

LIITE 1

Sularännisuositus 23.3.2017

1 YLEISTÄ

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut suositusta soodakattilan sularännien suunnitteluun, käyttöön ja kunnossapitoon. Taustalla on huoli turvallisuudesta ja raportoidut sularännivauriot. Sularännien kestävyys on viime vuosina korostunut sellutehtaiden pidentyneiden ajoaikojen seurauksena.

Tässä suosituksessa sularännien osista käytetään seuraavia nimityksiä:

- sularännin yläpää kiinnitetään kattilaan. Tästä kohdasta sula tulee sisään ränniin.
- kouru on rännin kalteva osuus
- sularännin alapää on liuottajan puoleinen pää. Sula jättää rännin ja juoksee liuottajaan.

Kuva koko rännistä jossa eri osat nimetty!

Yhdistys ei vastaa tämän suosituksen virheistä eikä tästä johtuvista mahdollisista ongelmista.

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ.....	1
2	SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT.....	4
2.1	Rännien tukkeutuminen	4
2.2	Sulavuoto	4
2.3	Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdys	4
2.4	Liuottajaräjähdykset	5
3	SULARÄNNIEN VAURIOT.....	7
4	SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET	8
4.1	Materiaalit.....	8
4.2	Tarkastukset.....	8
5	SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	10
5.1	Jäähdytysvesi	10
5.2	Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit	11
5.2.1	Lappojärjestelmä	12
5.2.2	Alipainejärjestelmä	13
6	ESIMERKKEJÄ TAPAHTUNEISTA VAURIOISTA.....	14
6.1	Sulavuoto kattilahuoneeseen	14
6.2	Sulavuoto kattilahuoneeseen	15
6.3	Sulavuoto kattilahuoneeseen	16
6.4	Sularännin jäähdytysvesivuoto.....	17
6.5	Sularännin jäähdytysvesivuoto.....	18
6.6	Sulavuoto kattilahuoneeseen	19
6.7	Sularännin jättöreunassa vuoto	20
6.8	Sularänni jättöreuna syöpynyt	21
7	ESIMERKKEJÄKUVIA VAURIOISTA.....	23
1	YLEISTÄ.....	1
2	SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT.....	3
2.1	Rännien tukkeutuminen	3
2.2	Sulavuoto	3
2.3	Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdys	3
2.4	Liuottajaräjähdykset	3
3	SULARÄNNIEN VAURIOT.....	5
4	MATERIAALIT, KUNNOSSAPITO JA TARKASTUKSET	7
5	SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	8
5.1	Jäähdytysvesi	8
5.2	Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit	8

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

5.2.1	Lappojärjestelmä	9
5.2.2	Alipainejärjestelmä	10
5.2.3	Jäähdytysvesijärjestelmän mittaukset ja hälytykset	12
6	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA	13

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

2 SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT

2.1 Rännien tukkeutuminen

Tukkeutuneen rännin avaamiseen liittyy erittäin suuri riski. Tukoksen auettua ja sulamäärän ollessa suuri saattaa liuottajassa tapahtua voimakas sula-vesiräjähdyks.

Työn suorittamisesta tulee olla kirjalliset ohjeet ja työhön osallistuvilla henkilöillä aiempaa kokemusta tukkeutuneen sularännin avaamisesta. Henkilöstön on käytettävä tähän työhön ja tarkoitukseen suunniteltuja välineitä, suojaimia ja vaatteita. Suositeltavaa on, että kattilan käytönvalvoja saa asiasta tiedon ennen työn aloittamista.

2.2 Sulavuoto

Sulavuoto rännin ohi voi johtua monesta syystä kuten esimerkiksi kiinnityskehysten irtoamisesta, massauksen sulamisesta tai asennusvirheestä (massauksen unohtaminen tai sen riittämättömästä tiiveydestä vajavaisen tärytyksen vuoksi).

Sulan kertyminen seinien viereen esimerkiksi tulistin nuohouksen aikana voi johtaa tilanteeseen jossa sulaa pääsee primääri-ilma-aukkojen kautta ilmakehään ja sitä kautta kattilan ulkopuolelle.



Kuva 2-1. Esimerkkejä sulavuodosta kattilan ulkopuolelle

2.3 Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdyks

Sularännien sijainnista johtuen ränneissä kiertävä jäähdytysvesi aiheuttaa sulavesiräjähdyksen vaaran. Vuodon seurauksena vettä voi joutua suoraan tulipesään tai sulavirtaan.

Sularännin jäähdytysvesivuoto voi johtua monesta eri syystä kuten esimerkiksi rännin ennen aikaisesta kulumisesta, jäähdytysvesivirtauksen katkeamisesta, jäähdytysveden liiallisesta höyrystymisestä/tulistumisesta, jäähdytysveden liiallisesta lämpötilavaihtelusta, liiallisista vesipuolen kerrostumista, katkonaisesta sulavirtauksesta, valmistusvirheestä tai virheellisestä asennuksesta/huollosta.

Jäähdytysvesivuodon sattuessa ~~jäähdytysvesi on katkaistava vuotavasta rännistä ja kattila on ajettava alas rännin vaihtoa varten.~~

Vuotava ränni voidaan tulpata hetkellisesti turvallisen alasajon takia jos riskiä veden joutumisesta kosketuksiin sulan kanssa ei ole ja rännin jäähdytyskierto toimii suunnitellusti. Tulppauksen tekemistä suositellaan harjoiteltavan etukäteen.

Tulppausta voi harkita jos vesivuoto sijaitsee sularännin alapäässä (liuottajan puoleinen pää) eikä vuoto ole niin suuri, että se haittaisi sularännin yläpään (tulipesän puoleinen pää) jäähtytystä. Mikäli vesivuoto sijaitsee sularännin yläpäässä, riski veden joutumisesta tulipesään on olemassa ja tulppaus ei todennäköisesti pysy paikallaan jäähdytysveden ja sulan räjähtelyn takia.

~~Tulppauksen jälkeen ränniin palautetaan vesikierto rännin kattilan sisään työntyvän osuuden suojelemiseksi ns. pakkokierron avulla. Pakkokierron avulla voi myös havaita mikä ränneistä vuotaa, mutta sen käyttöön liittyy riskejä.~~ Alipaineeseen perustuvissa järjestelmissä jäähdytysvesijärjestelmään voi vuodon sattuessa päästä sulaa, joka näkyy kohonneena pH:na ja johtokykynä.



Kuva 2-2. Räjähdysvoiman voimasta irronnut ränni

2.4 Liuottajaräjähdykset

Liuottajassa tapahtuu jatkuvasti pieniä räjähdyksiä 800-1000 °C sulan virratessa 90-100 °C nesteeseen. Sulan hajottaminen pisaroiksi höyryllä vähentää "paukahtelua". Liuottajaräjähdys voi olla seurausta useammasta tapahtumaketjusta. Seuraavassa on esitetty syitä, jotka voivat johtaa liuottajaräjähdykseen:

- Sellutehtaan prosessihäiriöiden seurauksena polttoliipeän ja siten sulan laatu voi muuttua niin, ettei sulan liuotus toimi suunnitellusti. Ominaista näille häiriöille on mustaliipeän orgaanisen aineen alhainen osuus ja/tai alhainen valkoliipeän sulfiditeettitaso. Erityisen riskitekijän muodostaa soodakattilan pesuveden johtaminen haihduttamoon. Soodakattilan tulipesän pesuvedet tulisi käyttää mieluummin laiha-valkoliipeäksi ja johtaa matalapitoiset vedet jätevesijärjestelmään tehtaan ympäristöluvan sallissa.
- Sularänniaukon tukkeutuessa tulipesän pohjalle kerääntyy ylimääräistä sulaa. Sularänniä avattaessa on sulan virtaus jonkin aikaa erittäin voimakasta ja muodostaa liuottajan räjähdysmahdollisuuden. Mahdollisuus tähän on erityisen

suuri kattilan vesipesun jälkeen pohjalle kertyneen suolan takia, joka voi aikaansaada sulan kertymää. Vesipesun jälkeen tulee primääri-ilma-aukkojen edusta tulipesän sisäpuolella puhalttaa vapaaksi irtosuolasta.

– Suolaa (kekosulaa alemmassa lämpötilassa) voi kertyä myös tulipesän pohjalle tulistimia nuohotessa. Jossain tapauksissa määrä voi olla niin suuri että suolaa kertyy seinien viereen primääri-ilma-aukkojen eteen. Tällöin lipeäpolttoa tulisi rajoittaa ja aukot saatava auki. Esimerkiksi lipeäruiskujen sijoituksilla sekä lipeän lämpötilalla voidaan vaikuttaa keon kasvamiseen.

- Voimakas sulavirtaus saattaa myös muodostaa liuottajaan pohjalle sulakasauman, koska kaikki sula ei ehdi liueta nesteeseen.
- Sularännien huuviin seinille sekä liuottimen seinille ja kattoon kerääntyy kuumia sulamöykkyjä, jotka riittävästi kasvaessaan putoavat tai niitä pudotetaan hehkuvina nesteeseen ja saattavat aiheuttaa liuottajaräjähdysten.
- Liuottajan nestepinnan ollessa liian korkea, sulan hajotus ei toimi halutulla tavalla. Tästä saattaa aiheutua liuottimen nesteen ja sulan räjähdysmäinen ryöpsähtäminen liuottimen hoitotasolle.
- Mikäli tulipesän pohjalla on keko, tulee ennen apupolttoaineen polttimen sytytystä varmistaa, että liuottajassa on riittävästi nestettä sekä sularännien jäähdytyskierto on päällä, sillä sulavirtaus saattaa alkaa nopeasti polttimen sytytyksen jälkeen. Liuottajan nestetäytön aloittaminen sen jälkeen, kun sulavirtaus on jo alkanut, johtaa todennäköisesti liuottajaräjähdykseen.
- Lipeän polton aloitus täytyy estää liuottimen pinnan ollessa alle lukitusrajan. Ennen lipeän polton aloitusta tulee varmistaa ilma-aukkojen olevan auki. Liuottimen pinnan mittauksen oikeellisuus on varmistettava säännöllisesti.

3 SULARÄNNIEN VAURIOT

Tyypillisiä vaurioita ja niiden ehkäisykeinoja on listattu alla olevaan taulukkoon. Yleisesti voidaan sanoa että rännin säröily liittyy aina lämpötilan muutoksiin. ovat. Vaurioihin voi vaikuttaa myös liian voimakas rassa.

Vauriokohta:

1. rännin alapään/jättöreunan syöpyminen/eroosio

Syy/Ehkäisy:

- sulanhajotus suunnattu oikein nestepintaa kohti
- liuotinhölkien/huuhTELUVESIEN kondensoituminen sularännin pinnalla
- rännin pitäminen kuivana
- liian korkea liuottajan pinta
- riittämätön ilmanpoisto liuottajasta esimerkiksi liuotinhölkäputken tukkeutumisen takia
- jättöreunan pinnoitus

2. rännin yläpään/sisääntuloreunan säröily/korroosio/syöpyminen

- liian korkea jäähdytysveden lämpötila
- liian suuri alipaine lisää kavitaatoriskiä
- liian korkea liuottajan pinta
- etureunan pinnoitus

3. rännin termisestä väsymisestä johtuva säröily (sulavirtauksen pohjalla/rajalla)

- lämpötilan vaihtelut (sula tai vesi)
- pH mittaus / hälytys
- kemikaalin syöttö

4. Jäähdytysvesipuolen korroosio

- veden laatu
- hapenpoiston toiminta

5. Massauksen pettäminen

- massan riittävä kuivumisaika

6. Kourun vaipan eroosio

- kourualueen huuhTELUSUIHKUJEN tarkkailu

7. NaOH-korroosio

- kourualueen huuhTELUN käyttävän laihavalkolipeän roiskuminen kuumille pinnoille



Kuva 3-1. Esimerkki jättöreunan syöpmisestä

4 SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET

4.1 Materiaalit

~~Parempaan-Seostetumman~~ materiaalin käyttö voi pidentää rännin käyttöikää mutta ei välttämättä ratkaise kaikkia ongelmia. Rännejä voidaan valmistaa eri materiaaleista kuten esimerkiksi:

- runko ja kouru hiiliterästä (P265GH / S235JR)
- runko ja kouru hiiliterästä, kourun alapää ~~(huottajan puoleinen pää)~~ ja/tai yläpää ~~(tulipesän puoleinen pää)~~ päällehitsattu ruostumattomalla teräksellä (304L) tai nikkelpohjaisella seoksella (625). Myös koko kouru voidaan päällehitsata.
- runko ja kouru hiiliterästä, kouru pinnoitettu ~~(ns. kompond-rännielad-plate)~~ ruostumattomalla teräksellä (304L).

4.2 Tarkastukset

Uudet rännit

Sularännit on valmistuksen jälkeen koeponnistettava konepajalla ja niille on suoritettava kattava visuaalinen tarkastus (VT) sekä pintatarkastus (PT). Lisäksi voidaan suorittaa röntgentarkastus (RTG) esimerkiksi rännin yläpäähän (tulipesän puoleinen pää) jossa todetaan että rakenneratkaisut ja hitsimitoitukset ovat sovitun mukaiset. ~~Kaikkia rännejä ei tarvitse kuvata.~~ Valmistajalta on saatava jokaisesta sularännistä yksilöllinen tarkastus-/ testaustodistus.

Tarkastuksen helpottamiseksi tehtaalla, rRännejä ei suositella maalattavaksi konepajalla. Suojaus voidaan tehdä esimerkiksi Tectylillä tai vastaavalla.

Rännit on tarkastettava visuaalisesti ennen käyttöönottoa ja asennettava keskenään samalle korkeudelle.

Sularännin suositeltu käyttöikä on 12 kuukautta, jonka jälkeen ne on korvattava uusilla.



Kuva 4-1. Vasemmalla: esimerkki röntgenkuvasta, jossa näkyy sisäpuolen vaja ja juuri. Oikealla: esimerkki valmistuksenaikaisista hitsausvirheistä, mm. jyrkät liittymät näkyvät selvästi

Käytetyt rännit

Sularännit ~~tulee~~ suositellaan tarkastettavaksi vähintään visuaalisesti myös huoltoseisokkien välillä mikäli vain mahdollista, ja jokaisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä ja muissakin seisokeissa vähintään visuaalisesti. Jos ränni ei läpäise tarkastusta, se tulee vaihtaa.

Käytöstä poistetut sularännit on romutettava. Sularännejä ei saa korjata tarkoituksena, että ne voitaisiin ottaa uudelleen käyttöön.

Yksi käytöstä poistettu ränni suositellaan tarkastettavaksi tunkeumanesteellä. Lisäksi suositellaan yhden rännin leikkaamista palasiksi. Tarkista leikatusta rännistä jäähdytysvesivaipan sisällä olevat alueet korroosion/kerrostumien havaitsemiseksi. Lisäksi jäähdytysvesiputkisto ja säiliöt tulisi tarkastaa määräajoin kerrostumien varalta.



Kuva 4-2. Tunkeumanestetarkastuksessa havaittuja säröjä

5 SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

5.1 Jäähdytysvesi

Jäähdytysveden tulee täyttää seuraavat kriteerit:

1. **Laatu:** Koska sularännit joutuvat kovalle rasitukselle (suuri lämpötilaero, suuret lämpötilavaihtelut, vesipuolen korroosio, sulapuolen korroosio ja eroosio), jäähdytysveden on oltava laadukasta. Jäähdytysveden tulee olla lauhdetta tai täyssuolanpoistettua lisäettä. Huonon vedenlaadun seurauksena voi esiintyä sisäpuolista kerrostumista, happikorroosiota tai sakan muodostumista, joka heikentää lämmönsiirtoa. Lämmönsiirron heikentyminen johtaa rännin ylikuumenemiseen ja säröilyyn ja mahdollisesti vuotoon.
2. **Lämpötila:** Sularännin jäähdytysvesi on pidettävä valmistajan suositusten mukaisena (alipainejärjestelmissä sisäänmenolämpötila on tyypillisesti ~~50-55-60~~ °C:n ~~ja~~-luokkaa ei-alipainejärjestelmissä 75-80 °C luokkaa). Sekä sisään- että ulostulevan veden lämpötilat tulee olla tasaisia, koska lämpötilapiikit aiheuttavat säröilyä kun kuormituskertoja on riittävästi.

Jos sularännin jäähdytysveden lämpötila on suositusta alhaisempi, rännin sivuille voi kondensoitua vesipisaroita, josta seuraa sulan roiskumista ja pieniä sulavesirajähdyksiä jotka aiheuttavat eroosiota. Sulan roiskumisesta voi seurata sulan kerrostumista rännin koteloon, kourun huuvaan, rännitasolle ja kaikille ympäröiville pinnoille. Roiskumisesta voi aiheutua myös henkilövahinkoja. Kosteaa ympäristö voi lisäksi edesauttaa happejen muodostumista.

Suosituksista korkeampi jäähdytysveden lämpötila voi taas aiheuttaa jäähdytysveden höyrystymistä voimakkaan sulavirtauksen aikana. Höyrystymisen seurauksena rännin jäähdytysvesivirtaus voi hetkellisesti pysähtyä, mikä taas ylikuumentaa ja vaurioittaa ränniä.

Jokaiseen rännin jäähdytysveden ulostulolinjaan tulee asentaa lämpötilamittaus sekä hälytys valmistajan määrittämälle lämpötila-alueelle (esimerkiksi ~~60-65-70~~ °C). Alipaineperiaatteella toimivissa järjestelmissä on huomattava, että hälytyspiste on asetettava suhteessa veden todelliseen kiehumispisteeseen mitattuna vedenulostulopaineesta.

