kattilassa –signaalin muodostus
- Sytytysyritysten laskenta

Kattilan tuuletuksen valvonta toteutetaan TLJ₁ :ssä. Turvalogiikka valvoo, että tuuletuskäskyn jälkeen ilmamäärät ovat saavuttaneet vaadittavan tason (määrittäminen 2/3-mittauksilla) ja tuuletus kestää vaadittavan ajan. Tuuletusaika ja ilmamäärät tulee varmistaa kattilatoimittajalta, että tarvittava ilmamäärä, esim. kaksi kertaa kattilan tilavuus, menee kattilan läpi.

Samoin sytytyskertojen laskenta toteutetaan TLJ:ssä. Sytytyskertamuodostuu sytytyskäskystä ja ko. polttimen psv:ien (pikasulkuventtiili) avautumisesta (kiinnirajatiedon poistumisesta). Sytytyskertoja sallitaan kaksi, jonka jälkeen kattilan tuuletus pitää suorittaa uudestaan ennen seuraavia sytytysyrityksiä.

Lipeän säätöventtiilit on varustettu ”jousi sulkee” -toimilaitteella ja magneettiventtiilillä. Magneettiventtiilin ohjaus on TLJ:ssä.

2.7.4 Ilmapuhaltimien pysäytys

Tarkoitus:

Primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimien pysäytyksellä savuteiden sulkeutuessa estetään savun pääsy kattilahuoneeseen ja kattilan joutuminen liian korkeaan ylipaineeseen.

Lähteet:

- Savukaasutie kiinni (vähintään yksi tie auki)
 - Tulokanavanpelti ei auki rajalla
 - Savukaasupuhallin seis
 - Lähtökanavanpelti ei auki rajalla

Kohteet:

- Primääri-ilmapuhallin pysähtyy
- Sekundääri-ilmapuhallin pysähtyy
- Tertiääri-ilmapuhallin pysähtyy

2.7.5 Apupolttoaineen polton lopetus

Tarkoitus:

Poltinkohtaisella apupolttoaineen polton lopetuksella pyritään estämään yksittäisen polttimen sammumisesta aiheutuvan palamattoman apupolttoaineen kertyminen kattilaan.

Lähteet:

- Kattilasuoja lauennut
- Ei liekkiä (5 sek.) ja psv:t (pikasulkuventtiili) auki

Kohteet:

- Polttimen apupolttoaineen psv:t sulkeutuvat
- Polttimen tuuletus-/paineistusventtiilit avautuvat

Toteutus

Poltinkohtainen liekinvalvonta ja psv:ien turvaohjaus toteutetaan TLJ :ssä.

2.7.6 Turbopumpun käynnistys (ehdotus)

Tarkoitus:

Turbopumpun käynnistuksen tarkoituksena on varmistaa kattilan veden saanti tapauksessa, kun laitoksella tapahtuu sähkökatkos.

Lähteet:

- Sähkökatkos

Kohteet:

- Syöttövesipumppu (turbopumppu) käynnistyy

2.7.7 Väkevien hajukaasujen polton lopetus

Tarkoitus:

Väkevien hajukaasujen polton lopetuksen tarkoituksena on estää syöttöpaineen laskiessa alle alarajan mahdollisen liekin pääsy hajukaasuputkistoon.

Lähteet:

- Väkevien hajukaasujen syöttöpaine on alle alarajan
- 2/3-valinnalla

Kohteet:

- Hajukaasupoltin pysähtyy
- Hajukaasut ohjataan pois kattilasta

2.7.8 Polttoliipeälinjojen pesun aloitus:

Tarkoitus:

Polttoliipeän pesun aloituksella tarkoitetaan lipeän syöttölinjan huuhtelua keräilyssäiliöön. Päämääränä on estää huuhteluvesien pääsy tulipesään.

Lähteet:

- Polttoliipeän syöttösuuttimista jokin on telineessä (pesässä)
- Käsiventtiilit lipeänsyöttölinjassa eivät ole kiinni
- Lipeän ohitusventtiili ei ole auki
- Lipeän syöttöpumpun imuventtiili ei ole kiinni
- Lipeäpumppu käy

Kohteet:

- Lipeän sulkuventtiilit sulkeutuvat
- Vesiventtiili sulkeutuu

2.7.9 Polttolipeälinjojen pesu:**Tarkoitus:**

Polttolipeän pesulla tarkoitetaan ensinnäkin lipeän syöttölinjojen huuhtelua keräilyssäiliöön ja toiseksi myös suutinlinjojen ja suuttimien huuhtelua. Päämääränä on estää huuhteluvesien pääsy missään vaiheessa tulipesään.

Lähteet:

- Polttolipeän syöttösuuttimista jokin on telineessä (pesässä)
- Lipeän syöttöpumpun imuventtiili ei ole kiinni
- Lipeäpumppu käy

Kohteet:

- Lipeän sulkuventtiilit sulkeutuvat
- Vesiventtiili sulkeutuu

2.7.10 Lipeän polton aloitus (ehdotus)**Tarkoitus:**

Lipeän polton aloituksen yhteydessä on tärkeää, että poltettava lipeä ei pääse kattilaan liian alhaisena pitoisuutena ja siten aiheuta sulavesiräjähdysvaaraa.

Lähteet:

- Polttolipeänsyöttösuuttimista jokin telineessä (pesässä)
- Käsiventtiilit lipeänsyöttölinjassa eivät ole kiinni
- Lipeän ohitusventtiili ei ole auki

TAI

- Lipeän kiintoainemittauksista 1 ja 2 toinen on alle 60 %

JA

- Lipeän syöttöpumpun vesiventtiili ei ole kiinni

Kohteet:

- Lipeän syöttö kattilaan estetään
- Polttolipeän sulkuventtiilit ja/tai säätöventtiilit sulkeutuvat
- Polttolipeäpumput pysähtyvät

2.7.11 Lipeän polton valvonta**Tarkoitus:**

Lipeän polton valvonnalla estetään kiintoainepitoisuuden laskeminen alle asetetun alarajan ja siten liiallisen vesihöyryn muodostuminen ja mahdollinen sulavesiräjähdys.

Lähteet:

- Lipeän kiintoainemittaukset 1 ja 2 molemmat alle 60 %
- Kattilasuoja lauennut
- Kokonaisilman virtaus alle alarajan (summa)

Kohteet:

- Lipeän syöttö kattilaan estetään
- Polttolipeän sulkuventtiilit ja/tai säätöventtiilit sulkeutuvat
- Polttolipeäpumput pysähtyvät

2.7.12 Apupolttoaineiden hätä-seis –painikkeet**Tarkoitus:**

Apupolttoaineiden hätä-seis-painikkeiden tarkoituksena on pysäyttää apupolttoaineen polttimet ja sulkea syöttölinjojen venttiilit kuten myös avata tuuletus-/paineistusventtiilit mahdollisen häiriön, esim. tulipalon, yhteydessä.

Lähteet:

- Hätä-seis-painike valvomossa painettu
- Hätä-seis-painikkeita kentällä kulkuteiden varsilla painettu
 - Poltintasoilla, molemmilla puolin kattilaa
 - Sulakourutasolla
 - Katolla tukipolttimella (soihdu)
- Hätä-seis-painikkeet poltinohjauskoteloissa painettu

Kohteet:

- Apupolttoainelinjojen sulkuventtiilit (kaasu, öljy, metanoli, hajukaasut) sulkeutuvat ja tuuletus-/paineistusventtiilit avautuvat sekä käynnistys-, kuorma- ja hajukaasupolttimet (sammuvat), kun hätä-seis-painiketta on painettu valvomossa tai kentällä kulkuteiden varsilla.
- Käynnistys-, kuorma- tai hajukaasupoltin (sammuu), kun vastaavan polttimen hätä-seis-painiketta on painettu poltinohjauskoteloissa.

Toteutus

Hätä-seis-painikkeet tulee olla varustettu avautuvilla koskettimilla (lepovirtaperiaate).

Valvomossa ja kulkuteiden varsilla olevien hätä-seis-painikkeiden painaminen katkaisee apupolttolinjojen sulku- ja tuuletusventtiilien, poltinkohtaisten venttiilien, polttimien toimilaitteiden sekä sytyttimien ohjausjännitteet poltinohjauskaapista kahden (kanavakohtaisen) kontaktorin kautta, jolloin ko. laitteet ohjautuvat turvalliseen tilaan. Hätä-seis-painikkeet ja kontaktoreiden ohjaukset toteutetaan TLJ:ssä.

Poltinohjauskoteloissa olevien hätä-seis-painikkeiden painaminen sulkee syöttöventtiilin ja avaa tuuletusventtiilin ko. poltinryhmältä, johon poltin kuuluu. Kohteiden ohjautuminen turvalliseen tilaan toteutetaan erillisten releiden avulla, joita ohjataan turvalogiikalla (TLJ₁).

2.8 Testaukset

TLJ:n kelpoistuksiin kuuluu tehdastestaus (FAT) ja kokonaisuuden turvallisuuden testaus (SAT), joiden tarkoitus on ensisijaisesti testata turvatoimintojen toiminen. Edellä mainittujen testauksen lisäksi muusta normaaliohjausjärjestelmästä poiketen tehdään käytön aikaisia määräaikaistestauksia aina määrävälein järjestelmän eri osien hyväksynnöistä riippuen. Normaali suositeltava testausväli on 24 kk, joka on tarvittaessa pidennettävissä 36 kk:een. On suotavaa, että määräaikaistestaukset sovitaan paikallisen painelaitetarkastajan kanssa jaksotettavaksi siten, että jaksot vastaavat muita painelaitetarkastuksia tai muita sopivia mahdollisia seisokkeja.

Kaikissa edellä mainituissa testauksissa on tärkeää, että testauksista tehdään testaus suunnitelma, testausohje, pidetään pöytäkirjaa ja testauksista tehdään testausraportti, jonka allekirjoittavat kaikki osallistujat.

Testauksiin tulee tehdä suunnitelma, jossa esitetään testausorganisaatio, vaatimusmäärittelyt, koestuksen edellytykset, dokumentointi, koestusvälineet, koestuksen suoritus, virheiden korjaaminen, tarkastuksen hyväksyntä ja koestusraportti.

Testauksista tulee tehdä tarkka koestusohje, jossa esitetään kunkin testausvaiheen valmistelevat toimenpiteet, ohjeet lähteiden simuloinneille, ohjeet mahdollisille kanavien väliaikaisille kytkennöille ja kunkin testausvaiheen lukitukset (kohteet).

Koestuspöytäkirja tulee olla valmisteltu etukäteen mukaillen testausohjetta siten, että ohjeen mukaan toteutetut toimenpiteet ja tapahtuvat lukitukset voidaan todeta tapahtuvaksi ja laukaisuraja merkata ylös.

Testausraportti tehdään testauksen lopuksi. Raportissa todetaan testauskohde, päivämäärä, osallistujat ja maininta testauksen hyväksymisestä ja kaikkien osanottajien allekirjoitukset nimenselvennyksineen. Liitteeksi raporttiin liitetään testauksesta yhteenveto, jossa kirjataan testausjärjestelyt, testauksen suoritus ja kaikki mitä testauksessa huomattiin (puutteet toiminnoissa, virheet testausohjeissa, muutoksia mitä tehtiin jne.) ja testauksessa ollut dokumentointi. Mahdolliset puutteet ja poikkeamat tulee analysoida testausryhmässä ja sopia korjaustoimenpiteistä ja uudelleentestauksista, jos korjaus- ja testaustoimenpidettä ei voida suorittaa välittömästi.

Tehdastestauksessa (FAT) pääpaino on ohjelmatestauksessa. Kenttälaitteita voidaan simuloida erilaisilla keinoilla esim. johdottamalla lähteet ja kohteet kytkin- ja valotauluihin nopeuttamaan testauksen kulkua. Tärkeää on, että kaikki lähteet ja lähteiden eri yhdistelmät (2/3:sta mittausvalinnat ja muut loogiset kombinaatiot) tulee käytyä läpi ja että laskennalliset laukaisurajojen mA-arvot tulee tarkasti käytyä läpi.

Kokonaisuuden käyttöönottestauksessa (SAT) ja määräaikaistestauksissa kenttälaitteiden lähdesignaalien simulointien suositeltavin tapa on, että simuloinnit tehdään mahdollisimman todellisina (vrt. KLT:n Suojeluohje G10, kohta 1.12). Tämä tarkoittaa, että paine- ja paine-erosignaalit simuloidaan pumpaamalla, lämpötilasignaalit lämmittämällä, painonapit ja rajakytkimet todellisilla laitteilla ja käyntitiedot todellisista tiedoista (pyörivän laitteen vahinkokäynnistyksenesto huomioitava). Kohteet todetaan kentällä myös todellisina, venttiilit kentällä todellisista liikkeistä, moottoreiden pysähtyminen kontaktoreista, releiden liikkeet jne.

Lähettimien virityksen tarkastus laitoksen käynnin aikana (2/3:sta mittausvalinnat) mahdollistaa todellisten turvalukitusrajoiden ja -laukaisujen simuloinnin mA-signaaleilla lähettimien signaalijohtimilta. Tämä lyhentää todellisen TLJ:n testausaikaa seisokissa, mutta sitoo vastaavasti voimia käynnin aikana.

Testauksissa on huomioitava, että käytettävistä simulaattoreista on olemassa viralliset kansallisen standardin mukaiset voimassa olevat kalibrointipöytäkirjat.

Kunkin testausvaiheen testaukset jakaantuvat kahteen vaiheeseen: turvalogiikantestaukset ja kenttäpiirien testaukset.

2.8.1 Turvalogiikan testaukset

Kunkin testauksen valmistelemissa vaiheissa tulee varmistua siitä, että turvakohteen meneminen turvalliseen tilaan johtuu nimenomaan turvalukituksen toimimisesta eikä esim. normaalista prosessilukituksesta. Tämä varmistetaan siten, että poistetaan väliaikaisesti perusautomaatiojärjestelmässä olevat lukitukset.

Kaksikanavaisessa TLJ:ssä tulee ottaa huomioon, että testaukset voidaan suorittaa kanavakohtaisesti. Molempien kanavien tulee yksistään pystyä suorittamaan tarvittavat turvaohjaukset täydellisinä.

Turvalogiikan vikatestauksissa tulee tehdä korttien irrottamiset, erilaisten väylien irrottamiset ja jännitesyöttöjen katkaisut. Edellä mainitut toimenpiteet tehdään tehdastestauksessa (FAT) täysin kattavasti siten, että myös redundanssin peittämät viat saadaan paljastettua. Sen sijaan kokonaisuuden testauksessa (SAT) ja käytönajan määrääikaistestauksissa ei tarkastusta käyttöjärjestelmän osalta tehdä täydellisenä, vaan suunnitelman mukaisesti rajoitetaan tarkastamaan joitakin kohteita korteista, väylistä ja jännitekatkoista.

2.8.2 Kenttäpiirien testaukset

Kenttätestauksissa yksittäisen mittalähettimen kohdalla tulee ottaa huomioon normaalin turvarajan testauksen lisäksi myös mahdolliset signaaliviat ja lähetinviat. Riippuen siitä, miten signaalivika ja lähetinvika lähettimissä on järjestetty, tulee turvalogiikan toiminta rakentaa niin, että viat havaitaan ja turvatoiminta toteutuu.

Kenttäpiirien testauksissa tulee kiinnittää huomiota siihen, että todellinen turvarajan laukaisuarvo ja kohteiden todetut turvatilat tulevat kirjattua ylös.

2/3:sta valinnaisissa mittauksissa testaukset tulee järjestää siten, että mittauksia käsitellään ensinnäkin yksittäin ja 1/3:sta turva- ja vikahälytykset todetaan ja toiseksi pareittain tulevat laukaisut todetaan.

Analogiamittauksista tehtäviä laukaisurajoja muodostettaessa on huomioitava, että mahdollisen hystereesin muodostama poikkeama otetaan huomioon alaspäin eikä laukaisurajaa ylitetä missään vaiheessa. Tämä koskee tapauksia, joissa laukaisulähteenä on prosessimittauksen yläraja.

Kattilasuojan testauksissa lähdetään aina siitä, että kattilasuoja simuloidaan kuntoon ja testattavilla signaaleilla pareittain joko mA-simulaattoreilla (FAT-testaus) tai kentällä pumppaamalla (käyttöönotto- ja määrääikaistestit) aiheutetaan kattilasuojan laukeaminen. Samoin lähettimien signaali- ja lähetinviat tulee tarkastaa pareittain kaikki mahdolliset vaihtoehdot huomioiden.

2.9 Organisaatio

TLJ:n suunnittelusta, testauksista ja käyttöönotosta vastaavien henkilöiden pätevyys tulee esittää laitoksen TLJ:n kuvauksessa. Lisäksi kuvaukseen tulee liittää vastuuhenkilöiden CV:t , joista näkyy koulutus, pätevyys ja aikaisemmat kokemukset TLJ:stä.

Kaikilla henkilöillä, jotka ovat tekemisissä TLJ:n kokonaisuuden tai ohjelmiston turvallisuuden elinkaarien toimien kanssa ml. johtotehtävät, tulisi olla asianmukainen koulutus, teknillinen tietämys, kokemus ja pätevyys, jotka liittyvät niihin erityisiin tehtäviin, joita heidän tulee suorittaa.

Seuraavia näkökohtia olisi tarkasteltava, kun arvioidaan henkilöiden pätevyyttä tehtäviensä suorittamiseen:

- Sovellusalueelle sopiva teknillinen tietämys
- Teknologiaan sopiva teknillinen tietämys (esim. sähkö-, elektroniikka-, ohjelmoitava elektroniikka-, ohjelmistotekniikka)
- Teknologiaan sopiva turvallisuustekniikan tietämys
- Tietämys lainsäädännöstä ja turvamääräyksistä
- Seuraukset S/E/OE turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toimimattomuuden tapauksessa
- S/E/OE turvallisuuteen liittyvien järjestelmien turvallisuuden eheyden tasot
- Suunnittelumenetelmien , rakenteen tai sovelluksen uutuus
- Aiempi kokemus ja sen merkityksellisyys suoritettaviin nimenomaisiin tehtäviin ja käytettävään teknologian nähden
- Pätevyyden merkityksellisyys suoritettavissa nimenomaisissa tehtävissä
- Käydyt asiaa käsiteltävät kurssit

2.10 Dokumentointi

Dokumentointi tulee tehdä sellaiseksi, että asiat löytyvät joko samasta dokumentaatiosta tai selvillä viittauksilla toisiin dokumentteihin. Sisällysluettelo voisi olla esim.:

- TLJ-kuvaus
- Vaatimusmäärittelyt
 - Turvallisuustarkastelut
 - Toimintakuvaukset
 - Palaverimuistiot
- Toteutussuunnitelmat
 - Tyyprikaaviot
- Toteutus
 - Lay-out -piirustukset
 - Logiikkakaaviot
 - Ohjelmakaaviot
 - Näyttökuvat

- Piiri- ja johdotuskaaviot
- Kenttälaitte-esitteet
- Käyttö ja ylläpito
- Suunnitelmat ja ohjeet
- Testaukset (omissa mapeissa)
- Testausohjeet
- Testauspöytäkirjat
- Testausraportit

TLJ-kuvauksessa esitetään:

- Ohjattavalle prosessille tehdyt vaara- ja riskianalyysit sekä niiden perusteella tehdyt kokonaisturvallisuuden vaatimusmäärittelyt ja miten ko. määrittelyihin on päästy.
- TLJ:n toteutus kenttälaitteiden, logiikan ja ohjelmiston osalta.
- Toteutusvaiheen ja käytön ajan organisaatiot ja vastuuhenkilöt.

Vaatimusmäärittelyihin kootaan vaara- ja riskianalyysimateriaali, toimintakuvaukset ja palaverimuistiot.

Käyttö- ja ylläpitodokumentteihin tulee tehdä suunnitelma käyttö ja ylläpidosta, ohjeet muutosmenettelyistä ja koulutuksesta.

3 OSA 2

3.1 Yleistä

Tässä osassa pyritään mallidokumenttien avulla esittämään tarvittava dokumentaatio. Mallidokumenteista voi laitoskohtaisesti poiketa ja esimerkiksi logiikkakaavioista on esitetty kaksi erilaista esitystapaa ja näiden vaihtoehdoksi ja/tai lisäksi sanallinen esitys, jolla voi ko. kaaviot osittain korvata.

3.1.1 Yleinen riskigraafi

Liitteessä 1 on esitetty SFS-IEC 61508 standardin mukainen riskigraafikaavio ja kalibrointitaulukko TLJ:n eheystason määrittämiseksi. Liitteen 1 sivulla 3 on esitetty esimerkkien omaisesti, kuinka riskigraafia tulisi käyttää eheystasoja määritettäessä eri riskikohteisiin.

3.1.2 Logiikkakaaviot

Logiikkakaavioissa voidaan käyttää liitteen 2 mukaista esitystapaa, jolloin on nähtävissä myös normaalit prosessilukitukset, ja TLJ:n lukitukset esitetään yhtenäisen viivan rinnalle piirrettävällä katkoviivalla.

Liitteessä 3 on esitetty ½-periaatteella rakennetun TLJ:n esimerkkejä ”periaatekaavioita”, joista näkyy koko TLJ-piirin toiminnallinen rakenne lähteistä logiikkaosaan ja edelleen kohteisiin. Kaavioista on nähtävissä lähteet, I/O:t, apureleet, riippuvuudet perusautomaatiojärjestelmään sekä ohjattavat kohteet.

Esimerkki sanallisesta TLJ piirin toiminnasta on esitetty liitteessä 4.

3.1.3 Näyttökuvat

Liitteessä 5 on esimerkkejä näyttökuvista soodakattilan turvalukitustoiminnoille.

3.1.4 Piiri- ja johdotuskaaviot

Piiri- ja johdotuskaavioista on esitetty mallikaaviot liitteessä 6.

3.1.5 Testausdokumentit

Liitteessä 7 on esitetty ½-periaatteella rakennetun TLJ:n mallidokumentit tehdastestausta (FAT) ja määräaikaistestausta varten. Käyttöönottotestausdokumentteina voidaan soveltaa määräaikaistestausdokumentteja.

Testausohjemalliin ja testauspöytäkirjamalliin on otettu mukaan pikapysäytys ja kattilasuojasta vain kattilapaineen osuus.

3.1.6 Käyttö- ja ylläpito-ohjeistus

Liitteessä 8 on esitetty käyttö- ja ylläpitosuunnitelmamalli, jossa esitetään TLJ:n vastuuhenkilöt, dokumentaation ylläpito, koulutus, vaatimusmäärittelyt ja poikkeustilanteet.

Mahdollisia muutostoimenpiteitä varten liitteeseen on myös otettu mukaan malli TLJ:n muutosmenettelyohjeesta, jossa tulee esittää ohjeet, kenellä on valtuudet määrätä muutokset tehtäviksi sovellus-, langoitus- ja laitemuutoksille, testauksille ja muutosten raportoinnille. Tapauksissa, joissa muutokset muuttavat vaatimusmäärittelyjä tai ovat muuten huomattavia, tulee muutoksien osalta käydä läpi koko turvallisuuden elinkaari vaara- ja riskianalyysistä alkaen.

4 YHTEENVETO

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää ohjetta soodakattilan turva-automaation toteutuksesta. Taustana on huoli turvallisuudesta ja toteutustapojen moninaisuus eri tuotantolaitosten välillä.

SFS-IEC 61508 kattostandardin vahvistaminen 1998 suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi on pakottanut tuotantolaitokset kaikessa työssä, jossa kosketellaan toiminnallista turvallisuutta, viittaamaan tähän standardiin ja käyttämään sen menetelmiä. Tämä taas on johtanut jonkinlaiseen epäselvyyteen toteutustavoissa ja toiminnallisen turvallisuuden käsittelyssä.

Suosituksessa on pyritty käsittelemään laitteistoratkaisuja niin valintojen kuin asennusten osalta ja siten luomaan soveltajalle mahdollisimman selkeä kuva toteutuksesta. Siihen täyttääkö valitut laiteratkaisut mittausten ja ohjausten osalta kulloisenkin vaaditun eheystason, suositus ei ota kantaa. Tähän asiaan suosituksen jatkokehityksessä tullaan kiinnittämään huomiota, kun laitevalmistajilta tulevaisuudessa tullaan saamaan luotettavia vikaantumistodennäköisyyksiä enenemässä määrin. Tämä mahdollistaa kvantitatiivisen (laskennallisen) eheystasotarkastelut erilaisille laitteistoratkaisuille.

Tämä suositus on pyrkinyt esittämään selvän esimerkin ohjeistuksen ja mallidokumenttien avulla, jotta käytäntöä saataisiin jatkossa selkeytettyä sekä yhtenäistettyä. Suosituksen esittämät lukitukset, jotka työryhmä listasi mahdollisiksi TLJ:ään liitettäviksi, ovat vain mallilukituksia yhdestä kattilavaihtoehdosta. Lopullisten turvalukitusten määrittäminen tulee aina perustua vaara- ja riskianalyysiin, jossa tulee ottaa huomioon tapauskohtaisesti käytettävät laite- ja prosessiratkaisut sekä ympäristötekijät kuten sijainti, liikkuminen ja muut vieraat laitteet.

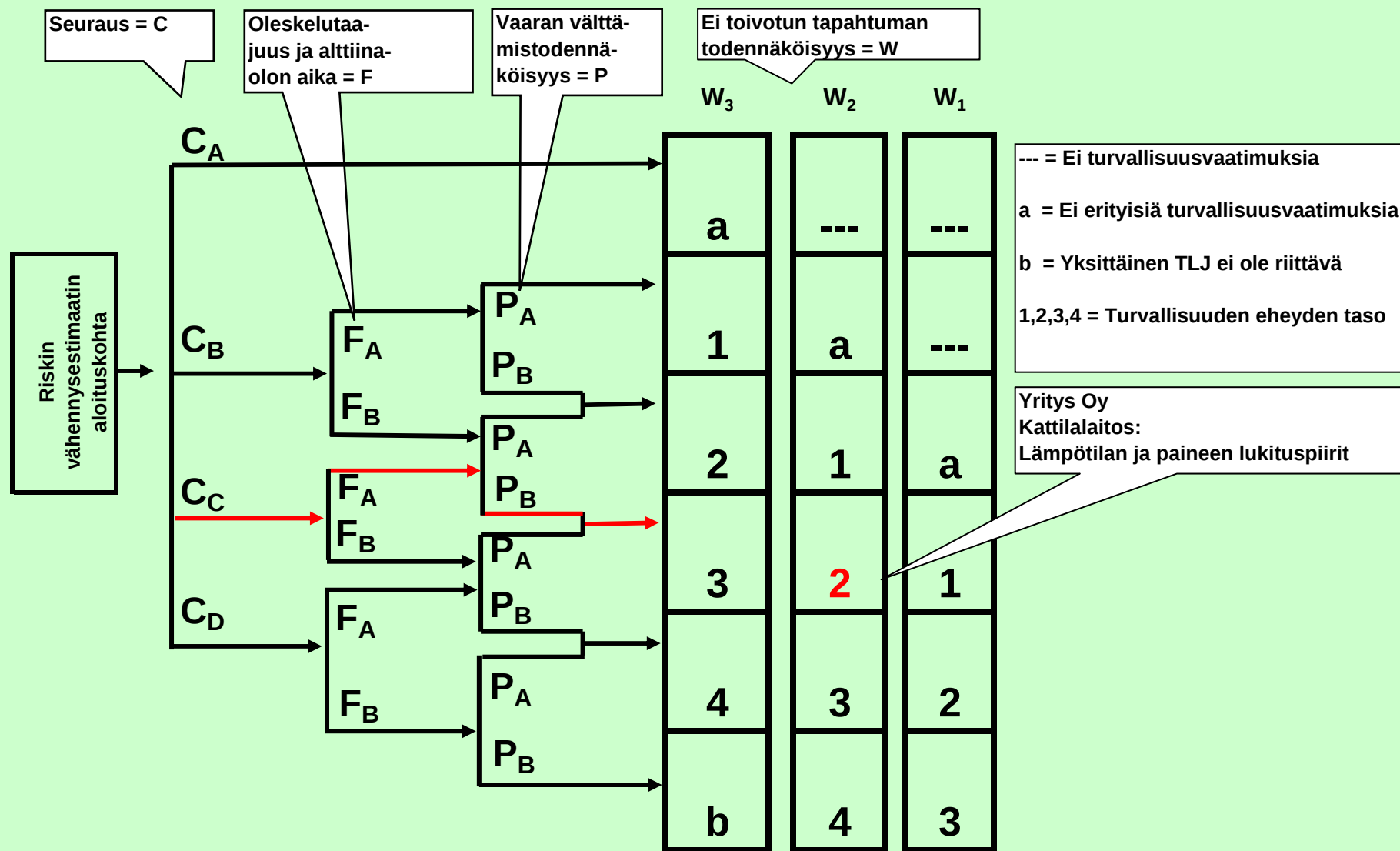
Mallidokumenteissa, testausohje- ja testauspöytäkirjamalleissa on lähdetty siitä, että soveltajalla olisi mahdollisimman hyvä lähtökohta toteuttaa tarvittavat dokumentit. Päämääränä olisi, että dokumentit ja ohjeet selkeydellään ja yhtenäisyydellään mahdollistaisi käytön ja kunnossapidon tehokkaan toiminnan käynninaikaisissa toiminnoissa ja määräaikaistestauksissa.

Soodakattila on ohjeistettu monin eri tavoin. Turva-automaation toteutus ja käyttö vaatii oman suosituksensa, jotta selvyys ja yhtenäisyys saataisiin hyvälle tasolle. Suositus on saanut jo tekovaiheessa eritahoilta mm. viranomaisten puolelta innostuneen ja kannustavan vastaanoton. Tätä tulee hyödyntää ja pitää aktiivisena suosituksen jatkokehitys, jotta se palvelisi tulevaisuudessa mahdollisimman hyvin sitä tehtävää, johon työryhmä on sen luonut.

