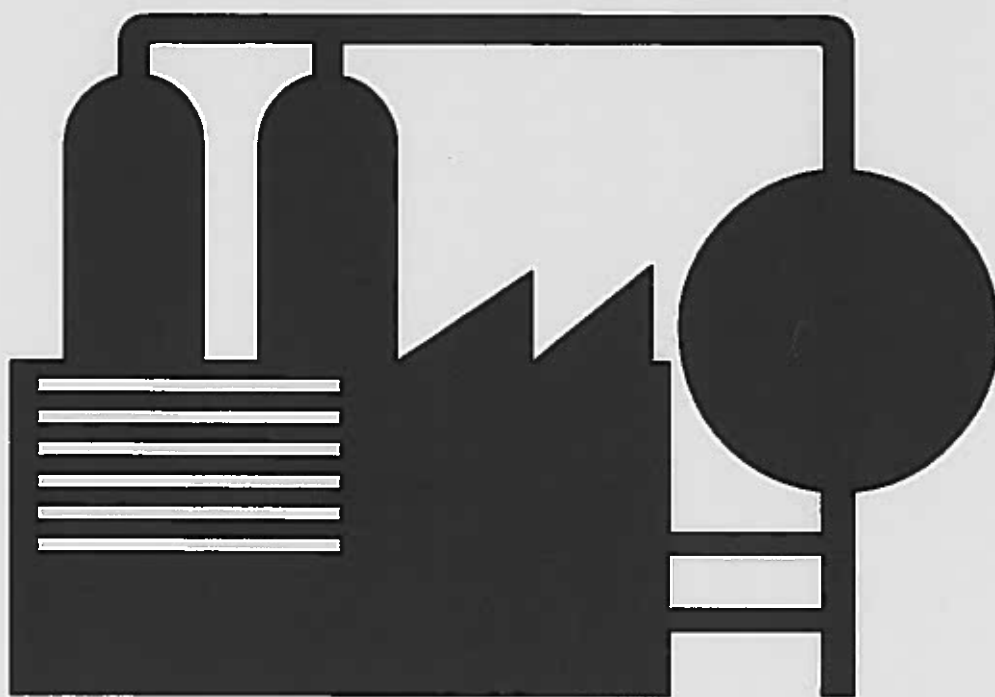

Mustien selluprosessilipeiden ongelmat ja tutkimus Suomessa

Esiselvitys

Panu Tikka



TEKES

Helsinki 1999



Mustien selluprosessilipeiden ongelmat ja tutkimus Suomessa

Esiselvitys Tekes-toimeksiantona

DI Panu Tikka

SciTech-Service Oy Ltd
PL 142, 26101 Rauma

GSM 0400 505 401
Toimisto (02) 823 9001 (+ vastaaja)
Fax (02) 823 9462
E-mail: panu.tikka@westlab.fi

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	3
1.1. PROSESSITEKNINEN LÄHTÖKOHTA.....	3
1.2. ESISELVITYKSEN TOTEUTUSTAPA	4
2. MUSTIEN SELLUPROSESSILIPEIDEN ONGELMAT.....	4
2.1. MITÄ MUSTALIPEÄ OIKEASTAAN ON?	5
2.2. MUSTALIPEÄN LUONNEHTIMINEN	5
2.3. MUSTALIPEÄN AIHEUTTAMAT ONGELMAT PROSESSEISSA	6
2.4. MUSTALIPEÄPERÄISTEN ONGELMIEN TALOUDELLISET SEURAUKSET	7
3. TUTKIMUS JA TUTKIMUSMAHDOLLISUUDET SUOMESSA.....	8
3.1. TKK, SELLULOOSATEKNIIKAN LABORATORIO	8
3.2. TKK, PUUNJALOSTUKSEN KEMIAN LABORATORIO	9
3.3. TKK, PROSESSIEN OHJAUKSEN LABORATORIO	9
3.4. TKK, KEMIAN LAITETEKNIIKAN JA TEHDASSUUNNITTELUN LABORATORIO.....	9
3.5. JY, SOVELTAVAN KEMIAN OSASTO	10
3.6. OY, MEKAANISEN PROSESSITEKNIIKAN LABORATORIO	10
3.7. ÅBO AKADEMI.....	11
3.8. OY KESKUSLABORATORIO.....	11
3.9. VTT	11
3.10. OY LÄNNEN LABORATORIOT.....	12
3.11. EXENS DEVELOPMENT OY	12
3.12. ARIZONA CHEMICAL OY	12
3.13. SUNDS DEFIBRATOR	13
3.14. AHLSTRÖM MACHINERY, AHLSTRÖM PUMPS	13
3.15. METSÄ-BOTNIA KONSERNI	14
3.16. UPM-KYMMENE KONSERNI	14
3.17. STORA ENSO KONSERNI	15
3.18. MUUT MIELENKIINTOISET MAHDOLLISUUDET JA YHTEISTYÖKUMPPANIT	15
4. KIRJALLISUUSTUTKIMUS.....	16
4.1. KIRJAT JA TUTKIMUSTEN LOPPURAPORIT	16
4.2. ARTIKKELIT JA KONFERENSSIJULKAISUT	17
4.2.1. Hake.....	17
4.2.2. Tärpätti.....	18
4.2.3. Mustalipeä ja keitto	20
4.2.4. Pesu ja massankäsittely.....	21
4.2.5. Suopa	23
4.2.6. Kalsium.....	30
4.2.7. Vaahto ja vaahdonestoaineet.....	32
4.2.8. Ilmanpoisto ja -mittaus.....	36
4.3. DIPLOMITYÖT	39
4.4. ERIKOISTYÖT	43
5. YHTEENVETO JA TUTKIMUSTARPEET.....	43