3. **Virtaus:** Rännin jäähdytysvesijärjestelmä on suunniteltava valmistajan määrittämän jäähdytysveden minimivirtauksen aikaansaamiseksi. Alhaisesta virtauksesta seuraa ajan myötä lämpötilavaihteluita, jotka johtavat vaurioon. Virtausmittaus tulee asentaa jokaisen sularännin ulostulolinjaan. Sen tulee hälyttää valmistajan määrittämästä minimivirtauksesta.
4. **Paine:** Jäähdytysvedenpaineen tulee olla mahdollisimman pieni virtaukseen nähden. Pieni vedenpaine kourun yläpäässä ja kiertojärjestelmän yläosassa vähentää vesimäärää, joka voisi päästä tulipesään mahdollisen vuodon yhteydessä. Lisäksi suuri painehäviön laskee veden kiehumislämpötilaa. Veden höyrystyminen heikentää jäähdytysvesivirtausta ja pahimmassa tapauksessa pysäyttää sen, mikä taas ylikuumentaa ja vaurioittaa ränniä. Pieni vedenpaine saavutetaan pitämällä virtausnopeus suositusten mukaisena ja minimoimalla painehäviö ulostulolinjan puolella.

5.2 Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit

Jäähdytysjärjestelmää suunniteltaessa tulee noudattaa seuraavia suunnittelukriteerejä:

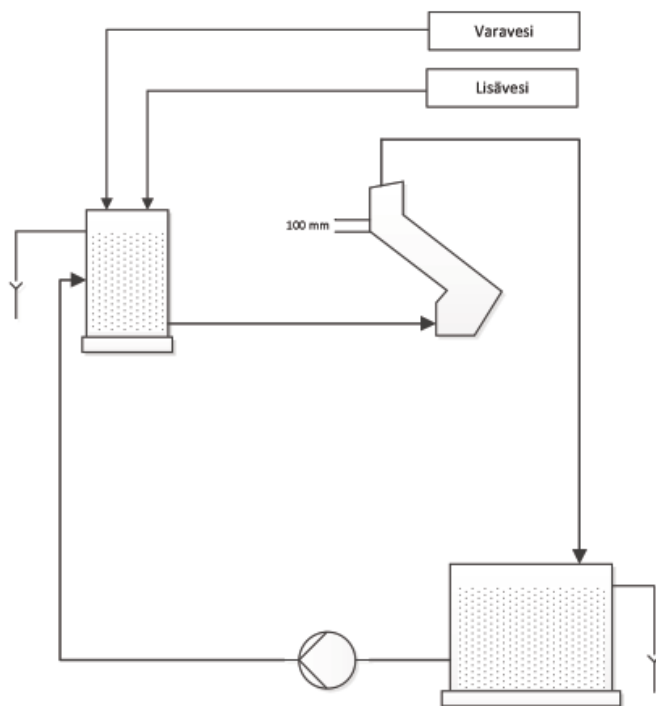
1. Sularännien jäähdytysjärjestelmä on rakennettava lappo- tai alipaineperiaatteella toimivaksi
2. Jäähdytysvesijärjestelmä on varustettava kahdella pumpulla, joista toinen on normaalisti toiminnassa ja toinen varalla. Varapumpun on käynnistytävä automaattisesti.
3. Jäähdytysvesijärjestelmän toiminta on varmistettava automaattisella varavesijärjestelmällä mikäli jäähdytysvesisäiliön pinta tai järjestelmän paine laskee alle minimin. Veden riittävyys varavesijärjestelmästä on varmistettava myös sähkö- ja ilmakatkon varalta.
4. Jäähdytysvesijärjestelmä suositellaan varustettavan virtaus-, lämpötila-, (pH-) ja johtokyky mittauksella. Jokaisen rännin ulostulolinjaan on asennettava lämpötila sekä virtausmittaus ja sisääntulolinjaan lämpötilamittaus.
5. Järjestelmän korkeasta lämpötilasta, pienestä virtauksesta, pienestä paineesta, jäähdytysvesisäiliön matalasta pinnasta ja jäähdytysvesipumpun pysähtymisestä on annettava hälytys.
6. Jäähdytysvesisäiliön tasoa tulee säädellä täyssuolanpoistettua vettä tai lauhdetta lisäämällä ja alhaisesta tasosta on annettava hälytys.
7. Rännin valmistajan suosittelemien jäähdytysveden tulolämpötilojen ylläpitämiseksi tarvitaan jäähdytysveden lämmönvaihdin.
8. Jokaiselle rännille on oltava jäähdytysvesivirtauksen pysäyttävä sulkuventtiili. Sulkuventtiilit on merkittävä SELVÄSTI JOKAISEN rännin yhteydessä, jotta hätätilanteessa jäähdytysvettä ei vahingossa katkaistaisi väärästä rännistä.
9. Uusiin ränneihin tulee merkitä selvästi rännin sisäänmeno- ja ulostuloliitännät.
10. Sularännit täytyy varustaa tehokkailla sulanhajottajilla, ja rännien toimintaa on seurattava kameroiden välityksellä valvomosta.
11. Putkistot suositellaan valmistettavan ruostumattomasta teräksestä ja liitoskohdat tehtävän hitsaamalla. Kierteellisten putkien, kiinnikkeiden ja venttiilien käyttö tulee minimoida tyhjiötä mahdollisesti pienentävien vuotojen vähentämiseksi, jotka voisivat vaikuttaa myös jäähdytysvesivirtaukseen.
12. Jotta sularännin jäähdytysvesijärjestelmä saadaan varmasti pidettyä toiminnassa, mahdolliset muutokset tulee teettää jäähdytysvesijärjestelmän suunnittelijalla tai hänen neuvojensa mukaisesti.

5.2.1 Lappojärjestelmä

Lapposysteemissä jäähdytysveden jättopuolen vesipatsaskorkeus on suurempi kuin tulopuolen, kuva 5-1. Tampellan kehittämässä lapossa ylemmän säiliön vesipinta on 100 mm alempana kuin kourun yläpään alareuna/nurkka, jossa on vettä. Jos vesikiertoon syntyy reikä, josta vesikiertoon pääsee ilmaa, lappovirtaus katkeaa ja yhtyvissä astioissa pinnat tasaantuvat. Näin varmistetaan se, että pesään/kekkoon ei mene vettä.

Maailmalla on kuitenkin sattunut vaaratilanteita rännin yläpäähän tulleen vuodon seurauksena. Järjestelmä toimii kuten suunniteltu eli vesipinta laskee mutta samalla vesitilaan pääsee sulaa, joka voi aiheuttaa räjähdysten kourulevyn ja ulomman vesivaipan sisällä. Räjähdysten voimasta ränni voi irrota aiheuttaen vaaraa rännitasolla oleville henkilöille.

Mikäli rännin yläpäässä havaitaan vuoto, kattila tulee ajaa alas ja estää rännitasolle meneminen ilman asiamukaisia suojavarusteita.

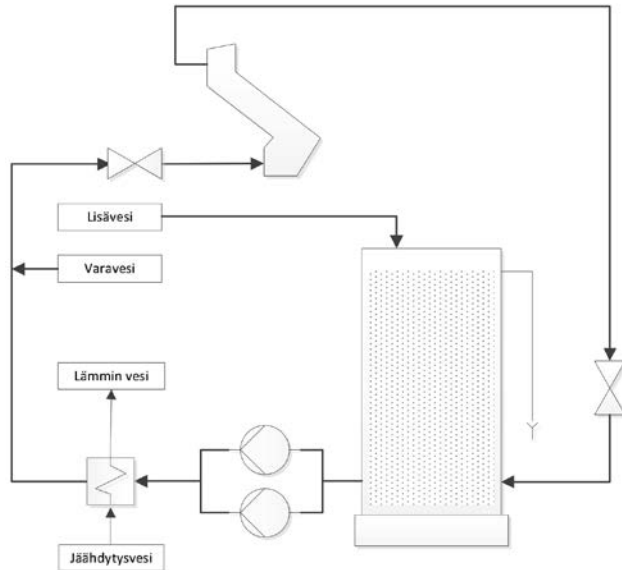


Kuva 5-1. Yksinkertaistettu esimerkki lappojärjestelmästä

5.2.2 Alipainejärjestelmä

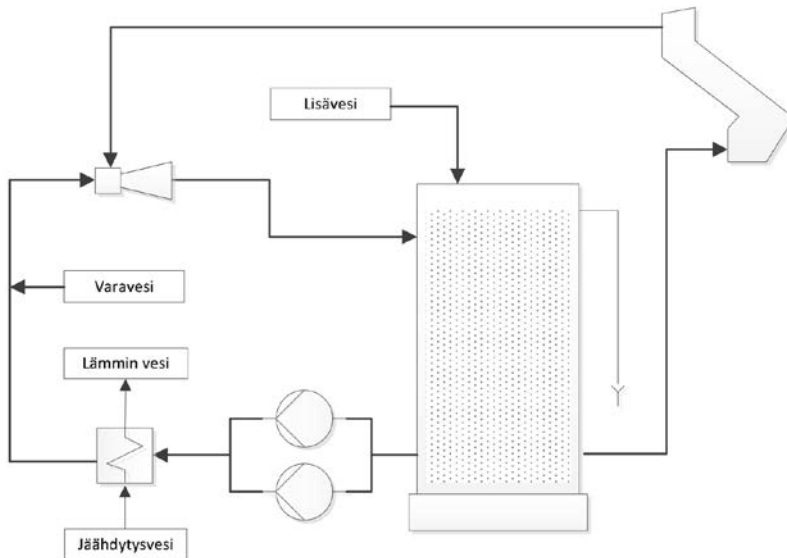
Alipainejärjestelmässä muodostetaan pieni tyhjö rännin jäähdytysvesivaipan sisään esimerkiksi venttiileillä (kuva 5-2) tai ejektorilla (kuva 5-3). Tällöin vuodon sattuessa ilman/sulan pääsy ränniin katkaisee vesikierron estäen veden pääsyn tulipesään.

Venttiileihin perustuvassa systeemissä vesi pumpataan jäähdytysvesisäiliöstä lämmönvaihtimen läpi ränneille. Ennen rännejä olevilla venttiileillä säädetään rännien alipaine ja jättopuolen venttiilillä virtaus rännin läpi.



Kuva 5-2. Yksinkertaistettu kuva venttiileihin perustuvasta alipainejärjestelmästä

Ejektoriin perustuvassa systeemissä vesi imetään jäähdytysvesisäiliöstä sularännien läpi ejektoriin. Jäähdytysvesipumppu pumppaa vettä lämmönvaihtimen läpi ejektorille, jonka tuottamasta paineesta ejektori saa käyttövoimansa. Virtaukset sekoittuvat ejektorissa ja virtaavat takaisin jäähdytysvesisäiliöön.



Kuva 5-3. Yksinkertaistettu kuva ejektoriin perustuvasta alipainejärjestelmästä

6 ESIMERKKEJÄ TAPAHTUNEISTA VAURIOISTA

6.1 Sulavuoto kattilahuoneeseen

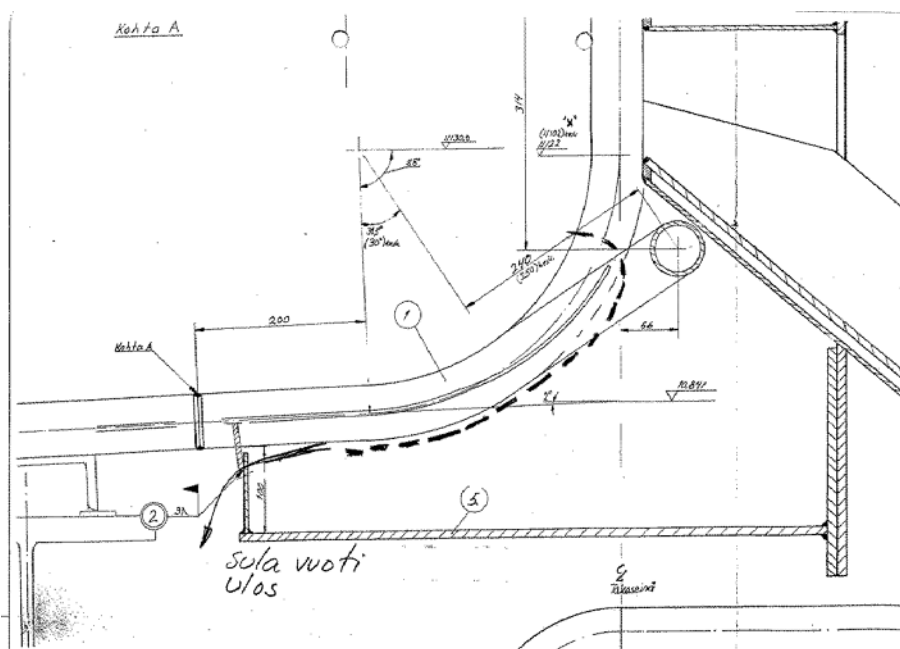
Seisokkiaika: 31 tuntia

Vaurioitunut osa: Tulipesän kamparauta

Tapahtumat

Kenttämies huomasi 7.5. klo 8.45 kierroksella, että sulaa tulee kattilan pohjasta sularännien alta runsaasti. Soodakattila oli normaalilla lipeänpolton kuormalla, kun havaittiin sularänni n:o 3 lähettyviltä tulevan runsaasti sulaa. Sulan tulo oli niin runsasta, että täytyi tehdä hiekasta n. 500 mm:n korkuinen valli estämään sulan valumisen kanaaleihin. Soodakattilan alasajon jälkeen, kun sulan tulo oli loppunut, poistettiin sularänni sekä sularännin massakotelosta etulevy. Eristyksen poistamisen jälkeen saatiin lopullinen varmuus, että sula oli tullut sularännin aukon massakotelon ja pohjan tiivistävän kamparaudan välistä. Kamparauta, joka tiivistää pohjan ja massakotelon, oli hitsattu evään ilmeisesti liian heikosti kiinni.

Kamparaudan ja pohjan väli oli liian suuri sekä massa massakotelon sisällä oli irronnut pohjasta aiheuttaen raon. Soodakattilan vesipesut aiheuttavat myös sen, että massakoteloiden rakoja kautta vesi syövyttää ja heikentää massauksia, jos ko. rakoja on koteloidissa. Sularännin massakotelon etureunan kautta poistettiin kaikki massa kotelosta, massa massakotelon sisäpuolelle asennettiin lisäkamparauta tiiviisti pohjaputkia myötäillen. Sularännin etulevy asennettiin sekä sularänni ja lopuksi massakotelo massattiin yhdellä kertaa. Sularännin massauksissa on tärkeää tehdä työvaiheet massauksien kannalta oikein sekä käyttää sellaista massaa, joka ei kutistu eli ei tee rakoja. Soodakattilalla päästiin lipeän polttoon 8.5. klo 17.00.



Kestoisuustyöryhmän lausunto

Kamparauta hitsattu liian heikosti kiinni. Konstruktiosta aiheutuva normaali häiriö.

6.2 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: 21 tuntia

Vaurioitunut osa: Sularännin höyryhajoittaja ja liuottajan ympäristöä

Vaurion sattuessa ilmeni: Sulavuoto kattilan ulkopuolelle

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa ajossa lähes täydellä kuormalla kun 4-rännistä tuli sula yli liuottajan katolle. Siitä sula valui alas polttaen mennessään kolmen sekoittajan kaapelit ja hieman lattian kaakelointia irtosi. Syynä ylituloon oli rännin höyryhajoittajan kulumisen ylälaidasta puhki joten se roiski sulaa ylöspäin muodostaen ”kannen” rännin päälle ja rännin reikä muurautui umpeen.

Samaan aikaan sattuneen liuottajan toisenkin pintamittauksen tukkeutuminen sotki osaltaan tilannetta aiheuttaen aluksi epäilyn että liuottaja olisi tullut yli. Uimurimittausta ei liuottajassa ollut. Toinen liuottajan pinnanmittaus oli tukkeutunut jo aikaisemmin syksyllä ja toisella piti päästä joulun asti, mutta jäi hiukan auki. Siis liuottaja ei tullut yli, vaan ränni 4 vain oli tukossa. Toisenkin pinnanmittauksen vikaantuminen vain sattui samoihin aikoihin. Sulan valuminen lattialle sekoittajien kaapelit polttaen meni reittiä: kattila -> tukkeutunut ränni -> liuottajan katto -> kaapelihylly -> alakerran lattia.

Kestoisuustyöryhmän lausunto:

6.3 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: - tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa ajossa 22.7 ja normaalilla polttokuormalla. Yövuoron alussa tuli hälytys valvomoon sularänni 4:n lämpötilasta ja virtauksesta. Kattilanhoitajan käydessä tarkastamassa tilanteen paikan päältä oli ränni paukkunut ja ampunut sulaa. Yövuoro tulppasi rännin ”narutulpalla”, samalla oli aloitettu kuorman pienennys. Seuraavana aamuna 23.7 yritettiin tutkia tulpattua rännin tarkemmin, mutta lipeätulien johdosta se oli vaikeaa. Tulppausta parannettiin ja lisättiin paineilma jäähdytystä tulpalle. Yövuorolla 24.7 sula alkoi vuotaa rännin alta ulos liuottajan kannelle ja siitä sitten alakerran lattialle. Kattila otettiin apupolttoaineelle ja laitettiin alasajo käyntiin.