LIITE 1

YLEINEN RISKIGRAAFI

Yleinen riskigraafi (IEC 61508-5)



YLEISEN RISKIGRAAFIN KALIBROINTI TLJ:n EHEYSTASON MÄÄRITTÄMISEKSI

Kohde:

Riskiparametrit	Luokittelu
Seuraus (C)	
C _A	Ohimenevä tapaturma tai sairaus
C _B	Vammutuminen, pysyvä vamma tai sairaus, ei vaikutusta työkykyyn
C _C	Kuolemantapaus tai muutama vakava vamma (< 5), työkyvyn menetys
C _D	Useampi kuollut tai useita vakavia vammoja (> 5).
Oleskeluaika (F)	
F _A	Oleskeluaika käyttöjakson aikana vaara-alueella 10 % tai alle
F _B	Oleskeluaika käyttöjakson aikana vaara-alueella yli 10 %
Välttämistodennäköisyys (P)	
P _A	Valitaan kun kaikki seuraava toteutuu: * Järjestelmä varoittaa operaattoria että TLJ on epäkunnossa * Riippumattomia laitteita vaarattomaan alasajoon on olemassa tai laitteita jotka sallivat kaikkien henkilöiden siirtymisen turvalliseen tilaan * Aika operaattorin varoittamisen ja vaarallisen tapahtuman välillä ylittää yhden tunnin
P _B	Valitaan, jos kaikki edellä mainitut ehdot eivät toteudu
Ei toivotun tapahtuman todennäköisyys (W)	
W ₁	Todennäköisyys alle 0,03 vuodessa (tapahtumaväli > 33 vuotta)
W ₂	Todennäköisyys 0,3 - 0,03 vuodessa (tapahtumaväli > 3 - 33 vuotta)
W ₃	Todennäköisyys 3 - 0,3 vuodessa (tapahtumaväli 4 kk - 3 vuotta)

KOHDE :

n:o	Käsiteltävät ongelmat / Vaaratilanne	Syy vaaratilanteeseen	Seuraukset	Vaaran ehkäisy / varotoimet - nykyiset varotoimenpiteet → ehdotetut varotoimenpiteet	C	F	P	W	O/ Y	TET	V 1234
1 1	Raakavesisäiliö	Säiliöön mentäessä kuuma vesi tulee päälle	Pieni henkilö- vahingon vaara	Työlupamenettely / säiliötyöohjeet	1	-	-	1		-	
2 12	Savukanavan pellit (1 kpl 2-osainen pelti)	Peltien kiinni meneminen -lukituspultit pettää	Tulipesän paine nousee liikaa - räjähdysluukut aukeaa - henkilövahingot mahdollisia	→ Pellistä rajakytkintiedon tuominen ohjaamoon Tulipesästä on useita P-mittauksia, muttei kattila- tai poltinsuojassa (paine kytkintieto on suojassa) → lukitukset tarkistettava	2	b	b	2		2	
2 32	Tulipesäräjähdys (varsinkin käynnistyksen yhteydessä) Väärä Ilma/öljysuhde	- Liikaa polttoainetta tulipesään -suuttimet vuotaa käynnistettävään kylmään pesään (ei petiä) -polttimen huono toiminta - Liikaa ilmaa / hajotushöyryä - epäonnistuneet sytytykset	(öljyä kertyy kattilaan) Kattilaräjähdys - henkilö ja omai- suus vahingot	- Automaatio säätää suhdetta. - Seuranta käynnistyksen yhteydessä → Ylösajo-ohjeeseen liittyvän tarkistuslistan tekeminen - tuuletuksen valvonta (TLJ) - liekin valvonta (TLJ) - heikennetty nurkka Jos ei lämpöä tarpeeksi, kattila on tuuletettava joka kerta uudelleen	3	b	b	1		2	
3 44	Tulistimen yhdysputken tukkeutuminen	Ruiskutusjäähdyttimen suoja putken irtoaminen	Ylipaine tukkeumaa edeltävissä osissa Tulistin vaurio, lieriön ylipaine / repeämä	→ TLJ:n mahdollisuus suojata selvitettävä (lieriönpaine) Lieriöstä on painehälytys → Rakenneselvitys suojaputkelle → Kunnonseuranta /endoskooppimittaus	3	b	b	1	O	2	
3 35	Kuiviin kiehuminen	Syöttövesipumpun tilatieto väärä (kontaktorilta) - vesi loppuu	Kattilavaurio /omaisuusvahinko sekä seisakki Henkilövahinko	→Tilatiedon varmistus automaatioon - Lukitusehdot 2003 → kuivakeittosuojan toiminta Pumpun vikaantuessa automaatio huolehtii varapumpun käyttöön ottamisesta	2	b	a	2		1	

C=vaarallisen tapahtuman seuraus (henkilövahingot) 1=pieni henkilövahinko, 2= vakava vamma yhdelle tai useammalle / yksi kuolee, 3= kaksi kuolee, 4=useita kuolee ; F=oleskelutaajuus /alttiina olo aika (a <0,1 tai b >0.1)

P=välttämistodennäköisyys (a =muuta laitteita varoittamaan ja ohjaamaan sekä aika toimia >1h eli vaaratilanne kehittyy hitaasti , muulloin b) ; W=vaade taajuus 1 = <1/30a (0,03) ; 2 = n.1/30a (0,3-0,03); 3 = n.1/3a (3-0,3) ; (jos suurempi, on käsiteltävä eri menetelmillä)

O=omaisuus, Y= ympäristö, V Vastuu ja kiireellisyys : 1=välittömästi korjattavat ongelmat, 2=seuraavan vuoden aikana 3=tulevina vuosina, 4=ei välttämättä

TULIPESÄN KEKO

**Kari Saviharju
Petri Pynnönen
Andritz Oy**



Soodakattilan keon hallinta

Soodakattilayhdistys, konemestaripäivä, 23.1.2003

Kari Saviharju, Petri Pynnönen

Soodakattilan keon hallinta on soodakattilan virityksen ja ajon vaativia osia. Keon ei tarvitse enää nykyisillä kuiva-ainetasoilla, pesän kuormituksilla ja polttotekniikoilla olla hirmuisen suuri, koska keko on sisältä 150-250 astetta kylmempi kuin pintaosastaan. Keon hallinta heijastelee polton hallintaa; pisarat pitää saada poltettua lennossa ja keossa, ei enää seinillä. Edelleen koksi, joka on puolet mustalipeän palavasta aineosasta, pitäisi pystyä polttamaan lipeäruiskujen alla. Pienet pisarat tietenkin karkaavat alapesästä ylöspäin suuntautuvien virtausten johdosta, mutta koska niiden palamisaika on lyhyt, ei niistä synny kohtuutonta carry-overia. Määrät tietenkin kasvavat kuormien eli virtausnopeuksien kasvun myötä. Keon hallinnan välineet ovat lipeän ruiskutus ja ilmojen syöttö sekä jako; olevien kattiloiden välillä on tässä suhteessa merkittäviä eroja ja erilaisilla ilmajärjestelmillä varustetut kattilat käyttäytyvät erilailla, vaatien erilaisia ajotapoja ja ajoparametrejä.

Lipeä on osaltaan avainasemassa; mikä on kuiva-aine, viskositeetti, paisumis- ja palamisominaisuudet. Ajajan kannalta pesästä saatava kuvallinen informaatio on ratkaisevan tärkeää; yllättävään muutokseen keon käyttäytymisessä pitää puuttua nopeasti, tuolloin ei hevin tule työläitä yllätyksiä. Nykyaikaiset kamerat antavat hyviä tulipesäkuvia, mutta vaativat huoltoa.

Kemikaalien talteenoton kannalta reduktio ja viherlipeän sakka ovat oleellisia tekijöitä; molempiin alapesän hallinta vaikuttaa oleellisesti. Tärkeää siellä on kohtuullinen lämpötila ja hyvä koksipeitto jottei sula-altaat joudu ilman huuhtelemaksi. Kattilapaineiden ja rasitusten kasvaessa korroosioriski on entistä suurempi ja vaikuttaa oikeiden rakenneratkaisujen ja oikean ajotavan valintaan. Maksimi pohjakuormat alkavat olla 4 MW/m² luokkaa joten myös pohjaa on suojattava liialliselta lämpörasitukselta jähmettyneen sulan ja koksipeiton avulla.

Keon toimintaan liittyvistä haasteista eräs vaikeimmista on seinille ruiskutuksen estäminen, erityisesti pienissä kattiloissa. Putoavat kertymät heiluttavat sulavirtauksia, aiheuttavat työolosuhteille turhaa rasitetta ja lisäävät hiilisakkaa viherlipeässä.

Seuraavassa tarkastellaan keon käyttäytymistä eräässä esimerkkitapauksessa, jossa vertikaali-ilmajärjestelmällä varustettua kattilaa viritettiin, käydään läpi eräitä pisaroiden käyttäytymiseen liittyviä piirteitä, sekä yleensä alapesän toimintaa.

Keon hallinta, vaikutus

- Ajettavuus yleensä
- Pesän kapasiteetti
- Reduktioaste
- Viherlipeän sakka
- Päästöt
- Likaantuminen
- Korroosio

Ajettavuus yleensä

- Mustalipeän palavasta aineksesta karkeasti puolet on koksia pyrolyysin jälkeen, minkä pitäisi palaa ruiskujen alapuolella. Pienet pisarat tosin karkaavat pystyvirtausten mukana ja palavat nopeasti lennossa (jos kattilassa on asianmukainen ilmajärjestelmä ja asetukset)
- Keon pitää olla stabiili, eikä se saa kiivetä seinille
- Reduktio ei vaadi kuumassa pesässä pitkää viiveaikaa; isoja kekoja ei tarvita, kylläkin hyvä peitto. Ison keon sisus on lähinnä varasto
- Koksistakin merkittävä osa palaa lennossa, mutta suurilla pisaroilla voi olla vielä seinien lähellä runsaasti massaa suhteessa lento-ominaisuuksiin ja ne voivat päätyä seinille
- Lipeää ei ruiskuteta seinille, joilta se ajoittain romahtaa ja aiheuttaa esteitä sulan virtauksille, sekä sulan epätasaista ulostuloa (ml. roiskeet ja pahimmissa tapauksissa jopa räjähdykset)

Ajettavuus yleensä, jatkoa

- Lipeän ominaisuuksien vaihtelu vaikuttaa lipeän ruiskutukseen ja alapesän toimintaan ja sitä kautta kekkoon. Vaihtelu pitäisi minimoida ja ainakin ennakoida / tunnistaa:
 - Keitto
 - Kuiva-aine
 - Suovan läsnäolo
 - Viskositeetti
 - Tuhkan lisäys ja sen tasaisuus
 - Make-up kemikaalien syöttö

Esimerkki viritystapauksesta

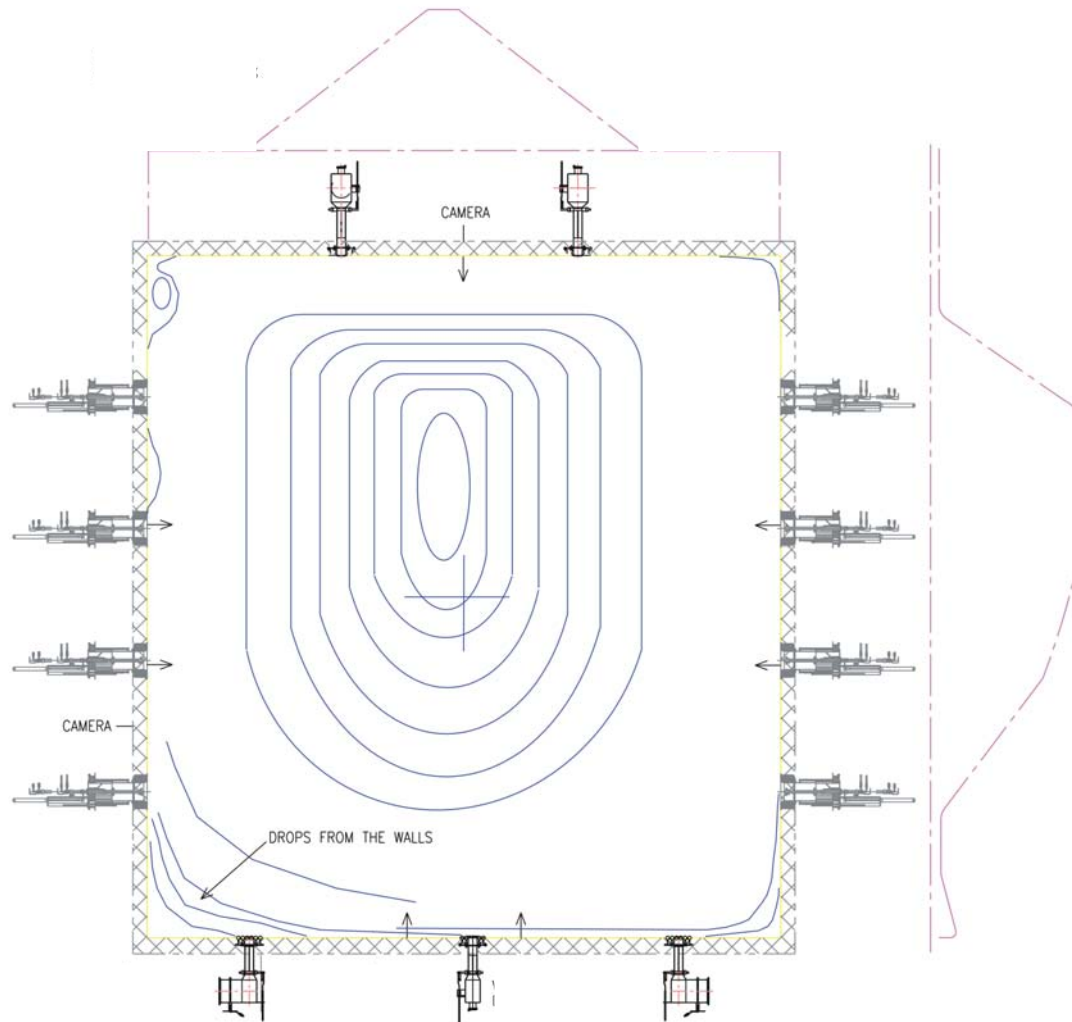
■ Seuraavassa esimerkissä

- Normaalisti harjuminen keko, joka ulottuu primääri- ja sekundääritasojen puoleen väliin. Seinien lähellä on tässä noin 2 m leveä tasainen, koksen peittämä kuja (katso oheisista kuvista primääriaukkojen ym. korot suhteessa “kujaan” .Seinille ei ruiskuteta paitsi yhteen nurkkaan
- Keko ajettu pieneksi
- Alkaa kasvaa yht’äkkiä etuseinän (sulakourun vastakkaisen seinän) ruiskun vierestä. Muodostelma on lyhyt “harjanne” kun suihku alkaa osua kekoon, eikä lennä yli. Aines on paisunut, “hötöä” lipeää, josta tulee raskasta jos sen antaa olla paikallaan.
- Pienellä lipeäruiskun kulman ja lämpötilan muutoksella keko tuli nopeasti takaisin

■ Esimerkkitapauksen opetukset:

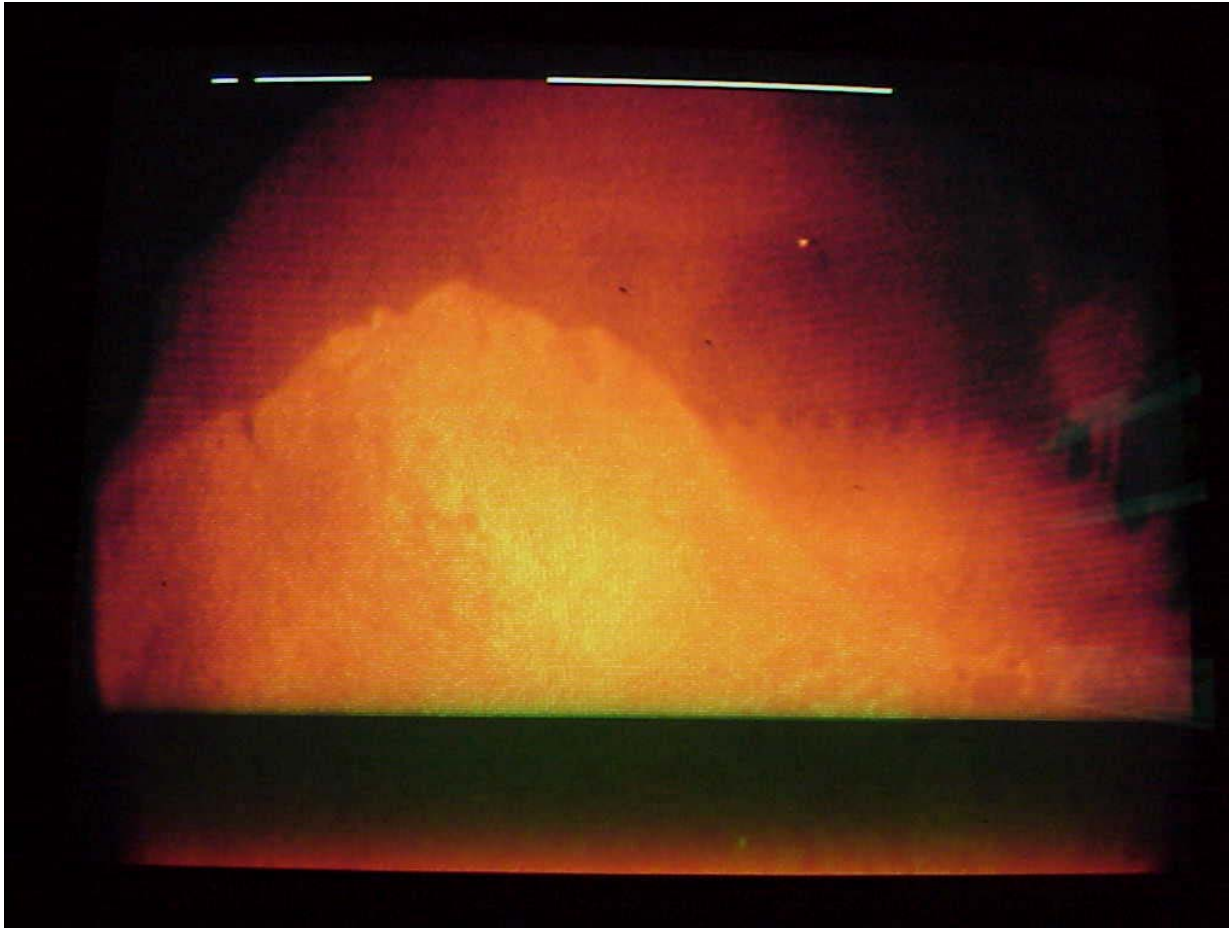
- Hyvät petikamerat, oikein sijoitettuna ovat tärkeitä
- Märkää lipeää ei saa ajaa samaan kasaan pitkään

Harjanteen muotoinen keko, lipeän syöttö nuolien kohdilta

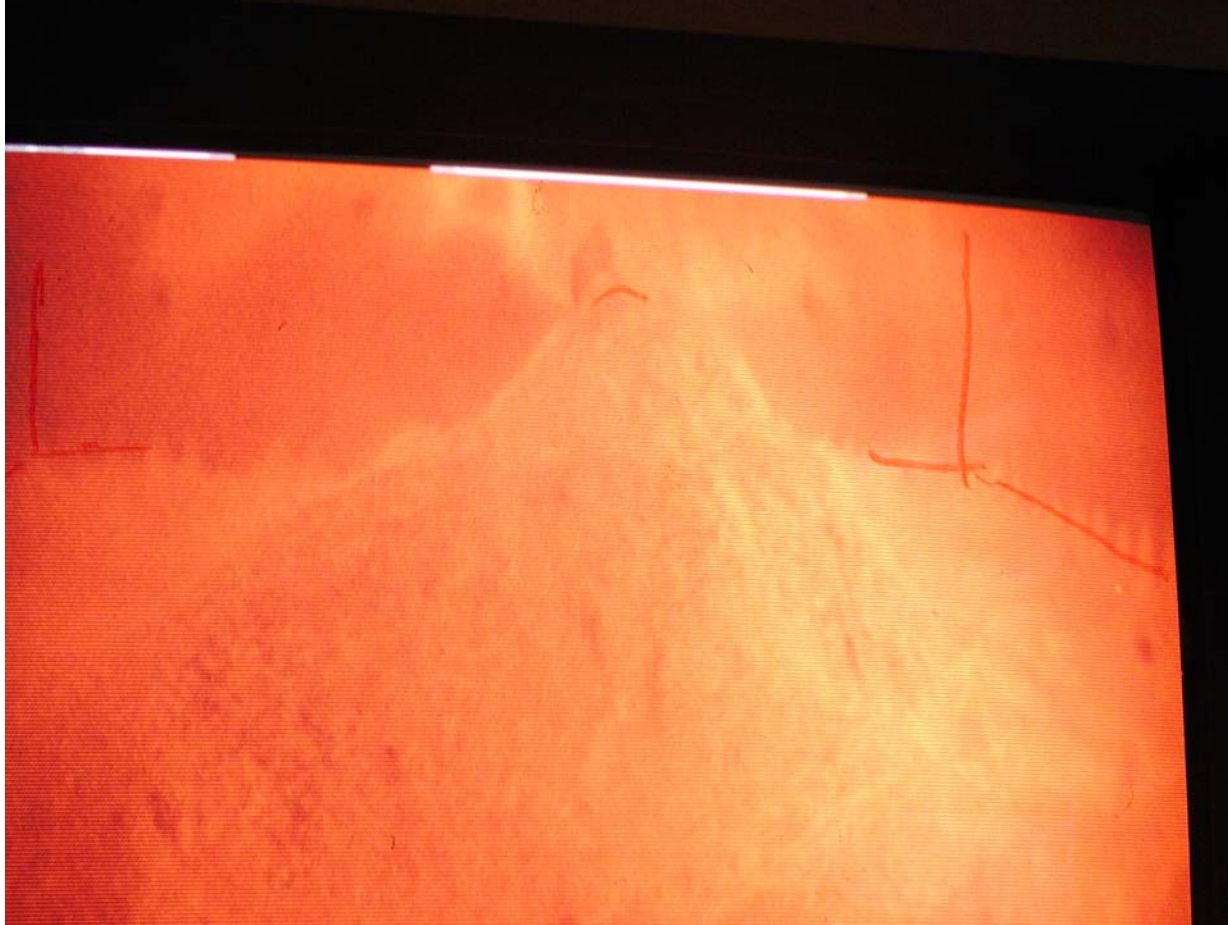


SMELT RUN					
SPOUT	1.	2.	3.	4.	5.
	20 %	70 %	100 %	100 %	100 %

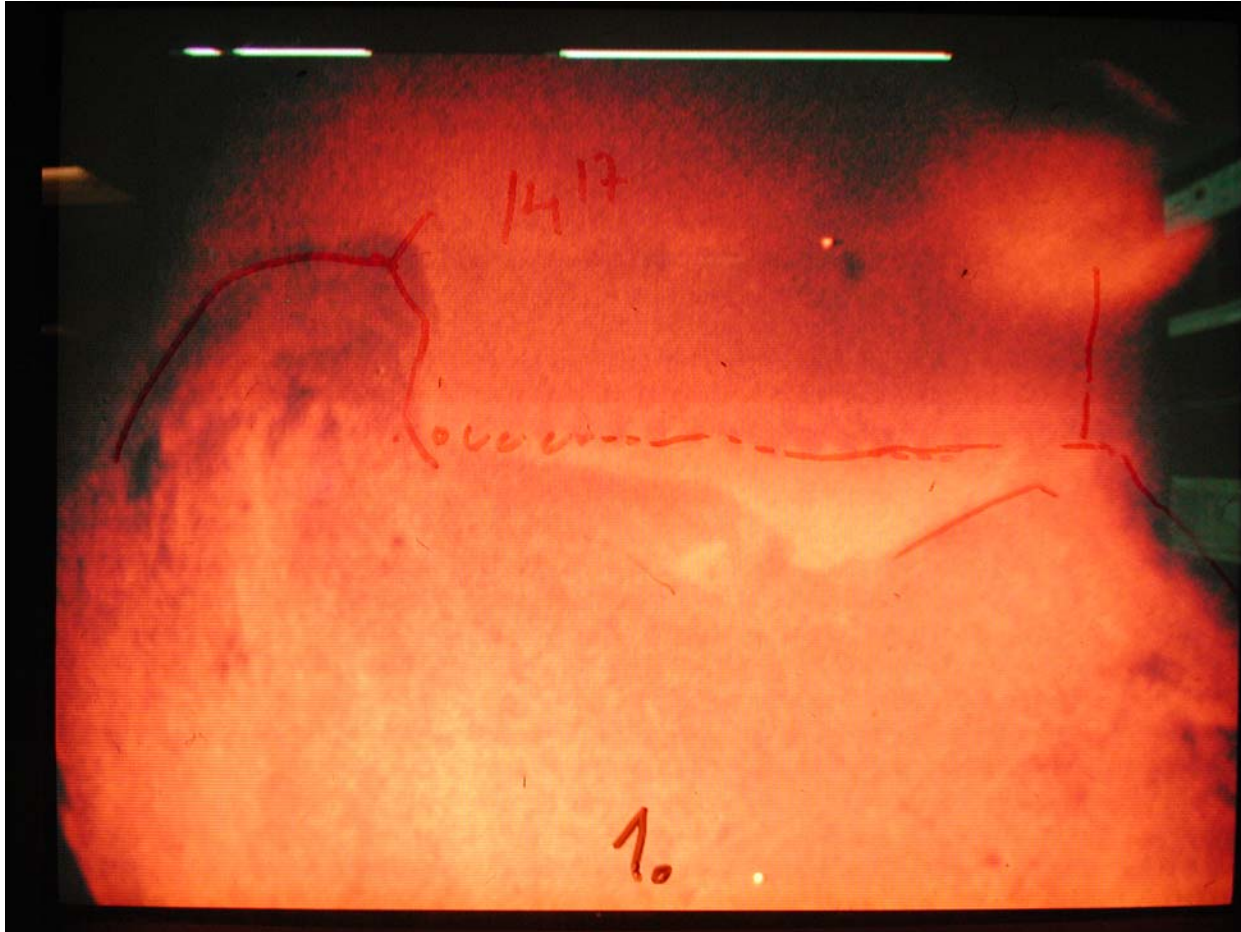
Keko 2000 tds/d kuormalla – projektiokuva sivulta



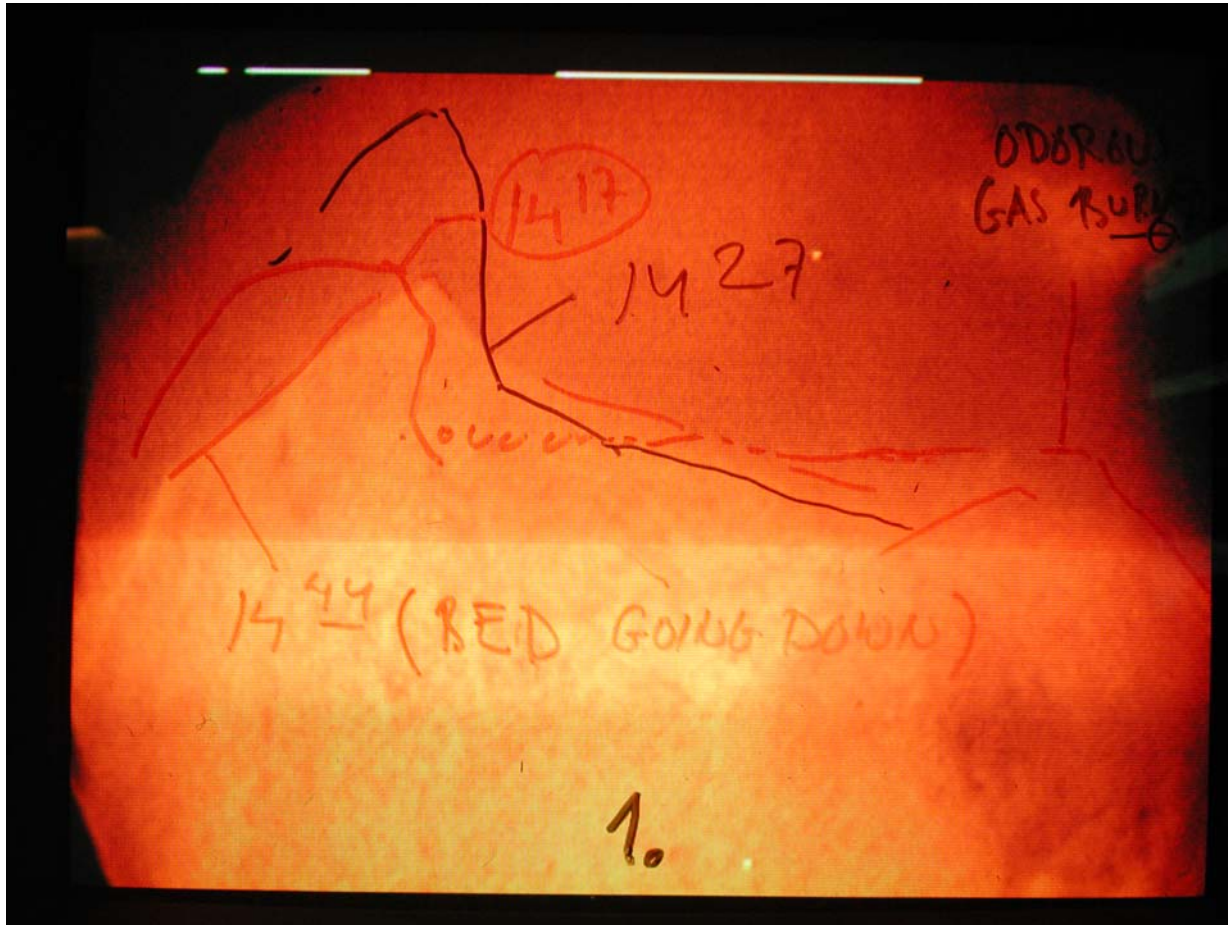
Keko 2000 tds/d kuormalla – projektiokuva etuseinältä, sularännien vastakkaiselta seinältä



Paikallinen keko, muoto vasemmalla kolmikulmainen



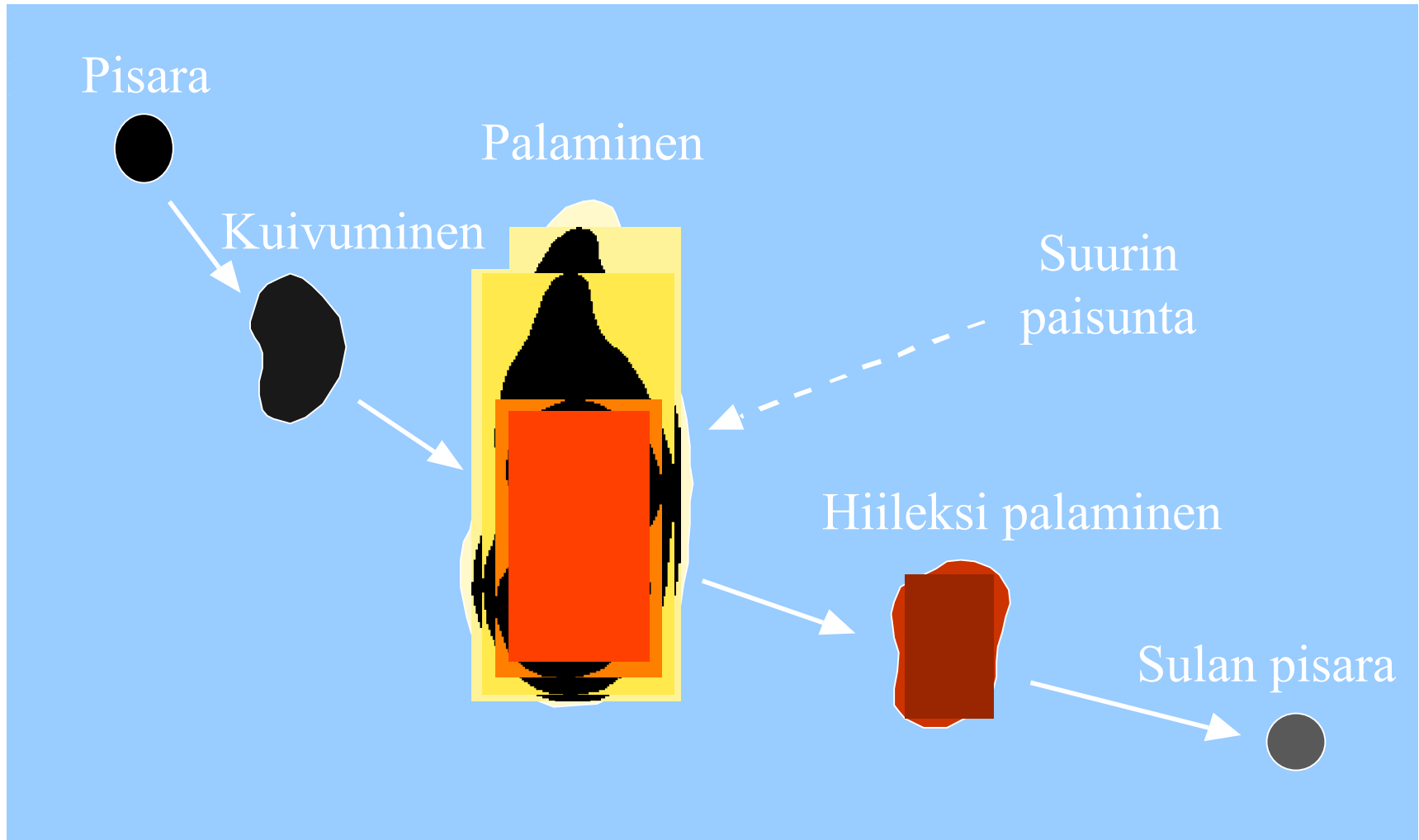
Nopeat muutokset keon korkeudessa – nopeasti muuttunut osa on paisunutta lipeää