1. JOHDANTO

Tämän esiselvityksen tarkoituksena on selvittää minkälaisia ongelmia niin sanotut mustalipeät aiheuttavat selluprosessissa ja miten näitä asioita tutkitaan. Tavoitteena on tällä tavoin tuoda esiin alan tutkimus- ja kehitystarpeet ja nykytilanne sekä siihen mahdollisesti soveltuvat resurssit.

1.1. Prosessitekhninen lähtökohta

Mustalipeällä tarkoitetaan mustaa, runsaasti sulfaattikeittoperäistä ainesta sisältävää, alkalista liuosta, jota liikkuu eri väkevyyksissä sellutehtaan niin sanotussa ruskeassa eli valkaisemattoman massan päässä. Kuitulinjan kannalta tämä tarkoittaa prosessia, jossa on: **keitto-pesu-lajittelu-happidelignifiointi**. Tasealueen virrat yksinkertaistettuna ovat:

Sisään:

- puuhake
- keiton valkolipeä
- happivaiheen alkali (hapetettu valkolipeä tai tekninen NaOH)
- pesuneste ja joissakin tapauksissa valkaisun suodos

Ulos:

- pesty happidelignifioitu sellu ja sen mukana pesuhäviö valkaisuun
- laihamustalipeä haihdutukseen, polttoon ja kemikaalien talteenottoon

Tässä kuitulinjan ydinosassa syntyvä mustalipeä joutuu siis haihduttamolle ja polttoon, jossa sen ominaisuudet vaikuttavat prosessoitavuuteen suuresti. Vähäisessä määrin mustalipeää ja siitä erottuneita aineita, erityisesti uuteaineita, joutuu valkaisuun ja edelleen paperituotteiden valmistukseen ja tuotteisiin.

Tällä hetkellä Suomessa käytössä oleva prosessitekniikka on melko monimuotoista, sillä käytössä olevan laitekannan elinaikana on tapahtunut nopeaa kehitystä sekä laitteissa että prosesseissa, mikä tarkoittaa prosessimustalipeiden koostumusten ja olosuhteiden muuttumista. Laiteteknisesti uutta ovat syrjäytyseräkeittotekniikka ja uudet pesulaitteet, DD-pesurit ja pesupuristimet. Prosessiteknisesti uutta ovat syrjäytyseräkeiton lipeäkierron ja kuitulinjan sulkemisasteen nosto, eli yleinen pitoisuustasojen ja lämpötilojen nousu sekä valkaisuperäisen aineksen olennainen lisääntyminen, varsinkin happikemikaalipohjaisissa kuitulinjoissa.

Suomalaisten sulfaattisellukuitulinjojen perusratkaisut ovat (1) jatkuvatoiminen keitto-diffusööripesu-lajittelu-pesusaostin/puristin-happivaihe-pesu ja (2) syrjäytyseräkeittolajittelu/rumpu/puristinpesu/-happivaihe-pesu. Yleisesti tilannetta tarkasteltaessa on huomattava, että (1) ratkaisulla on ajettu jo kolme vuosikymmentä, mutta (2) ratkaisulla vasta enimmäkseen 90-luvulla. Vanha jatkuvakeitin-diffusööri-lajittelu-saostin prosessi on muuttunut useiden erilaisten laitteiden ja niiden sijoitusjärjestyksen kombinaatioiksi.