Aamulla 24.7 päästiin korjaajien kanssa purkamaan vaurioitunutta ränniä. Kun ränni oli saatu irroitettua paikoiltaan, havaittiin sen menneen melkein poikki, siitä kohdasta ränniä mikä on kattilan sisällä. Samoin rännikotelo oli palanut alalaidastaan pahoin. Korjaustyöstä olisi tullut aika mittava, joten kun oli oltu yhteydessä laitetoimittajaan, päätettiin massata koko ränni aukko umpeen. Lokakuun alussa on kattilan suunniteltu seisokkiviikko, jolloin vaihdetaan kaikki rännit. Edellisen kerran kaikki rännit oli vaihdettu edellisen vuoden joulukuussa. Kattilalla on 4 sularänniä.



Kestoisuustyöryhmän lausunto

-

6.4 Sularännin jäähdytysvesivuoto

Seisokkiaika: 9 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni ja rännin ympäristön kaapelointia

Tapahtumat:

Kattila normaalisti lipeätulilla 21.8. Käyttömies kiinnitti kierroksellaan huomiota sularännin nro 3 räiskeisiin ja ääneen ja kutsui toisen käyttömiehen kaveriksi, jolloin alkoivat tutkimaan tilannetta kahdelleen. Kattilan lipeätulet sammutettiin ja hivenen myöhemmin myös öljytulet seis. Sulaa ja räiskeitä lensi ja paukkui, joten homma oli vaarallista. Kokeneempi käyttömies huomasi, että 3. rännin jäähdytysveden rotametrin yläpuolella oleva ilmaus oli auki. Venttiili suljettiin ja räiskäminen ja paukkaminen vähenivät niin paljon, että rännin lähelle päästiin.

Rännin kourun pohjassa n. 200 mm päässä (poistopäästä) oli halkeama ja reikä. 3. rännin aukko tukittiin betonisella tulpalla. Lipeäräiskeiden takia takaseinällä olevat 3 rännin läheisyydessä olevat primääri-ilma-aukon rassarien yms. kaapeloinnit paloivat ja kärsivät ylikuumenemisesta.

Kattila takaisin apupolttoaineelle klo 02.30 ja lipeä palamaan klo 09.00.

Sularänni oli vaihdettu toukokuun seisokissa.

Kestoisuustyöryhmän lausunto

-

6.5 Sularännin jäähdytysvesivuoto

Seisokkiaika: 8 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Valvontakamerasta havaittiin Sulakouru-6:lla tavallisuudesta poikkeavaa räiskintää. Havainnon perusteella ryhdyttiin epäilemään vesivuotoa sulakourussa. Epäily sai vahvistusta siitä seikasta, että jäähdytysvesisäiliön täyttöautomaattiikka käynnistyi tiheämmin kuin normaalisti. Myös jäähdytysvesikierron sähkönjohtokyky oli kohonnut. Asianmukaisesti varustautena tehdyt havainnot paikan päällä antoivat 100% varmuuden vuodosta.

Välittömät toimenpiteet

Kun vuoto oli varmistunut, ryhdyttiin välittömästi siirtymään lipeän poltosta apupolttoaineen polttoon. Kattilassa oli keskikokoinen keko. Sen poispolttaminen kesti noin 2 tuntia, jonka jälkeen sulan valuminen sulakouruissa loppui 10:30. Tällöin ryhdyttiin kuonanpoistotoimenpiteisiin.

Kouru oli kuonasta puhdas 12:00. Kun tulppaamistarve varmistui 9:30, tilattiin varastosta varakouru valumuotiksi. Rakennustekninen alihankkija valoi muotissa tulpan. Tulppa kovettui asennusvalmiiksi klo 15:00. Tulppa asetettiin paikoilleen.

Mahdollista ohivirtausta silmälläpitäen asetettiin kouruun lisäksi valkoista palovillaa. Tulppa piti siinä määrin hyvin ettei ohivirtausta ilmennyt. Jäähdytyskierto jätettiin päälle, jottei kourun kattilan sisään työntyvä osuus vaurioituisi.

Kourun lisätutkimuksissa selvisi että osa kourunlevyn kärjestä oli jäänyt päällehitsaamatta, joka on edesauttanut eroosion etenemistä kourun kärjessä. Sama asia ilmenee myös muista kouruista.

Kestoisuustyöryhmän lausunto:

Vuodot ovat rännin alapäässä, rännin ja päätylevyn yhtymäkohdassa joka oli syöpynyt. Kourun alapään olosuhteet ja riittämätön päällehitsaus ovat aiheuttaneet vuotoon asti edenneen vaurion.



6.6 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: 56 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa käytössä 5.7 kun huomattiin vuoto ränniveden johtokyvystä ja tulpattiin ränni, olettaen vuotokohdan rännissä sijaitsevan rännin alapäässä. Korroosiota esiintynyt aiemmin juuri tuossa kohtaa ränniä. Samanaikaisesti johtokyky sularännien jäähdytysvesikierrossa oli korkealla ja rännikohtaisessa virtausmittauksessa näkyi heiluntaa verrattuna muihin ränneihin.

Yöllä tulppa irtosi kun sula ja rännin kiertovesi pokshteli, jonka seurauksena ajettiin kattila alas. Aamuvuorossa ke. 6.7. n. klo. 07.30 sulaa tuli vielä muutamasta rännistä, kun sularänni 2:sen kiinnityskehyksestä alkoi vuotaa sulaa liuottajan kannelle ja siitä edelleen lattialle alakertaan. Rännin päässä oli reikä, joka havaittiin kun ränni oli irroitettu. Lisätutkimuksissa selvisi että sularännikotelossa ollut liian suuri tyhjä joka edesauttanut vaurion syntymistä.



Kestoisuustyöryhmän lausunto

Rikkoutuneessa kourussa kavitaation merkkejä, jäähdytysveden lämpötila ollut 70 C, jolloin on mahdollista että vesi höyrystyy silloin tällöin.

Hapenpoistokemikaalin puuttuminen sekä sularännikotelon liian suuri tyhjä edistivät vaurion syntymistä.

6.7 Sularännin jättöreunassa vuoto

Seisokkiaika: 24 tuntia

Vaurioitunut osa: hajotushöyrysuuttimet ja sularänni

Tapahtumat:

Kattilan sularännien 3 ja 4 hajotushöyrysuuttimet olivat palaneet poikki. Kattilalla oli huoltoseisokki jolloin vaihdettiin uudet paksuseinämaiset putkisuuttimet, ja tarkastettiin muut että niillä päästään seisokkiin asti. Syksy seisokissa vaihdettiin sularännit ja todettiin että 2:sta rännistä jättöreuna oli puhki ja kahdesta lähes puhkeamassa.

Koskaan aikaisemmin rännit eivät ole olleet näin huonossa kunnossa vuoden käytön jälkeen. Poltto-olosuhteet ennallaan, rännimateriaalin laatu/tekotapa?



Kestoisuustyöryhmän lausunto

Hajotushöyryn puuttuminen edesauttanut sularännienpinnon vaurioitumista.

Muissakin kattiloissa on vaurioraportoitu vastaavanlaisia vaurioita. Lisääntynyt sularännikoteloiden huuhtelu on mahdollisesti edesauttanut näitä vaurioita (rännin pinnassa enemmän kosteutta)

6.8 Sularänni jättöreuna syöpynyt

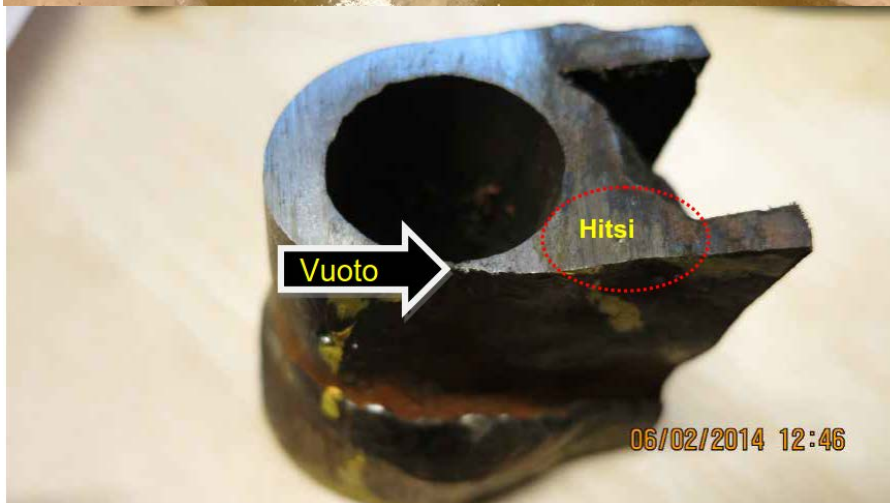
Seisokkiaika: 17 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni x 2

Tapahtumat:

25.01 yöllä todettiin sularännin vuotavan pesän puolella. Koeponnistuksessa todettiin kahden rännin vuotavan, 1 ja 7 ränni vaihdettiin. Ränneillä ajettu 16kk. Vuodon syy oli ulkopuolinen syöpyä mustassa materiaalissa, kuvat alla.

26.02 todettiin taas rännin vuotavan. 6 ränni vuoti ponnistuksessa. Vaihrettiin samalla kaikki loput 5 ränniä. Ajo-olosuhteissa tai rännimallissa ei muutoksia aikaisempaan. Sularännien jäähdytysveden lämpötila 52 C.



Toukokuussa liuottajan pinta laskettu 75% -> 60%, tarkoituksena varmistaa että pisaroita ei pääse imeytymään sularänneihin. Lisäksi puhdistettu hönkäputki.

Seisokissa havaittiin syöpymistä 3kk ajetuissa ränneissä, katso kuva alla -> vaihdettu sularännit joissa kokonaan pinnoitetut suuaukot.



Kestoisuustyöryhmän lausunto:

Mahdollisia syitä sularännin ulkopuolisen syöpymiseen:

1. Liuottajan höngän kondensoituminen joka voi aiheutua esim. korkeasta liuottimen pinnasta, liuottajan höngän poistokyvystä (hönkäputki tukossa), sularännin pinnan matalasta lämpötilasta tai tulipesästä lauhtuvasta höyrystä.
2. Materiaalin lämpötila noussut suunniteltua korkeammaksi esim. sisäpuolisen kerrostuman tai puutteellisen jäähdytyksen takia

7 ESIMERKKEJÄKUVIA VAURIOISTA



Kuva 7-1. Vuoden kattilassa ollut pinnoittamaton ränni



Kuva 7-2. 1 ½ vuotta kattilassa ollut pinnoitettu ränni



Kuva 7-3. Esimerkki pintatarkastuksessa havaituista vioista.

LIITE 2

**VTT: Hitsauspinnoitettujen putkien vanhennus –
koematriisi 8.3.2017**

KYSYMYS:

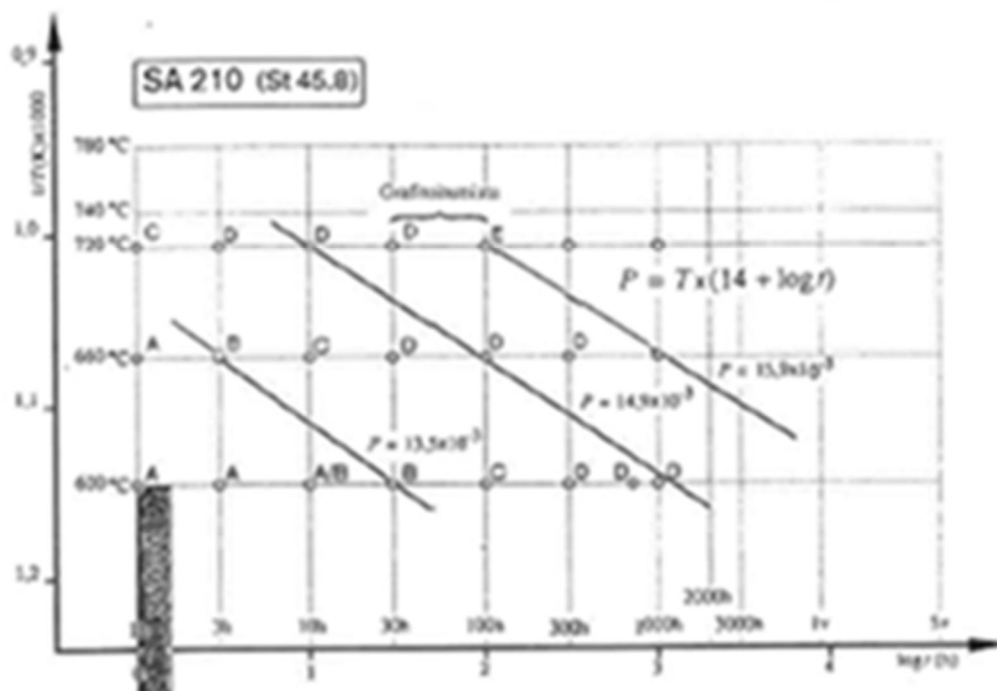
Onko perusteltua tehdä vanhennuskokeet sellaisissa lämpötiloissa, joita ei toistaiseksi soodakattilassa ole käytössä? Yli 600 °C lämpötiloja tulee vastaan vain siinä tapauksessa, että kontrolli pettää. Samalla taitaa kyllä tulla sulafaasikorroosio merkittävämmäksi vanhentavaksi tekijäksi kuin lämpötila.

VASTAUS:

Vanhennuskokeet on nimenomaan tarkoitus tehdä käyttöä korkeammassa lämpötilassa. Näin saadaan nopeammin aikaan mikrorakennemuutokset, jotka tapahtuisivat huomattavasti pidemmässä ajassa matalamassa lämpötilassa. Ei ole mielekästä tehdä useamman kymmenentuhannen tunnin vanhennuskokeita.

Eli mikrorakennemuutokset ovat riippuvaisia sekä ajasta että lämpötilasta. Kun vanhennukset tehdään austenitointilämpötilan (mustalle ~725°C) alapuolella, pystytään päättämään lyhyemmässä ajassa, miten mikrorakenteet mustassa, austeniittisessä ja diffuusiokerroksessa/HAZissa muuttuvat matalamassa lämpötilassa pidemmällä aikavälillä.

Projektissa on tarkoitus sekä tutkia putkimateriaalien ja valmistajien eroja, sekä saada kattava käsitys siitä, mitä putkille tapahtuu pitkäaikaiskäytössä. Näillä kootuilla tiedoilla pysytään sitten tulevaisuudessa arvioimaan myös käytössä, matalamassakin lämpötilassa, olevien putkien jäljellä olevaa elinikää.



Kuva 1. Teräksen SA 210 mikrorakennemuutosten aika-lämpötilariippuvuus.

Ohessa kuva vanhennuksista, joita on tehty mustalle 90-luvulla (A...E kuvaavat mikrorakenteen hajaantumisen tasoa). Nyt kun tutkitaan hitsauspinnoitteita, arvioidaan perusmateriaalin mikrorakenteen lisäksi myös diffuusiokerroksen/HAZ muutosta. Samalla tutkitaan kovuuden alenemista eri "kerroksissa".

Tässä tutkimuksessa ei oteta kantaa korroosioon. Mikrorakennemuutoksissa ei ole vastaavaa "aaltoilevaa" lämpötilariippuvuutta kuin kuuma/korkeanlämpötilan korroosiossa. Joten nämä tutkimukset pystytään luotettavasti tekemään kiihdytetysti. Mutta kuten Keijo toteaa, korkeissa lämpötiloissa ja olosuhteissa, joissa sulafaasia muodostuu merkittävästi, korroosio ajaa elinikää lyhentävänä tekijänä ohitse.

Vanhennuskokeet hitsauspinnoitteille (KTR kokous 25.1.2017/Ehdotuksen nro 4 mukaan)

1.

Materiaali	Vanhennus 650 °C pitoaika			Yhteensä
	10h	100h	1000h	
625 (Uhlig)	1	1	1	3
825 (Uhlig)	1	1	1	3
309 (Uhlig)	1	1	1	3
625 (AZZ)	1	1	1	3
825 (AZZ)	1	1	1	3
625 (AZZ)	1	1	1	3
309 (Areva)	1	1	1	3
Pinnoitteet yht.	7	7	7	21
San38 (referenssi)	1	1	1	3
304 (referenssi)	1	1	1	3
San28 (referenssi)	1	1	1	3
Referenssi yht.	3	3	3	9
Kokonaismäärä	10	10	10	30

Kustannukset kuudelle eri hitsauspinnoitemateriaalille 16100 eur + referenssi 5400 eur = **21500 eur**

- tämä käynnistynyt

2.

Materiaali	Vanhennus 600 °C pitoaika			Yhteensä
	10h	100h	1000h	
625 (Uhlig)		1	1	2
825 (Uhlig)		1	1	2
309 (Uhlig)		1	1	2
625 (AZZ)		1	1	2
825 (AZZ)		1	1	2
625 (AZZ)		1	1	2
309 (Areva)		1	1	2
Pinnoitteet yht.		7	7	14
San38 (referenssi)		1	1	2
304 (referenssi)		1	1	2
San28 (referenssi)		1	1	2
Referenssi yht.		3	3	6
Kokonaismäärä		10	10	20

Kustannukset 11900 eur + referenssit 3600 eur = **15 500 eur**

3.

Materiaali	Vanhennus T1 (700 °C) pitoaika			Yhteensä
	10h	100h	1000h	
625 (Uhlig)	1	1		2
825 (Uhlig)	1	1		2
309 (Uhlig)	1	1		2
625 (AZZ)	1	1		2
825 (AZZ)	1	1		2
625 (AZZ)	1	1		2
309 (Areva)	1	1		2
Pinnoitteet yht.	7	7		14
San38 (referenssi)	1	1		2
304 (referenssi)	1	1		2
San28 (referenssi)	1	1		2
Referenssi yht.	3	3		6
Kokonaismäärä	10	10		20

Kustannukset 11900 eur + referenssit 3600 eur = **15 500 eur**
Yhteensä: 52 500 eur

LIITE 3

**LUT: Selvitys sularännien toiminnasta vaihtelevalla kuormalla –
tarjous 16.3.2017**



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TARJOUS

Selvitys sularännien toiminnasta vaihtelevalla kuormalla
Soodakattilayhdistys ry

16.3.2017

Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto
Professori Esa Vakkilainen.