Tärkeimmät vaikuttavat tekijät

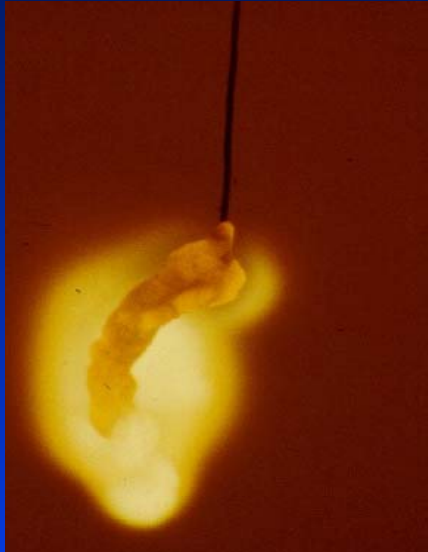
- Keon muodostumisen ja hallinnan avaintekijät ovat:
 - Lipeän ruiskutus huomioonottaen lipeän paisumis- ja palamisominaisuudet:
 - Ruiskujen paikat, mukaanlukien ruiskutustason korkeus pohjasta
 - Suihkujen nopeus ja suunta
 - Keskimääräinen pisarakoko ja sen jakautumaominaisuudet
 - Suihkujen leveys (muoto)
 - Massavirrat suuntajakautumiseen
 - Lipeän kuiva-aine (vaikuttaa paisumisen alkamiseen ja nopeuden jarruuntumiseen)
 - Paisuminen
 - Pyrolyysiin ja palamiseen tarvittava aika
 - Alapesän ilman syötöt ja niiden synnyttämät virtauskentät
 - Alapesän lämpötilajakautuma

Mustalipeäpisaran paisunta (Åbo Akademi)

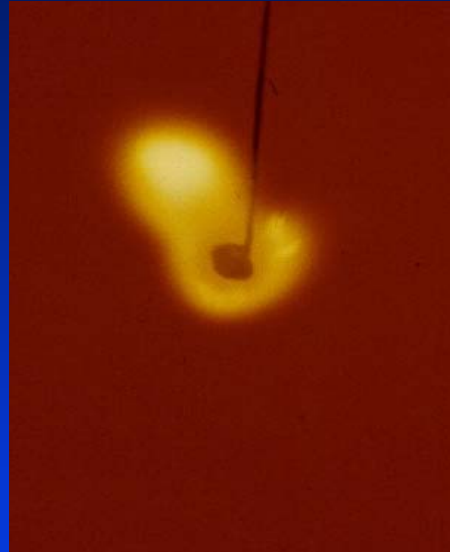


Paisuntojen maksimit (Åbo Akademi)

Lipeä A



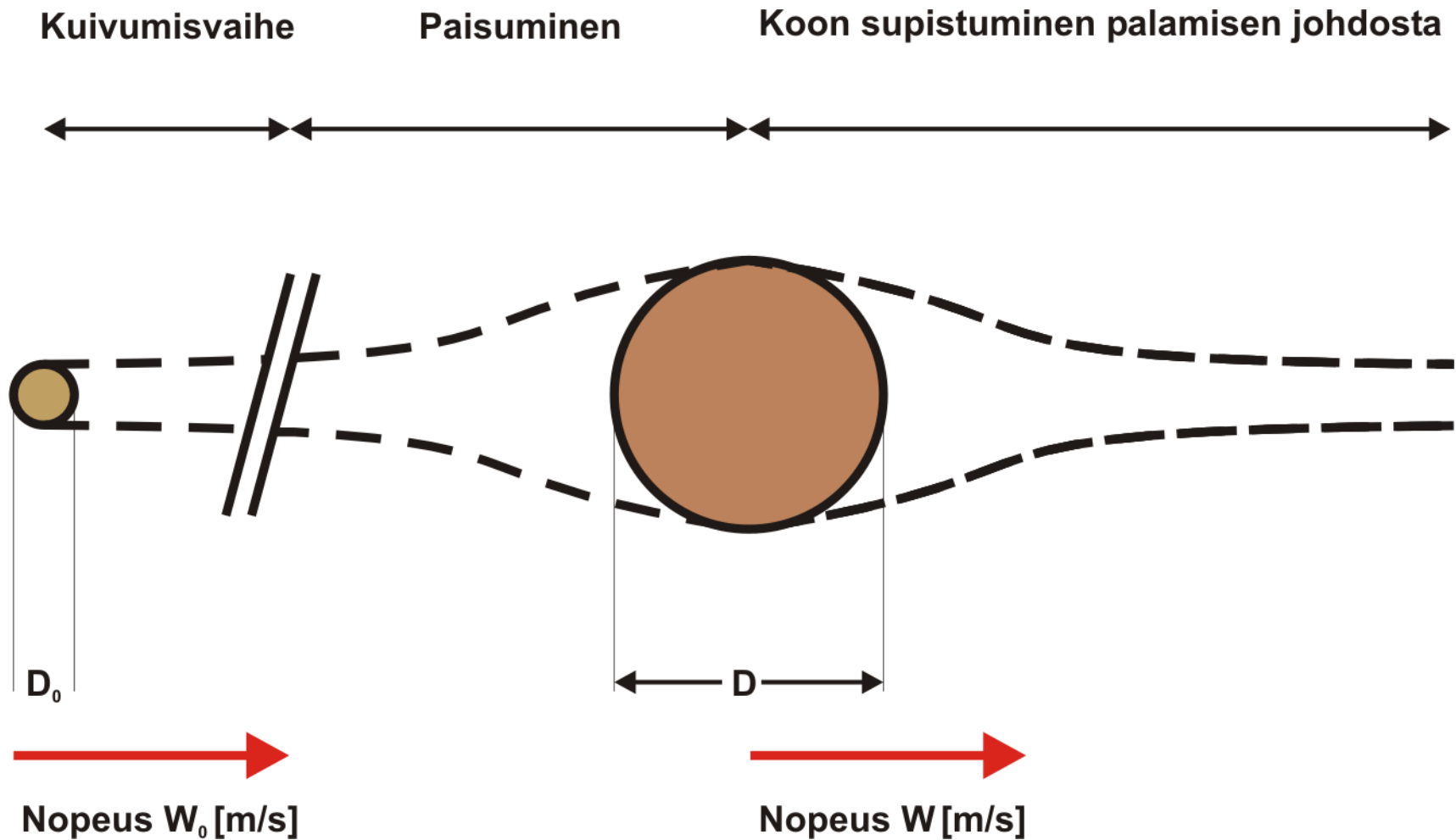
Lipeä B



Polttoliipeän palamisominaisuudet

Pisarakoko ~10 mg, 21% O ₂ , 800°C					
<u>Tehdas</u>	<u>Kuiva-aine</u> %	<u>Paisuminen</u> cm ³ /g BLS	<u>Pyrolyysiaika</u> s*	<u>Koksin pal.aika</u> s*	<u>Kokonais pal.aika</u> s*
1	78.8	14	2.9	3.6	6.5
	77.2	8	3.1	3.8	6.9
1	84.2	18	2.6	4.7	7.3
	82.5	20	2.5	4.3	6.9
2	74.3	15	2.4	3.9	6.3
	74.0	13	2.8	4.3	7.2
	76.3	21	2.1	3.9	5.9
	75.9	13	2.7	4.5	7.2
3	71.3	16	2.7	4.1	6.8
4	75.7	26	2.3	4.2	6.5
5	66.5	34	2.2	4.5	6.7
6	75.0	14	3.4	4.2	7.6
7	64.2	29	2.3 **	2.6 **	4.9 **
* normalisoitu 10 mg:aan kuiva-anetta			** ei normalisoitu		

Lipeäpisan koon muutos tulipesässä (idealisointi)



Lipeäpisaran vauhdin hidastuminen

■ Karkeasti:

- Suhteellinen nopeus $w = \text{lähtönopeus } w_0 \times \text{eksp}[-\text{matka} \times \text{paisumisindeksi potenssiin } 2/3 / \text{pisaran lähtöhalkaisija}]$
- Paisumisindeksi = pisaran tilavuus paisumisen jälkeen / alkuperäinen tilavuus

■ Esimerkki:

- 1 mm pisara lipeästä, jonka paisumisindeksi on 30, hidastuu 2 m matkalla siten että nopeudesta on jäljellä muutama prosentti
- 6 mm pisara lipeästä, jonka paisuntaindeksi on 12 (kohtuullinen, vrt. taulukko myöhemmin), hidastuu 5 m matkalla kolmanneksen ja vaaditaan 10 m jotta nopeus olisi pudonnut 40 %:iin. Käytännössä tulipesän virtauksia (ja ruiskujen suuntauksia) pitää käyttää hyödyksi näiden pisaroiden ohjailussa

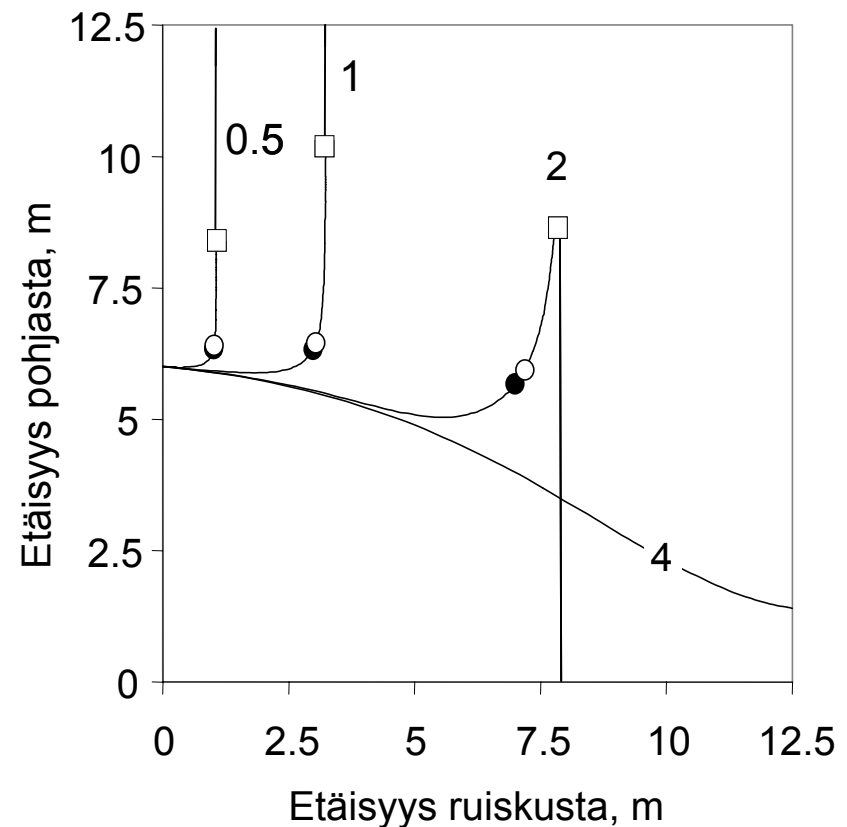
- Kun koksia palaa, kevenevät pisarat ja vauhti hidastuu helpommin

PALAMINEN LENNOSSA (Mika Järvisen väitöskirja)

Yksityiskohtainen yhden partikkelin malli implementoitiin lentoratalaskentarutiiniin kaasun nopeuden ja lämmön- sekä massansiirron vuorovaikutusten ratkaisemiseksi.

- 95 % kuivunut
- 95 % pyrolysoitunut
- hiilen palamisen päättyminen

0.5, 1, 2 ja 4 mm partikkelien lentoradat, $w_0 = 13$ m/s, 5° kallistus 27-kertainen paisunta, $w_{\text{ylös}} = 6$ m/s



Virtauskentät tulipesässä ovat monimutkaisia

- Virtauskentät tulipesissä ovat monimutkaisia ja nopeudet sekä niiden gradientit voivat olla suuria
 - Virtauskentillä on suuri vaikutus lipeäpisaroiden lentorataan
 - Pisan pitäisi olla kuivunut, pyrolysoitunut ja sopivasti koksen osalta palanut joutuessaan voimakkaisiin virtauksiin seinien lähellä
 - Märkä pisara ei seuraa kaasuvirtauksia, vaan voi ruiskuilta mennä suoraan seinille – erityisesti pienissä tulipesissä. Tämä on usein vaikea estää
 - Liian raskas, vaikka jo paisunut pisara lentää seinille voimakkaissa suunnanmuutoksissa
- Lipeäruiskujen sijoitus vaaka- ja pystysuunnassa, suhteessa virtauskenttään on ratkaisevan tärkeää, samoin itse ruiskujen tyypit ja toiminta-arvot

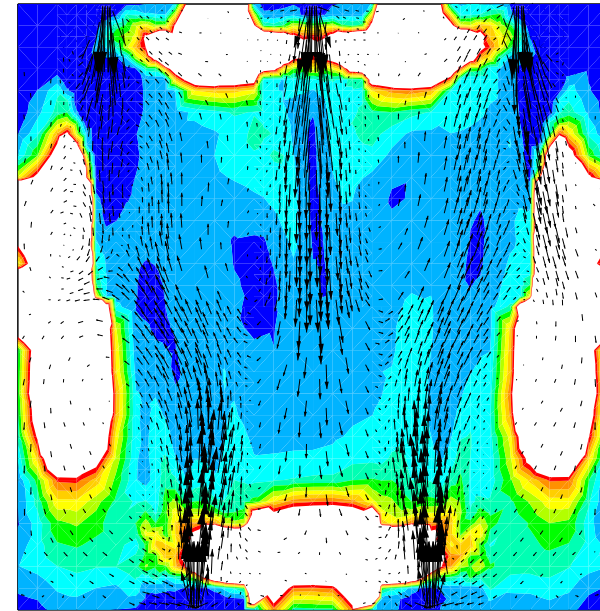
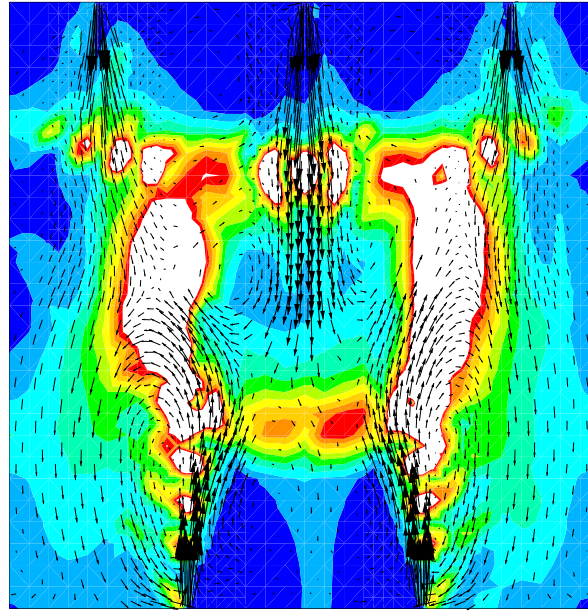
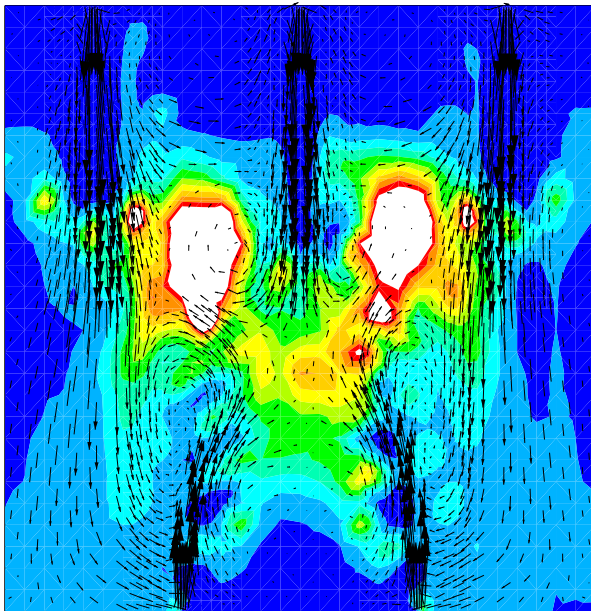
Nopeus vektorit & partikkeli konsentraatiot

(7), Case(X), Mustalipeän konsentraatio ja nopeus vektorit sekundääri-ilma tasoilla

Alin sekundääri-ilma taso

Keskimmäinen sekundääri-ilma taso

Ylin sekundääri-ilma taso

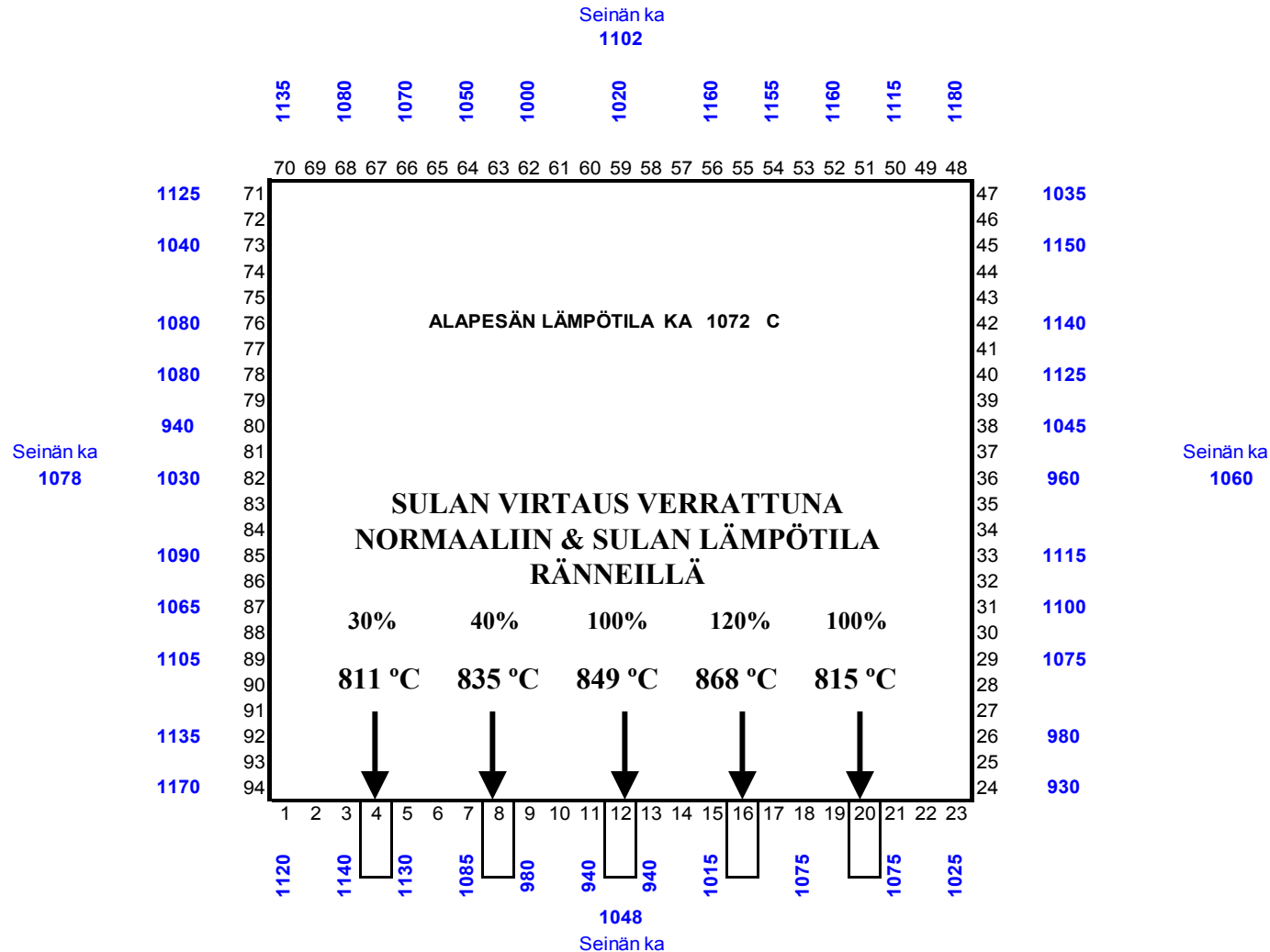


Kuvassa, konsentraatio on esitetty kymmenellä värillä 0 kg/m^3 (sininen) - 0.1 kg/m^3 (punainen).
Nopeus vektorit on esitetty kun nopeus on välillä 0 m/s - 80 m/s .

Reduktioaste

- Sulan lämpötila on tyypillisesti noin 830-870 °C , alapesän 1000-1200 °C (vrt. oheinen kalvo), joka hyvin nopeasti putoaa parisataa astetta keon pinnan sisällä
- Hyvä reduktioaste vaatii:
 - Hyvän koksipeiton pohjalle
 - Riittävän alapesän lämpötilan
- Kun lipeän kuiva-aine on nykytasoa ja lämpöarvo kohtuullinen, korkeaa kekoa ei tarvita, sillä lämpötilan nosto 850 °C:sta 1000-1100 °C:een nostaa sulfaatin reduktionopeuden hiilen kanssa 20-kertaiseksi. Toisaalta matalallakin kuiva-aineella on mahdollista saada korkea reduktioaste kun viiveaika on pitkä
- Pohjalla ei saa olla, etenkin kourujen läheisyydessä, paljaita, ilmasuihkujen huuhtomia sula-altaita

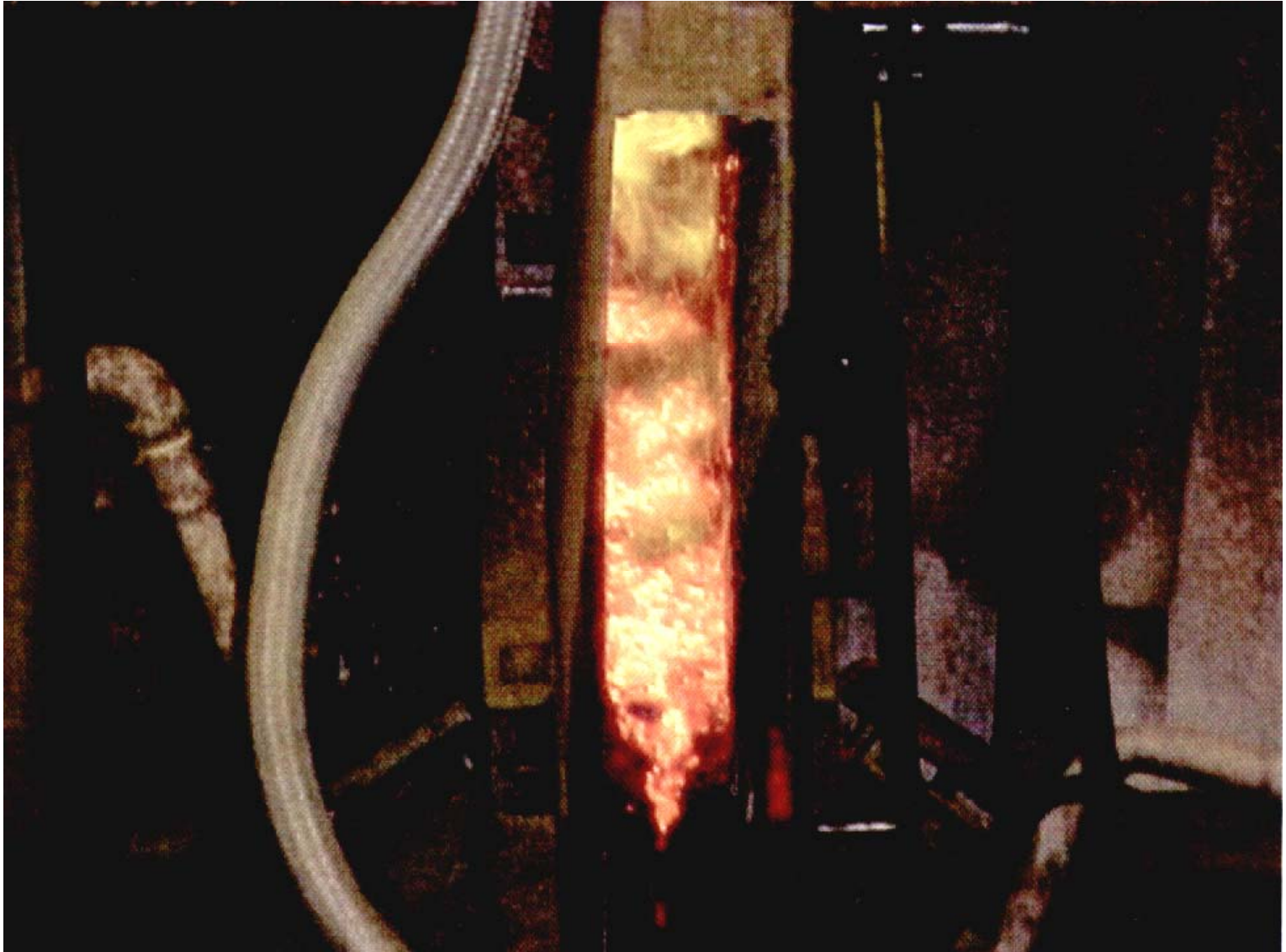
Alapesä & sula



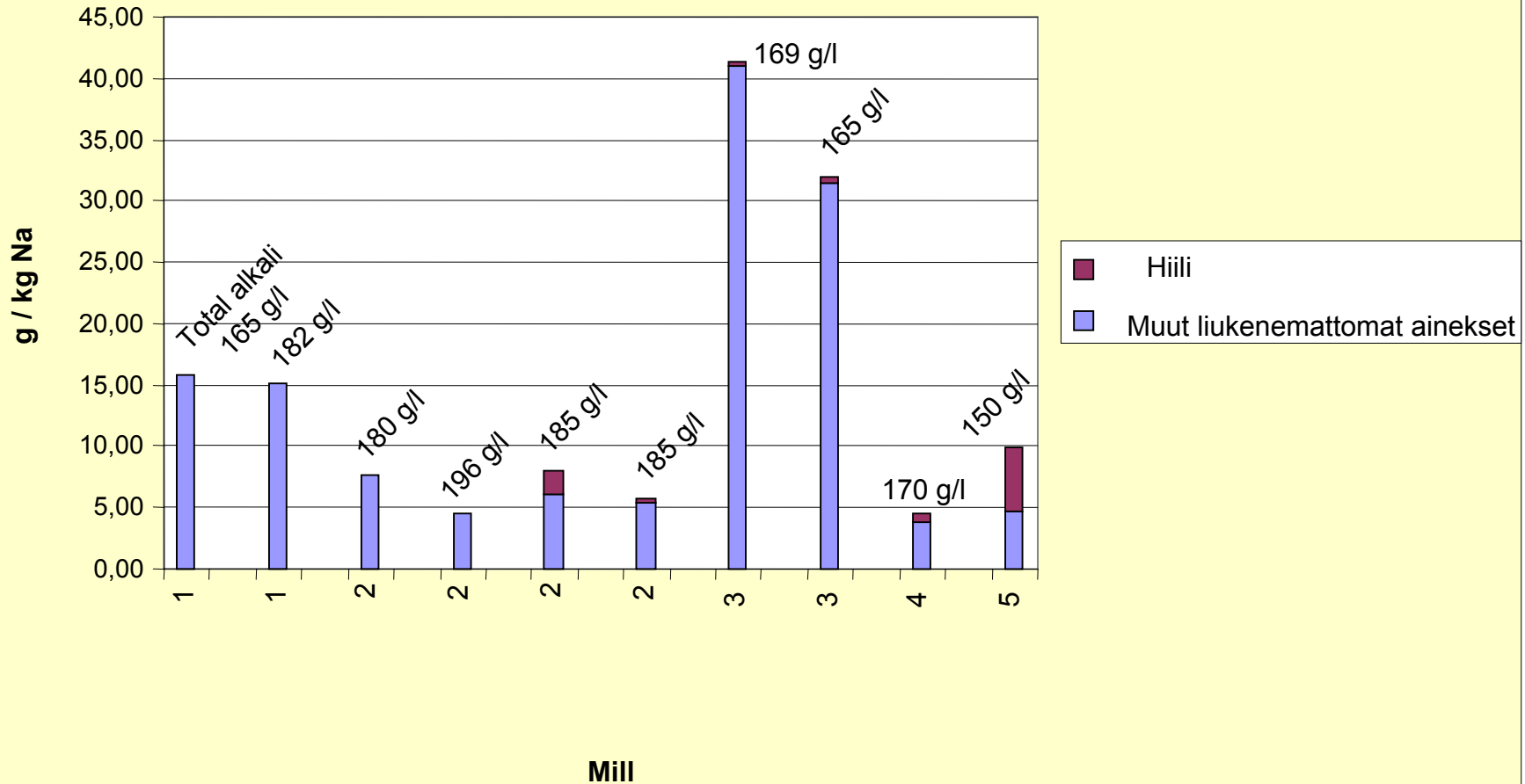
Viherlipeän sakka

- Sakka muodostuu laiha valkolipeän mukana tulevasta aineksesta, sulan mukana lipeästä tulevasta aineksesta, sekä sulan mukana tulevasta palamattomasta koksista (vrt. oheiset kalvot)
- Väkevästä viherlipeästä syntyy sakkaa, joka kiteytymisen kautta on vaikeasti pestävää
- Tyypillisesti hiilisakkaa syntyy kun:
 - Sulan tulo ei ole tasaista, esimerkiksi seiniltä tulevan aineksen johdosta
 - Syntyy aaltoilua
 - Syntyy patoja
 - Sula on tahmaa, mihin syynä ovat usein “nurkka-” tai “seinäpadot”, vrt. oheinen kalvo

Hiiltä valuu sulan mukana liuottajaan



Liukenematon aines viherlipeässä



Viherlipeä

<u>Laitos</u>	<u>Kuorma</u> tds/d (Taseesta)	<u>Liukenematon aines</u> g/l	<u>Kokonais alkali</u> <u>NaOH:na</u> g/l	<u>Hiili</u> g/kg Na
1	2906	1,50	165	0,08
	2732	1,59	182	0,08
2	2125	0,80	180	0,07
	1916	0,52	196	0,14
	2014	0,84	185	1,8
	2064	0,61	185	0,35
3	2109	4,02	169	0,33
	2393	3,03	165	0,48
4		0,44	170	0,61
5		0,86	151	5,2

Päästöt ja likaantuminen

- Korkea “tiheä” tai märkä keko vaikuttaa alapesän virtauksiin ja tätä kautta:
 - Carry-overiin
 - Alapesän lämpötilajakautumaan ja sitä kautta useisiin päästöihin, ja höyrystyvän alkalien määrään sekä rikin sidontaan
- Allasmainen, ”lainehtiva” keon osa vaikuttaa höyrystyvien alkalien ja Cl:n määriin

Korroosio

- Ensimmäinen kekon liittyvä korroosiouhka on sulan tulo aukkoihin keon kaatumisen johdosta, tai siitä syystä että keon “pinnalla” on sulaa ainesta, jota roiskuu aukkoihin.
- Yhtälailla tärkeää on olla ruiskuttamatta kovasti seinille primääriaukkojen alueella tai yläpuolelle. Vastaava negatiivinen vaikutus syntyy esimerkiksi pyöritettäessä voimakkaasti, tulipesän kaasupatsasta. Syynä negatiiviseen vaikutukseen ovat:
 - Voimakkaasti redusoivat olosuhteet
 - Ajoittain voimakas lämpövuon tiheys
 - Paikallinen vaihtelu pelkistävien ja hapettavien olosuhteiden välillä
 - Vaikutukset korostuvat kovilla pesärasituksilla ja höyrynpaineiden noustessa, erityisesti jos lipeässä on runsaasti klooria ja kaliumia
- Pohjan suojaksi tarvitaan jähmettyneen sulan lisäksi koksipeittoa

SÄHKÖNTUOTANNON KASVATTAMINEN SOODAKATTILASSA

Antti Raukola
Kvaerner Pulping Oy

SÄHKÖNTUOTANNON KASVATTAMINEN SOODAKATTILASSA

Antti Raukola

Kvaerner Pulping Oy

Konemestaripäivät 2003, Stora Enso Oyj, Oulun tehdas

TIIVISTELMÄ

Tässä esityksessä vertaillaan erilaisia tunnettuja menetelmiä sähköntuotannon kasvattamiseksi soodakattilaprosessissa. Korkeammat höyryn arvot ovat tunnetuin menetelmä korkeampaan sähköntuotantoon, mutta tässä esityksessä käydään läpi myös mustalipeän korkean kuiva-aineen, palamisilman lämpötilan, nuohoushöyryn, syöttöveden esilämmityksen, höyryn välitulistuksen sekä lauhdeturbiinin vaikutukset sähköntuotantoon. Lisäksi esitellään sähkösuotimen jälkeisen lämmöntalteenoton vaikutus.

Perustapaukseksi on valittu 4000 tka/24h soodakattila höyryn arvoilla 480°C/84bar ja vastapaineturbiini kytkennällä. Perustapauksessa mustalipeän kuiva-aine on 72%. Kattila on laskettu Aker Kvaernerin soodakattiloiden mitoitusohjelmalla. Kattilan hyötysuhdelaskenta perustuu "TAPPI performance test procedure: Sodium Base Recovery Units" ohjeeseen. Prosessihöyryjen kulutukset ovat vakioita kaikissa tapauksissa. Eri menetelmien vaikutus sähköntuotantoon esitetään askel askeleelta ensin vastapaineturbiinin kanssa ja lopuksi lauhdeturbiinin kanssa.