Sulkemisasteen suhteen happivaiheiden mukaanotto sulki prosessin keitto-pesu-happi vastavirtaan, nyt valkaisun kehittyminen kloorittomaan suuntaan on tuomassa vastavirtaperiaatteen koko kuitulinjalle. Sulkemisasteen nostolla on laajoja seurauksia. Kuitulinjalla tapahtuva metallien ja epämetallien sekä orgaanisen aineksen rikastuminen vastavirtaan vaikuttaa tilanteeseen jo sinänsä paljon, mutta lisäksi vaikutusta lisää koko kemikaalikierto soodakattilan ja kautisoinnin kautta takaisin kuitulinjalle. Tilanne onkin

teollisuudessa varsin uusi, kun sekä keitto- että pesulaitteet ovat uudistuneet yhtä aikaa kuitulinjan sulkemisasteen noston kanssa.

Kun ongelma rajataan prosessiteknisesti välille keitin-happidelignifioitu sellu, voidaan yksinkertaistaen sanoa, että ongelma on pesu. Käytännön sellutehtaan ajossa suurella tuotannolla onkin oikeastaan niin, että pesu on tehtaan tärkein prosessi. Jos se ei toimi, ongelmat säteilevät niin valkaisuun kuin talteenottoon, tuotantoa ei voida ylläpitää korkealla tasolla ja valmistuskustannus nousee. Toisaalta, kun pesut vetävät, kaikilla osastoilla päästään huipputuotantoon ja kustannustehokkuuteen. Keiton ja valkaisuvaiheiden omat, sisäiset ominaisuudet ja suorituskyky eivät sinänsä ole ongelmia; Ne ovat yleensä kohdallaan ihanneolosuhteissa jo suunnittelusta lähtien - niitä vain ei saada käytännössä hyödynnettyä.

Yhteinen enemmän tai vähemmän hallitsematon tekijä kaiken edellä esitetyn kesken on mustalipeä, joka vaikuttaa kaikkien prosessin osien olosuhteisiin ja toimintaan muuttuen samalla itse koostumukseltaan ja olotilaltaan. Jos haluttaisiin kärjistää, voitaisiin todeta, että osaprosesseilla ja niissä käytettävillä laitteilla on omat toiminnalliset ominaisuutensa ja suorituskykynsä, jotka on tutkittu ja kehitetty tietyt olosuhteet huomioiden. Käytännössä pitäisi kuitenkin tuntea kaikki samat asiat prosessissa syntyvän ja mukana olevan muualta tulleen mustalipeäaineksen määrän ja laadun funktiona. Me emme käytännössä todellakaan valkaise puhdasta sellua emmekä pese "puhtaalla" suovattomalla ja ilmattomalla mustalipeä-vesiliuoksella.

Tämä on lähtökohta tälle esiselvitykselle. Ydin on prosessi hakkeesta happivalkaistuun selluun ja siihen liittyy yhtäällä haihdutus-talteenottokierto ja toisaalla valkaisusta tuleva ja valkaisuun menevä aines.

1.2. Esiselvityksen toteutustapa

Selvityksessä on tehty laaja kirjallisuustutkimus, joka kattaa seuraavat alueet:

- (oppi)kirjat
- tutkimusraportit
- artikkelit ja konferenssijulkaisut
- opinnäytetyöt

Kaikille mahdollisesti ja todennäköisesti asian kanssa tekemisissä oleville tahoille Suomessa on lähetetty kyselykirje (liite 1), jonka palaute on ollut kattava. Lisäksi olen käynyt alan tärkeimpien laboratorioden, tehtaiden ja laitevalmistajien kanssa henkilökohtaisia keskusteluja. Palautetta muodossa tai toisessa antaneet henkilöt ja organisaatiot on listattu liitteessä (2). Muu on omaa ajattelua ja päättelyä asioiden ympärillä 15 vuotta pyörineenä.