1 JOHDANTO

Suomen Soodakattilayhdistys (tilaaja) on halukas selvittämään miten soodakattilan sulavirran vaihtelu vaikuttaa sularännien toimintaan ja keston.

Soodakattilassa poltettava mustaliipeä tuottaa merkittävästi sulaa tuhkaa joka poistuu soodakattilasta sularännien kautta. Sularänni on keston takia jäähdytetty kylmällä vedellä. On herännyt kysymyksiä sulavirran ajallisen vaihtelun ja polton vaihtelun vaikutuksesta sularännien keston.

Sularännien toiminnan tarkkailu voisi myös saada aikaan parempia ideoita turvallisuuden parantamiseksi.

2 TAVOITTEET

Projektissa tehdään tutkimus, jossa tarkastellaan sellutehtaan sulavirran ajallista vaihtelua ja sen riippumista eri toimintaparametreista.

Työssä selvitetään erityisesti seuraavia seikkoja.

Vaihe 1.

Kerätään sovittavalta tehtaalta tai tehtailta niiden olemassa olevasta järjestelmästä tuntidataa sula- ja viherlipeävirtauksista sekä soodakattilan toimintaparametreista. Järjestetään muutama mittausseksi jossa kerätään dataa tarkemmalla välillä (10min?).

Vaihe 2.

Analysoidaan data ja etsitään riippuvuuksia sulavirtauksen ja toimintaparametrien avulla. Pyritään korreloimaan kourujen lämpötilamittauksia viherlipeästä mitattavaan sulamäärään. Esitetään sulavirtauksen ajallisesta ja kourukohtaista dataa. Dataa sulakourujen toiminnasta ei ole aiemmin ollut.

Vaihe 3.

Etsitään parhaita käytäntöjä valvoa sulakourujen virtausta ja jäähdytystä.

3 RAPORTOINTI JA AIKATAULU

3.1 Raportti

Työn loppuraportti kirjoitetaan englanniksi, mutta työstä raportoidaan suomeksi. Työstä raportoidaan sen kestäessä Suomen Soodakattilayhdistykselle sen haluamalla tavalla ympäristötyöryhmän ohjauksessa. Työstä tehdään myös yhteenveto suomeksi.

3.2 Aikataulu

Loppuraportti luovutetaan tilaajalle hyväksymistä varten 8 (kahdeksan) kuukautta tilauksesta.



4 **RESURSSIT JA YHTEISTYÖ MUIDEN KANSSA**

Projektin organisaatio

Projektin vastuullinen johtaja: Esa Vakkilainen. (LUT/Professori)

Pääasiallinen tutkija: Tekn yo. N.N.

Tämän projektin työ ja tulokset tukevat Soodakattilayhdistyksen tavoitetta soodakattilan käytettävyyden ja turvallisuuden lisäämiseksi.

5 **KUSTANNUSARVIO JA RAHOITUSSUUNNITELMA**

Projektin kokonaiskustannus on esim. 12000 € lahjoituksena LUT tukisäätiölle. Tämä sisältää tekn yo:n kustannuksen 6 kk. LUT tarjoaa työpöydän yms. Mikäli Soodakattilayhdistys edellyttää paikallaoloja tehtailla nämä laskutetaan erikseen valtion matkustussäännön mukaisesti. Projektin raportin mahdollisesta painatuksesta vastaa Soodakattilayhdistys.

LIITE 4

**Some new development in the recovery cycle –
esitys Black Liquor Recovery Boiler Symposiumista vuodelta 1982**

9

SOME NEW DEVELOPMENTS IN THE RECOVERY CYCLE

by

G. Wiklander, Senior Consultant, Process Technology
Industrins Processkonsult AB - IPK, Sweden

Sulapöörön vaihtelut

Paper to be presented at the

Black Liquor Recovery Boiler Symposium 1982, Helsinki, August 31 -
September 1, 1982

SOME NEW DEVELOPMENTS IN THE RECOVERY CYCLE

G Wiklander, Senior Consultant, Process Technology,

INDUSTRINS PROCESSKONSULT AB - IPK, Sweden

Some time ago I happened to come across a short paper in TAPPI for February 1977. I had read the paper in 1977 and then forgotten about it and now I did find that a short sentence could serve as a motto for my process philosophy. The paper was written by Mr J F Paul Eschner, St. Regis Paper Co and the sentence I refer to reads as follows:

"IN MOST ANY PROCESS, TAKING A GOOD LOOK AT WHAT GOES IN WILL HELP ONE TO EVALUATE WHAT'S GOING TO COME OUT."

This is, in my opinion, an extremely good advice which is followed too seldom. Very often things are taken for granted, instead of discussing what really is happening in the process.

Many of the process industries, not the least the pulp and paper industry, are plagued by a rather common misconception, which can and very often does cause production disturbances and extra operating costs. This misconception is that if you install enough process controllers, or to be modern, enough computer control all over the plant, all disturbances in the process will disappear and you can live happily ever after.

It is quite clear that automatic control, in one form or another, is a good thing and absolutely necessary for today's large and complicated process industries. But in some processes you may have parameters that simply cannot be controlled, because some part of the process works in an unpredictable way, making control difficult or even impossible.

Experiences have shown that some of the larger recovery boilers, pulp production over say 600-700 metric tons per day, can have large uncontrollable variations in a very important process parameter, namely the smelt flow. It is not possible to measure the smelt flow directly, but fairly accurate flow data can be arrived at indirectly.

In 1976 we got the first reliable information concerning the smelt flow variations from a large boiler. The plant had a very good instrumentation system with measured data recorded through a computer. Because of this the recorded values of the different variables were synchronized in time. (Fig. 1)

Fig. 1 shows data for some parameters in the dissolving tank. The dashed curve shows the in-flow of weak liquor to the tank. It is at once clear that large flow variations are occurring. The unbroken line shows the measured density of the green liquor in the tank. The density has varied from 1 180 to about 1 230 kg/m³.

From the data given in Fig. 1 it is quite easy to calculate the outflow of the green liquor, taking into account the variations in the liquor level in the smelt tank. Shortly after 8 a.m. the liquor level went down from 79 to 75 % in about 15 minutes. This change in level is equal to a volume of 16 m³, going out of the tank in 15 minutes. The outflow thus increased with 1 m³/min or 60 m³/h over the incoming weak liquor.

The results of the calculations are shown in Fig. 2. The variations in the green liquor flow are very large. At 8 a.m. the flow goes up from 50 to more than 300 m³/h.

To these large variations in the green liquor flow to the clarifier come other disturbances, variations in the green liquor density. If we go back to Fig. 1 we can see that the green liquor density went down from about 1 230 to 1 210 kg/m³ shortly after 8 a.m. The same phenomena are occurring shortly before 7 a.m. A sharp drop in liquor density is accompanied by an increase in the green liquor flow.

Now, someone may argue that the variations in weak liquor flow, green liquor flow and density are caused by a poor control system. The data we get from Fig. 1 makes it, however, possible to calculate the smelt flow from the furnace. The calculation can be somewhat influenced by a poor control system but the control system cannot change the smelt flow.

The result of the smelt flow calculations are shown in Fig. 3. We can see that the variations in the smelt flow are fairly large. The 3 1/2 hours shown in this figure are not an exception. The diagrams from the mill show about the same variations day after day.

Personally I am quite sur that these smelt flow variations are typical for the mill from which the basic data were taken. The mill has a rather large recovery boiler with a nominal capacity of about 1 800 t/24 h of DS. I am also quite sure that smelt flow variations are common in the larger boilers of the type we have in Sweden. When you have a furnace bottom area of 100 m² or more, you have no control of what happens in the turmoil in the furnace. Black liquor ash can form dams, that hinder the smelt to reach the smelt spouts continuously.

Thus, I consider it a proven fact that the green liquor flow from the smelt tank can vary considerably and that the density control has quite a job to keep up with these variations.

A varying flow of green liquor with a varying density is pumped directly to the green liquor clarifier, which works with gravity as the separating principle. I have been unable to collect data on the size and the specific gravity of the particles to be separated in the clarifier. I have, however, experience of a water treatment floatation plant, in which one wall had large glass windows making direct observations possible. Even rather small temperature variations caused large convection currents in the tank, making havoc of the floatation efficiency. A drop in green liquor density from 1 230 to 1 210 kg/m³ in a short time is equivalent to a temperature rise of about 50°C. Combine this with an increase in flow of 500-600 per cent. If the green liquor is to be handled under these conditions, one should not ask for a clarifier but a miracle.

I am not a chemical engineer and I am not versed in the finer points of the causticizing process. My colleagues tell me, however, that it is rather important for this process, that the green liquor is well clarified before the causticizing starts.

An insufficiently clarified green liquor will give problems in the causticizing and make the causticizing degree vary. In this connection I will show a diagram, which my colleague Egon Gustafsson presented at our Recovery Boiler Conference in 1977. Fig. 4.

The figure shows the variations in the active alkali in a white liquor, hour for hour during a normal operating period of 24 hours. The mean value is 129 g/litre but the variations are rather large, up to almost 140 and down to 120. The causticizing is not working properly and some of the problems may depend on a badly clarified green liquor.

What then about getting better clarifying conditions?

The first thing to do is to even out the flow variations. This is easily done by arranging a tank between the smelt tank and the clarifier. By letting the level in this tank vary the outflow to the clarifier can be kept constant. We can use the flow values from Fig. 2 to show how it works out. Fig. 5.

In this case the maximum peak over the mean flow value corresponds to a liquor volume of 85 m³. That means that a tank volume of $2 \cdot 1.5 \cdot 85 = 250 \text{ m}^3$ should be enough to even out the flow variations. The factor 1.5 is a safety margin.

To take care of the density variations an extra volume with very good mixing is needed. If we assume perfect mixing, which in practice never is attainable, the dynamics of a mixing tank can be simplified (according to Donald Campbell in Process Dynamics).

Figure 6 shows the simplified conditions. Into a tank with the liquor volume $V \text{ m}^3$ $Q \text{ m}^3/\text{h}$ of liquor flows. Some liquor parameter e.g. density has the value γ_i . At the time t_0 the density goes up to a peak $(\gamma_i + \Delta\gamma_i)$ and stays there for the time a . Then the density drops back to γ_i .

The tank is assumed to have a perfect mixing equipment. That means that the inflow is mixed at once completely with the content of the tank. The result of this mixing is that the peak Δy_i going into the tank is diminished in the outflow. The maximum response in the outflow is Δy_o . The approximate formula for calculating is very simple. The ratio between the outgoing response Δy_o and the ingoing peak Δy_i is equal to the duration time of the pulse divided by the hold up time in the vessel.

If we go back to Fig. 1 we can see that the variations in green liquor density are of two kinds, one rather fast with a period of about 10-15 minutes and another one with a period of about one hour. The second kind is connected with the variations in the smelt flow and it could possibly be somewhat reduced by refining the control system.

In this case, if we should arrange a mixing tank volume of around two hours retention time the fast variations would practically disappear and the slow ones would be reduced to one half. Two hours retention time is equal to around 280 m³ and we had 250 m³ before to take care of the flow variations. That means that for the mill described a tank with a volume of 550-600 m³ could serve both as a storage tank and as mixing tank.

In the modernization of a mill in Sweden, in which we have taken part, a green liquor mixing tank has been installed. Before discussing the results from this installation I will show some data from the plant before it was modernized.

Fig. 7 shows the effective alkali content of the white liquor during 1981. The figures given are mean values for every week, in some cases there are half-week means values. The variations are rather large. Behind these means values we have still larger variations on an hourly basis.

Even if the variations of the effective alkali content can be compensated for by varying the liquor charge to the digesters, the variations bring about disturbances in the whole recovery cycle.

When this plant was modernized we put in a combined storage and mixing tank between the dissolving tank and the green liquor clarifier. This new tank had an effective liquor volume of around 550 m³.

The modernized plant, which was more or less a completely new plant was started up in the middle of May 1982. We thus have not been able to get data for longer running periods yet but the results so far are rather good. Fig. 8 shows the effective alkali content of the white liquor on a day to day basis up to June 21. It must be remembered that the data shown here refer to the daily means of the effective alkali content. There were some disturbances in the plant around May 20-25 and the plant had a scheduled stop May 27 to June 3, 1982.

Fig. 8 also shows the standard deviations for the daily means.

I'll end my lecture by touching some points where new development seems to be needed.

The modern recovery boiler got its real start right after the war. The capacity at that time was more or less standardized to 90-110 tons of pulp per day. Since then the capacity has increased almost continuously and the evolution in Sweden can be seen from Fig. 9. For about 10 years after the war the normal boiler capacity was 100-200 tons per day. Then around 1956 the capacity started to increase and today we have boilers for more than 1 200 tons of pulp per day.

The increased boiler capacity has been followed by certain changes in the process parameters. Our organization has tested practically all of the Swedish recovery boilers. In this manner we have got a rather complete collection of operating parameters for the different mills and the different boiler capacities. We can also follow changes in operating parameters during the years. Some of the changes found may have been caused by the increased dimensions of the recovery boilers. As the changes may influence the operating conditions and the economy, studies in these areas are clearly indicated.

The first observation is that the gross heating value of the dry substance in the liquor seems to go down when the boiler capacity goes up. Fig. 10 gives an overall view. Most of the points in this figure represents the mean of several analyses, in some cases up to 10 different. In practically all mills we have found that when the mill started a new and larger boiler, the heating value went down somewhat.

I have not tried to make statistics out of these data. It is, however, quite clear that statistically the heating values for a new larger boiler belongs to another population than the heating values for an old smaller boiler in the same mill.

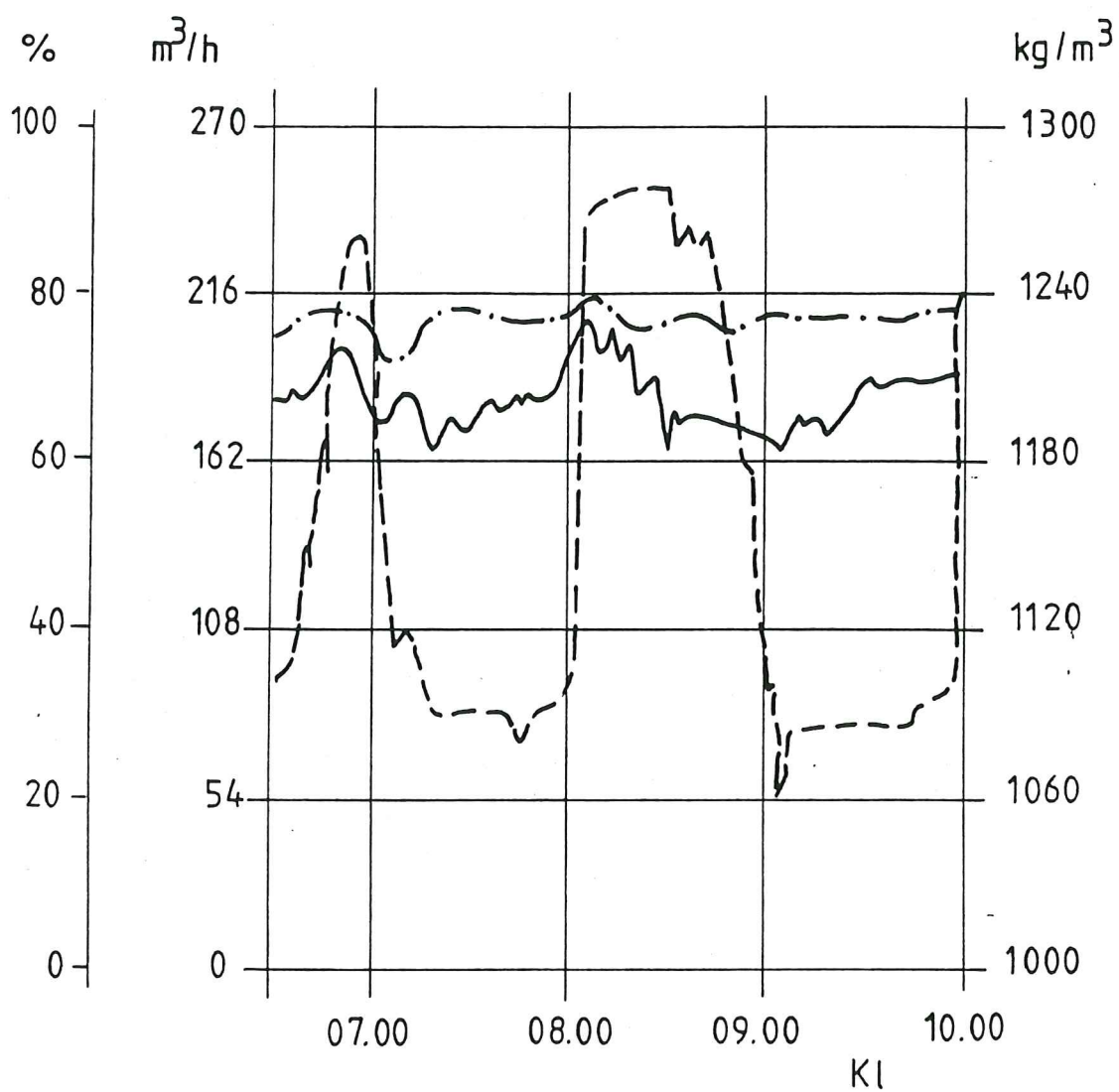
We have another parameter, which is connected to the heating value of the dry substance, but where the relations to the boiler capacity are not quite so clear, namely the reduction degree. Fig. 11 shows our data for this case. There are certainly some indications that a larger recovery boiler has a lower reduction degree than a smaller boiler. A couple of the very large boilers are working with a rather low reduction degree.