Tuloksista nähdään, että sähköntuotanto kasvaa noin 25 MW jos kaikkia edellä mainittuja menetelmiä käytetään. Monet menetelmistä, kuten korkea kuiva-aine, turbiinin väliotosta otettu nuohoushöyry, hieman korkeammat höyrynarvot, ovat jo käytössä nykyaikaisissa soodakattiloissa ja loput ovat tunnettua tekniikkaa voimakattiloista.

Korkeammat höyryn arvot parantavat suoraan sähköntuotannon hyötysuhdetta, mutta jos mennään yli 505°C/103 bar materiaalikysymykset nousevat merkittäviksi. Kloorin ja kalium tason rajoittamista kemikaalikierrossa saatetaan tarvita jo alhaisemmilla höyryn arvoilla.

Syöttöveden esilämmitys näyttää tämän tarkastelun perusteella varteenotettavalta vaihtoehdolta. Lisäämällä lämmöntalteenotto sähkösuotimen jälkeen voidaan savukaasujen jälkilämpö siirtää esimerkiksi palamisilmaan. Tällä kytkennällä sähköntuotanto kasvaa edelleen, jos turbiinissa on lauhdeosa.



Power Division



Sähköntuotannon kasvattaminen soodakattilassa

Antti Raukola

Konemestaripäivät 23.1.2003

AKER KVAERNERTM



☐ Johdanto

☐ Menetelmät korkeampaan sähköntuotantoon:

- ☐ Korkea mustalipeän kuiva-aine
- ☐ Palamisilman esilämmitys
- ☐ Nuohoushöyry
- ☐ Syöttöveden esilämmitys
- ☐ Höyryn paine ja lämpötila
- ☐ Höyryn välitulistus
- ☐ Lauhdeturbiini
- ☐ Lämmöntalteenotto sähkösuutimen jälkeen

☐ Loppupäätelmät

Johdanto



□ **Lämmönkulutus tehtailla vähentynyt**

→ **Ylimääräistä höyryä tarjolla**

□ **Kattiloiden kapasiteetit kasvavat**

□ **Sähkön hinta nousussa**

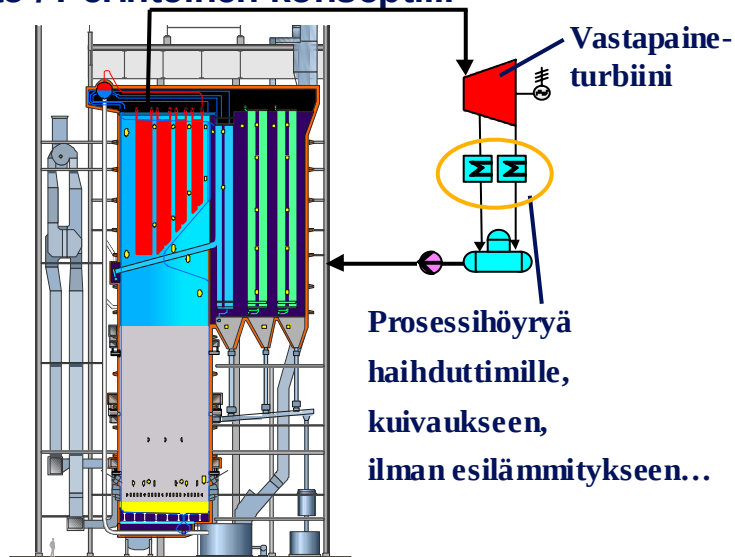
→ **Kiinnostus sähköntuotantoon kasvaa**

Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Ta mpere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Johdanto / Perinteinen konsepti...



Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Ta mpere, Finland 2003

AKER KVAERNER

...Perinteinen konsepti

Kuorma: 4000 tka/24h

Kuiva-aine: 72%

Palamisilma: 150°C (primääri & sekundääri)

Nuohoushöyry: 5 kg/s, (prim. tulistimen jälk.)

Syöttövesi: 115°C

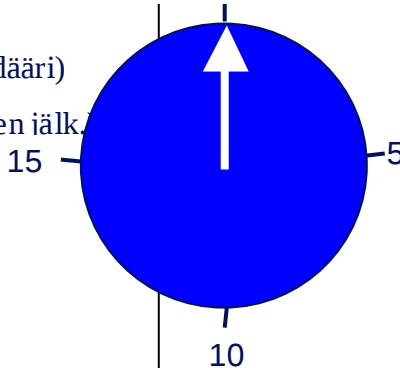
Höyry: 480°C/84 bar, 159.9 kg/s

Savukaasu: 155°C

Kattilan hyötysuhde: 64.91%

Sähköntuotto: 90.5 MW

SÄHKÖTEHON
LISÄYS
MW



Power Division

AKER KVÆRNER

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

Korkea kuiva-aine

Kuorma: 4000 tds/24h

KUIVA-AINE: 82% (72%)

Palamisilma: 150°C (primääri & sekundääri)

Nuohoushöyry: 5 kg/s, (prim. tulistimen jälk.)

Syöttövesi: 115°C

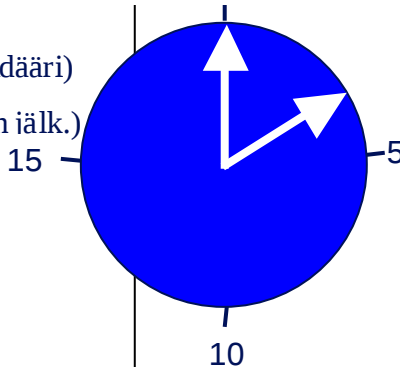
Höyry: 480°C/84 bar, 166.1 kg/s

Savukaasu: 152°C

Kattilan hyötysuhde: 67.88%

Sähköntuotto: 94.3 MW

SÄHKÖTEHON
LISÄYS
MW

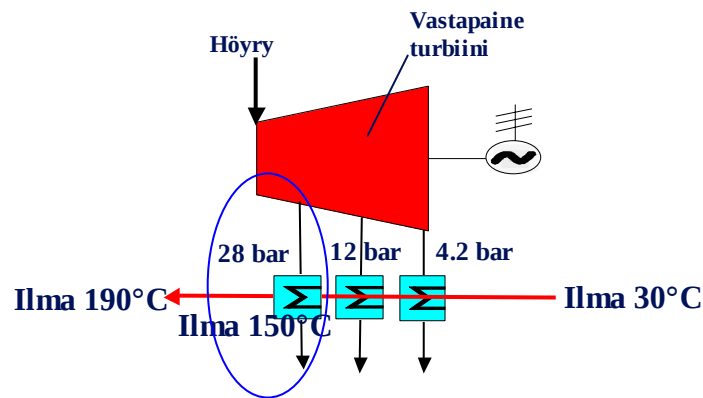


Power Division

AKER KVÆRNER

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

Palamisilman esilämmitys



Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Palamisilman esilämmitys



Kuorma: 4000 tka/24h

Kuiva-aine: 82%

PALAMISILMA: 190°C (150°C)

Nuohoushöyry: 5 kg/s, (prim. tulistimen jälk.)

Syöttövesi: 115°C

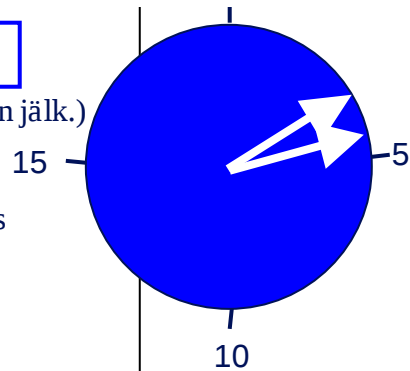
Höyry: 480°C/84 bar, 168.1 kg/s

Savukaasu: 151°C

Kattilan hyötysuhde: 68.15%

Sähköntuotto: 94.9 MW

**SÄHKÖTEHON
LISÄYS
MW**

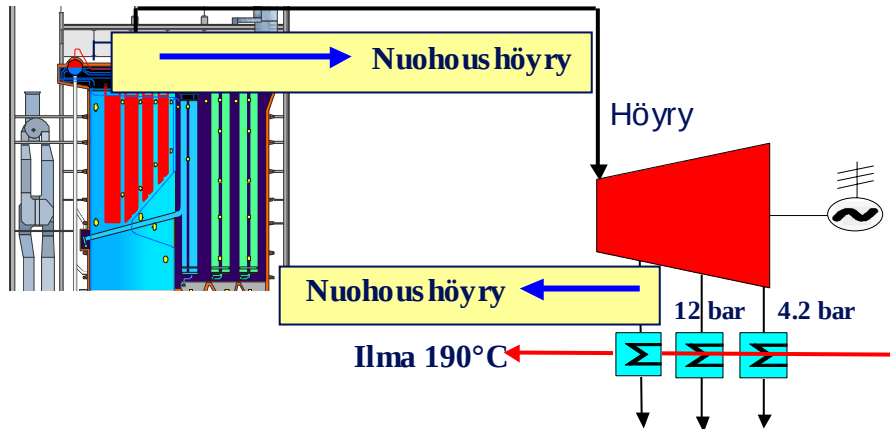


Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Nuohoushöyry



Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVÆRNER

Nuohoushöyry



Kuorma: 4000 tka/24h

Kuiva-aine: 82%

Palamisilma: 190°C

NUOHOUSHÖYRY: 5 kg/s, (turbiinilta)

Syöttövesi: 115°C

Höyry: 480°C/84 bar, 172.7 kg/s

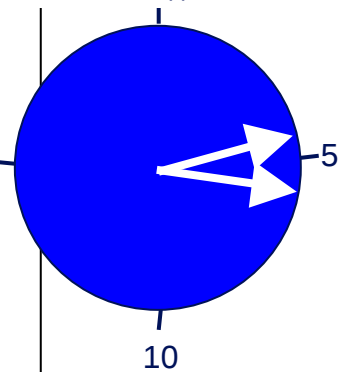
Savukaasu: 151°C

Kattilan höytysuhde: 69.95%

Sähköntuotto: 95.9 MW

**SÄHKÖTEHON
LISÄYS**

MW

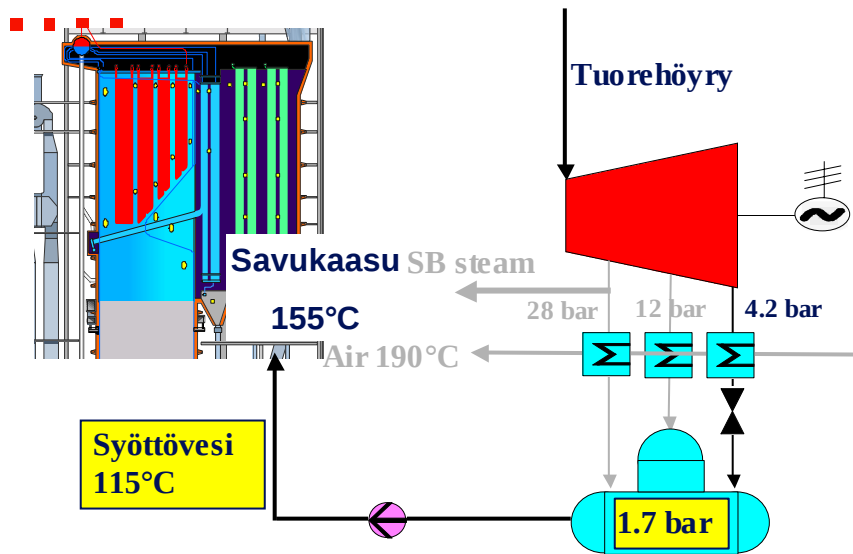


Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVÆRNER

Syöttöveden esilämmitys



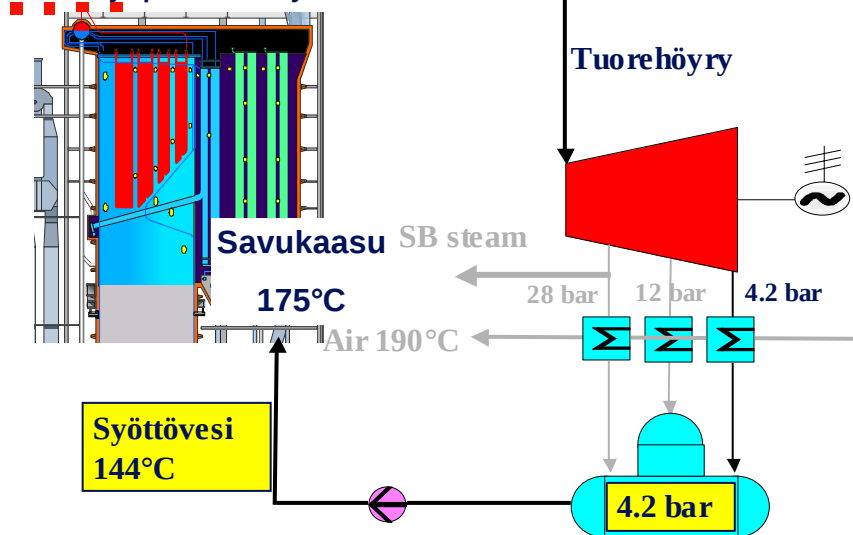
Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVÆRNER

Syöttöveden esilämmitys

Täysipaineinen syve-säiliö



Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVÆRNER

Syöttöveden esilämmitys

Täysipaineinen syve-säiliö

Kuorma: 4000 tds/24h

Kuiva-aine: 82%

Palamisilma: 190°C

Nuohoushöyry: 5 kg/s, (turbiinilta)

SYÖTTÖVESI: 144°C (115°C)

Höyry: 480°C/84 bar, 172.7 kg/s

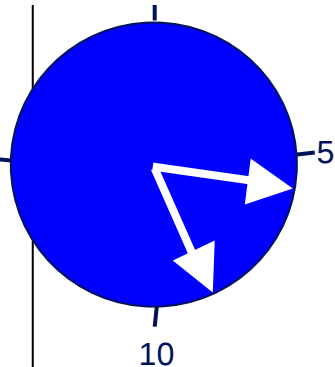
Savukaasu: 175°C

Kattilan hyötysuhde: 68.99%

Sähköntuotto: 99.0 MW

**SÄHKÖTEHON
LISÄYS**

MW



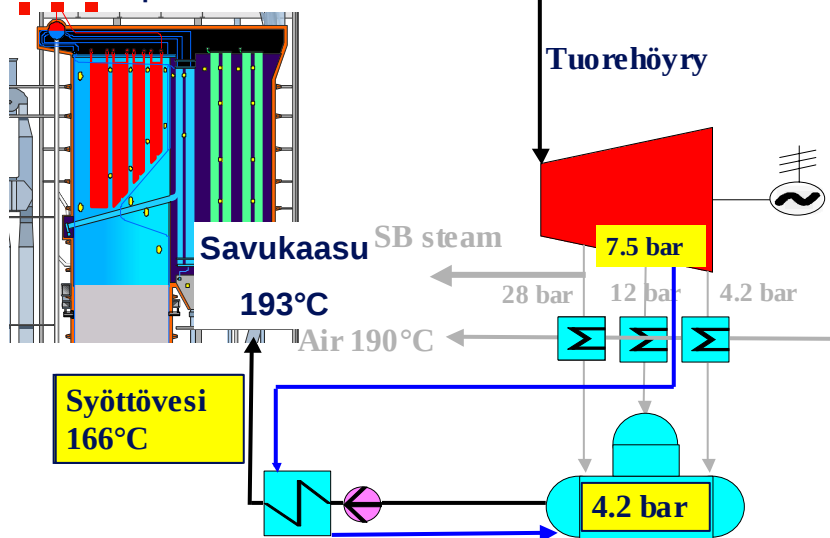
Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Ta mpere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Syöttöveden esilämmitys

Korkeapaine-esilämmitin



Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Ta mpere, Finland 2003

AKER KVAERNER

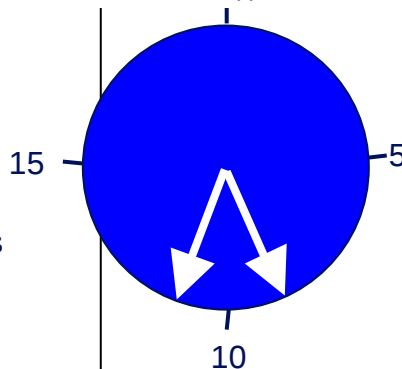
Syöttöveden esilämmitys

Korkeapaine-esilämmitin

Kuorma: 4000 tka/24h
Kuiva-aine: 82%
Palmisilma: 190°C
Nuohoushöyry: 5 kg/s, (turbiinilta)
SYÖTTÖVESI: 166°C (144°C)
Höyry: 480°C/84 bar, 182.3 kg/s
Savukaasu: 193°C
Kattilan hyötysuhde: 68.23%
Sähköntuotto: 101.0 MW

SÄHKÖTEHON
LISÄYS

MW



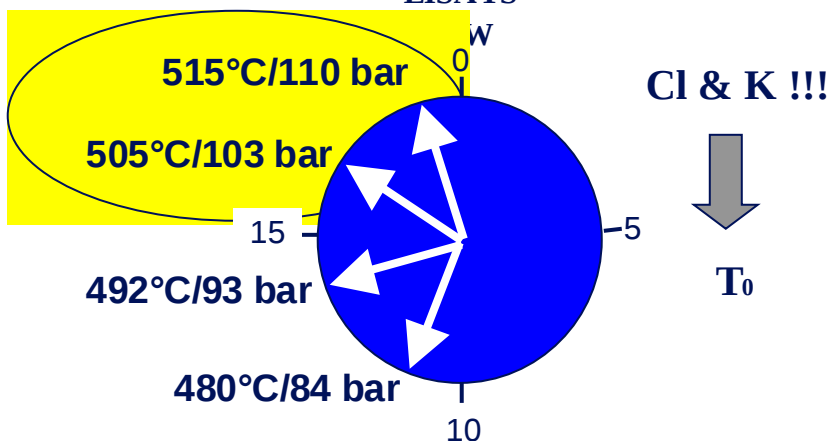
Power Division

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Höyryn paine ja lämpötila

SÄHKÖTEHON
LISÄYS

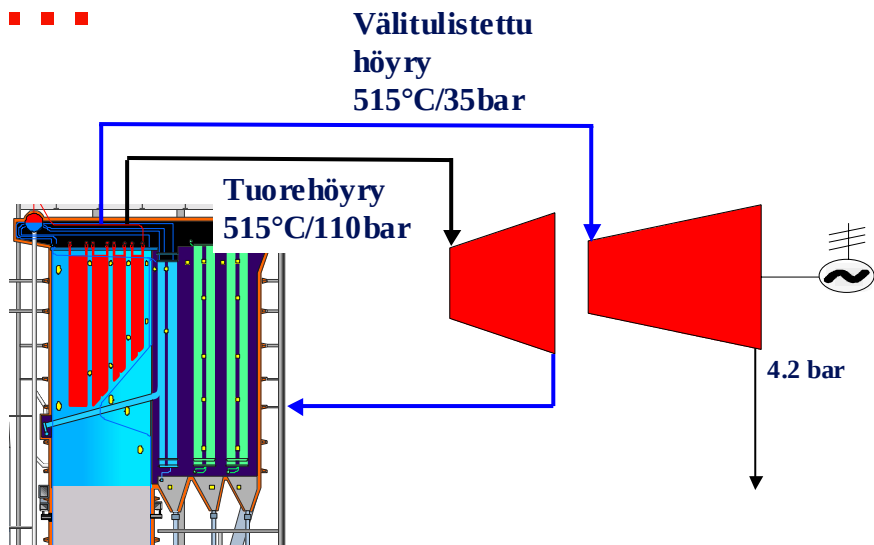


Power Division

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Höyryn välitulistus



Power Division

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

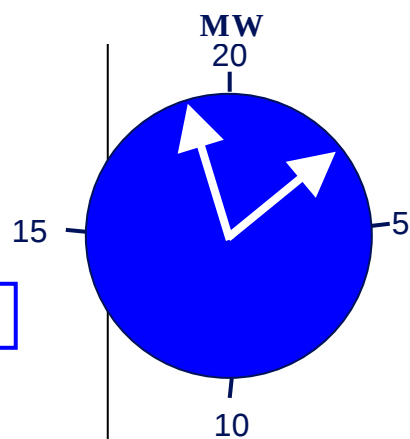
AKER KVAERNER

Höyryn välitulistus



Kuorma: 4000 tka/24h
Kuiva-aine: 82%
Palamisilma: 190°C
Nuohoushöyry: 5 kg/s, (turbiinilta)
Syöttövesi: 166°C
Höyry: 515°C/110 bar, 156.4 kg/s
VÄLITULISTUS: 515°C/35 bar
Savukaasu: 193°C
Kattilan hyötysuhde: 68.23%
Sähköntuotto: 113.4 MW

SÄHKÖTEHON LISÄYS

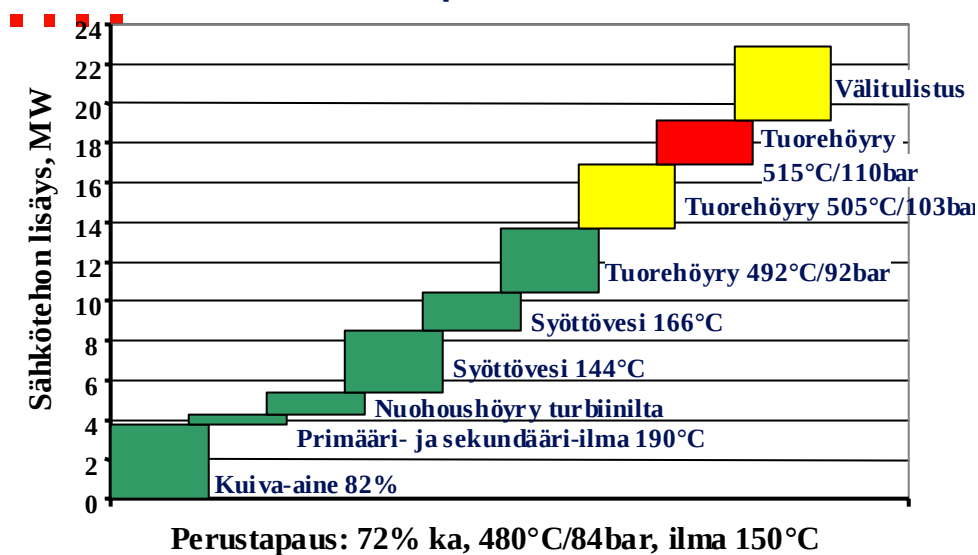


Power Division

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Yhteenveto 1 / Vastapaineturbiini

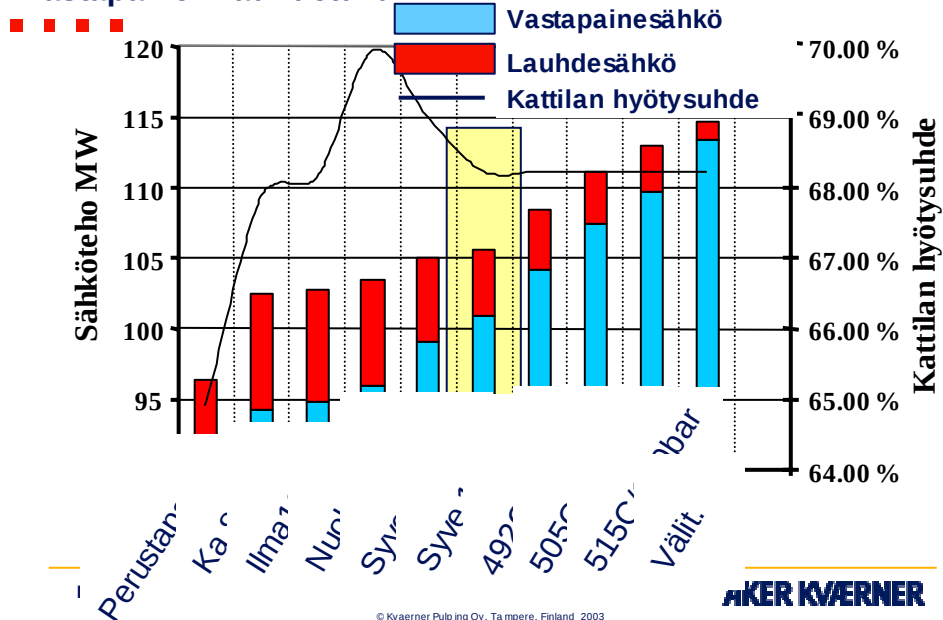


Power Division

© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

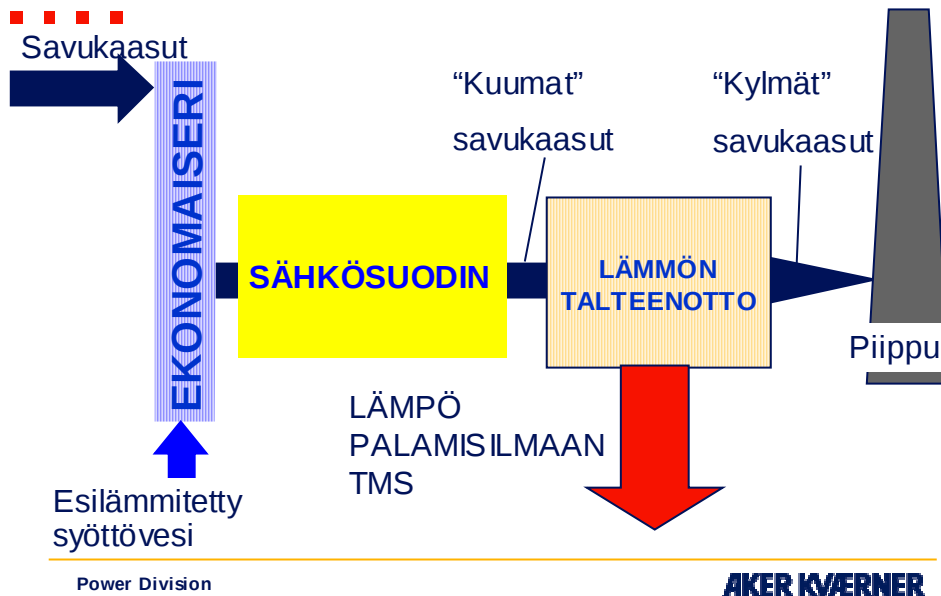
Yhteenveto 2 Vastapaine + lauhdeturbiini



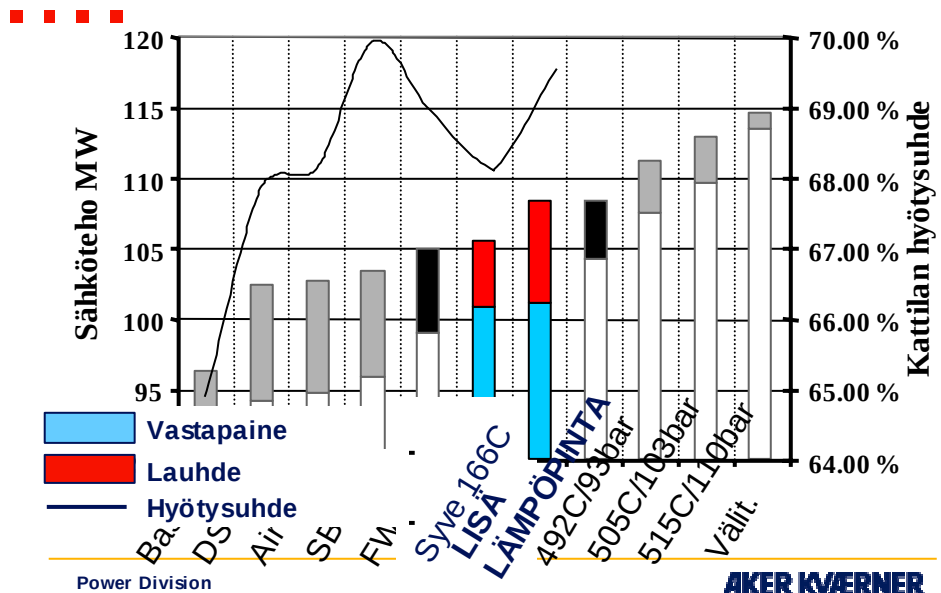
© Kvaerner Pulp Inc Oy, Tampere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Lämmön talteenotto



Lämmön talteenotto



Loppupäätelmät



☐ 25 MW (28%) sähkötehon kasvu on mahdollista saavuttaa

☐ Materiaalikysymykset tulevat merkittäviksi kun painetta ja lämpötilaa nostetaan

➔ Vaihtoehtoiset tavat?