2. MUSTIEN SELLUPROSESSILIPEIDEN ONGELMAT

Mustalipeän ongelmatiikka voidaan jakaa karkeasti kahteen alueeseen: (1) Mustalipeän luonnehtiminen, eli sen koostumuksen, ominaisuuksien ja niiden muutosten mittaaminen ja kuvaaminen sekä (2) mustalipeän aiheuttamat ongelmat prosesseissa, niiden toiminnassa ja niiden tuloksena syntyvien tuotteiden ja välituotteiden laadussa. Korostan tätä jakoa siitä periaatteellisesta syystä, että tutkittaessa prosesseja ja laitteita, joissa mustalipeä on mukana, täytyisi sen ominaisuudet pystyä mittaamaan ja luonnehtimaan systemaattisella tavalla, jotta jotain konkreettista ja asiaan kuuluvaa olisi liitettäväksi prosessitutkimusten havaintoihin ja kausaliitteiden päättämiseksi. Lisäksi laajempia tutkimushankkeita silmällä pitäen on aina

huomattava, että mustalipeä on sinänsä voitava tuottaa, käsitellä ja säilyttää selvästi määriteltävällä ja tarkoituksenmukaisella tavalla. Ongelmia voidaan monessa suhteessa verrata esim. solubiologian tutkimukseen, jossa tutkimuksen kohteeseen puuttuminen jo sinänsä muuttaa sitä. Tästä syystä olen ottanut käyttöön termejä kuten "in situ (nascendi)" kuvaamaan vanhentumatonta, syntymätilassaan olevaa mustalipeää.

2.1. Mitä mustalipeä oikeastaan on?

Oppikirjamaisesti ymmärrettynä mustalipeä on sulfaattikeiton jäteliuos, joka sisältää puusta liuenneen aineen ja valkolipeästä keittoon tulleet osittain reagoineet epäorgaaniset yhdisteet. Mustaa se on siksi, että alkalisesti liuenneen ligniinin valon absorptio on hyvin suuri erittäin laajalla allonpituusalueella. Lähempi tarkastelu osoittaa mustalipeän koostumus olevan valtavan monimutkainen. Tällaista on siis esim. laboratoriokeiton jälkeen pullossa seisonut ja sieltä pipetoitu mustalipeänäyte.

Todellisuus teollisessa prosessissa on hyvin toisenlainen. Ensinnäkin on huomattava, että tekninen eli prosessimustalipeä on eri faasien sekä erilaisten molekyylien ja hiukkasten epästabiili seos. Se sisältää neste-, kiinteä- ja kaasufaasien lisäksi kolloidina ja emulsiona liuenutta ainesta. Sillä on orgaanisen ja epäorgaanisen kemian lisäksi erittäin monimutkainen fysikaalinen kemia. Koska tällainen kaoottinen seos ei ole stabiili, eivät mustalipeän ominaisuudet ja koostumus ole ajan funktiona vakio. Tästä seuraa se dilemma, että ei ole olemassa tiettyä "standardi" mustalipeää, jolla voitaisiin tehdä kokeita ja tutkimusta. Edelleen, kokeisiin ja tutkimuksiin on hyvin vaikea järjestää prosessitilassa olevaa mustalipeää ja jos niin tehdäänkin, on sen määrittely vaikeaa. Mustalipeän olemusta voi hahmottaa sillä ajatuksella, että sen vastakohta on esimerkiksi suolaliuos, joka on "ikuinen" ja jolla on tietyt selvästi ajasta riippumattomasti mitattavat ominaisuudet.

2.2. Mustalipeän luonnehtiminen

Kun tarkastellaan mustalipeää, pitää erottaa kaksi asiaa toisistaan:

(A) Hetkellinen tila

- KOOSTUMUS
- LÄMPÖTILA
- PAINE
- MUUT OMINAISUUDET

(B) Muutokset

- KEMIAALLISET MUUTOKSET (reaktiot)
- FYSIKAALISKEMIAALLISET MUUTOKSET
- FAASIMUUTOKSET
 - YHDISTEIDEN SAOSTUMINEN
 - SUOVAN EROTTUMINEN/LIUKENEMINEN
 - KAASUN VAPAUTUMINEN/LIUKENEMINEN
- KIINTOAINEEN EROTTUMINEN (sakka, kuidut)

Kun on selvitetty, miksi ja mitä tarkoitusta varten jotain mitataan, tunnetaan näytteen alkuperä, historia ja edustavuus, voidaan pohtia, mitä ja millä menetelmällä ja analytiikalla mitataan.