We have also found a quite clear tendency that the larger boilers are operating with a higher dust load in the flue gases than the smaller boilers. The circulating dust means a further decrease in the heating value of thick liquor sprayed into the furnace.

The decrease in the reduction degree means an increase in dead-load. It can also bring about an increase in the emission of SO_2 . Therefore, the combustion conditions of the modern, large recovery boilers should be studied in detail.

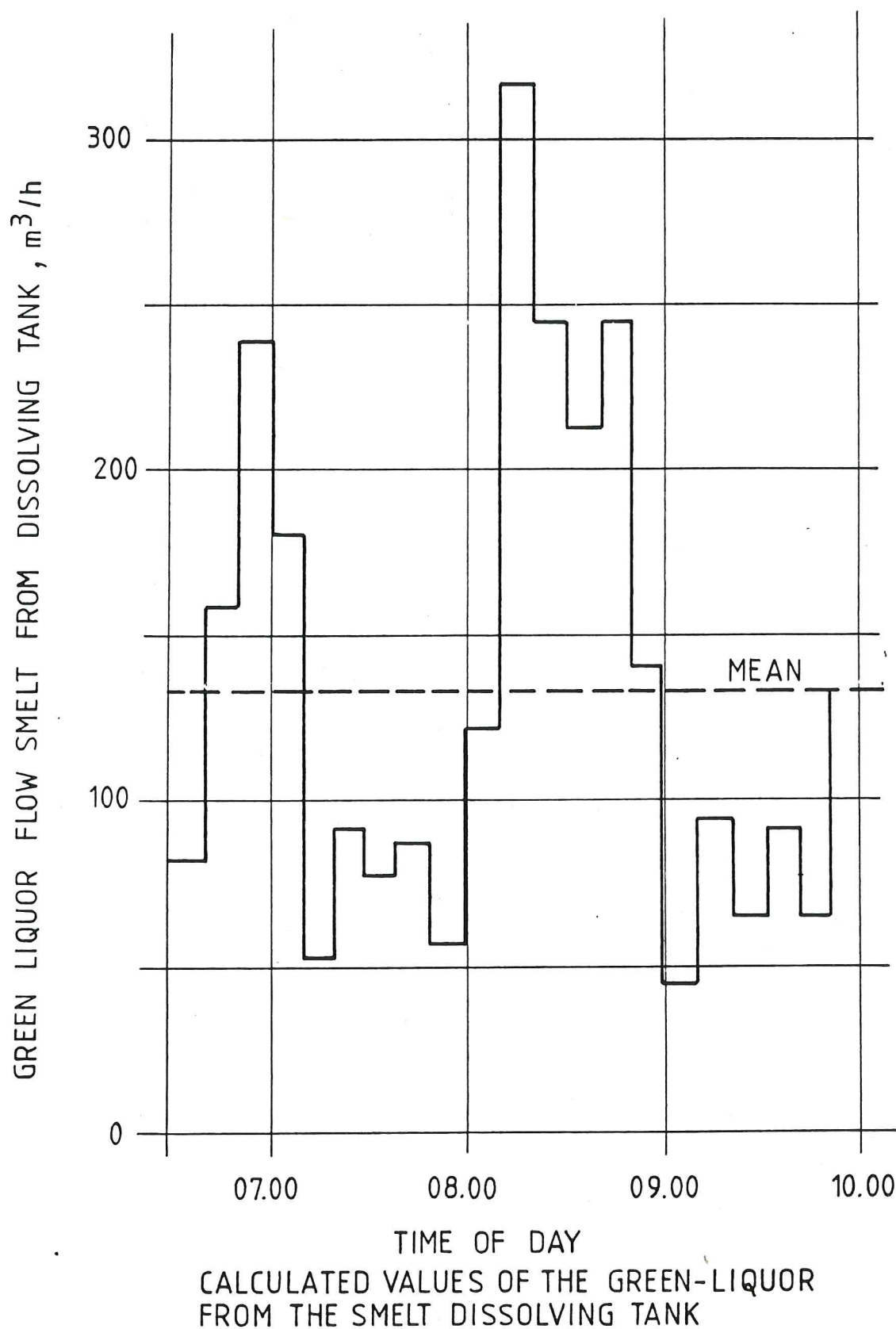
Data from the dissolving tank

Fig 1



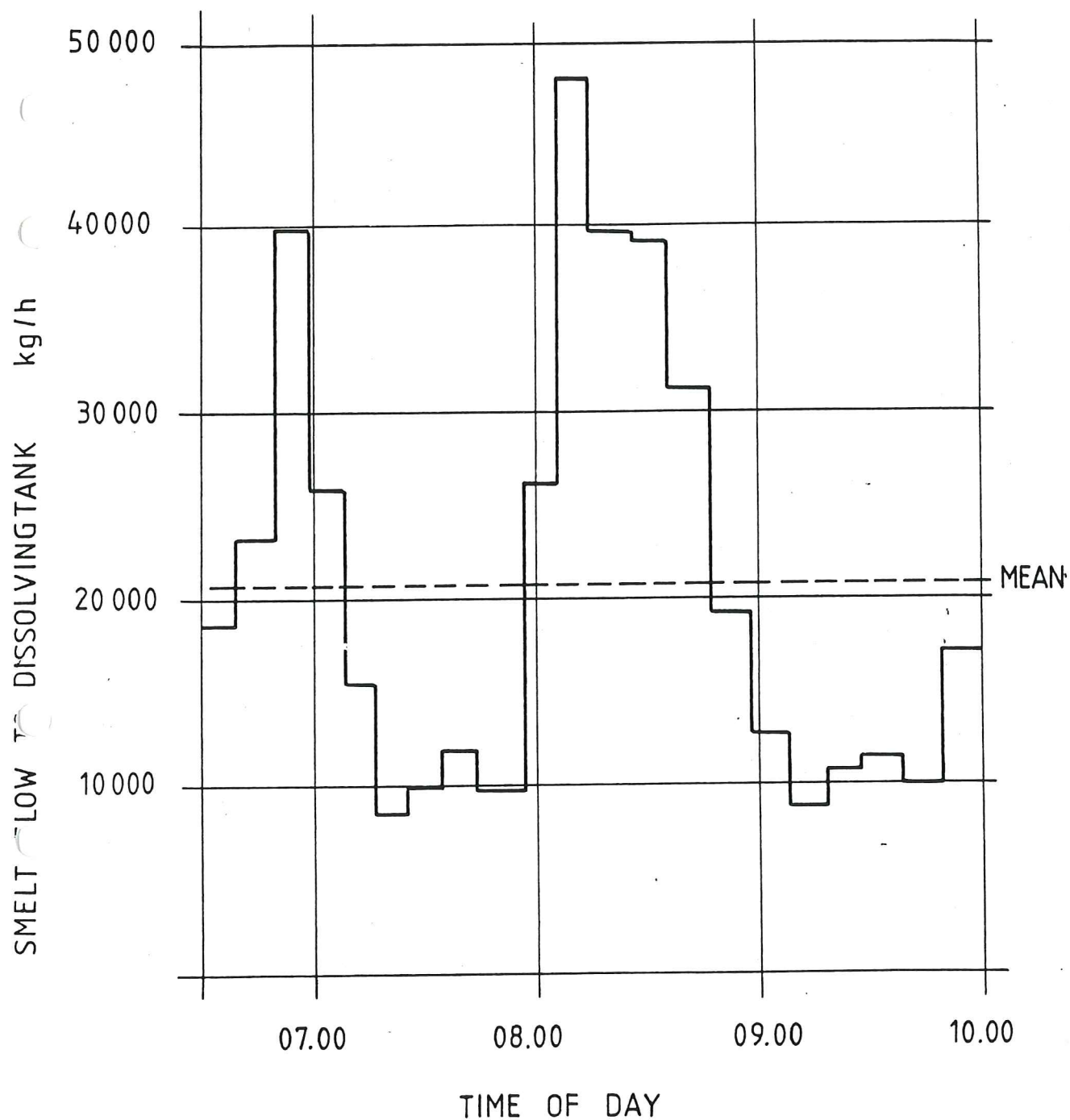
- Weak liquor flow, m^3/h
- Density green liquor, kg/m^3
- - - Level dissolving tank, %

Fig. 2



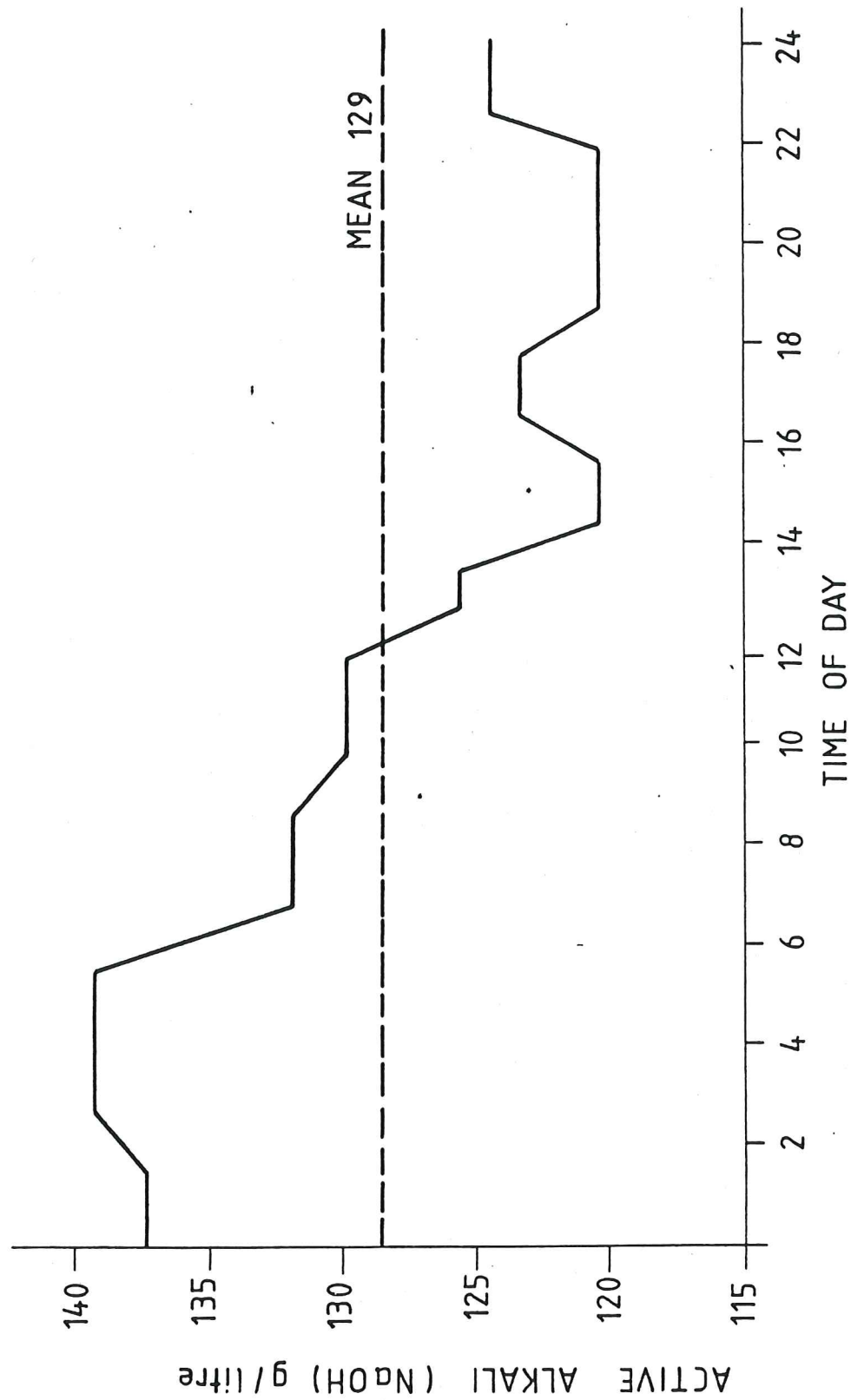
CALCULATED VALUES OF THE SMELT FLOW
TO THE DISSOLVING TANK

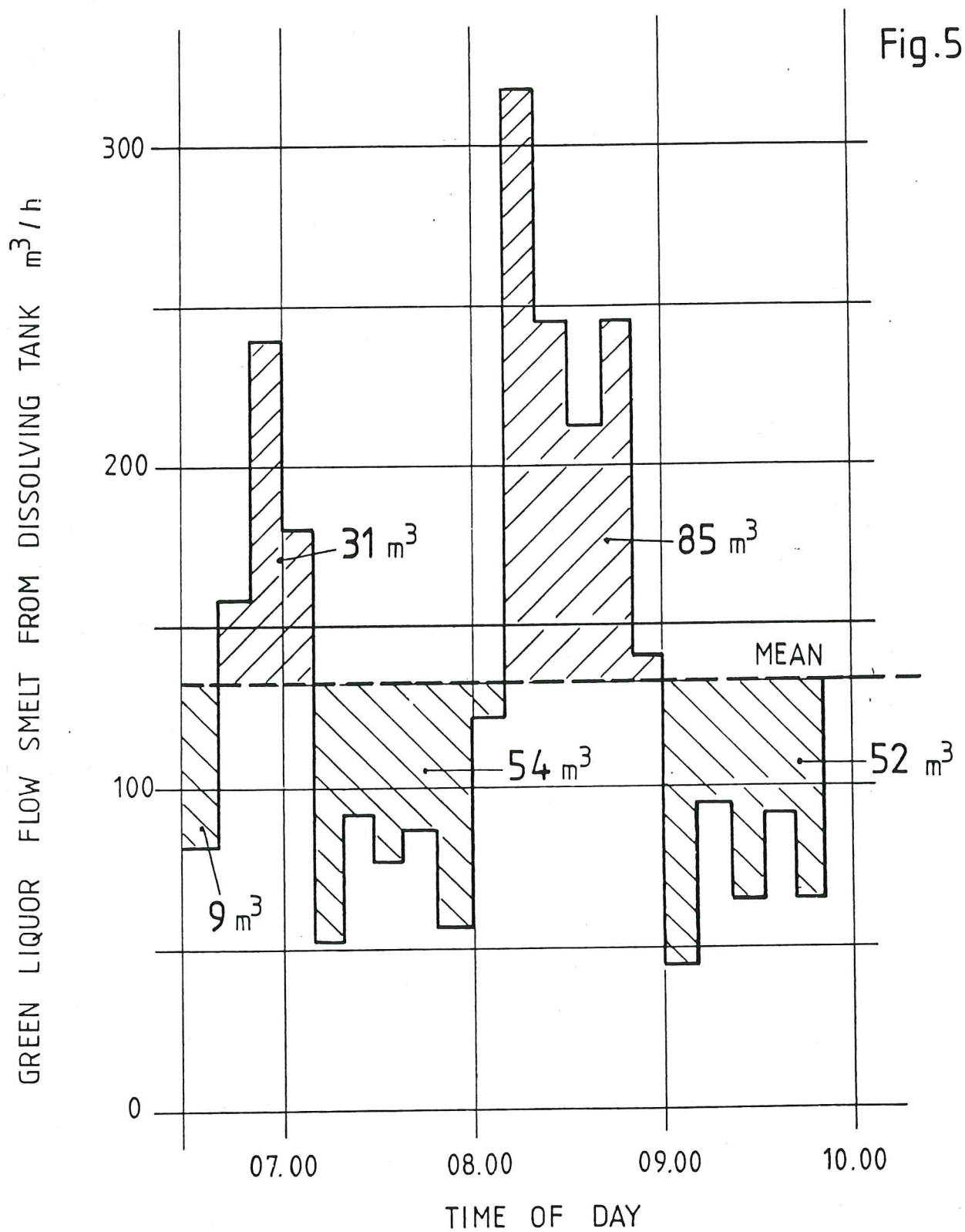
Fig.3



ACTIVE ALKALI IN WHITE LIQUOR IN A MILL.