☐ 17 MW (19%) sähkötehon kasvu saavutetaan perinteisillä voimalaitoskytkennöillä

➔ Syöttöveden esilämmitys houkuttelevin vaihtoehto

Power Division

© Kvaerner Pulp ing Oy, Ta mpere, Finland 2003

AKER KVAERNER

Ref. Raukola, A., Ruohola, T., Hakulinen, A., "Increasing Power Generation with Black Liquor Recovery Boiler", 2002 TAPPI Fall Conference, San Diego, California

MÄNTYÖLJYKEITTÄMÖPROSESSI

Markku Saari
Arizona Chemical Oy



Esitelmä konemestaripäivät
tammikuu 23. 2003

Arizona Chemical

A World of Good Ideas

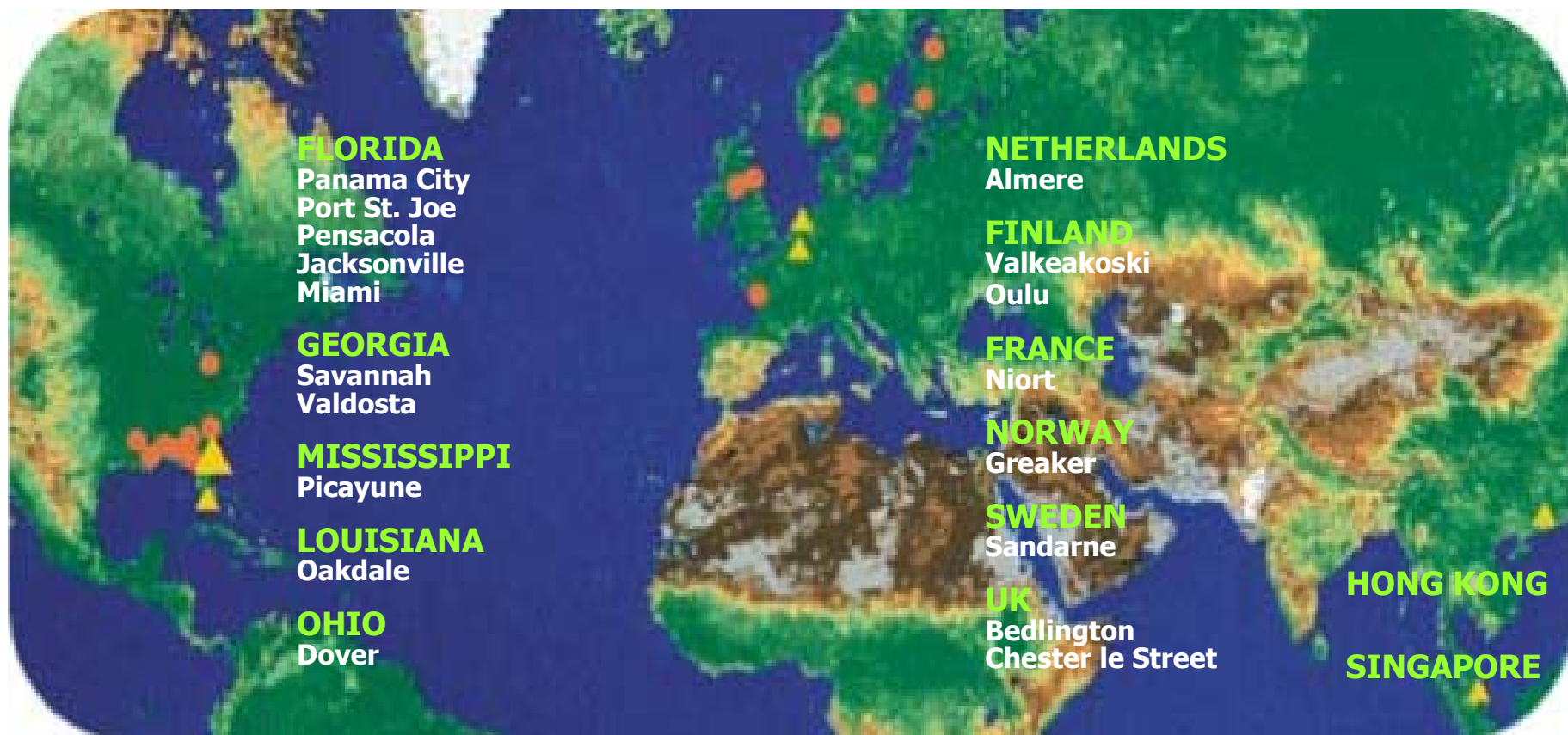


Yleistä

- Puun pihkan jalostaja
- 2000 työntekijää
- 15 tuotantopaikkakuntaa
- Omistajana International Paper
- Pääkonttori Jacksonville, Florida



Toimipisteet





Euroopan tehtaat



Greåker, Norway



Sandarne, Sweden



Oulu, Finland



Chester-le-Street, UK



Valkeakoski, Finland

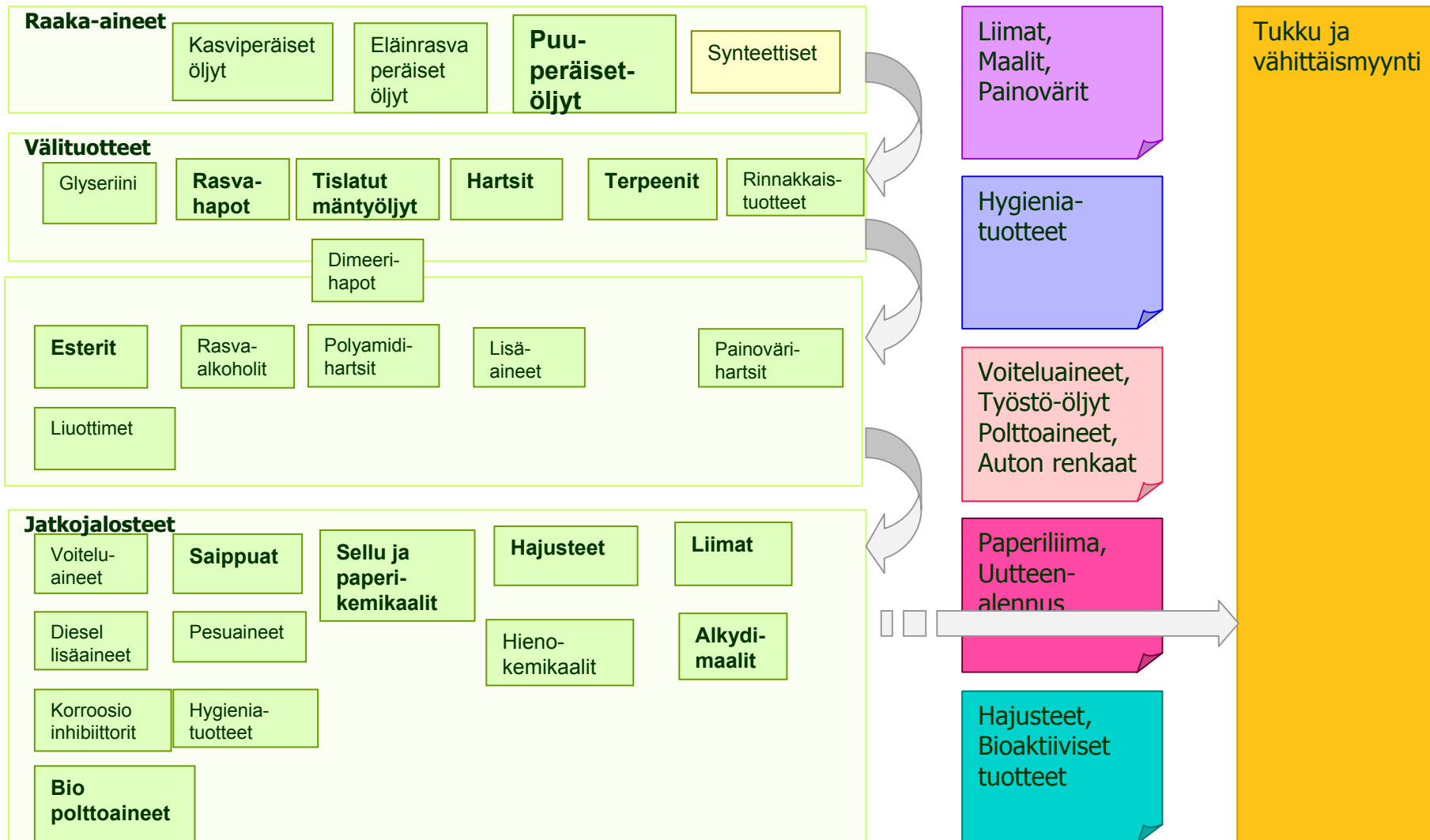


Lisäarvoa puusta



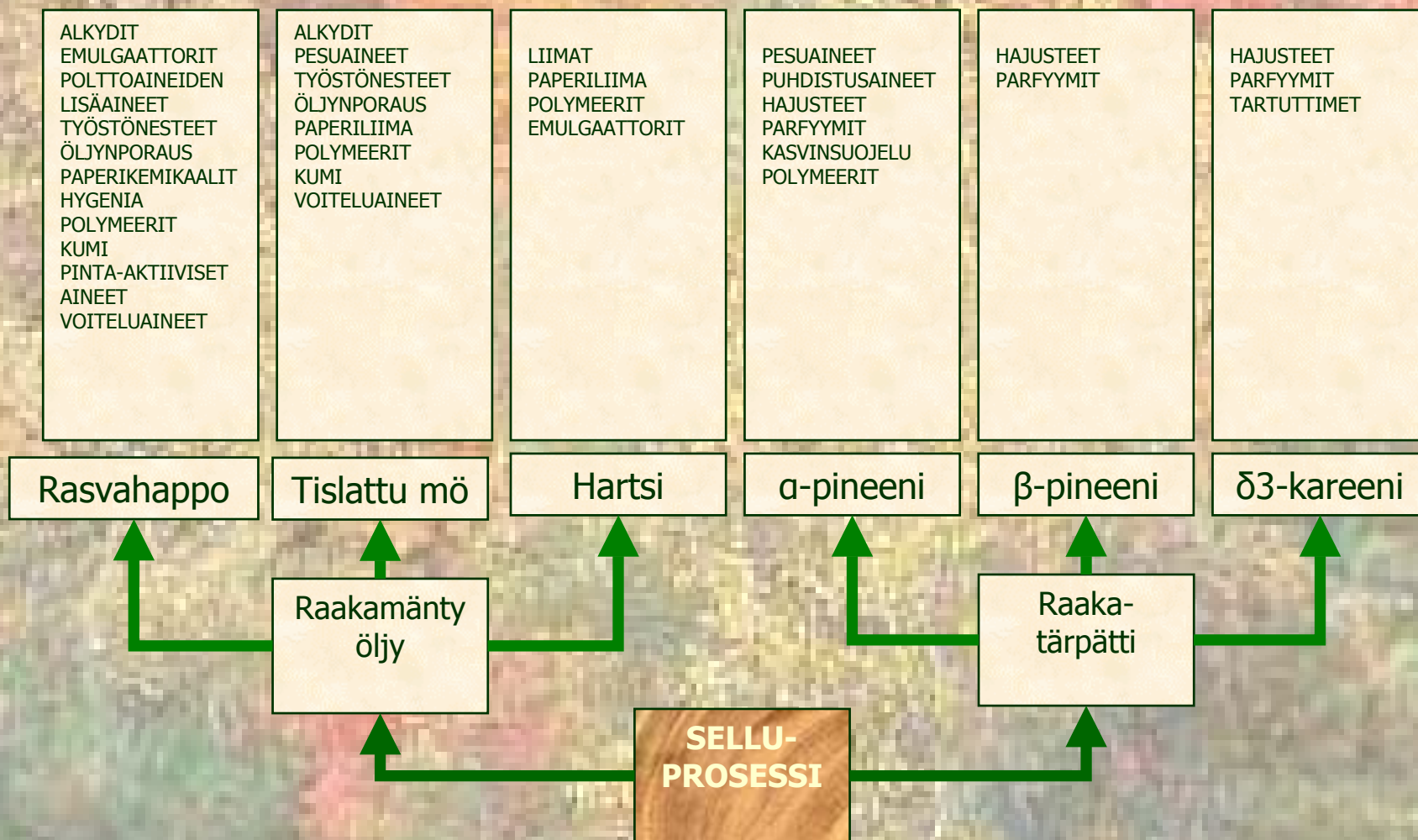


Jalostusketju





Puusta Pitkälle





Oulu, Finland

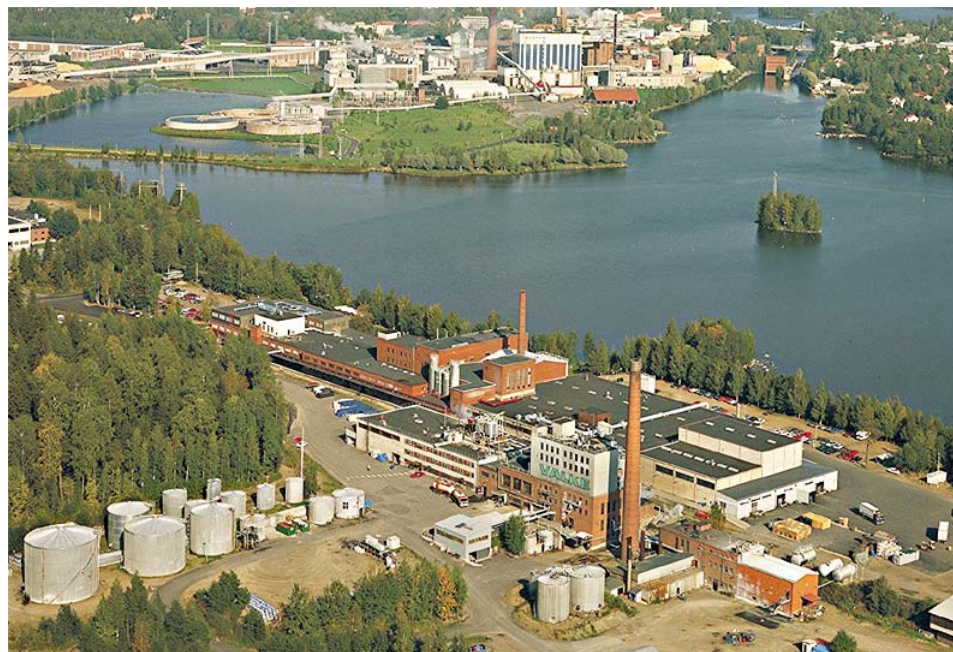
- Perustisleet
 - Rasvahappo
 - Tislattu mäntyöljy
 - Harts
 - Piki
 - α -pineneeni
 - δ 3-kareeni
- Jalosteet
 - Hartsierit
 - Disprohartsit
 - Hartsisaippua
 - Hartsiliimat





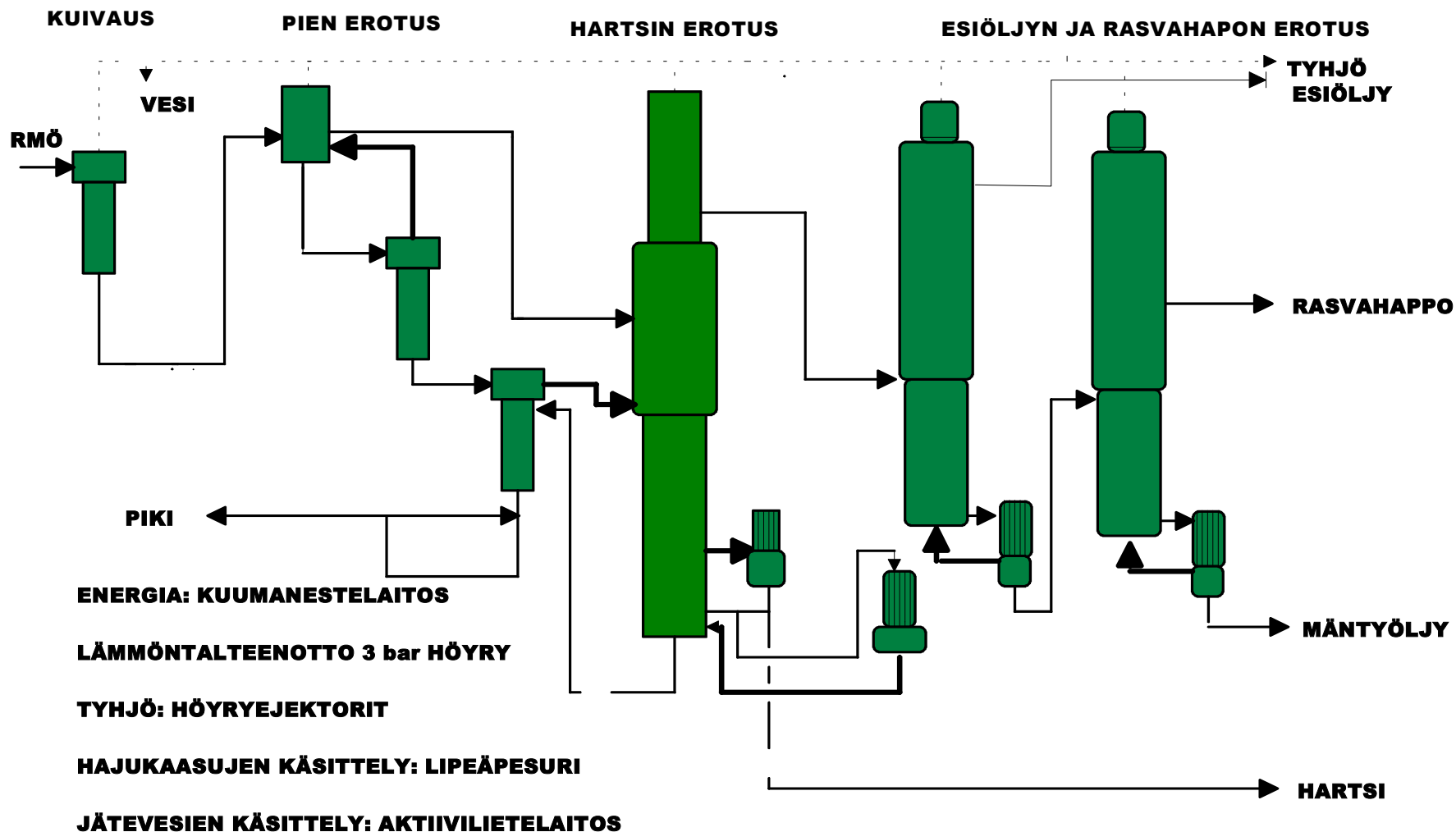
Valkeakoski, Finland

- Perustisleet
 - Rasvahappo
 - Tislattu mäntyöljy
 - Harts
 - Piki
- Tartuttimet
- Painovärit



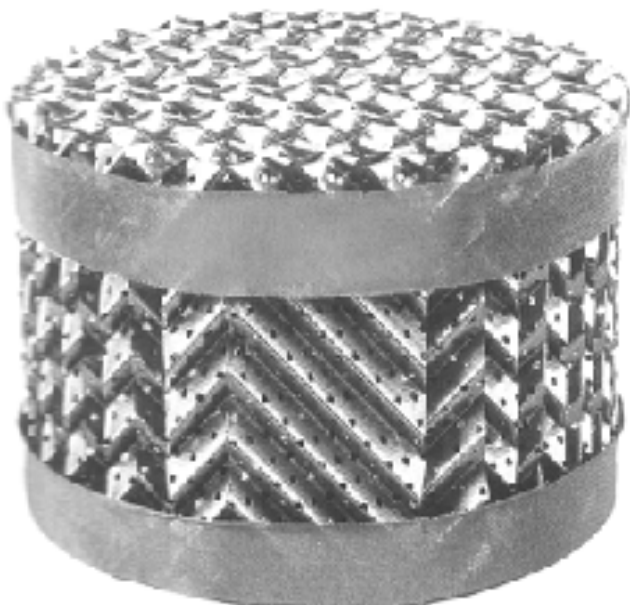


MÄNTYÖLJYN TISLAUS





Tislauskolonnin täytekappaleet



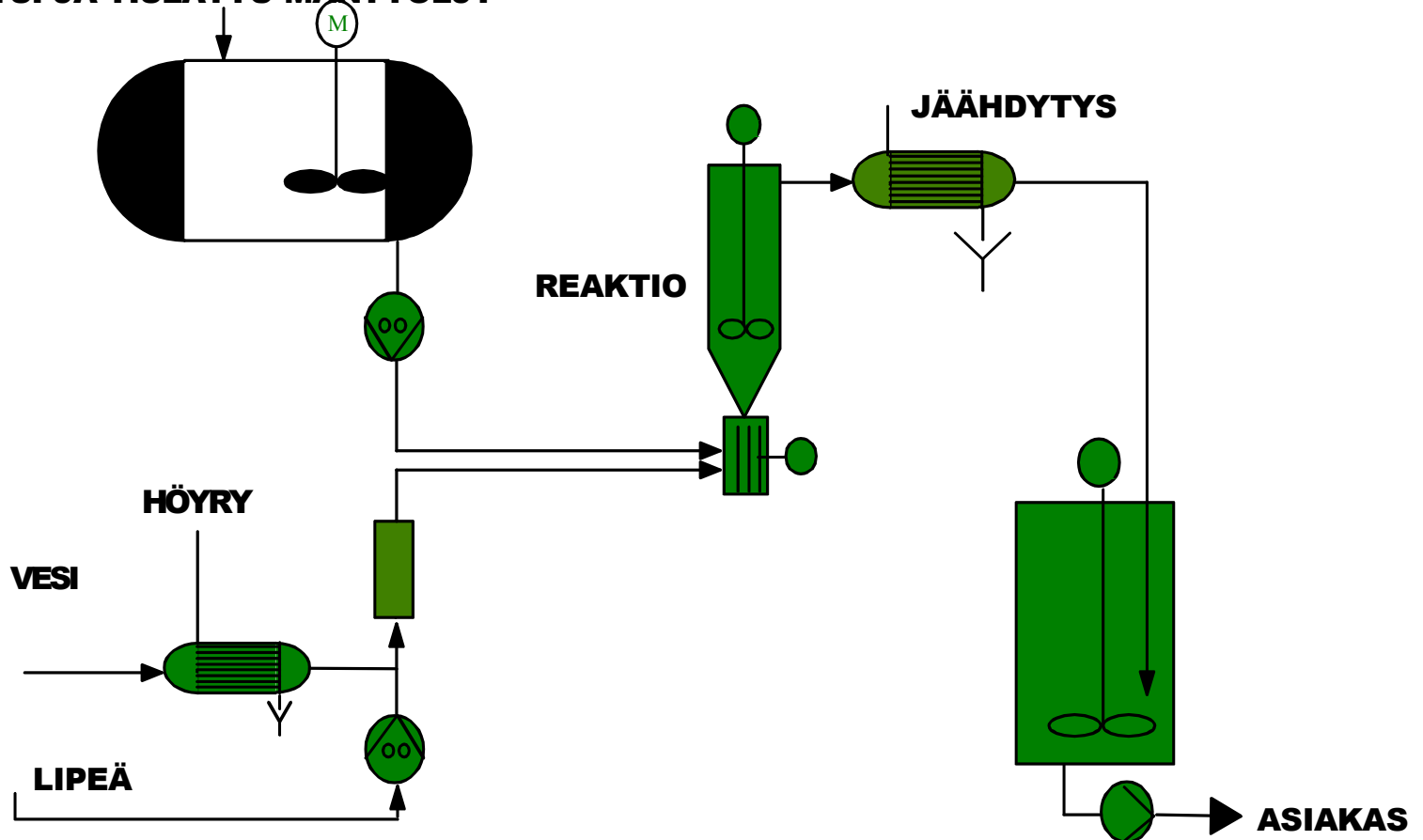
- rakentuvat erittäin ohuesta (yleensä noin 0,3 mm) poimutetuista ja rei'itetyistä metallilevyistä
- vanhantyyppisistä levyrakenteisista pakkaustyypeistä yleisin on kuvassa oleva Sulzerin Mellapak Y- ja X-sarja
- uudentyyppisistä levyrakenteisista Sulzer Chemtechin MellapakPlus ja Koch-Glitschin Flexipac HC ovat yleisimpiä
- uudentyyppisissä onnistuttu parantamaan kolonnin kapasiteettia heikentämättä erotustehokkuutta



Esimerkki jalostusprosessista

HARTSISAIPPUAN VALMISTUS

HARTSI JA TISLATTU MÄNTYÖLJY



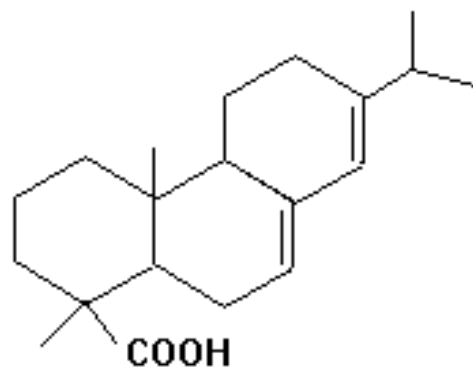


Raakamäntyöljy

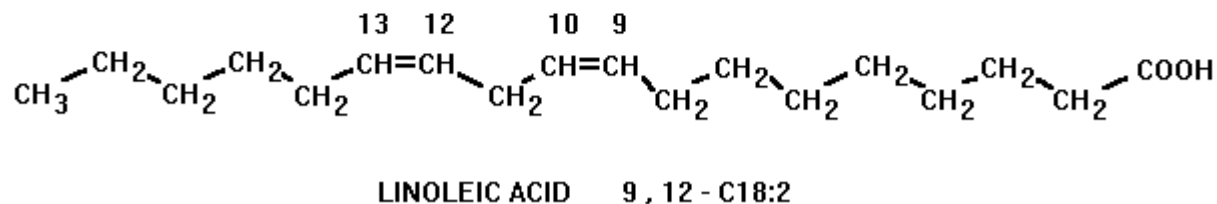
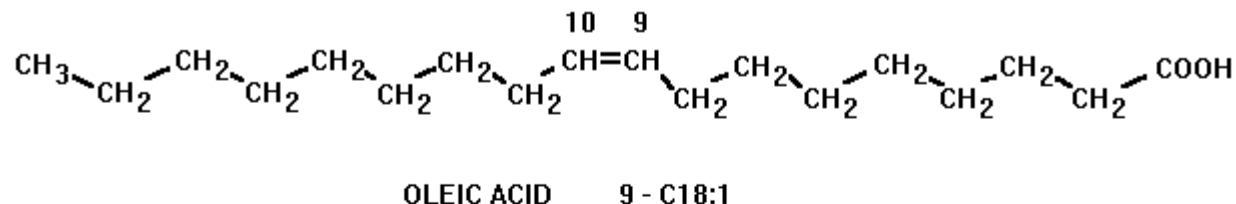
- koostuu:
 - rasvahapoista
 - hartsihapoista
 - saippuoitumattomista aineista
- laatuun vaikuttavat:
 - käytetty puulaji
 - puun varastointi
 - massanpesu
 - suovan erotus
 - mustalipeän määrä suovassa
 - palstoitus
 - öljyn varastointi
 - laitteistojen kunto



Esimerkkejä rmö:n komponenteista



- Abietiinihappo (hartsihappo)
- Öljy- ja linoleenihapot (rasvahappoja)





Koostumus kasvualueittain

	Kaakkois-Amerikka	P.-Amerikka & Kanada	Skandinavia Mänty	Skandinavia Mänty/Koivu
Happoluku	165	135	150	132
Saippuoitumisluku	172	166	169	142
Hartsihapot [%]	40	30	31	23
Rasvahapot [%]	52	55	56	57
Saippuoitumattomat [%]	8	15	13	20



Rmö:n epäpuhtaudet

✚ Vesi

tislaus suoritetaan tyhjössä (4 mbar abs), jolloin veden mukanaolo johtaa paineen nousuun

→ tislaus estyy

✚ Suopa

tukkii putkistot, pumput ja lämmönvaihtimet

✚ Kiintoaineet (glaubersuola)

pien tuhkapitoisuus nousee -> lämmönsiirtopinnat kattiloilla likaantuu



Rmö:n arvokomponentteja häviää

- Hakkeen / raakamäntyöljyn varastointi – menetetään rasvahappoja
- Sellunkeitto – ei merkittäviä häviöitä
- Epätäydellisessä suovan erotuksessa lipeästä
- Tislaustekniikka
Täytekappalekolonnit / Pohjakolonnit

SOODAKATTILAVAURIOTILASTOT VUOSINA 1986 - 2002

Sebastian Kankkonen
Suomen Soodakattilayhdistys ry



SOODAKATTILAVAURIOT SUOMESSA VUONNA 2002

Vuonna 2002 on tähän päivään mennessä raportoitu yhteensä 19 vauriota. Tämä lukumäärä on lähellä viimeaikaista keskiarvoa. Tosin jouluseisokeista ei ole vielä raportoitu yhtään vauriota.

Vauriot on esitetty tyypeittäin kuvassa 1, ne jakautuvat seuraavasti:

– Tulipesävaurioita	6
– Ekovaurioita	5
– Tulistinvaurioita	2
– Pohjavaurio	1
– Keittopintavaurio	1
– Verhovaurio	1
– Sulavuoto	1
– Liuotinsäiliöräjähdys	1
– Ränniaukon evän vaurio	1

Eko- ja tulipesävauriot ovat aina olleet yleisimmät vauriotyyppit, mutta on huomattava, että kolme viime mainittua vaurioluokkaa liittyvät sularännien toimintaan. Ne näkyvät valkoisena huippuna kuvassa 1 eli muodostavat koko vauriotyyppin ”muu”.

Tuotannon keskeytysaika on esitetty vauriotyypeittäin kuvassa 2, tuotannon keskeytyksen kokonaisaika oli vuonna 2002 yhteensä 575 tuntia. Neljä vauriotyyppiä erottuvat muista; yhteensä yli 100 tunnin keskeytyksiä aiheuttivat:

– Tulipesävauriot	132 h
– Ekovaurioita	127 h
– Liuotinsäiliö- ja sulavauriot	111 h
– Tulistinvauriot	107 h

Muiden vauriotyyppien tuotannon keskeytysajat olivat alle 50 tuntia. Yleensä vauriot aiheuttivat 24 – 48 tunnin tuotannon keskeytyksen. Jakauma on esitetty kuvassa 3.

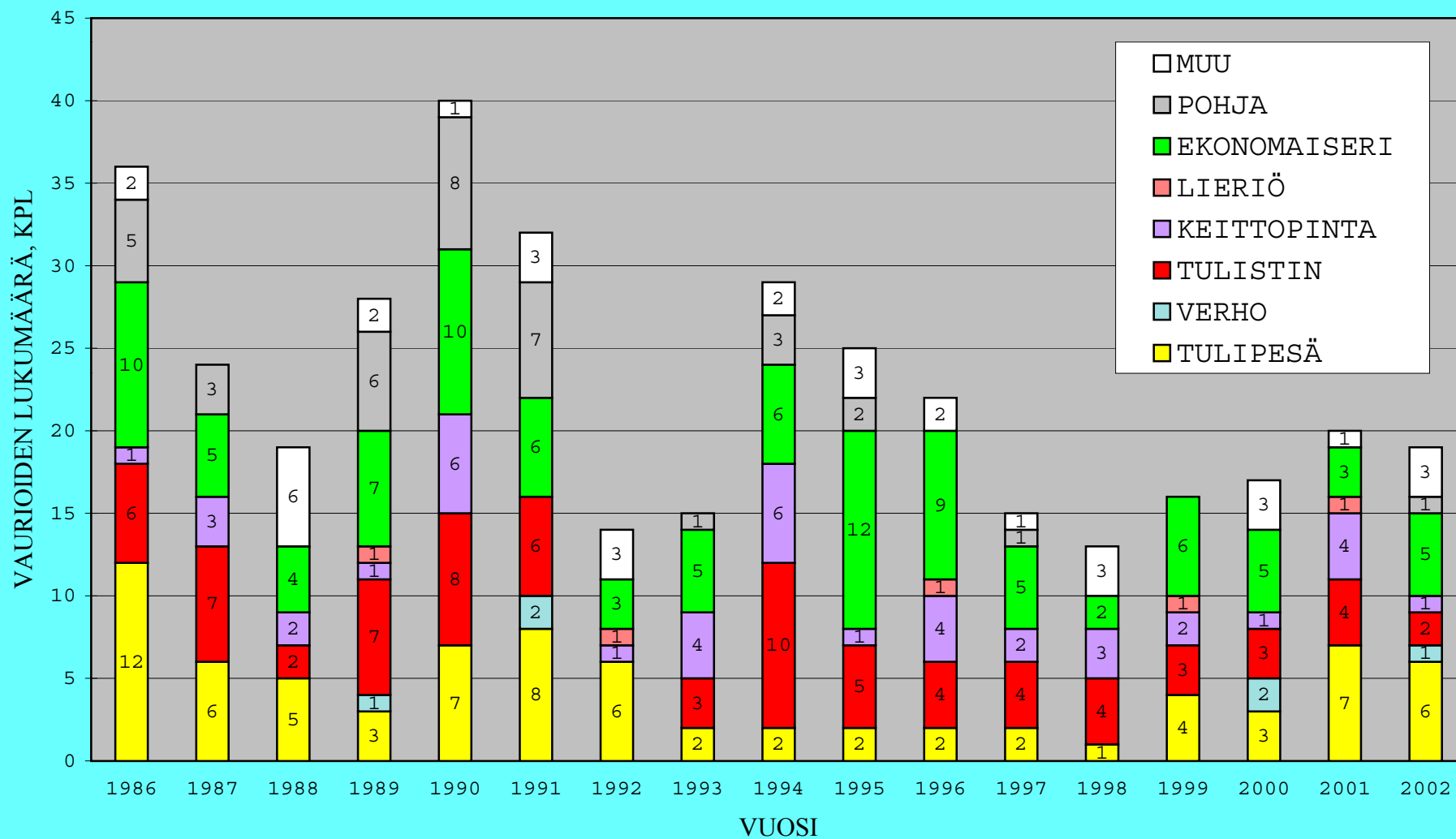
Liitteet:

Kuva 1: Vaurioiden lukumäärä vuosina 1986 - 2002

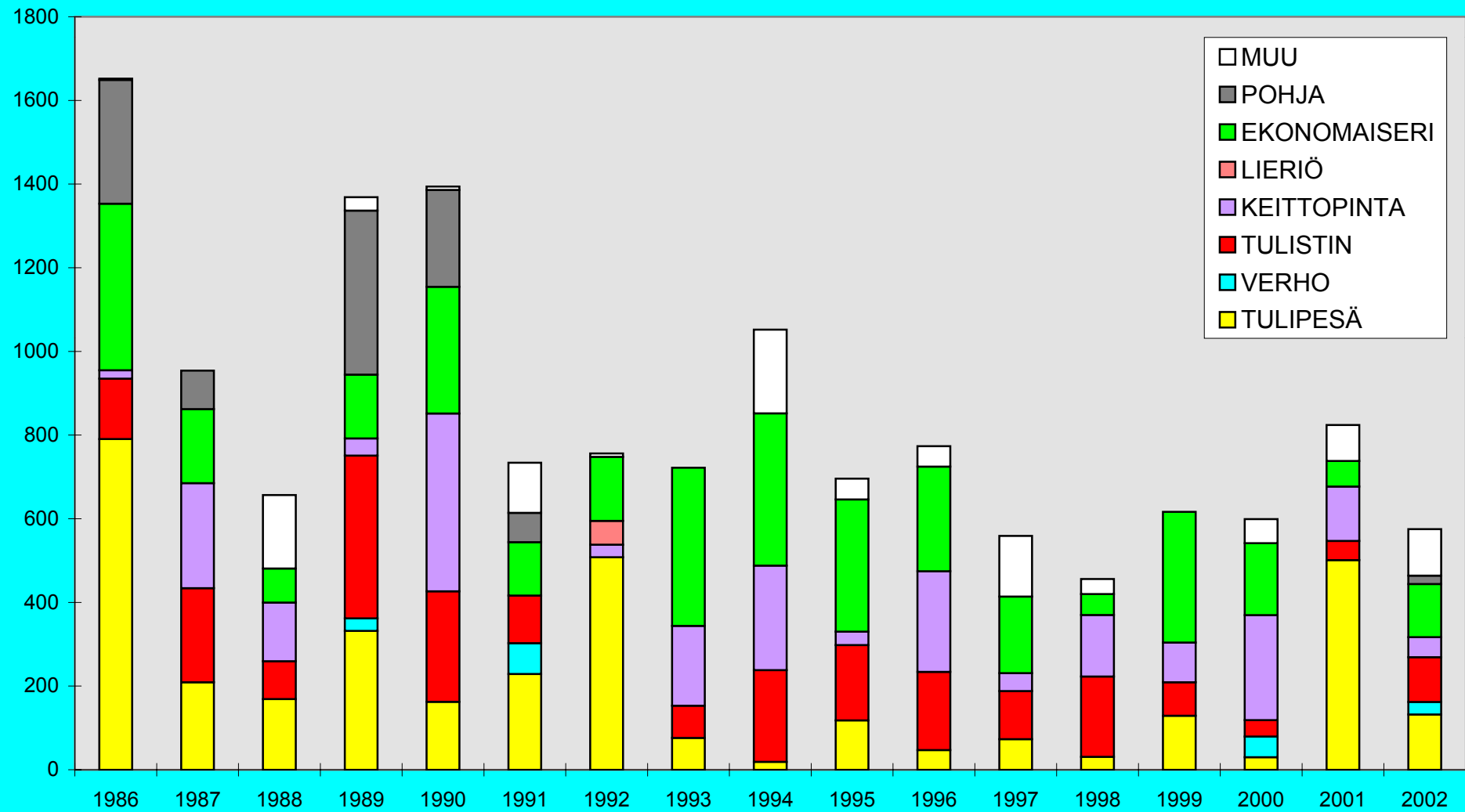
Kuva 2: Tuotannon keskeytysaika vuosina 1986 - 2002