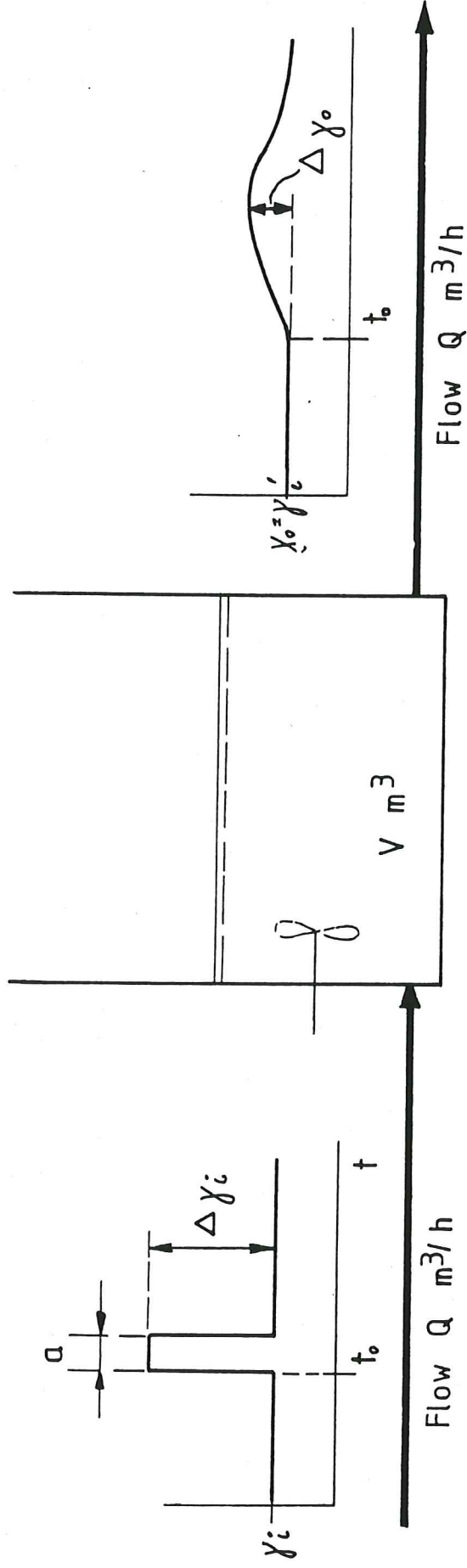
Fig.4





GREEN LIQUOR FLOW VARIATIONS AROUND
THE MEAN FLOW VALUE

Fig.6



$$\frac{\Delta \gamma_o}{\Delta \gamma_i} \sim a \cdot \frac{Q}{V} ; \quad \frac{V}{Q} = T$$

$$\frac{\Delta \gamma_o}{\Delta \gamma_i} = \frac{a}{T}$$

Pulse response for a perfectly mixed tank

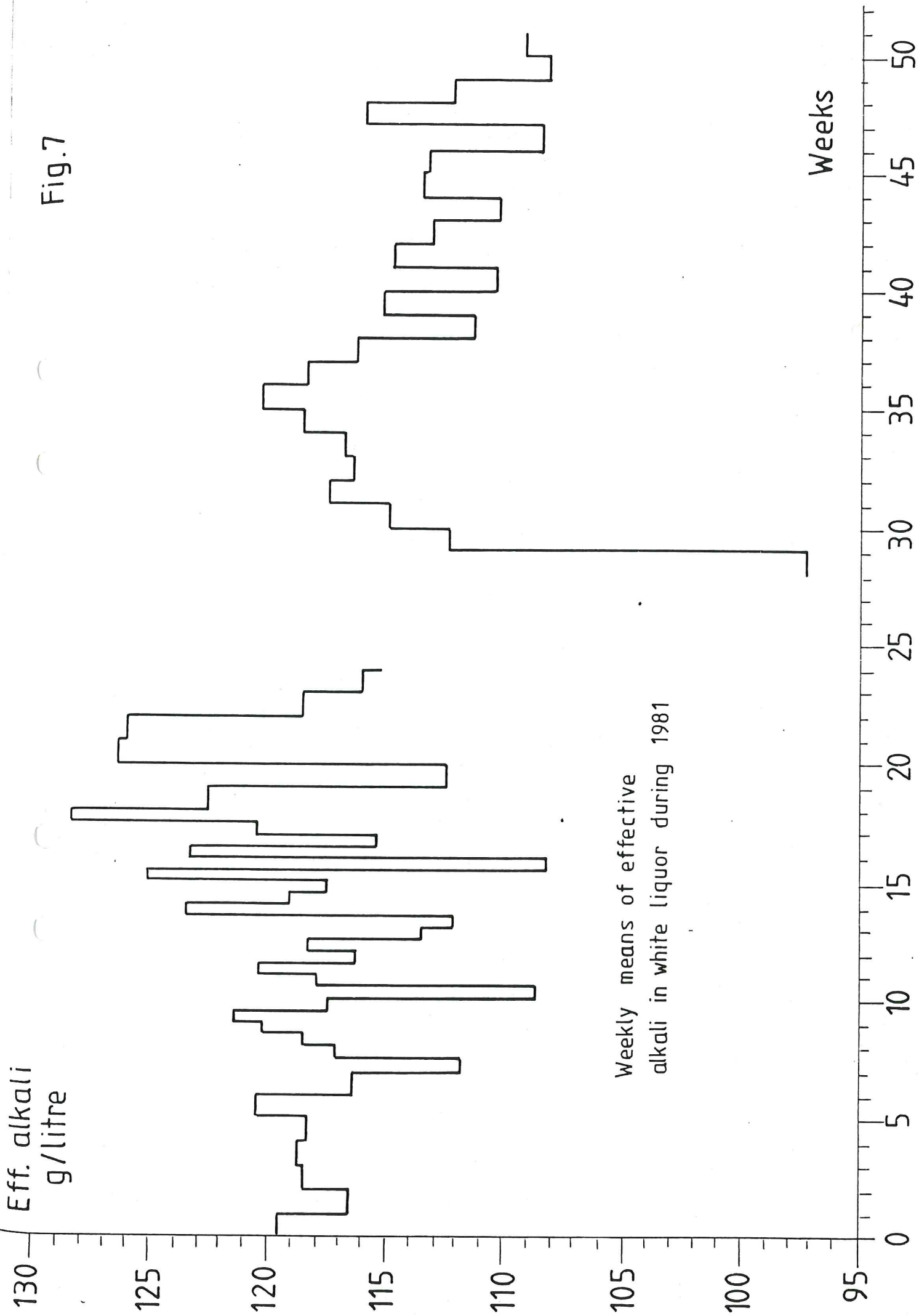


Fig.7

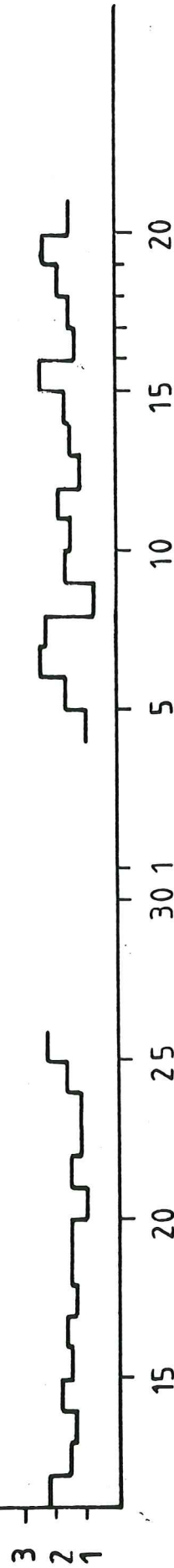
Eff. alkali
g/litre



Fig 8

Daily means of effective alkali in white liquor

Standard deviation



MAY - 82

JUNE - 82

Fig 9

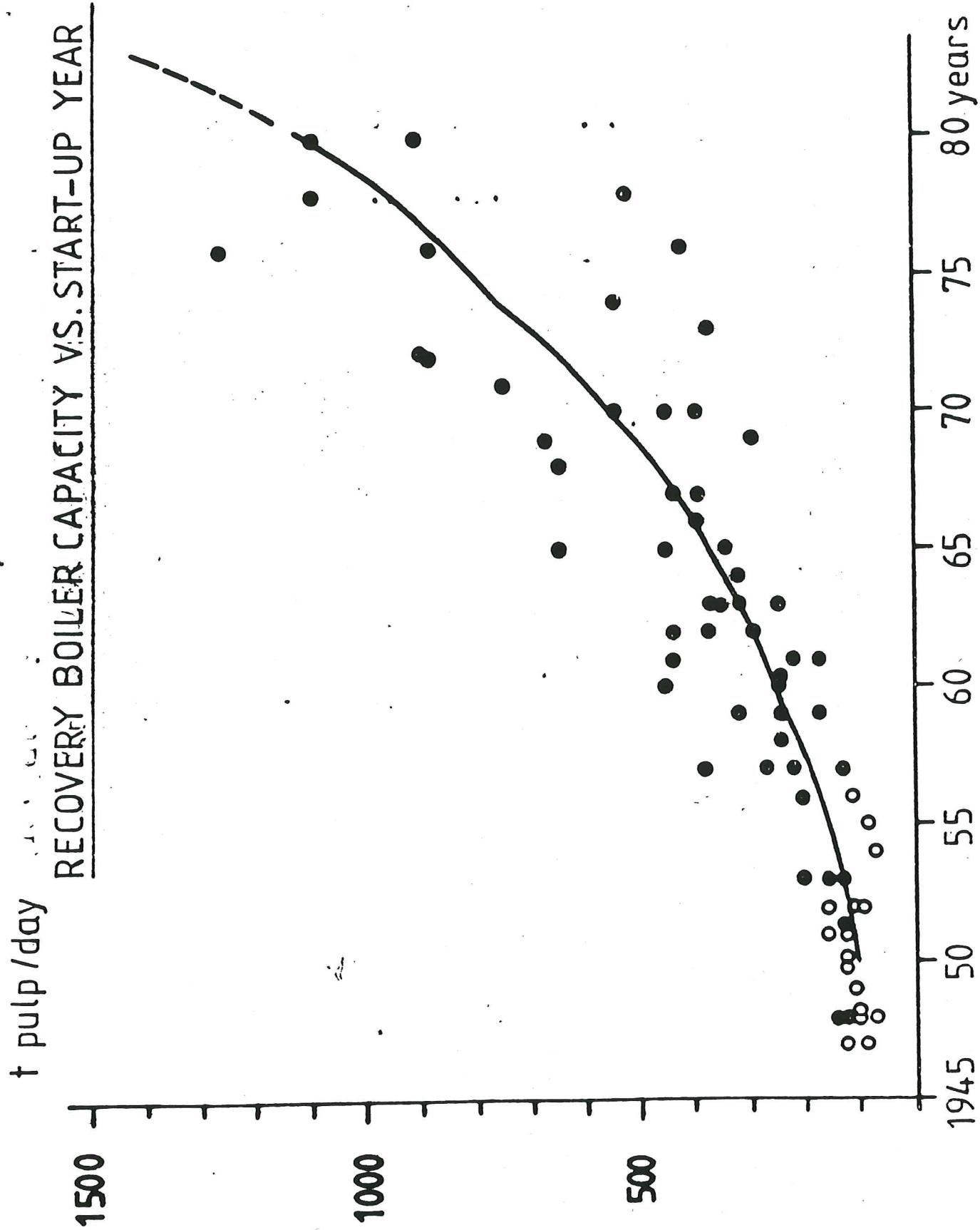


Fig 10

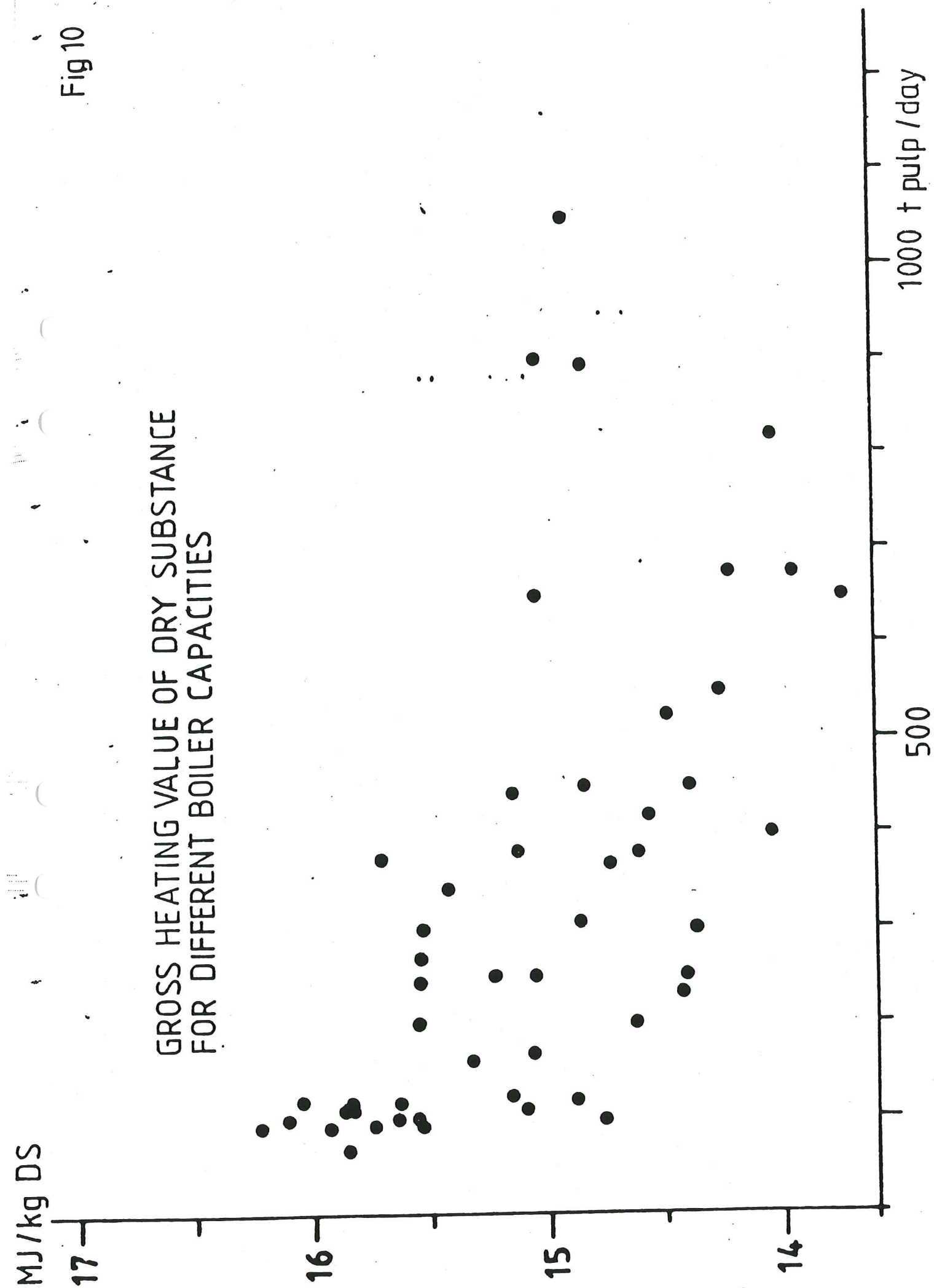
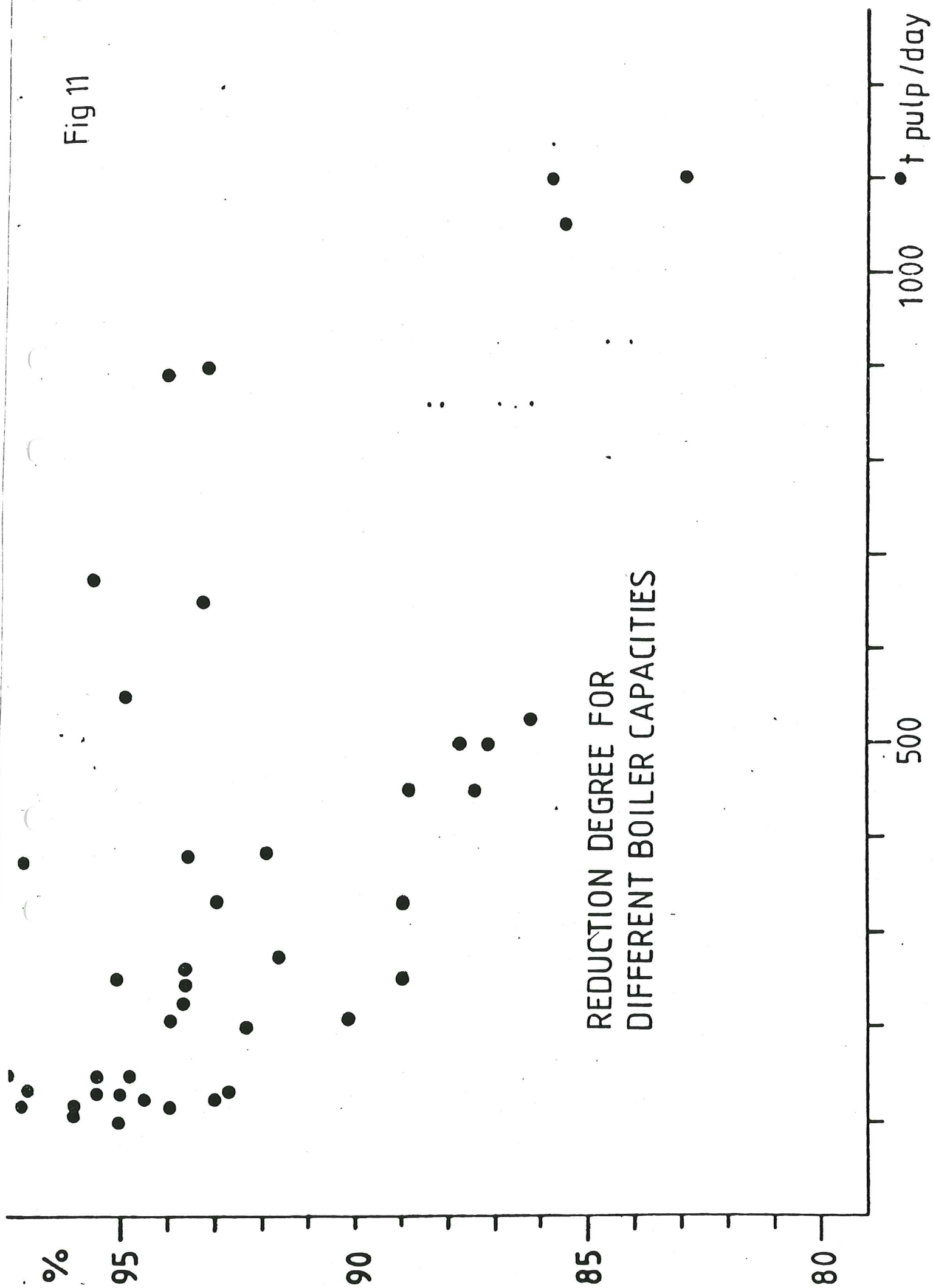


Fig 11



LIITE 5

**VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa –
tutkimussuunnitelma sekä osien 1&2 tarjoukset**

ÄÄNEN KÄYTTÄYTYMINEN SOODAKATTILOIDEN ÄÄNI- NUOHOUKSESSA, TUTKIMUSSUUNNITELMA

Tausta

Suomen Soodakattilayhdistys ry on teettänyt Tampereen teknillisessä yliopistossa tutkimuksen ”Soodakattilan ääninuohous”¹. Työn tavoitteena oli kartoittaa aiheesta jo tehtyä tutkimusta. Työhön on koottu ääninuohoinvalmistajien käyttökokemuksia ja tutkimustuloksia soodakattilan tuhkan koostumuksesta ja ominaisuuksista. Lisäksi työssä on käsitelty ääniaaltoa fysikaalisena ilmiönä ja pohdittu äänentaajuuden vaikutusta ääninuohouksen lopputulokseen. Tutkimuksen yhteenvedossa esitetään seuraavanlaisia jatkotutkimustarpeita:

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin tutkia äänen käyttäytymistä kattilaympäristössä ja kattilarakenteiden akustiikkaa, jotta ääninuohouksen toimivuutta voitaisiin ennakoida ja nuohoustulokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten äänentaajuutta ja nuohoimien sijoituspaikkaa, optimoida. Äänenpaine hajaantuu kattilassa laajalle taajuuskaistalle, minkä vaikutus nuohoustulokseen on tuntematon. Lisäksi äänentaajuuden vaikutus äänen etenemiseen savukanavassa ja heijastumiseen kerrostumasta on epävarma. Myös äänen eri absorptiomekanismien merkitys äänen vaimentumiseen kattilaympäristössä on tuntematon.”

”Eräs keskeinen ääninuohouksen kehittämistä hidastava tekijä vaikuttaa olevan epätietoisuus ääninuohouksen kattilarakenteille aiheuttamasta rasituksesta. Jatkossa myös tätä aiheutta on syytä tutkia.”

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin myös pyrkiä selvittämään, miten ääninuohous aiheuttaa tuhkakerrostuman irtoamisen. Jos ääninuohouksen aiheuttamat tuhkakerrostuman hajoamismekanismit olisivat tiedossa, olisi helpompaa arvioida, miten tuhkakerrostuman fysikaaliset ominaisuudet ja äänen ominaisuudet vaikuttavat kerrostuman irtoamiseen. Myös tuhkan sintraantumisenopeutta on syytä tutkia tarkemmin, jotta nuohousvälin pituus voitaisiin optimoida ja tuhkan sintraantuminen nuohouskertojen välillä välttää. Kaikkiaan ääninuohouksen tulokseen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti ja niiden vaikutuksia ei täysin tunneta, minkä vuoksi ääninuohouksen kehittäminen vaatii tutkimusta todellisessa soodakattilaympäristössä.”

Tämä tutkimussuunnitelma pyrkii antamaan vastauksia esitettyjen jatkotutkimustarpeiden akustisille kysymyksille. Ensin selvitetään äänen etenemiseen ja absorptioon liittyviä akustisia parametreja soodakattilaympäristössä laskennallisesti ja mittaamalla. Tulosten perusteella tarkastellaan nuohouksen fysikaalista toimintaa ja sen optimointia sekä simuloidaan ääninuohouksen aiheuttamaa värähtelyä kattilarakenteilla.

Tutkimussuunnitelma koostuu osista, jotka on tarkoitus toteuttaa peräkkäisinä erillisinä toimeksiantoina. Toteutettavaa toimeksiantoa seuraavien kokonaisuuksien suunnitelmia täsmennetään tarvittaessa. Osa niistä on tällä hetkellä vain otsikkotasolla.

¹ Peltola, Santeri, Soodakattilan ääninuohous. Kandidaatintyö. Tampereen teknillinen yliopisto 2015. 44 s. + liitteet 6 s.

10.11.2016

1 (2)

Suomen Soodakattilayhdistys ry
c/o Pöyry Finland Oy
Markus Nieminen
PL 4
01621 Vantaa

SOODAKATTILAYMPÄRISTÖN AKUSTISET PARAMETRIT

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme tekemään toimeksiannon liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 1 ”Soodakattilaympäristön akustiset parametrit”.

Hinta ja laskutus	Toimeksiannon hinta on 15 000 €. Hintaan lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut. VTT laskuttaa toimeksiannon kertalaskuna, kun toimeksianto on suoritettu ja kirjallinen raportti on toimitettu asiakkaalle. Lisäksi veloitetaan matka- ja majoituskustannukset sekä päivärahat VTT:n voimassaolevan matkustusohjeen mukaisesti.
Maksuehdot	Maksuehto on 21 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.
Aikataulu	Työ voidaan aloittaa heti tilauksen saapumisen jälkeen ja se valmistuu viimeistään 2 kk:n jälkeen tilauksen saapumisesta.
Raportointi	Tulokset raportoidaan suomenkielisenä VTT:n tutkimusraporttina.
Muut ehdot	VTT:llä on oikeus mainita toimeksiannon ja asiakkaan nimet referenssinään. Tätä tarjousta tai sen sisältämiä tietoja saa hyödyntää vain VTT:n ja tarjouksen saajan välisessä suhteessa. Tämän tarjouksen osittainenkin kopioiminen, muuttaminen, edelleenluovuttaminen tai käyttäminen muuhun tarkoitukseen ilman VTT:n lupaa on kielletty. Toimeksiannon ulkopuoliset työt veloitetaan erikseen VTT:n laskutushintojen mukaan. Muutoin noudatetaan VTT:n yleisiä sopimusehtoja (liite 1).
Yhteyshenkilö	VTT:ssä asiaa hoitaa: Seppo Uosukainen Puh. 020 722 6983 Sähköposti: Seppo.Uosukainen@vtt.fi

10.11.2016

2 (2)

Voimassaolo

Tarjouksemme on voimassa edellä mainituin ehdoin 30 päivää tarjouksen päiväyksestä. VTT laatii tilausvahvistuksen, jos tilaus poikkeaa tarjouksesta tai tilaus on suullinen. Näissä tapauksissa tilaus astuu voimaan, kun VTT on sen vahvistanut.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy



Juha Virtanen
Tutkimustiimin päällikkö

LIITTEET

- | | |
|---|---|
| 1 | VTT yleiset sopimusehdot |
| 2 | Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa, tutkimussuunnitelma |

Hyväksyminen

Hyväksymme yllä olevan tarjouksen ja teemme tarjouksen mukaisen tilauksen:

17.2.2017

1 (2)

Suomen Soodakattilayhdistys ry
c/o Pöyry Finland Oy
Markus Nieminen
PL 4
01621 Vantaa

ÄÄNEN ETENEMISABSORPTION LASKENTA KATTILAYMPÄRISTÖSSÄ

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme tekemään toimeksiannon liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 2 "Äänen etenemisabsorption laskenta kattilaympäristössä". Toimeksiannon tekeminen edellyttää myös aiemmin tarjotun toimeksiannon liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 1 "Soodakattilaympäristön akustiset parametrit" (tarjous VTT-CRM-150587-17) tilaamista.

Hinta ja laskutus

Toimeksiannon hinta on 10 000 €. Hintaan lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut.

VTT laskuttaa toimeksiannon kertalaskuna, kun toimeksianto on suoritettu ja kirjallinen raportti on toimitettu asiakkaalle.

Lisäksi veloitetaan matka- ja majoituskustannukset sekä päivärahat VTT:n voimassaolevan matkustusohjeen mukaisesti.

Maksuehdot

Maksuehto on 21 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.

Aikataulu

Työ voidaan aloittaa heti tilauksen saapumisen jälkeen ja se sekä aiemmin tarjottu työ liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 1 valmistuvat viimeistään 4 kk:n jälkeen kummankin työn tilausten saapumisesta.

Raportointi

Tulokset raportoidaan suomenkielisenä VTT:n tutkimusraporttina.

Muut ehdot

VTT:llä on oikeus mainita toimeksiannon ja asiakkaan nimet referenssinään.

Tätä tarjousta tai sen sisältämiä tietoja saa hyödyntää vain VTT:n ja tarjouksen saajan välisessä suhteessa. Tämän tarjouksen osittainenkin kopioiminen, muuttaminen, edelleenluovuttaminen tai käyttäminen muuhun tarkoitukseen ilman VTT:n lupaa on kielletty.

Toimeksiannon ulkopuoliset työt veloitetaan erikseen VTT:n laskutushintojen mukaan.

Muutoin noudatetaan VTT:n yleisiä sopimusehtoja (liite 1).

17.2.2017

2 (2)

Yhteyshenkilö

VTT:ssä asiaa hoitaa:
Seppo Uosukainen
Puh. 020 722 6983
Sähköposti: Seppo.Uosukainen@vtt.fi

Voimassaolo

Tarjouksemme on voimassa edellä mainituin ehdoin 30 päivää tarjouksen päiväyksestä. VTT laatii tilausvahvistuksen, jos tilaus poikkeaa tarjouksesta tai tilaus on suullinen. Näissä tapauksissa tilaus astuu voimaan, kun VTT on sen vahvistanut.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Juha Virtanen
Tutkimustiimin päällikkö

LIITTEET

- 1 VTT yleiset sopimusehdot
- 2 Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa, tutkimussuunnitelma

Hyväksyminen

Hyväksymme yllä olevan tarjouksen ja teemme tarjouksen mukaisen tilauksen:

VTT:N YLEISET SOPIMUSEHDOT 1.4.2016

1. SOVELTAMISALA

- 1.1 Näitä VTT:n yleisiä sopimusehtoja (jäljempänä Sopimusehdot) sovelletaan osana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n (jäljempänä VTT) ja VTT:n asiakkaan (jäljempänä Asiakas) välistä toimeksiantosopimusta (VTT ja Asiakas jäljempänä erikseen Sopijapuoli ja yhdessä Sopijapuolet), jolla Sopijapuolet sopivat VTT:n tekemästä työstä tai tuottamasta palvelusta (jäljempänä Toimeksianto).
- 1.2 VTT Groupiin katsotaan kuuluvaksi VTT sekä organisaatiot, joissa VTT käyttää välitöntä tai välillistä määräysvaltaa.
- 1.3 Tarjous, johon Sopimusehdot on liitetty, on voimassa yhden (1) kuukauden tarjouksen päiväyksestä.
- 1.4 Toimeksiannosta johtuvia oikeuksia tai velvollisuuksia ei voida siirtää kolmannelle osapuolelle ilman toisen Sopijapuolen suostumusta.
- 1.5 Sopijapuolet voivat sopia kirjallisesti näiden ehtojen yksittäisten määräysten muuttamisesta tai poissulkemisesta.
- 1.6 Mikäli Toimeksiantoon liittyvät sopimusasiakirjat (jäljempänä Sopimus) ovat sisällöltään ristiriitaisia, on niiden pätevyysjärjestys seuraava: 1) toimeksiantosopimus, 2) tilausvahvistus, 3) tarjous, 4) tilaus, 5) Sopimusehdot ja 6) tarjouspyyntö. Mikäli VTT saa Toimeksiannon suorittamista varten rahoitusta Asiakkaan lisäksi joltakin kolmannelta taholta (kuten Tekes, Suomen Akatemia, EU tms.), sovelletaan rahoitukselle annettuja rahoitusehtoja ensisijaisesti suhteessa Sopimukseen.

2. YHTEISTOIMINTAORGANISAATIO

- 2.1 Sopijapuolet nimittävät Toimeksiantoa varten omat vastuuhenkilönsä. Vastuuhenkilön muutoksesta on ilmoitettava toiselle Sopijapuolelle.
- 2.2 Mikäli Sopimuksen mukaan Toimeksiantoa ohjaa johtoryhmä (tai vastaava Sopijapuolten edustajista koostuva ohjaava elin), silloin kumpikin Sopijapuoli nimeää johtoryhmään saman verran edustajia.
- 2.3 Johtoryhmän tehtävänä on käsitellä Toimeksiantoa koskevia asioita sekä erityisesti valvoa ja ohjata Toimeksiannon toteuttamista Sopimuksen rajaamissa puitteissa. Tätä varten johtoryhmä:
 - täsmentää Toimeksiannolle asetetut tavoitteet ja hyväksyy Toimeksiantoa koskevat suunnitelmat,
 - käsittelee projektisuunnitelman tarkistukset ja muutokset sekä tarvittaessa esittelee ne Sopijapuolten hyväksyttäväksi,
 - valvoo Toimeksiannon edistymistä ja tukee projektipäällikön toimintaa,
 - hyväksyy Tulokset ja toteaa Toimeksiannon loppuun suoritetuksi
- 2.4 Johtoryhmä ei voi tehdä muutoksia Sopimukseen, ellei Sopijapuolten kesken siitä erikseen kirjallisesti sovita.

3. VELOITUS

- 3.1 Sopimuksessa sovitaan Toimeksiannon veloituksista. Hinta ilmaistaan euroina.
- 3.2 Arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut lisätään sovituu hintaan.
- 3.3 Mikäli Toimeksiannon tavoitetta tai aikataulua muutetaan, taikka Sopimuksen voimassaoloaikana tapahtuu Asiakkaan ja VTT:n yhteisesti toteamia olennaisia kustannustason muutoksia, tarkistetaan veloitusta vastaavasti ko. muutoksen ajankohdasta lukien.
- 3.4 Ellei laskutusaikataulusta ole muuta kirjallisesti sovittu, VTT laskuttaa sovitun hinnan Toimeksiannon aikataulua vastaavissa kuukausierissä.
- 3.5 VTT:llä on oikeus pitää hallussaan Tulokset, kunnes Toimeksianto on kokonaan maksettu.
- 3.6 Maksu on suoritettava 21 päivän kuluessa laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on voimassaolevan korkolain (20.8.1982/633) mukainen viivästyskorko. Laskuun lisätään mahdolliset perintäkulut. Laskun huomautusaika on 8 päivää laskun päiväyksestä.

4. LUOTTAMUKSELLISUUS

- 4.1 "Salassapidettävällä Tiedolla" tarkoitetaan kaikkea tietoa (mukaan lukien tietämys, tietotaito, liikesalaisuudet, teknologinen tai kaupallinen tieto, laitteet ja ohjelmistot (mukaan lukien lähdekoodi) riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai voitaisiinko niitä suojata tekijänoikeudella, patentilla, tavaramerkillä tai muulla immateriaalioikeudella), joka liittyy Toimeksiantoon ja jonka tietoa luovuttava Sopijapuoli (jäljempänä Luovuttava Sopijapuoli) on luovuttanut (tai jonka puolesta luovutus on tehty) tietoa vastaanottavalle Sopijapuolelle (jäljempänä Vastaanottava Sopijapuoli) riippumatta tiedon luovutuksen tavasta (mukaan lukien kirjallinen, suullinen, elektroninen tai havainnoimalla tapahtunut luovutus). Vastaanottava Sopijapuoli sitoutuu pitämään Salassapidettävän Tiedon salassa ja olemaan luovuttamatta sitä kolmansille ilman Luovuttavalta Sopijapuolelta saatua etukäteistä kirjallista suostumusta. Vastaanottavalla Sopijapuolella on oikeus käyttää Salassapidettävää Tietoa ainoastaan Toimeksiantoon liittyvien tehtävien, sekä Sopimuksesta johtuvien oikeuksiensa ja velvollisuuksiensa toteuttamiseen.

- 4.2 Luovutettua tietoa ei katsota Salassapidettäväksi Tiedoksi siltä osin, kun Vastaanottava Sopijapuoli pystyy näyttämään toteen, että:

- a) tieto on ollut tai tulee julkiseksi tai muutoin yleisesti saataville ilman tämän Sopimuksen rikkomista; tai
- b) tieto on jo Vastaanottavan Sopijapuolen tiedossa tiedon luovutuksen hetkellä; tai
- c) Vastaanottava Sopijapuoli on laillisesti saanut tiedon kolmannelta osapuolelta ilman salassapitovelvoitteita; tai
- d) Vastaanottava Sopijapuoli on kehittänyt tiedon ilman Salassapidettävän Tiedon käyttämistä.

Mikäli Vastaanottava Sopijapuoli velvoitetaan hallinnollisen tai juridisen määräyksen tai päätöksen perusteella luovuttamaan Salassapidettävää Tietoa, Vastaanottavalla Sopijapuolella on oikeus tehdä luovutus, edellyttäen että se ilmoittaa lainsäädännön sallimissa tilanteissa luovutuksesta etukäteen Luovuttavalle Sopijapuolelle ja antaa Luovuttavalle Sopijapuolelle mahdollisuuden turvautua tarpeellisiin vastakeinoin Salassapidettävän Tiedon käyttämistä.

- 4.3 Salassapitovelvoite on voimassa Sopimuksen keston ajan, sekä kymmenen (10) vuotta sen päättymisen jälkeen, ellei Sopimuksessa ole sovittu tästä poikkeavaa salassapitoaikaa.
- 4.4 Salassapitovelvoitteesta huolimatta VTT:llä on tarvittaessa oikeus antaa luottamuksellisia tietoja hyväksytyille ali-hankkijoilleen sekä VTT Groupiin kuuluville organisaatioille edellyttäen, että VTT huolehtii näiden sitoutumisesta vastaavan laajuisiin salassapitovelvoitteisiin kuin mitä Sopimuksessa on sovittu.
- 4.5 VTT:llä on oikeus mainita Toimeksiannon ja Asiakkaan nimet referenssinään.