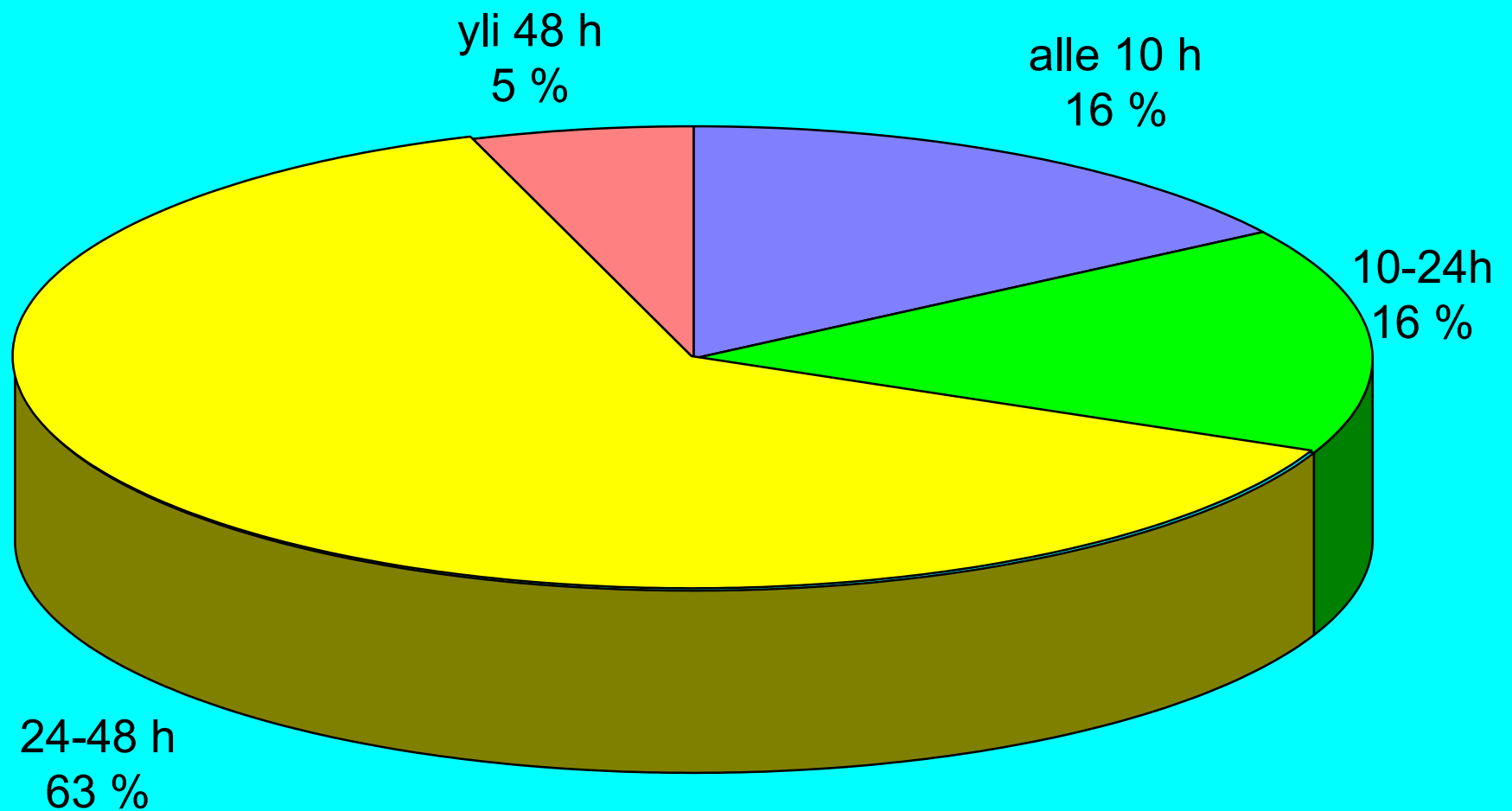
Kuva 3: Vaurioiden keskeytysjakauma vuonna 2002

VAURIIDEN LUKUMÄÄRÄ VAURIOTYPEITTÄIN VUONNA 1986-2002



KESKEYTYSAIKA 1986-2002





Ruotsin soodakattilavauriot 2002

**Sven Lahti
DNV Inspection
Sundsvall**

2003-03-27

Yhteenasettelu (Ruotsi ja Norja)

Ruotsissa **31 soodakattila**

Norjassa **2 soodakattila**

Keski-ikä **28,2 vuotta**

24 vauriota vuona 2002:

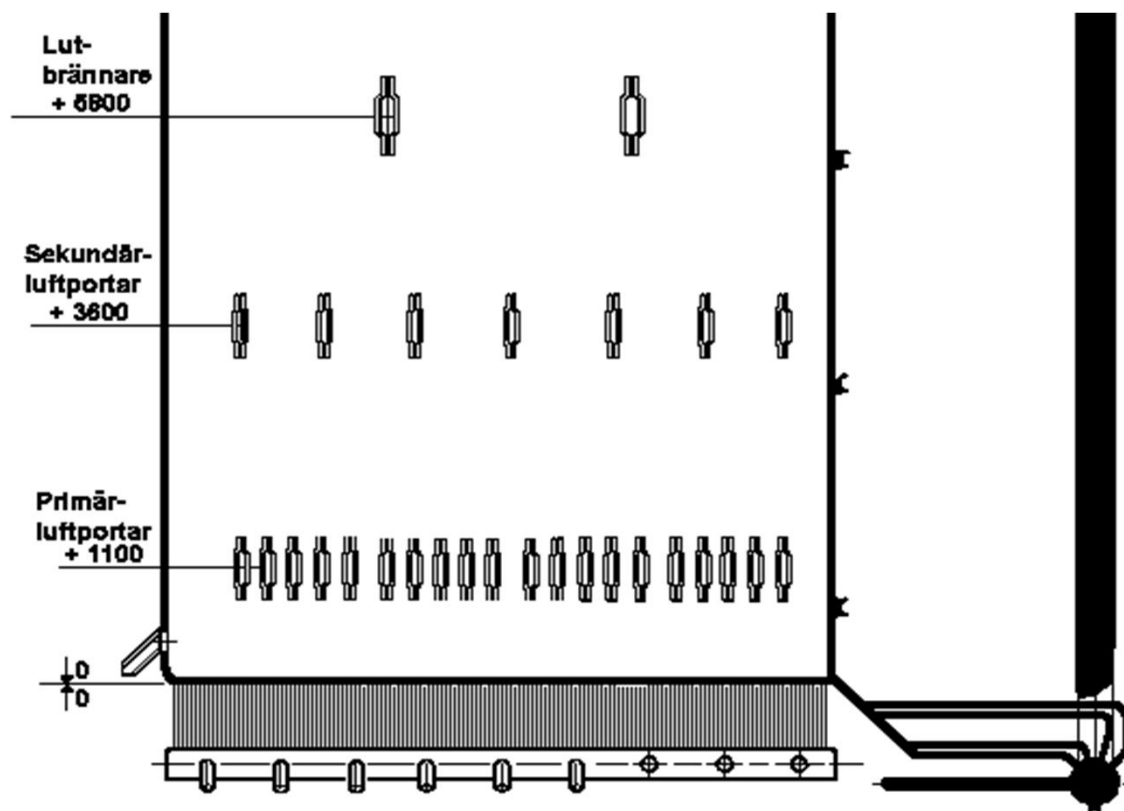
- 10 ekonomiserissa
- 3 tulistimessa
- 4 tulipesässä (3 vakava)
- 3 lieriön välisessä putkessa
- **1 sula/vesi räjähtys** (poltoliipeäputken pesussa, vesi lipeäruiskusta tulipesään)
- 2 sulavuotoa
- 1 vuoto syötövesiputkessa

Vakava tapaturma suojakatoon asentaasa (1 kuoli)

Soodakattila A

- Epäillten vuoto tulipesässä noin yksi viikko seisauksen jälkeen.
- Häätäsammutus ja pikatyhjennys.
- Vuoto pohjaputkessa sivoseinän lähellä.
- Puhdistus koko pohjalle.

Soodakattila A

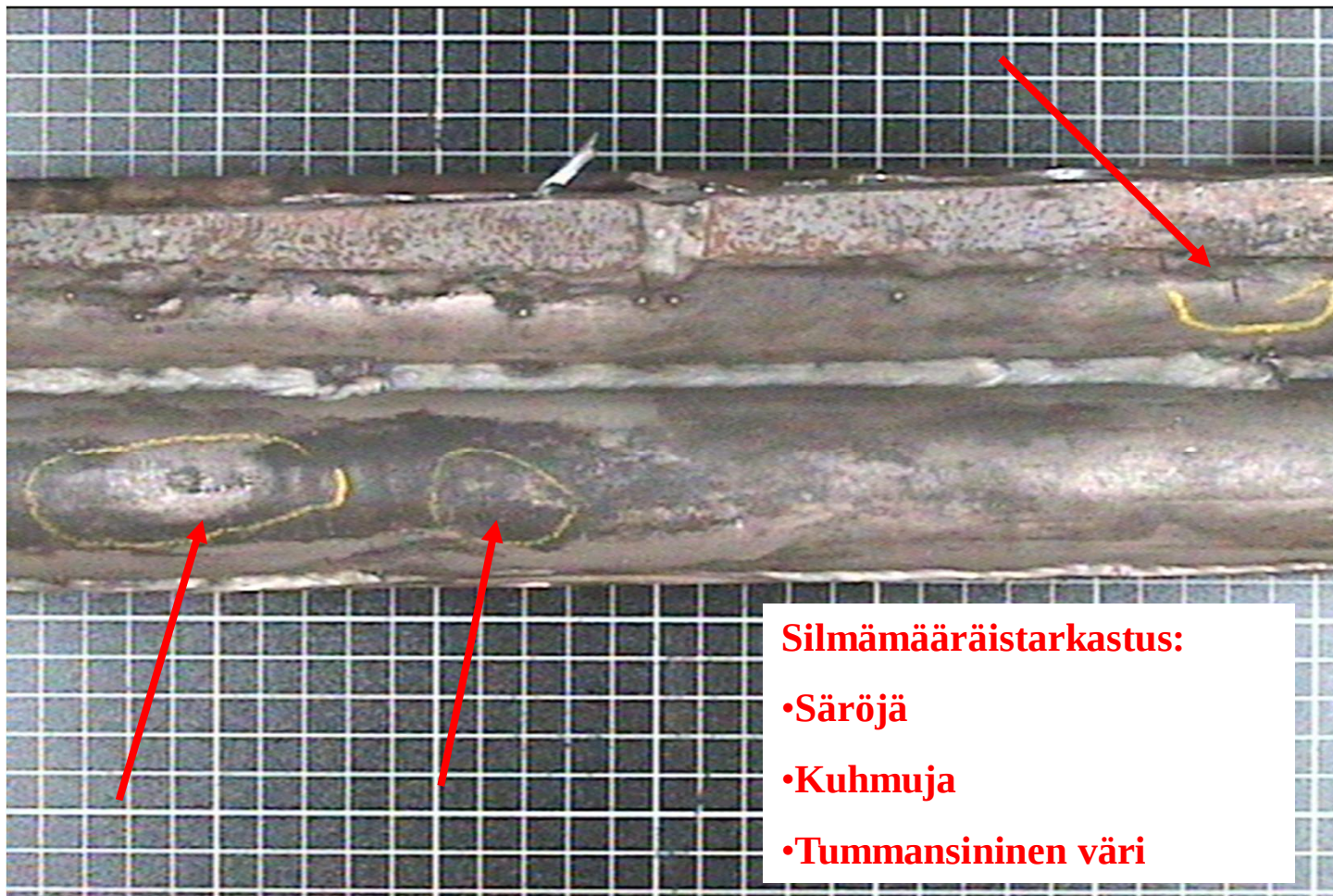


CE-tulipesä

Soodakattila A



Soodakattila A



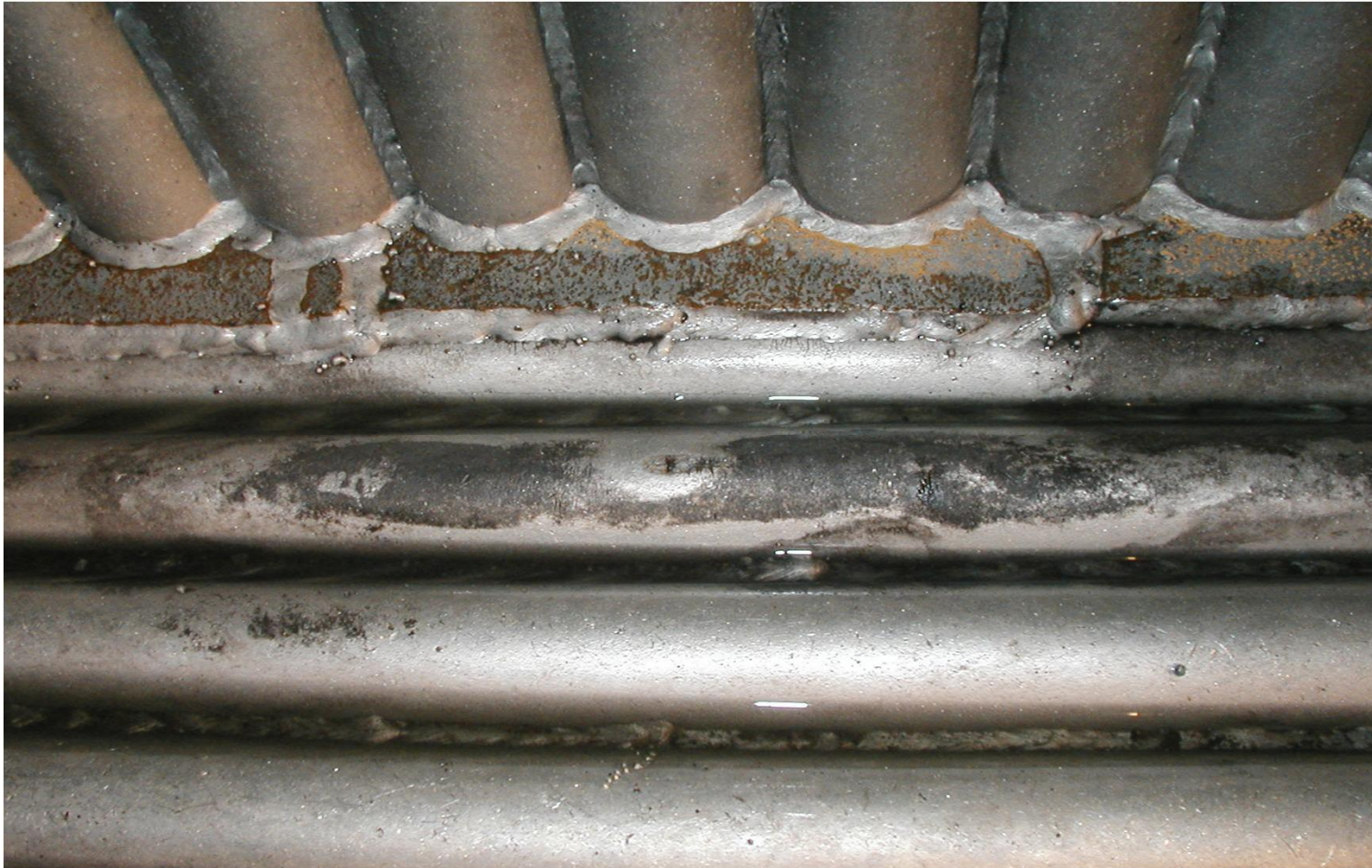
Silmämääräistarkastus:

- Säröjä
- Kuhmuja
- Tummansininen väri

MANAGING RISK



Soodakattila A



MANAGING RISK



Soodakattila A



MANAGING RISK



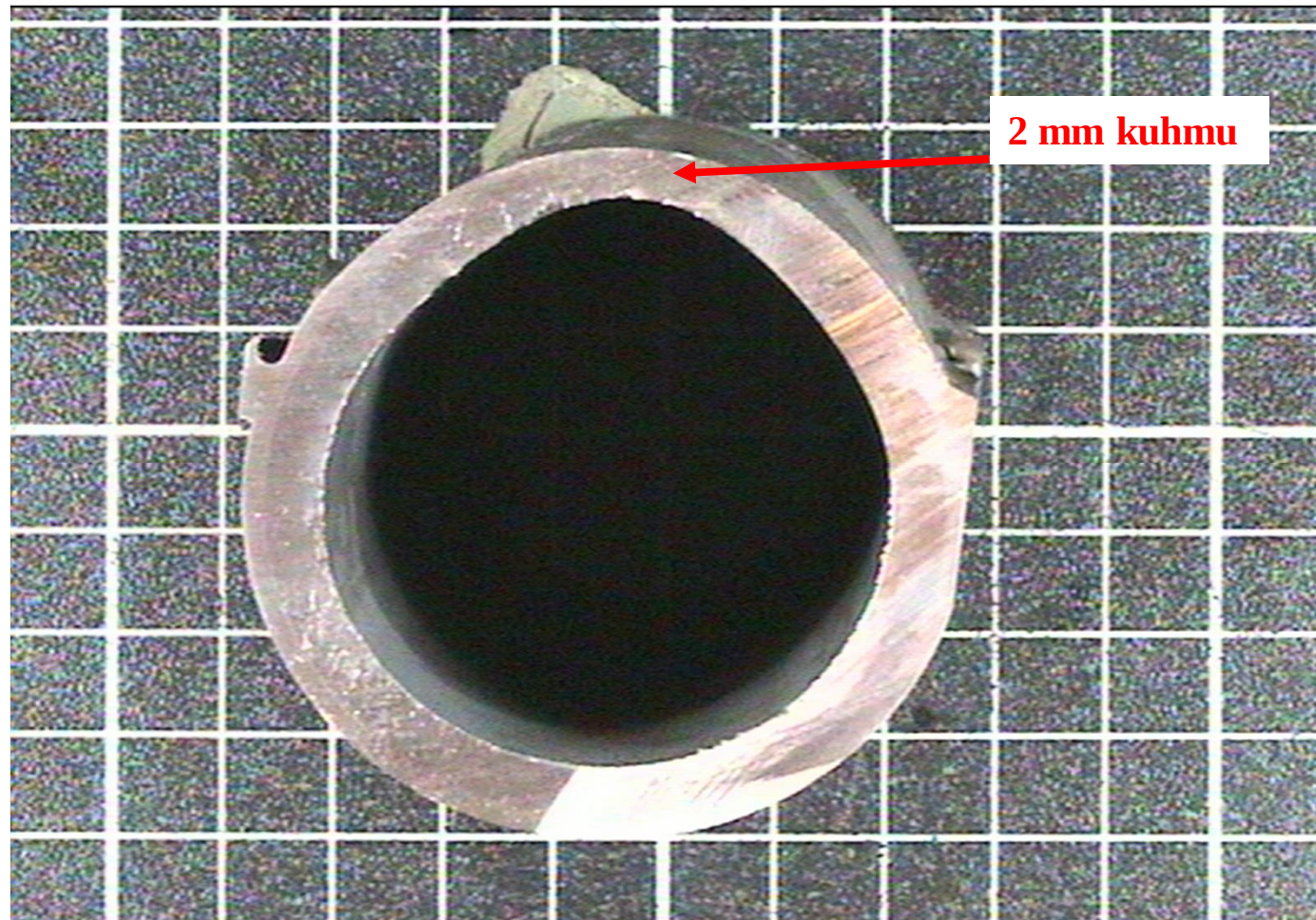
Soodakattila A



MANAGING RISK



Soodakattila A



MANAGING RISK



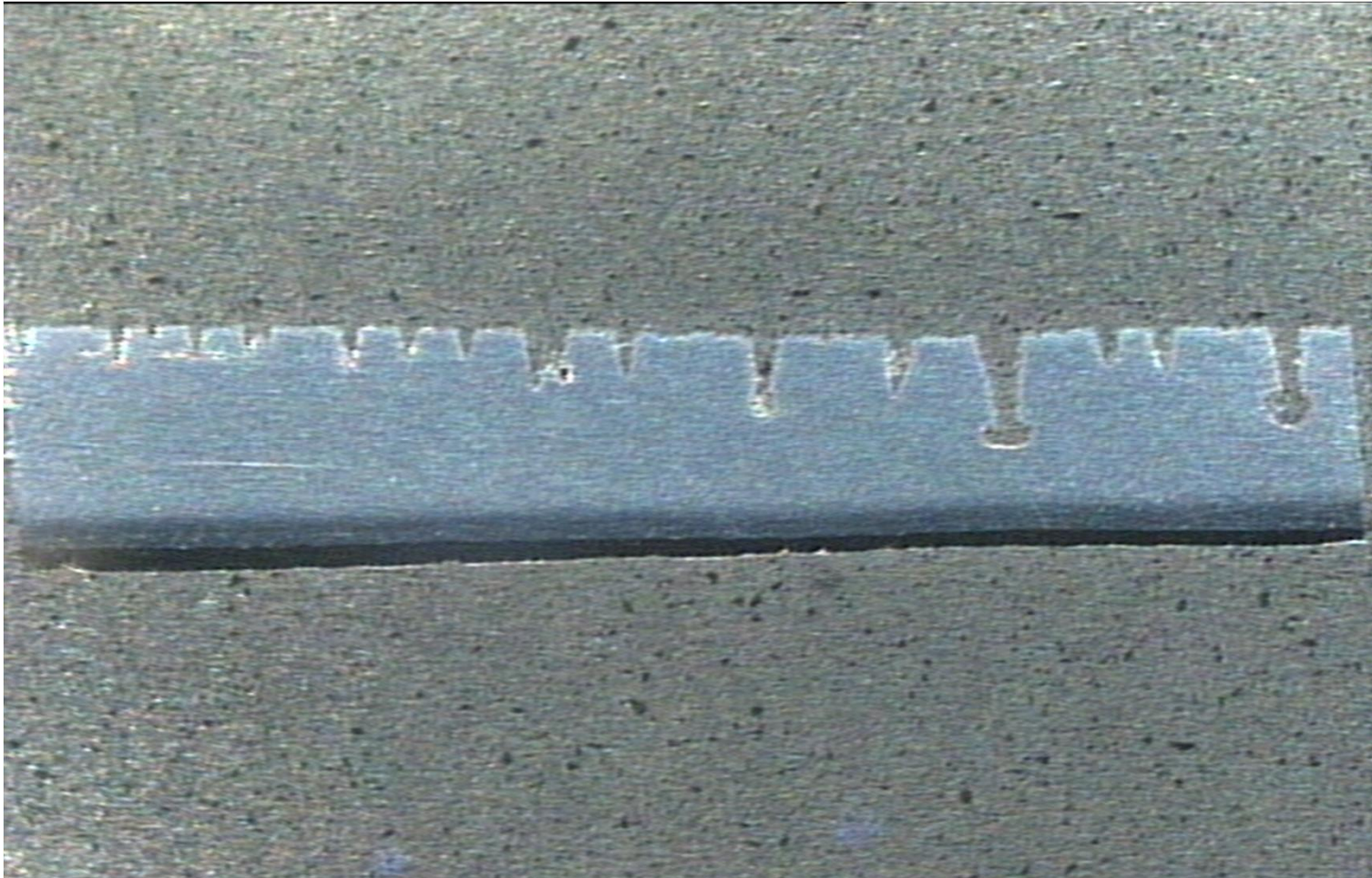
Soodakattila A



MANAGING RISK



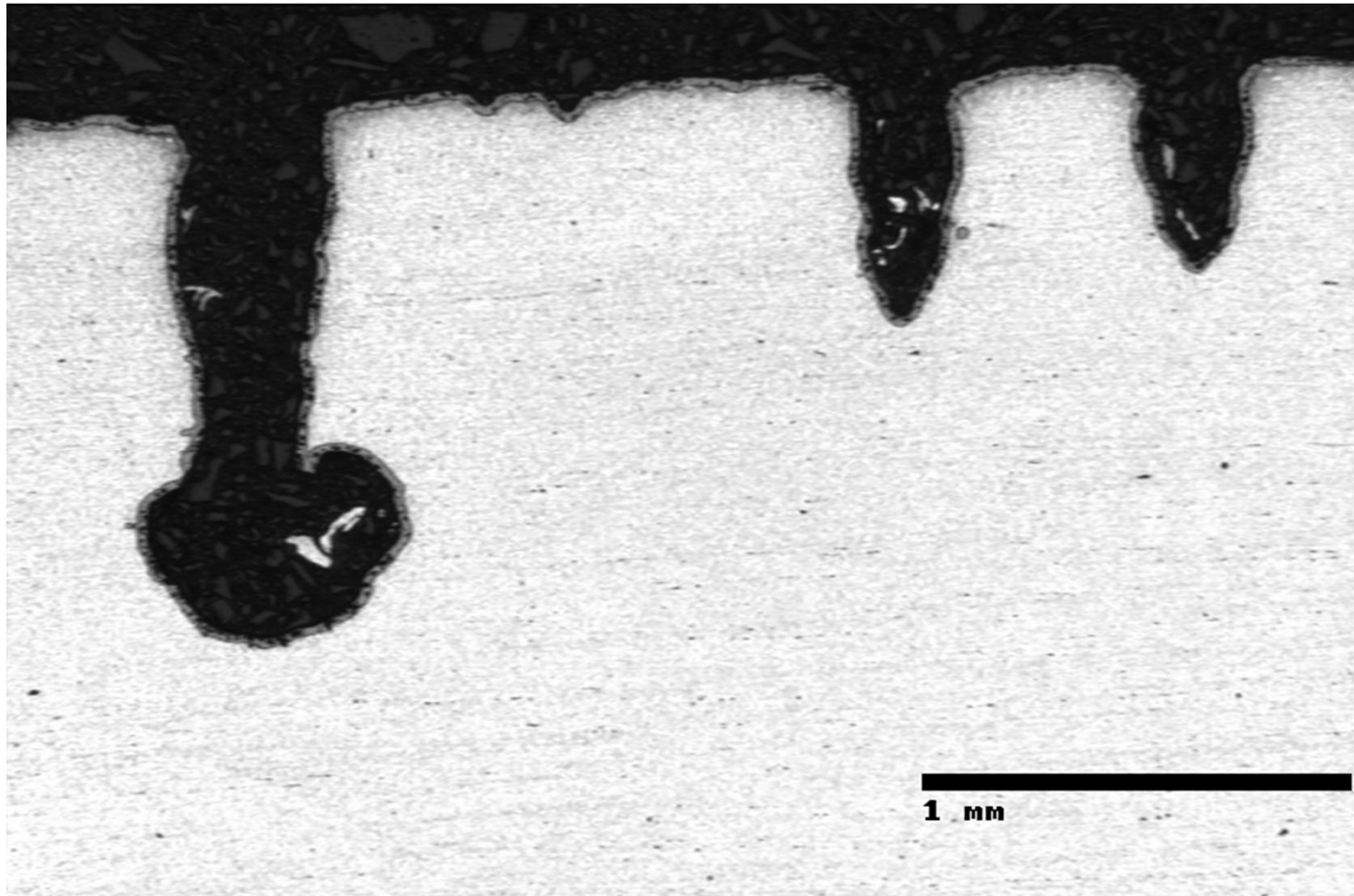
Soodakattila A



MANAGING RISK



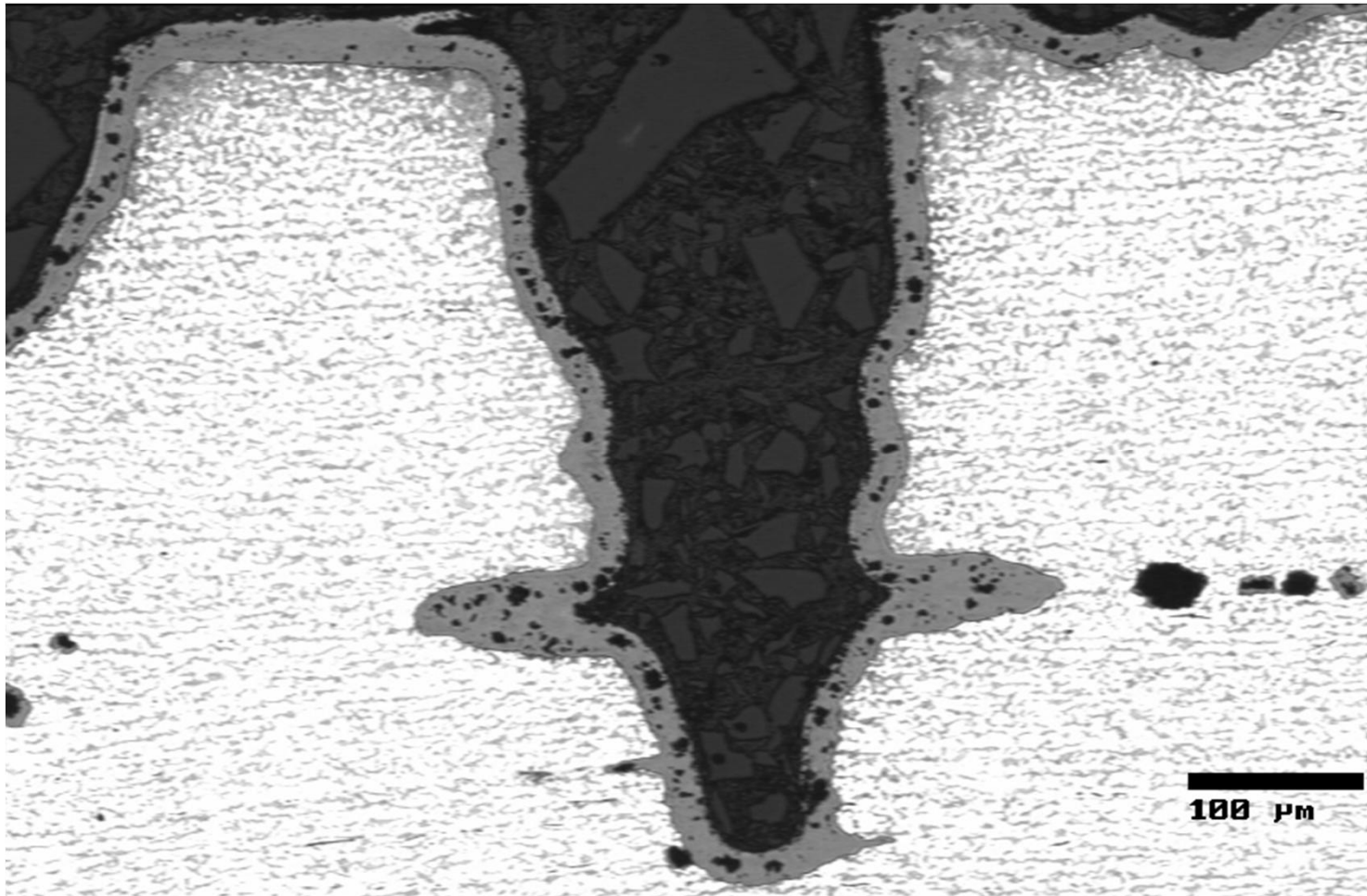
Soodakattila A



MANAGING RISK



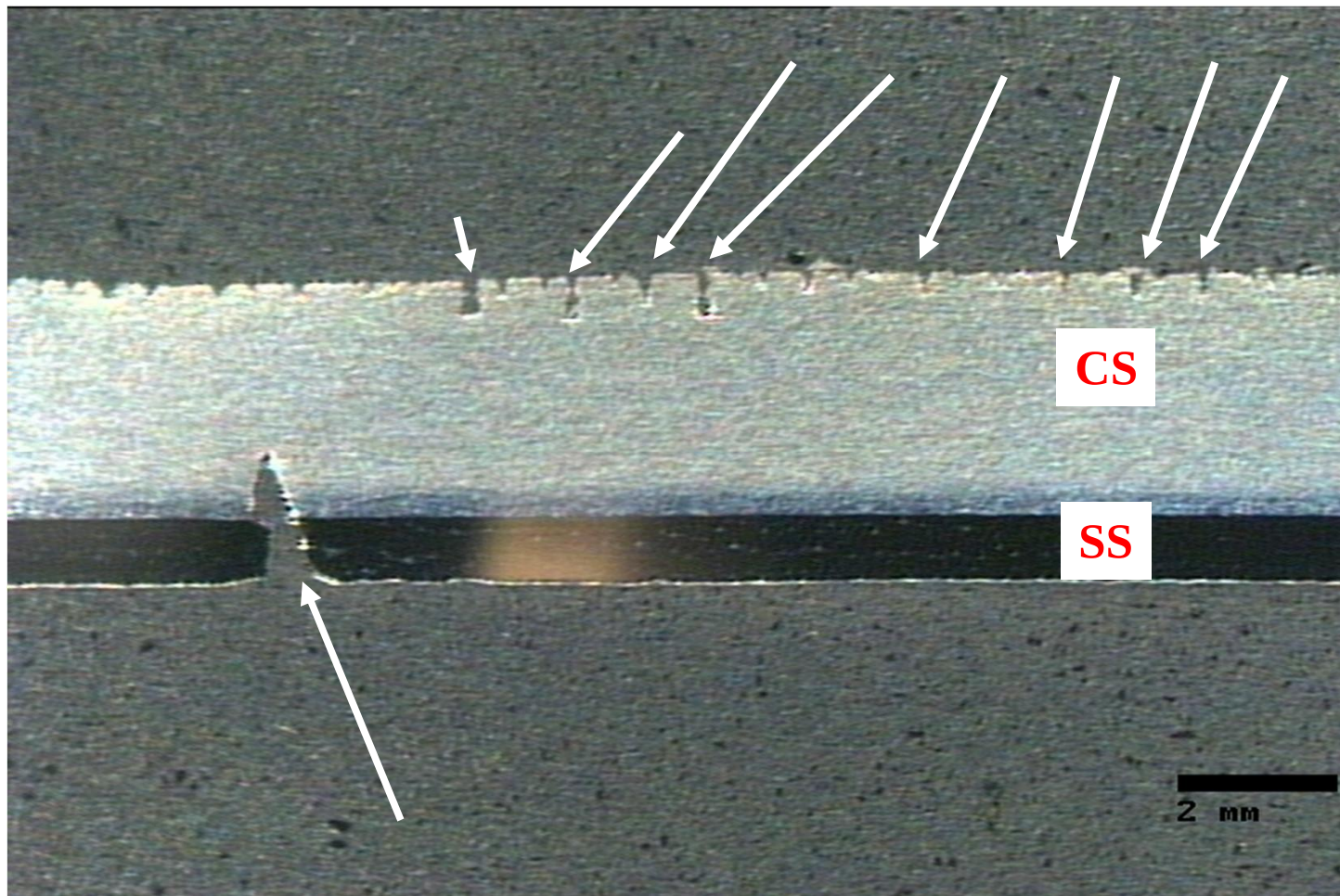
Soodakattila A



MANAGING RISK



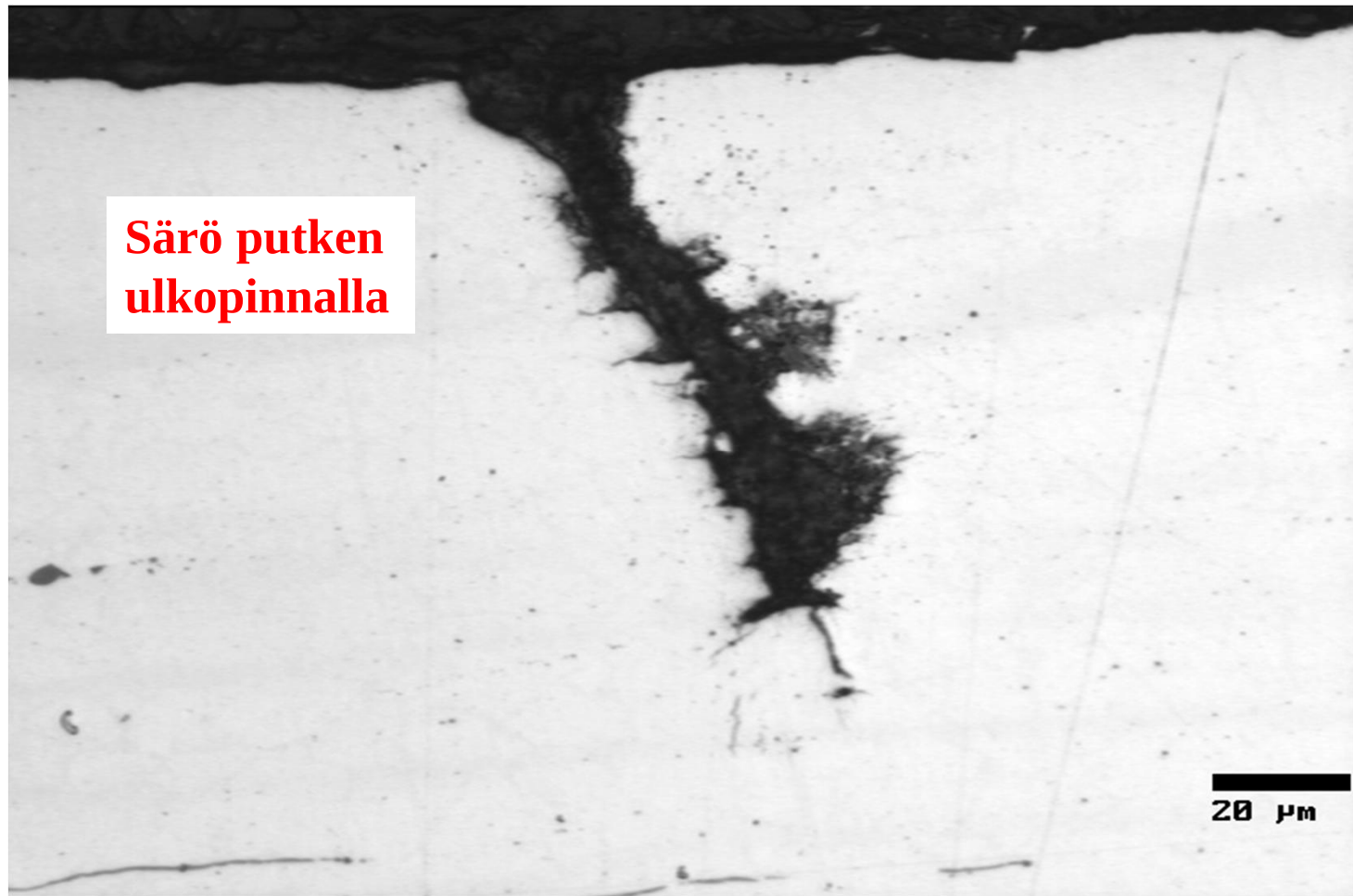
Soodakattila A



MANAGING RISK



Soodakattila A



MANAGING RISK



Slutsatser

- Termisk utmattning
- Cirkulationsstörning
- Överhettning
- Gamla skador
- Gammal skada tillväxt till läcka
- Hela botten kontrollerad med ET

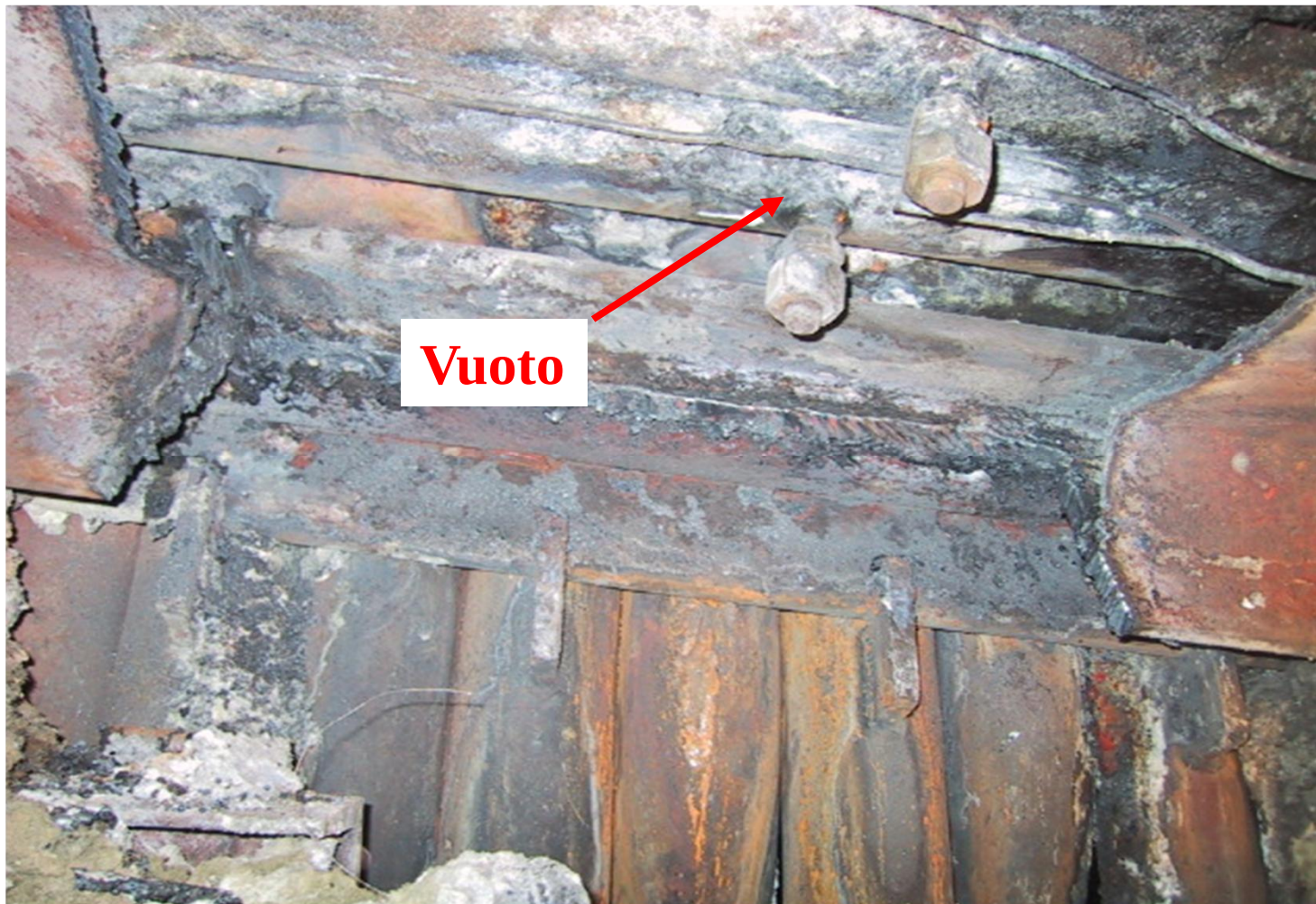
Lopputulokset

- Lämpö väsymys
- Kiertohäiriö
- Ylikuumennus
- Vanhat vauriot
- Vanha vaurio kasvanut vuoton
- Kaiki pohjaputket tarkastetto ET (pyörrevirta testausmenetelmä)

Soodakattila B

- Vesi vuoto kattilan pohjassa

Soodakattila B



MANAGING RISK



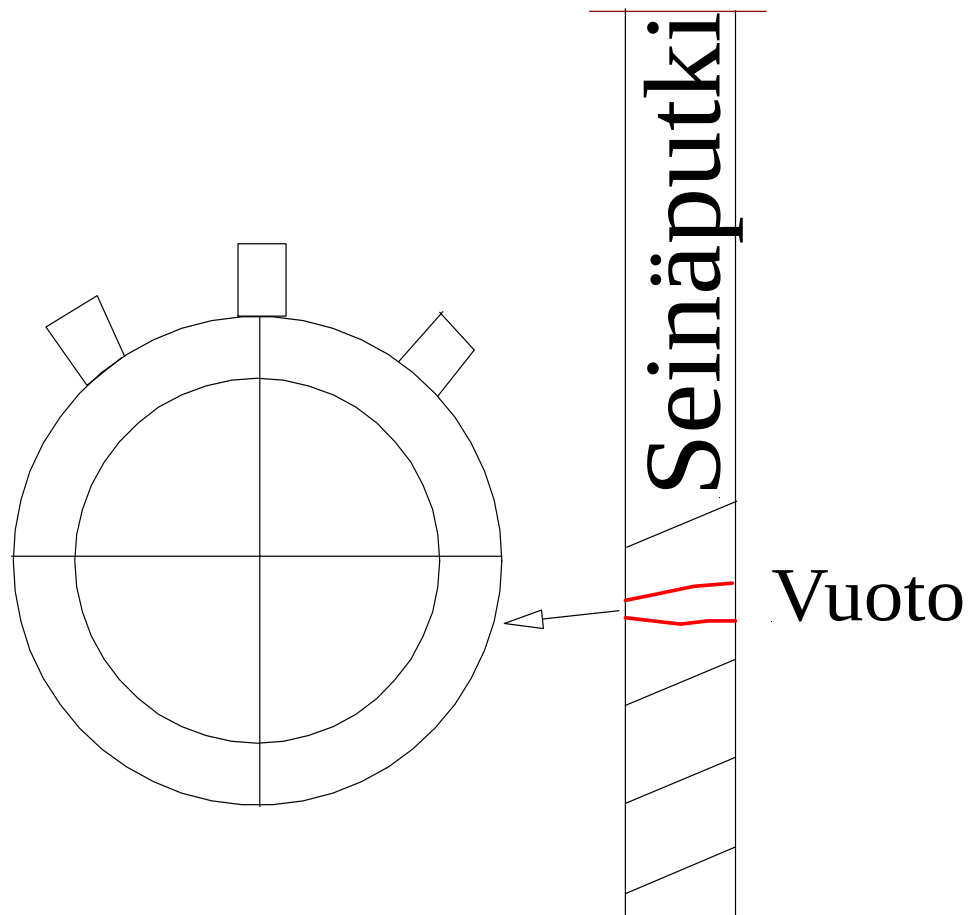
Soodakattila B



MANAGING RISK



Soodakattila B



Soodakattila B



Soodakattila B

Vuotokohta putken
sisäpuolelta



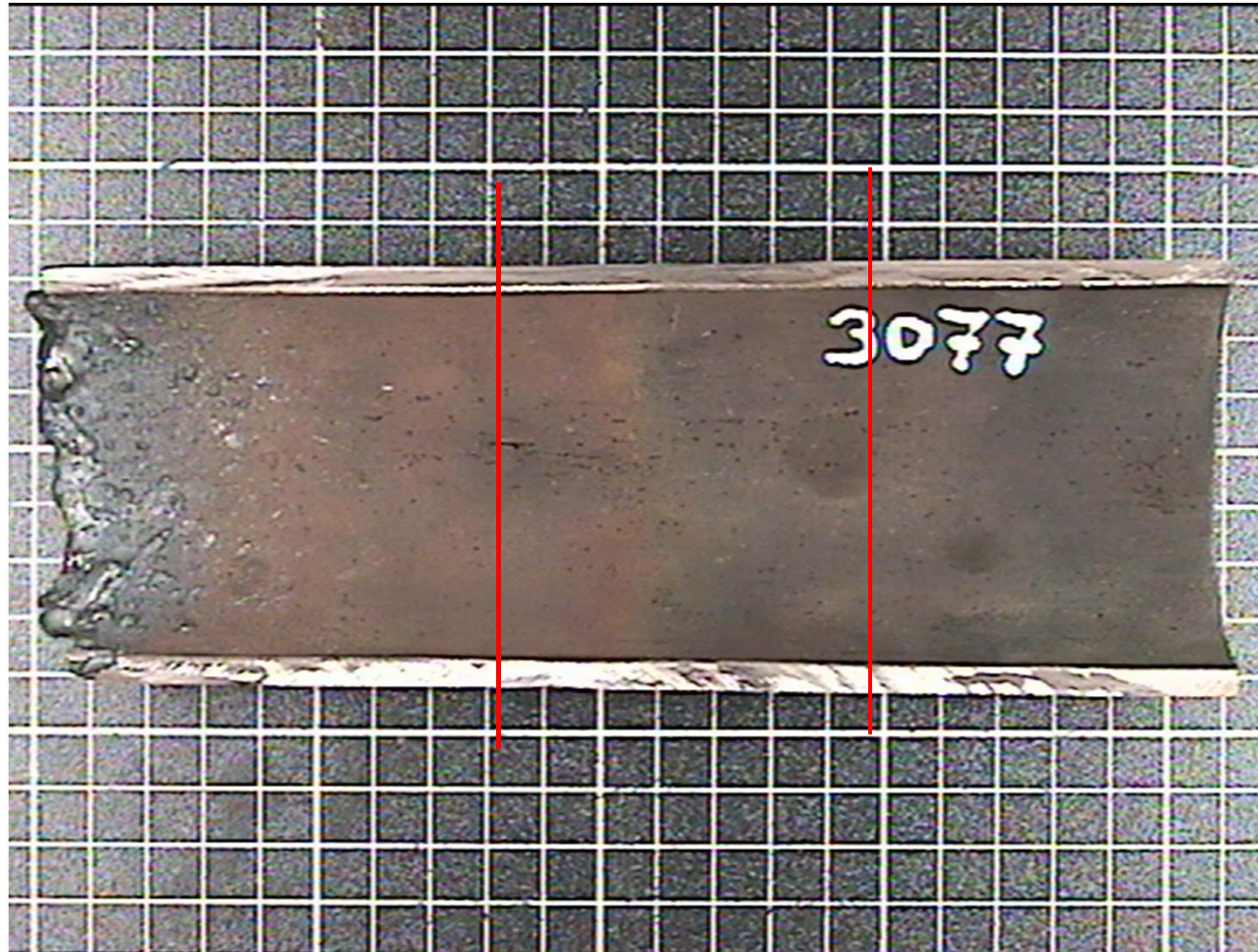
Soodakattila B



MANAGING RISK



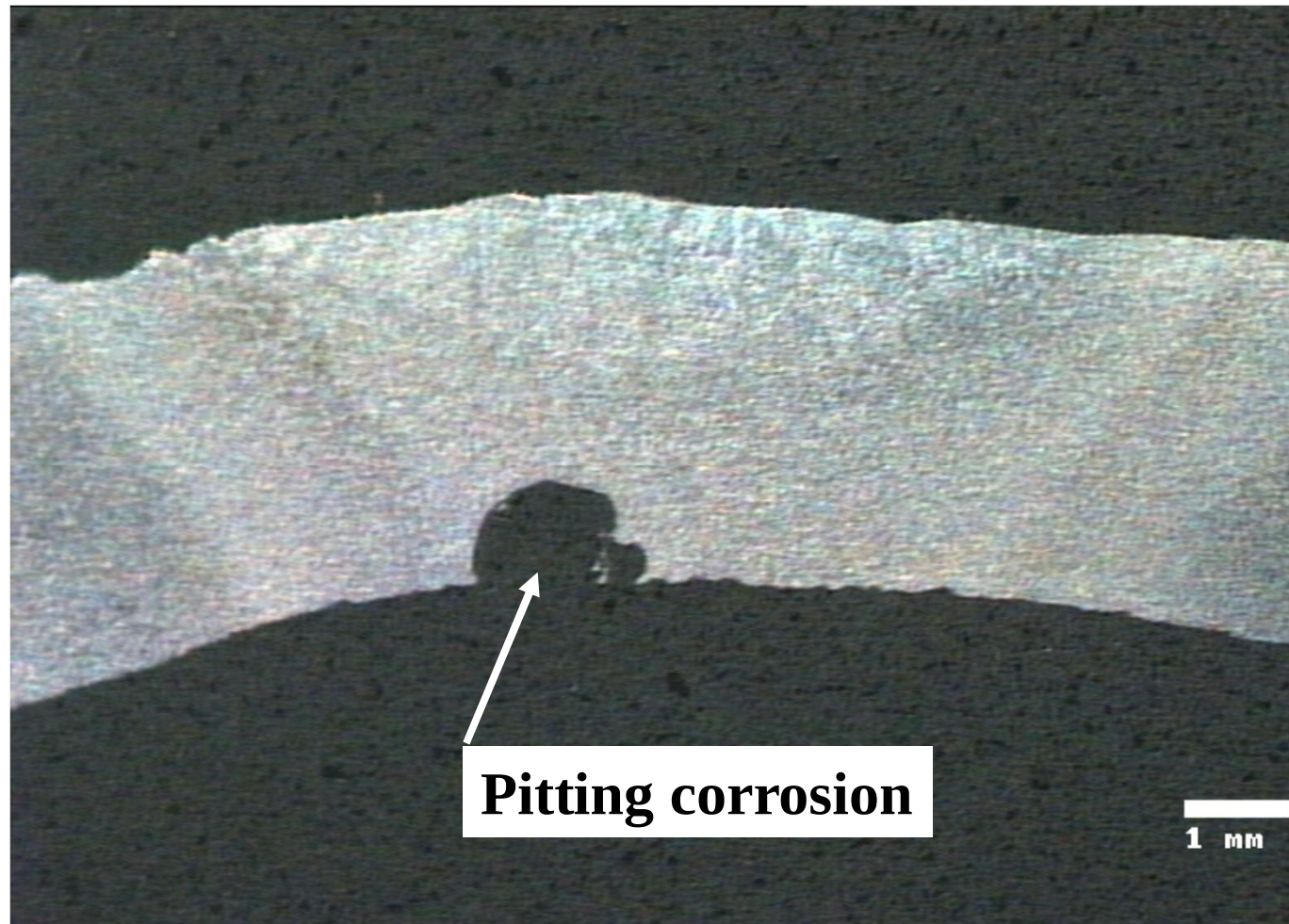
Soodakattila B



MANAGING RISK



Soodakattila B



Soodakattila B



Inside pitting corrosion in old weldrepair

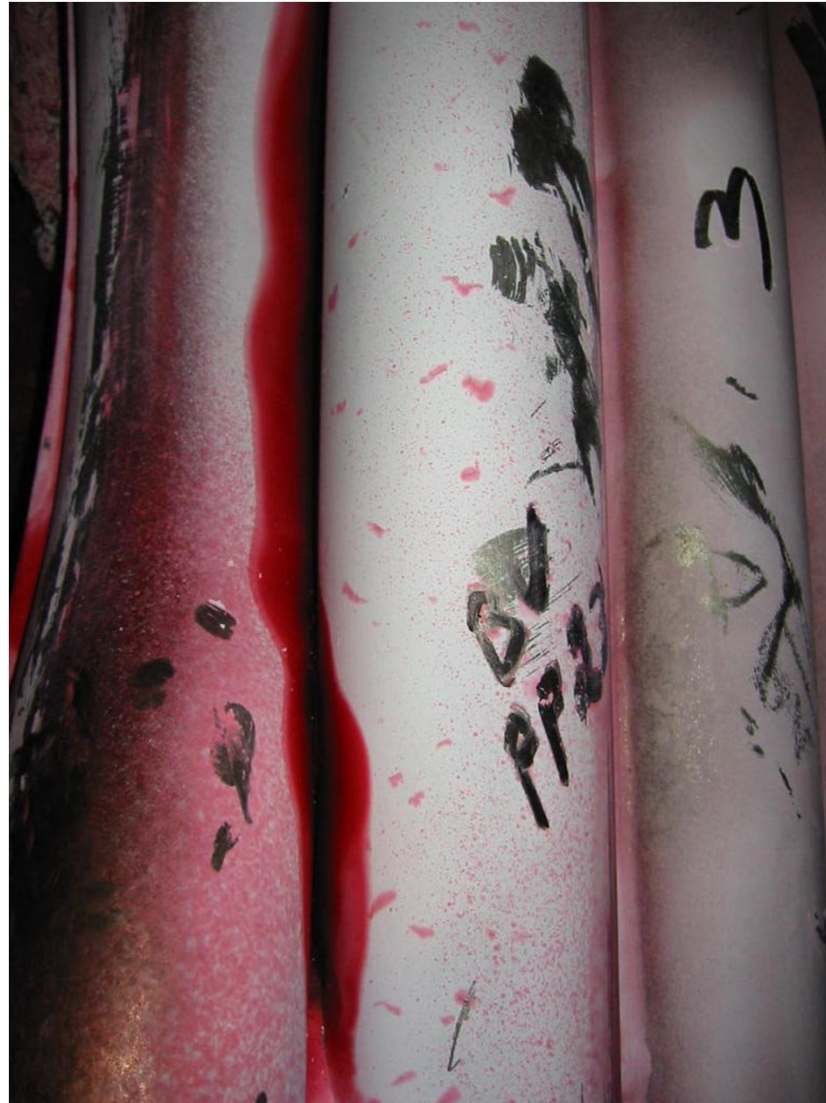
MANAGING RISK



Soodakattila C

- Säröjä kompounti putkessa???