5. OMISTUS- JA KÄYTTÖOIKEUDET

- 5.1 Sopijapuolen toiselle Sopijapuolelle luovuttama tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka ovat syntyneet Toimeksiannon ulkopuolella (jäljempänä Tausta-aineisto), kuuluvat luovuttavalle Sopijapuolelle. Mikäli VTT:n Tausta-aineistoa tarvitaan Tulosten hyödyntämiseen, Tausta-aineiston käyttöoikeuden ehdoista sovitaan kirjallisesti erikseen.
- 5.2 Tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka VTT esittää ja/tai luo Toimeksiannon toteuttamista ja/tai tulosten saavuttamista varten, mutta jotka eivät tule osaksi Tulosta (esimerkiksi tutkimustyökalut, jotka tehdään Toimeksiannossa tietyn tuloksen saavuttamiseksi), ovat VTT:n omaisuutta.
- 5.3 Tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, mukaan lukien syntyneet raportit ja selvitykset, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka ovat syntyneet Toimeksiannossa ja tulevat osaksi Toimeksiannon tulosta (jäljempänä Tulokset) ovat Toimeksiantajan omaisuutta, ellei
 - a) Sopimuksessa ole todettu Toimeksiannon kohteena olevan VTT:n ydinteknologia (core technology), ja/tai
 - b) Toimeksiannon kohteena on tietokoneohjelmisto, tietokanta, integroidun piirin piirimalli ja/tai biotekninen löydös (esimerkiksi geenisekvenssi, mikro-organismi, tai kohdemolekyylit).Edellä mainituissa tapauksissa omistusoikeus Tuloksiin jää VTT:lle ja Asiakas saa Tuloksiin erikseen määriteltävän käyttöoikeuden Asiakkaan johtuullisten tarpeiden, sekä Toimeksiannon sovellusalueen kannaltaärkevässä laajuudessa.
- 5.4 Sopijapuolet saavat käyttää toisen Sopijapuolen Tausta-aineistoa vain Toimeksiantoon kuuluvien tehtävien suorittamiseen.
- 5.4 Toimeksiantoa varten VTT:n itselleen hankkimat työvälineet ja laitteet ovat VTT:n omaisuutta, paitsi sikäli kun kyseiset työvälineet ja laitteet ovat Asiakkaan Tausta-aineistoa.
- 5.6 VTT:llä on oikeus käyttää hyväkseen Toimeksiannon yhteydessä saavutettua ammatitaitoa ja kokemusta myös muussa kuin Sopimuksen ja Toimeksiannon piiriin kuuluvassa toiminnassa.

6. OIKEUS KEKSINTÖÖN

- 6.1 Asiakkaalla on oikeus saada Sopimusehtojen tämän kohdan mukainen omistusoikeus sellaisiin keksintöihin, jotka kuuluvat Tuloksiin, jotka tulevat Asiakkaan omaisuudeksi Sopimuksen mukaisesti.
- 6.2 VTT:n palveluksessa oleva keksijä, joka on tehnyt Tuloksiin kuuluvan keksinnön, tekee työsuhtekeksintölain (29.12.1967/656) mukaisen kirjallisen ilmoituksen työsuhtekeksinnöstä VTT:lle. VTT sitoutuu ilmoittamaan Asiakkaalle tällaisista keksinnöistä ilman aiheetonta viivytystä saatuaan yllä mainitun ilmoituksen keksijältä.

- 6.3 Mikäli Asiakas haluaa omistusoikeuden VTT:n Toimeksiannossa tekemään keksintöön, Asiakkaan on ilmoitettava kirjallisesti VTT:lle vaatimuksensa keksintöön kahden (2) kuukauden kuluessa saatuaan VTT:ltä tiedon keksinnöstä uhalla, että VTT saa kaikki oikeudet keksintöön.
- 6.4 Sopijapuolet sitoutuvat toimimaan siten, että keksinnön ennakoinninen julkiseksi tulo estyy.
- 6.5 Keksijä tunnustetaan keksinnön tekijäksi. Keksijä on oikeutettu saamaan kohtuullisen korvauksen tehdystä keksinnöstä. Kaikki keksinnön mahdollisista patentoinnista aiheutuvat kustannukset ja korvauksen keksijälle maksaa se Sopijapuoli, jolla on tai joka saa oikeuden keksintöön Sopimuksen mukaisesti. Kohtuullista korvausta määritettäessä noudatetaan työsuhtekeksintölakia, sekä sen Sopijapuolen työsuhtekeksinnosta maksettavaa korvausta koskevia käytäntöjä, jolla on tai, joka saa omistusoikeuden kyseiseen keksintöön Sopimuksen mukaisesti. Mikäli Asiakkaalla ei ole käytäntöjä koskien työsuhtekeksinnosta maksettavaa korvausta, noudatetaan VTT:n käytäntöjä.

7. ASIAKKAAN ASIAKIRJAT JA KOEMATERIAALI

- 7.1 Asiakkaan VTT:lle Toimeksiannon suorittamista varten toimittamaa koemateriaalia, näytettä tai koekappaleita säilytetään VTT:n toimesta enintään kolme (3) kuukautta Tulosten luovuttamisesta Asiakkaalle. Asiakkaalla ei ole oikeutta korvaukseen, jos Toimeksiannon asianmukainen suorittaminen on vaatinut toimenpiteitä, joiden seurauksena koemateriaali, näytteet ja/tai koekappaleet ovat tuhoutuneet, huonontuneet tai vähentyneet.

8. VTT:N ASEMA

- 8.1 VTT suorittaa Toimeksiannon sovittua aikataulua noudattaen. Mikäli aikataulua ei ole sovittu, Toimeksianto suoritetaan ilman aiheutonta viivästystä. VTT:llä on oikeus pidentää aikataulua sikäli kun viivästys johtuu Ylivoimaisesta Esteestä (Sopimusehdot, kohta 12), Asiakkaasta, tai Asiakkaan vastuulla olevasta syystä.
- 8.2 VTT suorittaa Sopimuksessa määritellyt tehtävät huolella ja ammattitaidolla. VTT huolehtii siitä, että Toimeksiannon suorittamiseen käytetään pätevyydeltään sopivia henkilöitä. Asiakkaan tulee vedota Toimeksiannon suorituksessa tapahtuneeseen virheeseen kahden (2) viikon kuluessa Tulosten luovuttamisesta. Virhetilanteessa VTT:llä on ensisijaisesti oikeus korjata tai uusia Toimeksiannon suoritus/virheellinen Tulos.
- 8.3 VTT ei ole oikeutettu ilman Asiakkaan suostumusta käyttämään muuta kuin VTT Groupiin kuuluvaa organisaatiota alihankkijana Toimeksiannon tai sen merkittävän osan suorittamisessa.
- 8.4 Mikäli VTT:lle aiheutuu vahinkoa tai Toimeksiannon laajuus tai tavoite muuttuu, viivästyy tai työ keskeytyy Asiakkaasta johtuvasta tai tämän vastuulla olevasta syystä, VTT:llä on oikeus saada korvaus näin aiheutuneista kustannuksista ja vahingosta.
- 8.5 VTT ei anna toimittamalleen Tulokselle, Tausta-aineistolle, laitteelle, materiaalille tai tavaralle mitään takuuta.
- 8.6 VTT:n luovuttaman materiaalin tai tavaran toimitusehto on "Ex Works VTT (Incoterms 2010)".

9. ASIAKKAAN ASEMA

- 9.1 Asiakkaalla on oikeus seurata Toimeksiannon edistymistä.
- 9.2 Asiakas luovuttaa ajoissa VTT:n käyttöön Toimeksiannon suorittamista varten tarvittavat perustiedot sekä erikseen sovittaessa tarvittavat laitteistot ja muut resurssit.
- 9.3 Vaaranvastuu Tulosten tapaturmaisesta vahingoittumisesta siirtyy Asiakkaalle Tuloksen tai sen osan luovutushetkellä. Mikäli luovuttaminen viivästyy Asiakkaan syystä, vaaranvastuu siirtyy hetkellä, jolloin luovutuksen olisi pitänyt viimeistään tapahtua.
- 9.4 Mikäli Toimeksianto suoritetaan Asiakkaan tiloissa tai tiloissa, joista Asiakas on muuten vastuussa, Asiakas huolehtii työsuojelusta ja työturvallisuudesta VTT:n tai VTT:lle Toimeksiannossa töitä tekevän kolmannen osapuolen palveluksessa olevan henkilön osalta.

10. TULOSTEN JULKAISEMINEN

- 10.1 Tulosten omistajalla on oikeus oman harkintansa mukaan julkaista Tuloksiin kuuluva lopullinen tutkimusraportti kokonaisuudessaan. Tutkimusraportin osittainen julkaiseminen on kielletty ilman VTT:n kirjallista lupaa.
- 10.2 Tuloksia julkistettaessa VTT:n nimi on mainittava asianmukaisella tavalla.
- 10.3 VTT:n nimeä saa käyttää mainonnassa tai muussa myynninedistämässä vain VTT:n kirjallisella luvalla.
- 10.4 Julkisuudessa esitettyjen väitteiden tai Toimeksiantoa koskevien lausumien todentamiseksi ja/tai väärin väitteiden tai lausumien korjaamiseksi VTT:llä on oikeus antaa kolmannelle osapuolelle tai yleisölle tietoja Tuloksista siinä määrin, että julkisuudessa esitetyt väitteet tai lausumat tulevat todennetuiksi ja/tai väärät väitteet tai lausumat tulevat korjatuiksi.

11. VTT:N VASTUU

- 11.1 VTT vastaa Toimeksiannon suorittamisesta Sopimuksen mukaisesti. VTT vastaa alihankkijan työstä kuin omastaan.

- 11.2 VTT vastaa Asiakkaalle aiheutuneista välittömistä vahingoista, jotka johtuvat VTT:n tahallisesti tai tuottamuksellisesti tekemistä virheistä tai laiminlyönneistä.
- 11.3 VTT:n vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa Toimeksiannosta VTT:lle maksettavan palkkion määrään. VTT ei vastaa välillisistä tai epäsuorasta vahingosta.
- 11.4 Sopijapuolet vakuuttavat nimenomaisesti olevansa tietoisia niistä teknisistä ja muista riskeistä, joita tutkimus- ja kehitystyöhön liittyy ja tietoisesti hyväksyvät tällaiset epävarmuustekijät sekä sen, ettei tutkimus- ja kehitystyön tuloksia tai tavoitteita välttämättä saavuteta, tutkimus- ja kehitystyön luonteeseen kuuluvina.
- 11.5 Tausta-aineistoa ja/tai Tuloksia toisilleen luovuttaessaan Sopijapuolet pyrkivät siihen, että ne ovat mahdollisimman virheettömiä. Luovuttava Sopijapuoli ei kuitenkaan anna luovutuksen kohteelle mitään takuuta ja luovutetun aineiston käyttö tapahtuu yksin luovutuksensaajan vastuulla. Lisäksi erityisesti sovitaan, että Asiakas kantaa tuotevastuun kolmatta osapuolta kohtaan.
- 11.6 Ellei toisin ole sovittu, VTT:n vastuu päättyy yhden (1) vuoden kuluttua Tulosten luovuttamisesta Asiakkaalle. Mikäli luovuttaminen viivästyy Asiakkaan syystä, määräaika alkaa hetkestä, jolloin luovutuksen olisi pitänyt viimeistään tapahtua.
- 11.7 Vaatimukset VTT:tä kohtaan on esitettävä kuuden (6) kuukauden kuluessa VTT:n vastuuajan päättymisestä. Muussa tapauksessa Asiakas menettää oikeutensa vaatia korvausta.

12. YLIVOIMAINEN ESTE

- 12.1 Ylivoimaisena Esteenä pidetään tapahtumaa, joka estää tai tekee kohtuuttoman vaikeaksi Toimeksiannon suorittamisen määräajassa. Tällaisia ovat sota, kapina, luonnonmullistus, yleinen energianjakelun keskeytyminen, tulipalo, valtion talousarvion tai valtioneuvoston asettama oleellinen rajoitus VTT:n toiminnalle, lakko, saarto tai muu yhtä merkittävä ja epätavallinen Sopijapuolista riippumaton syy. Alihankkijan viivästys em. syistä katsotaan myös Ylivoimaiseksi Esteeksi.

13. SOPIMUKSEN PURKAMINEN

- 13.1 Mikäli Sopijapuoli rikkoo oleellisesti Sopimuksen ehtoja, toisella Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus.
- 13.2 Mikäli Asiakas rikkoo Sopimuksen ehtoja, VTT:llä on purkamisen sijasta oikeus väliaikaisesti keskeyttää Toimeksiannon suorittaminen, kunnes nähdään johtaako sopimusrikkomus Sopimuksen purkamiseen.
- 13.3 Kummallakin Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus, jos toinen Sopijapuoli on ilmeisen maksukyvytön, haetaan selvitystilaan, velkajärjestely- tai yrityssaneerausmenettelyyn taikka konkurssiin.
- 13.4 Kummallakin Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus, jos Sopimuksen täyttäminen Ylivoimaiseen Esteen jatkumisen johdosta tulee mahdottomaksi tai viivästyy oleellisesti tai yli 12 kuukautta.
- 13.5 Mikäli Sopimus puretaan, Asiakas maksaa VTT:lle hyväksytysti suoritusta Toimeksiannon osasta korvauksen sovitun veloitusperusteen mukaisesti purkamispäivään tai töiden lopettamishetkeen saakka, mikäli töitä sovitun tehtäväksi purkamispäivän jälkeen.
- 13.6 VTT:llä on oikeus saada korvaus Sopimuksen purkamisesta aiheutuneista kustannuksista ja vahingosta, jos Sopimuksen purkaminen johtuu Asiakkaasta tai tämän vastuulla olevasta syystä.

14. ERIKESITYKSET

- 14.1 Sopimuksesta aiheutuvat riidat, joista asianomaiset eivät pääse keskenään sopimukseen, jätetään Helsingin käräjäoikeuden ratkaistavaksi.
- 14.2 Sopimuksen tulkinnaissa ja riitojen ratkaisemisessa sovelletaan Sopimuksen tekohetkellä Suomessa voimassa olevaa oikeutta, lukuun ottamatta sen lainvalintasäännöksiä.

LIITE 6

Operaattoripäivä 2017 palaute



Operaattoripäivät 2017

Palaute

1



Palaute

- Palautettuja lomakkeita yhteensä 25 kpl
- Ilmoittautuneita 28 hlö

2

Arvioi seuraavia asioita rastittamalla mieleisesi vaihtoehto

Keskiarvo, asteikko 1-5

Käsitellyt aiheet	4,3
Riittikö aiheelle varattu aika?	4,2
Käytännön järjestelyt	4,7
Vastasiko tilaisuus odotuksiasi?	4,3
Minkä arvosanan antaisit 1. päivästä?	4,4
Minkä arvosanan antaisit 2. päivästä?	4,4
Minkä arvosanan antaisit päivien vetäjille (Wikström/Salmi/Haaga/Nieminen)	4,6

3

Arvioi tilaisuutta – mitä asioita pitäisi lisätä tai poistaa, kritiikkiä tai kehuja:

- Tosi ammattitaitoisia vetäjiä, iso kiitos😊
- Ryhmätöitä lisää
- Toivotaan tilaisuuksille jatkoa. Laite/kattilavalmistajia myös toisesta kaupasta olisi kiva.
- Hyvä tilaisuus. Aikaa lisää.
- Lisää samanlaisia tilaisuuksia, kiitos!
- Vähemmän asiaa vaurioiden kunnostuksesta. Enemmän asiaa vaurioiden syntyisistä.
- Ammattitaitoiset vetäjät ja mielenkiintoiset aiheet. Toivottavasti jatkuu vuosittain. Paikka ja järjestelyt erinomaiset.
- Hyvät aiheet ja niiden käsittely. Rakenne toimii aiheiden käsittelyssä eli ohjaajat vetävät keskustelua ja yleisö osallistuu.
- Parhaimpia koulutuksia, joissa olen ollut mukana 40-vuotisen urani aikana.
- Ammattitaitoiset vetäjät
- Voisi olla vielä käytännönläheisempää, esim. PH keskustelu oli hyvä.
- Enemmän kokemusten vaihtoa

4



Mitkä aiheet olisivat kiinnostavia seuraavalla kokemustenvaihtopäivillä 2018?

- Kokonaisuus oli erinomainen, suosittelen samanlaista jatkossakin.
- Nykyiset aiheet ovat hyviä.
- Häiriötilanteiden läpikäyntiä, lähellä piti tilanteita, vauriot ja seuraukset
- Kattilavaurioiden synty, syy ja seuraus
- Ajotapamallit, työturvallisuus
- Häiriötilanteista, eri ajomalleista, hyväksi todetut ajomallit kaikille tiedoksi
- Aika hyvin käytiin yleisiä aiheita soodakattiloista.
- Kattilavesi
- Miten toimitaan eri ongelmatilanteissa?



Millaista koulutusta haluaisit jatkossa?

- Samanlaisia☺
- Käytännönläheisiä
- Enemmän tietojen vaihtoa eri tehtaiden ajomalleista
- Saman tyyppisiä, joissa vaihdetaan muiden tehtaiden kanssa kokemuksia.
- Kattilavesistä enemmän
- Vesikemia