Soodakattila C



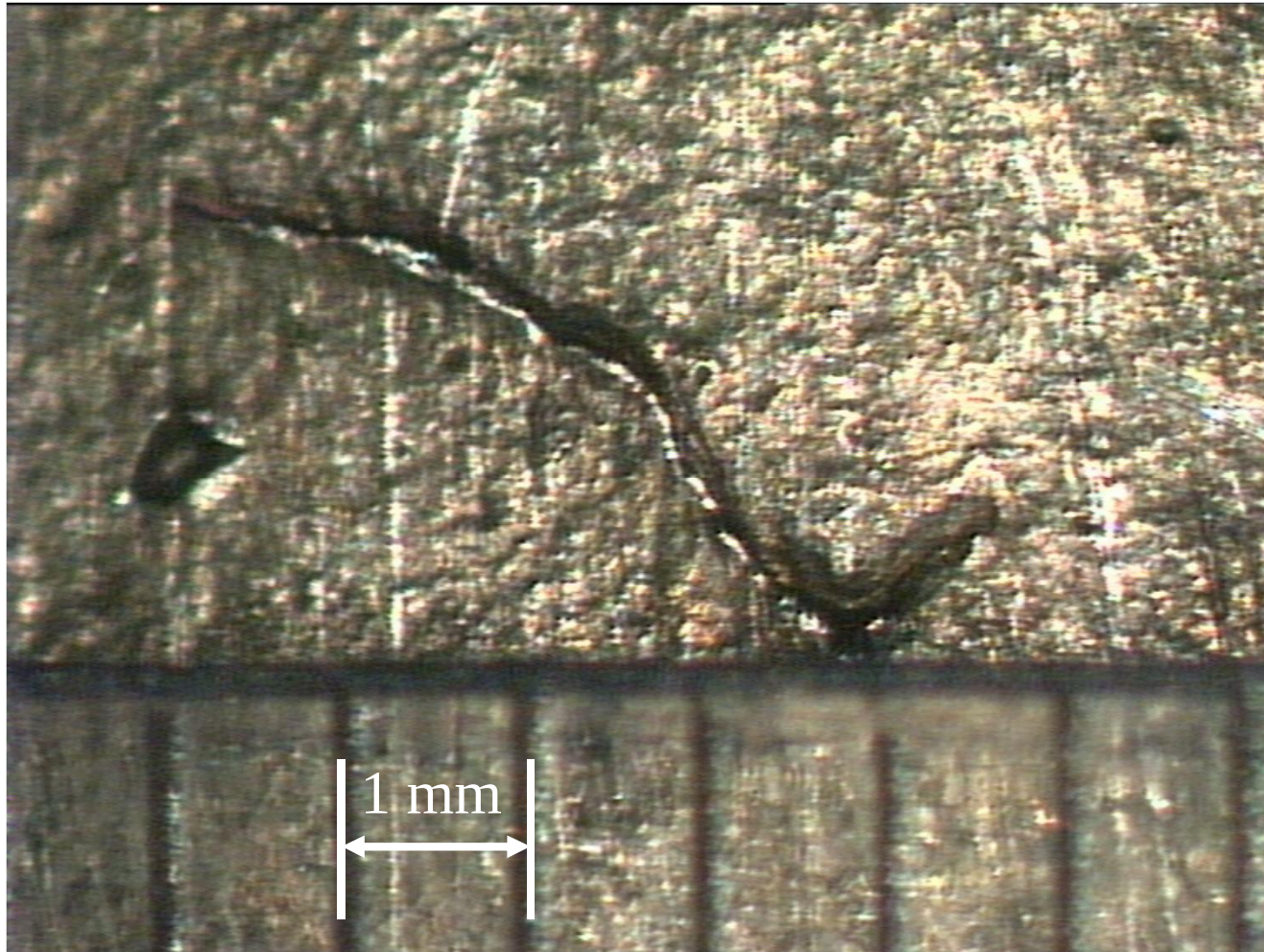
Soodakattila C



MANAGING RISK



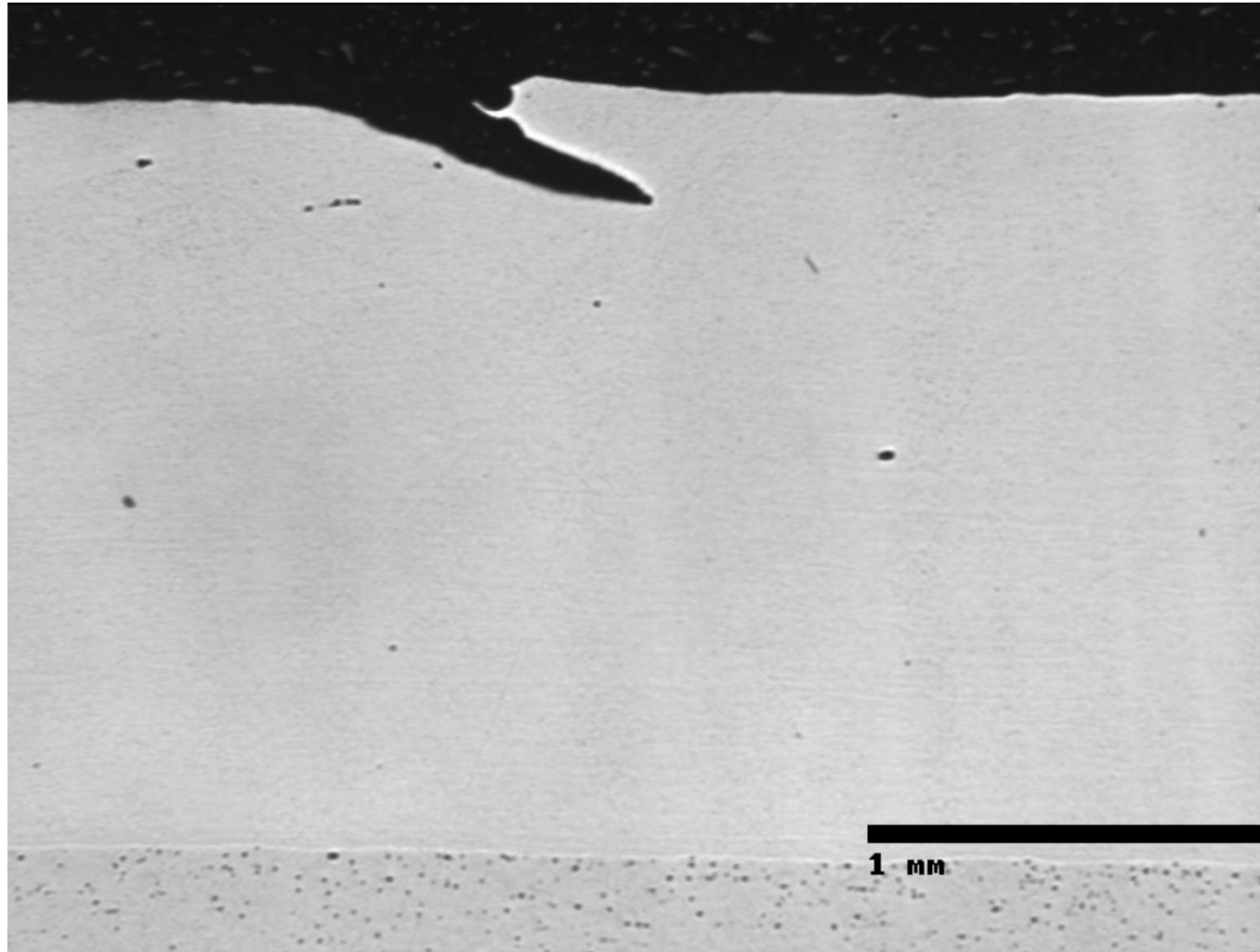
Soodakattila C



MANAGING RISK



Soodakattila C



MANAGING RISK



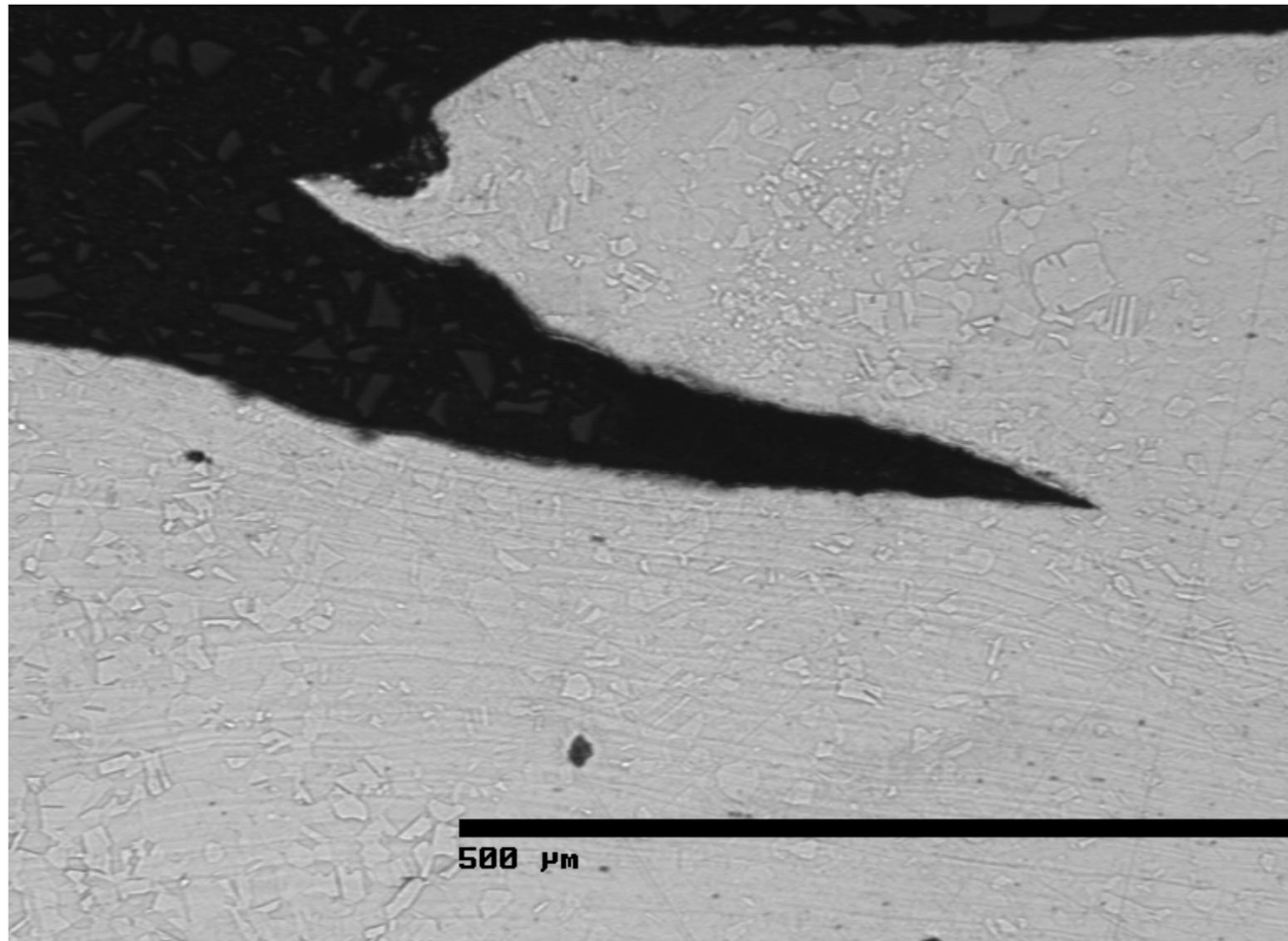
Soodakattila C



MANAGING RISK



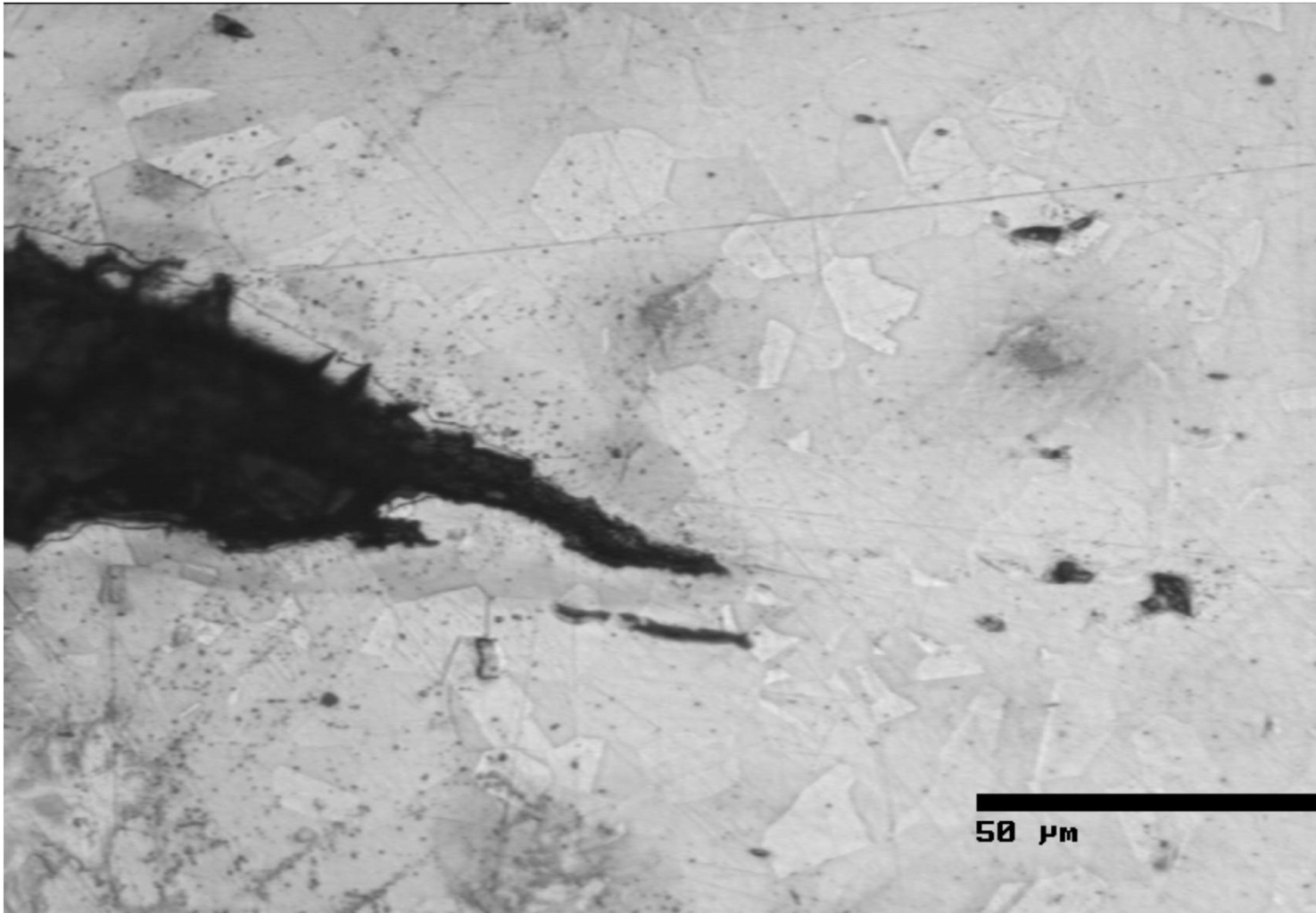
Soodakattila C



MANAGING RISK



Soodakattila C



MANAGING RISK



Soodakattila C

- Vauriot on syntynet putken valmistuksessa (tekovika)

Soodakattila D



Soodakattila D



MANAGING RISK



Soodakattila D



MANAGING RISK



Soodakattila E



MANAGING RISK



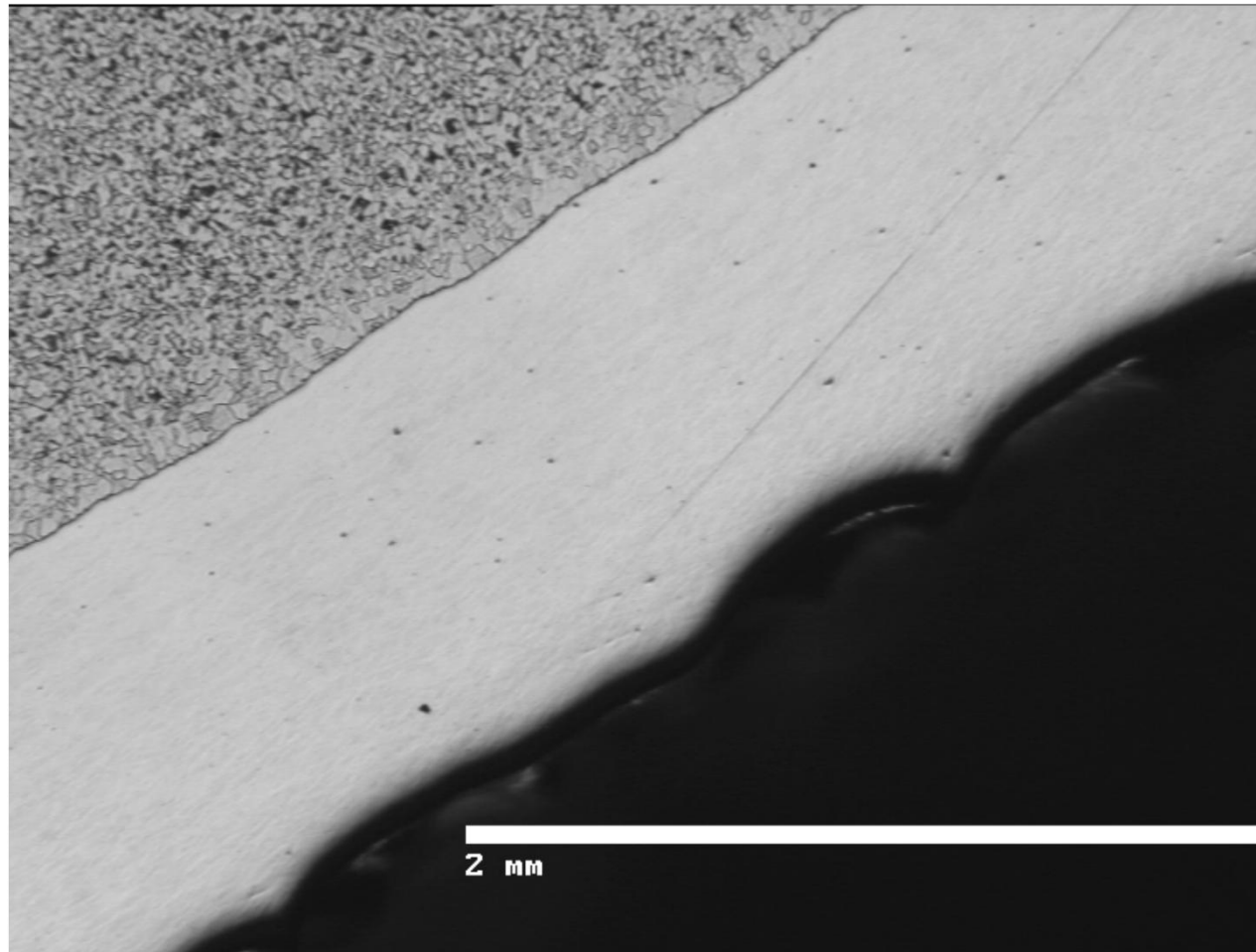
Soodakattila E



MANAGING RISK



Soodakattila E



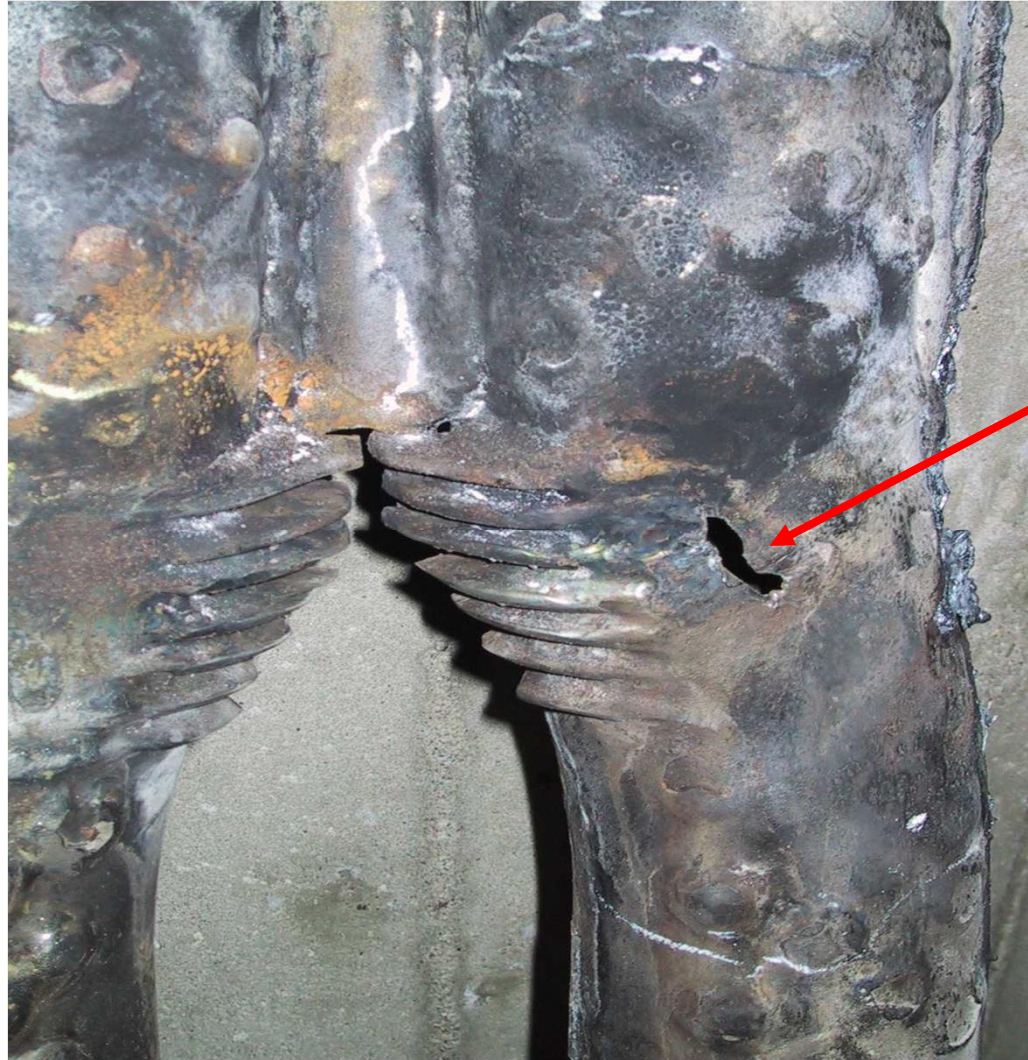
MANAGING RISK



Soodakattila F

- Käyttöpaine 45 baaria
- Valmistettu 1972
- Tulipesä Tappitettu mustat putket
- Vouto seinäputkessa

Soodakattila F



Reikä

MANAGING RISK



Soodakattila F



MANAGING RISK



Soodakattila F



MANAGING RISK



Soodakattila F



MANAGING RISK



Soodakattila F



MANAGING RISK



Soodakattila F

- Korkea lämpökuormitus
- Paksu ”lika” (pii ja hiili) putkien sisäpinnalla

ONNETTOMUUDET LIUOTTAJASÄILIÖN YMPÄRISTÖSSÄ

Lars-Martin Wikström
UPM-Kymmene Oyj Wisaforest

13.1.2003

Voima- ja lipeäosasto/Lars-Martin Wikström/
VAR

LIUOTTAJAVAAURIOIDEN ESTÄMINEN

Johdanto

Kun kestoisuustyöryhmän kokouksessa jälleen tuli esille vaurioraportti, joka käsitteli vauriota liuottajalla, päätettiin asia ottaa esille seuraavilla konemestaripäivillä. Pahimpina tapauksina voidaan pitää MB-Rauman, Kaukaan sekä Pietarsaaren tapauksia, kaikissa näissä oli potentiaaliset olosuhteet myös pahoihin henkilövahinkoihin, joilta onneksi välttyttiin. Pienempiä raportoituja viimeaikaisia vaurioita ovat Äänekosken ja Kotkan vauriot. Pienempiä raportoitamattomia lieviä vahinkoja on ilmeisesti useita.

Vauriotyypit

1. Tukkeentuneen rännin aukaisu tai aukeaminen
2. Sulasyöksy, nuohouksen tai liian nopea tehon lisäys (öljyn / kaasunpolton aloitus)
3. Sulasyöksy, sulan juoksevuuden muutoksen johdosta (esim. sulfiditeetti alhainen)
4. Hehkuvan kamin pudotus.
5. Liuottajan nesteen vähyys.
6. Liuottajan tiheys liian korkea.

Häiröihin varautuminen

Oppi kokemuksien kautta. Käyttöhenkilökunnalle pitäisi avoimesti kertoa liuottajilla tapahtuneista häiriöistä ja onnettomuuksista. Informaatio tulee kuitenkin esittää asiallisesti, ei peloittelemalla. Yleensä spekuloidaan erilaisilla olemattomilla asioilla, tässä tapauksessa voitaisiin käydä tapahtuneita tilanteita läpi ja pyrkiä oppimaan muiden mahdollisista virheistä ja löytämään parempia ratkaisumalleja. Liuottajalla esiin tulevia mahdollisia häiriöitä ja ratkaisumalleja niiden selvittämiseksi on huonosti ohjeistettu. Liitteenä oleva BLRBAC:n luonnos ohjeistukseksi on eräs käyttökelpoinen lähtökohta ohjeistuksen laadinnalle.

13.1.2003

Voima- ja lipeäosasto/Lars-Martin Wikström/
VAR

Kun kestoisuustyöryhmässä käytiin läpi tapahtuneita liuottajavaurioita, tuli vääjäämättä esille inhimillisten tekijöiden osuus tapahtumien kulussa ja tämän vuoksi on asiaan kiinnitettävä enemmän huomiota. Hyvällä onnella on selvitty henkilövahingoilta, mutta aineelliset vahingot ovat kuitenkin olleet huomattavia. Häiriön aikana vallitsevia tilanteita ja olosuhteita ei pidä kuitenkaan unohtaa. Useasti ajaututaan kuin varkein tilanteeseen, jota ei sitten enää hallita. Kuitenkin on vain viimeiseen asti haluttu ylläpitää tuotantoa. Näissä tilanteissa töiden priorisointi ja päätöksenteko pitää olla jonkun paikalla olevan hallinnassa.

Suurin riski häiriölle liittyy ylös- ja alasajoihin. Startissa pohjalle kertyneen suolan sulamispiste riippuu siitä onko kattila seisokissa pesty vai ei. Pesun aikainen vesi jää osittain kattilan pohjalle tai sitoutuu kidevedeksi ja tarvitsee suuremman lämpötehon haihtuakseen. Suuremmissa kattiloissa saattaa starttipolttimoiden teho kattilan laidoilla jäädä liian pieneksi. Kun kattilaa ajetaan vielä liian suurilla ilmamäärillä ja tulipesän veto on turhan suurella, saadaan aikaan kattilan keskiosaan lammikko jonka kanssa ollaan ongelmissa. Lämpöä saadaan painettua kyllä pohjalle lipeänpolton aloituksella, mutta veden haihdutukselle on varattava riittävä aika ja BLRBAC ohjeen mukaan rännien on oltava auki. Alasajo ja pieni kuorma saattavat myös aiheuttaa ongelmia, jos ei olla valppaita. Pieni sulavirta ei tuo riittävästi lämpöä ränniaukolle, jota ilmavirta jäähdyttää, ja näin ränni hiljalleen tukkeentuu. Alasajon yhteydessä siirtyminen lipeältä kaasuihin johtoon saattaa sulattaa suuresta keosta hetkessä niin paljon suolaa, että ränneillä/liuottajalla voi muodostua ongelmia.

Tekniset ratkaisut

Sulasyöksen aiheuttaman lämpökuorman lisäyksen takia saattaa alipaineella toimiva rännivesi kiehahtaa helposti ja aiheuttaa kierto-ongelmia. Tähän on hyvä varautua jo etukäteen. Samoin on hajoitushöyryn määrää voitava säätää olematta alttiina ränniltä tuleville roiskeille. Kaasutilan liuottajassa on oltava riittävä ja paineaallon poistumiselle riittävät räjähdyspellit. Liuottajan väkivyyden kurissapitämiseksi varavesijärjestelmästä riittävä vedensaanti. Liuottajan kuivaksiajon estämiseksi on automaatiojärjestelmään liitetyn pinnanmittauksen rinnalla yleisesti käytetty uimuria, jota seurataan kameran avulla. Nykyiset automaatiojärjestelmiin liitetyt mittaukset voivat valvoa useita suureita, joiden muuttumisen seurauksena saadaan hälytys poikkeavasta tilanteesta.

13.1.2003

Voima- ja lipeäosasto/Lars-Martin Wikström/
VAR

Henkilösuojaus

Ränneillä ja liuottajalla työskenneltäessä on suojauduttava sekä kuumilta sularoiskeilta että alkaalisilta höyryiltä ja roiskeilta. Asianmukaisesti suojaantuneille käyttömiehille sattuu kuitenkin aina silloin tällöin tapaturmia, jotka usein tällä alueella aiheutuvat alhaaltapäin visiirin alle suuntautuvista höyryistä ja roiskeista.

Oheinen teksti on otettu BLRBAC:n ohjeesta [Recommended Good Practice for Safe Firing of Black Liquor in Black Liquor Recovery Boilers](#), tosin viimeisestä revisiosta (August 1982, loose leaf; revised March 2001) joka on mm. näkyvillä internetsivulla www.blrbac.org, on alkuosa poistettu.

Tämä DRAFT-versio antaa kuitenkin hyvän pohjan keskusteluille ongelmista liuottajan ympäristössä.

Lars-Martin Wikström

Sebastian Kankkonen

CHAPTER 10

DISSOLVING TANKS

This chapter provides recommendations for dissolving tank operation, troubleshooting plugged spouts, and alarming functions.

PLUGGED SPOUTS:

Safety should be a top priority when dealing with plugged spouts. Face shield, long sleeves, "burn jackets", coats, and leather gloves are examples of personal protective equipment that should be considered while on the spout deck.

There are many operating scenarios in which the recovery boiler is forced down with a full char bed, i.e.; tube ruptures in the economizer, master fuel trips, auxiliary failures, etc. This frequently results in plugged spouts that must be dealt with appropriately. Smelt spout openings may also plug occasionally due to low loads or varying operating practices and liquor characteristics. Spouts will also be more apt to plug during periods of start-up and shutdown of liquor burning. There is a good likelihood of plugged spouts after a boiler trip while burning liquor or during "chill and blows", when the upper furnace sheds large amounts of tube deposits. More frequent inspection of spouts for pluggage and checks of dissolving tank density must be made at these times. Upon difficulty of maintaining smelt flow, liquor firing should be reduced or stopped until spouts are open and the smelt flow is reestablished. During periods of spout pluggage, the recovery boiler bed and furnace should be carefully observed to avoid accumulation of large smelt pools and until normal bed conditions are achieved.

When the unit is down and contains a full bed, the bed will need to be burned out prior to further operation. If the spout openings are plugged, a sufficient number of spouts must be opened before resuming auxiliary fuel or liquor burning. Just because spout(s) are opened does not mean that a large smelt pool cannot be formed. Careful observations of the bed conditions are required during the start-up period. If smelting does occur in the lower furnace as a result of auxiliary fuel or black liquor combustion with all the spout openings plugged, a heavy smelt rush can result which can lead to personnel injury or equipment damage when one or more are finally opened, possibly causing a dissolving tank explosion. **DO NOT** fire black liquor if all smelt spouts are plugged! Firing rate should be dependent on bed and spout conditions, with production pressures having minimal impact on the decision making process.

PLUGGED SPOUTS: (Cont.)

There are several methods employed in the industry to help facilitate unplugging of smelt spouts, these include:

1. Spouts may be unplugged by burning the blockage out using a gas torch
2. Mechanically removing the blockage using a rodding bar
3. Inserting curved rods into the spout(s) that can reach up into or above the char bed shortly after a boiler trip. The technique of using curved bars and utilizing auxiliary fuel burners in conjunction with these rods to create a smelt flow path to help clear blocked spouts is widely used.
4. **UNDER NO CIRCUMSTANCES SHOULD AIR LANCES BE USED!**

Use of gas torches to unplug spouts can result in overheating or cyclical thermal stresses to boiler pressure parts around the spout opening area. If gas torches are used, care must be taken to avoid flame impingement on the pressure parts. Intense flames should be avoided. These gas torches should not be left unattended or left in place for long periods of time.

1. Gas torches must not be utilized in spout openings unless all furnace purge permissives are met.
2. If the gas supply for torches comes from the auxiliary fuel system, it must come off the header after the burner header safety shut-off valve(s).

When mechanically cleaning plugged smelt spout openings, care must be taken not to damage the spout, or the water wall tubes that form the opening, or the furnace floor tubes. When mechanically removing blockage, use only a blunt tipped mechanical rodding bar. Do not drive the bar into an adjacent tube. Mechanical force other than hand force should be used only with proper supervision.

DESIGN:

To minimize the exposure to dissolving tank explosions, the following equipment and features should be provided for all dissolving tanks:

1. A fixed high level suction for green liquor transfer pumps.
2. Adequate steam shatter jets for all smelt spouts with manual steam control valves in an accessible, safe location. To assist the shattering of smelt during the heavy run off on auxiliary fuel or black liquor, an auxiliary steam shattering system should be available and ready to provide back-up in case the in-place systems' capability is exceeded.
3. Adequate agitation and sufficient back-up system to prevent solids accumulation in tanks.

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
Proposed Recommended Good Practice
Safe Firing of Black Liquor in Black Liquor
Recovery Boilers

Page 65

Rev
4/91

OPERATION: (Cont.)

4. A green liquor density control system that is periodically verified with standard manual tests.
5. A reliable level control device.
6. Emergency dilution water supply (fire water).

OPERATION:

1. Low suction and drain valves shall be verified closed for black liquor firing.
2. Confirm the tank overflow is clear of any obstructions.
3. Insure there is adequate weak wash or water level in the dissolving tank prior to initiating black liquor firing.
4. Insure that spout cooling water flows are adequate prior to initiating black liquor firing.
5. If crystallization occurs or live smelt is known to be present in the dissolving tank, there should be a "safe" means to remotely isolate dilution sources to the dissolving tank.
6. Operators should have instructions or procedures on how to recognize and deal with high green liquor density and impending or actual crystallization in the dissolving tank.
7. When a low smelt flow or upset condition occurs, the operating personnel must immediately do everything possible to keep the spouts open while the bed is still hot. Spout burners, manual rodding of the spouts, or inserting spout rods into the spouts are all techniques that can be used to facilitate this process while the bed is still hot enough to smelt.
8. Manual spout trough flow restriction devices have been successfully utilized to limit heavy smelt spout runoff during initial unplugging of spouts. Operating personnel involved in the opening of the spouts should be prepared to utilize smelt spout flow restricting devices (depending on spout and boiler design and history of boiler) to avoid the sudden rush of smelt that can occur when a plugged spout or spouts open up unexpectedly. The restrictor is a steel plate welded on the end of a steel bar with a half

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee
Proposed Recommended Good Practice
Safe Firing of Black Liquor in Black Liquor
Recovery Boilers

Page 66

Rev
4/91

OPERATION: (Cont.)

moon cut in the bottom of the plate to allow smelt to flow. This restrictor is shoved into the spout against the surface opening and prevents the sudden gush of smelt that exceeds the shattering systems capability and could lead to dissolving tank explosions/incidents. If considering the use of flow restrictors keep them readily available on the spout deck, when inserted into the spout they should be dogged off so the operator does not have to hold in place, and do not utilize these restrictors to reduce smelt flow if heavy runoff is in progress - **AVOID THE SMELT SPOUT AREA.**

9. High amp alarms on agitator motors, dissolving tank high temperature alarms, and dissolving tank high density alarms are tools that can be used by the operator to alert him/her of the potential indication of a high smelt runoff or potentially dangerous condition in the dissolving tank.
10. During serious upset conditions in bed control or smelt rushes to the dissolving tank, the operating personnel may want to consider activating the recovery warning alarm system to alert support personnel of the emergency conditions and assure that all unnecessary personnel are warned and prevented from entering the affected area of the recovery boiler. This could include activation of the ESP warning sirens (or department equivalent for dissolving tank emergency) along with a verbal announcement to recovery boiler operating personnel stating the nature of the emergency.

SYSTEM ALARMS:

Operators must immediately investigate and rectify the cause for any of the system alarms:

	<u>Audible</u>	<u>Indicator</u>
1. Dissolving tank agitator high and low amps	X	
2. Dissolving tank level		X
3. Dissolving tank low level alarm	X	
4. Dissolving tank density		X
5. Dissolving tank high density alarm	X	

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilalaitosten käyttämät kemikaalit, jatkuvatoimiset analysaattorit, veden laatutiedot ja sovelletut laatuarvot
Kurkela Sinikka
11.1.2002 (16A0913-0033)
- 2/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 2002, 24.1.2002
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas/Scandic Hotel Patria, Lappeenranta, esitelmät
16A0913-00034
- 3/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2002
11.3.2002 (16A0913-E0035)
- 4/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 2002, 21.3.2002, Vapriikki, Tampere
Pöytäkirja (16A0913-E0037)
- 5/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Raportti vetyhauraudesta kuudessa kattilassa
Sinikka Kurkela
2.5.2002 (16A0913-E0038)
- 6/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vetyhyökkäys ja kattilavesinormit
Timo Karjunen
21.5.2002 (16A0913-E0039)
- 7/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kartoitus liuotinsäiliön instrumentoinnista
Pekka Jussila/Jaakko Pöyry Oy
18.8.2002 (16A0913-E0040)
- 8/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 2002, 10.10.2002
Marina Congress Center, Helsinki, esitelmät
(16A0913-E0041)
- 9/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Rikkiyhdisteiden vapautuminen mustalipeähaihduttamalla
(16A0913-E0042)
- 10/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila tulevaisuudessa – rakennusasteen noston vaikutus materiaalin valintaa
Esa Vakkilainen/Jaakko Pöyry Oy
(16A0913-E0043)
- 11/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
NOX Soodakattiloissa
Esa Vakkilainen/Jaakko Pöyry Oy
(16A0913-E0045)
- 12/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila tulevaisuudessa – Japanin matkakertomus
Sebastian Kankkonen/Jaakko Pöyry Oy
Joulukuu 2002 (16A0913-E0046)

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 23.1.2003, esitelmät
Stora Enso Oyj, Oulun tehdas/hotelli Ramada, Oulu
(16A0913-E0047)