Seuraavassa eräs jaottelu ja esimerkkejä ajateltavaksi:

(1) KEMIALLINEN KOOSTUMUS

- TARKASTI OTTAEN MAHDOTONTA
- JOKIN RAJATUMPI MAHDOLLISTA
 - ALKUAINE
 - YHDIKKE
 - YHDISTERYHMÄ

(2) FYSIKAALISET OMINAISUUDET

- TIHEYS, VISKOSITEETTI
- OMINAISLÄMPÖ, LÄMPÖARVO
- JOHTOKYKY JA MUUT SÄHKÖISET OMINAISUUDET
- SPEKTRIT, ABSORPTIVITEETIT
- TAITEKERROIN

(3) FYSIKAALISKEMIALLISET OMINAISUUDET

- PINTAJÄNNITYS
- HIUKKASKOKO, MISELLIT, NESTEKITEET

(4) KAASUPITOISUUS

- LIUENNUT KAASU
- EROTTUMATON "MIKROKUPLA"KAASU
- KAASU KIINTOAINEESSA, KUIDUSSA, "SAOSTUNUT" KAASU
- VAAHTO JA MUU LÖYHÄ KEVYT AINES

2.3. Mustalipeän aiheuttamat ongelmat prosesseissa

Mustalipeä aiheuttaa hyvin laajan kirjon erilaisia vaikeuksia prosessissa ja niitä on hyvin hankala selvästi määritellä ja ymmärtää; Tämä toistuu läpi kaikkien haastattelujen ja keskustelujen. Ongelmat voidaan ensinnäkin jakaa prosessialueittain, kuten johdannossa esitettiin: Varsinainen mustalipeäprosessi kuitulinjalla, keitto-pesu-happivaihe; Talteenoton "musta"pää eli haihduttamo; Kuitulinjan loppupää, valkaisu, ja paperinvalmistus.

Ongelmien analysoinnissa nousee esille yksi tekijä yli kaiken muun, se on erottuminen. Prosessimustalipeästä erottuu jotain, joka sen jälkeen vaikeuttaa tai jopa pysäyttää prosessin:

- Suopaa erottuu mustalipeän nestefaasista pinnalle. Lipeä- ja massasäiliöiden pinnalle erottunut ja kertynyt suopa täyttää säiliötä tiettyyn rajaan, jolloin luontainen pinnankorkeuden vaihtelu ja täytyminen saavat jossain vaiheessa suovan liikkeelle. Normaalin lipeä- tai massavirtauksen muuttuessa yllättävästi suovaksi syntyy paha häiriö,

joka yleensä johtaa tuotannon nopeaan alasajoon, ylikaatoihin ja pesuhäviöiden voimakkaaseen nousuun.

- Suopa erottuu myös kuitujen pinnalle ja kuituverkostoon. Näin suopa ei peseydy läheskään samalla tehokkuudella kuin liuennut aines ja suuremmassa määrin erottuessaan lisää pesunesteen virtausvastusta, sotkee pesun paine-erot ja nestetaseen sekä huonontaa myös liuenneen aineen peseytymistä.
- Lipeän ja massan sisältämä kaasun erottuu muuttuvissa prosessiolosuhteissa. Kun läsnä on suopaa, syntyy vaahtoa ja eräänlaista hyvin kevyttä mutta kiinteää suopa-ilma-kuitukakkua. Näin kaasun erottuminen pahentaa suovan erottumisen ongelmaa dramaattisesti. Suopa-kaasu-ongelma onkin pahin yksittäinen vaikeus, jonka aisoissa pitämiseen kulutetaan suuria määriä kalliita vaahdonestoaineita.
- Saostumalla erottuvat yhdisteet ovat erityisesti haihduttamojen ongelmia.
- Vaikeudet nostavat pesuhäviöitä, suopaa jää kuituun, jne. - valkaisu vaikeutuu, kemikaalien kulutus kasvaa ja massan laatu kärsii.
- Erottumista on myös haihtuvien orgaanisten VOC-komponenttien sekä pienimolekyylisten orgaanisten rikkiyhdisteiden siirtyminen ilmaan, mikä on johtanut monimutkaisten kaasunkeräyssysteemien rakentamiseen

Yllämainitut tapaukset ovat esimerkkejä ongelmista ilmiöinä, miten ne havaitaan. Syvällisempi ongelma on se, miksi ja missä olosuhteissa erottumista tapahtuu. Tilanne on hyvin monimutkainen; Pohjimmiltaan meidän pitäisi ymmärtää kaikkien mustalipeässä olevien aineiden erottumiseen vaikuttavat tekijät ja niiden riippuvuudet. Käytännössä asia voidaan jaotella esim. seuraavasti:

- Puusta tulleen uuteaineen määrä ja laatu sekä rikastuminen lipeä- ja massa virtoihin
- Puusta tulleen epäorgaanisen aineksen määrä ja yhdisteet sekä rikastuminen kuitulinjan ja talteenoton kierroissa
- Prosessimustalipeiden liuenneiden aineiden pitoisuudet ja -profiilit, erityisesti ioniväkevyydet (Na^+ , Ca^{2+} , OH^-), orgaaninen ja epäorgaaninen kuiva-aine, orgaaniset nesteet (MeOH , tärpättikomponentit ja "VOC"-yhdisteet)
- Kaasut lipeässä ja massoissa
- Tietyissä tapauksissa myös valkaisu-suodosten mukaantulo nostaa orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden pitoisuuksia ja tuo uusia yhdisteitä mukaan kuvaan

2.4. Mustalipeäperäisten ongelmien taloudelliset seuraukset

Edellä esitettyjen ongelmien seuraukset ovat monitahoisia. Voidaan erottaa kolme tapausta:

(1) Yleinen tuotantokustannuksen nousu, joka johtuu nousseesta kemikaalikulutuksesta ja lisäkemikaaleista, huonommasta saannosta sekä energian kulutuksen kasvusta.

(2) Pienempi sellutuotanto prosessihäiriöiden ja tuotantorajoitusten (pesuhäviöt, lämpöpintojen likaantuminen yms.) takia.

(3) Laatutappiot, huonompi hinta deklassoidusta, vaikea saada huippuhintaa.

Lisäksi suhteellisen uusissa tehtaissa aiheutuu kustannuksia erilaisista prosessitukimuksista ja selvityksistä sekä varsinkin prosessimuutoksista esim. putkistoissa ja säiliöissä.

Rahallisesti ongelmia on vielä vaikeampi arvioida, jo siksi, että tehtailla eri syistä tapahtuneiden häiriöiden analysointi ja rahallistaminen ei ole systemaattista eikä yksikäsitteistä. Myös kemikaali- ja muiden kulutuslaskujen seuraaminen sellaisella

tarkkuudella, että ne voitaisiin yhdistää tiettyihin syihin, on vaikeaa. Olen kuitenkin seuraavassa tehnyt yrityksen erään sellufirman kanssa, joka tuntee hyvin mustalipeäperäisiä ongelmia.

Positio	Kustannus FIM/ts
Ylimääräiset kemikaalit, vaahdonesto	10
Häviöt, nousseet kulutukset yms.	30
Laatutappiot, deklassoitu	1
Tärpähti- ja mäntyöljytappiot	1
Prosessimuutokset	5
Yhteensä	47 FIM/ts

Edellä rahana arvioitujen haittojen lisäksi voidaan todeta, että ilman mustalipeistä aiheutuneita häiriöitä ruskean puolen kuitulinjalla ja haihduttamon moitteettoman toiminnan seurauksena arvioitiin noin 5-10 % tuotannon nousu mahdolliseksi.

Tämän tarkatelen oikeellisuudesta voidaan olla montaa mieltä, eikä yksityiskohtaisia arviointiperusteita voida tässä yhteydessä esittää, mutta selvästi kyseessä on merkittävät taloudelliset arvot - kymmenien miljoonien markkojen lisäkustannukset ja kymmenien tuhansien tonnin tuotantolisä jo yhdessä suursellutehdasesimerkissä.

Vaikka ongelmat eivät ole edellisen laskelman suuruisia kaikissa Suomen tehtaissa, niitä on kaikilla. Koko Suomen selluteollisuutta ajatellen prosessimustalipeiden ongelmista syntyy satojen miljoonien arvoinen säästö- ja lisätuotantopotentiaali. Useat haastatellut asettivatkin tämän tyyppisten ongelmien ratkaisun kaikkein tärkeimmäksi sulfaattisellutehtaan tutkimus- ja kehitystoiminnan tavoitteeksi.

3. TUTKIMUS JA TUTKIMUSMAHDOLLISUUDET SUOMESSA

3.1. TKK, Selluloosatekniikan laboratorio

TKK:n sellutekniikan laboratorio on luonnollisesti asiassa mukana, koska mustalipeäprosessit kuuluvat selluloosatekniikan alaan niin opetuksellisesti kuin tutkimuksellisesti.

Tutkimuspuolella laboratoriossa on menossa TEKES-projekti "Aineensiirto sulfaattikeitossa", jossa tällä hetkellä tutkitaan keiton alkuvaiheen aineensiirtoa. Tutkimuksen luonnollinen jatko on selvittää puuhakkeesta mustalipeään tapahtuvaa aineensiirtoa, tässä tapauksessa erityisesti uuteaineiden aineensiirtoa mustalipeään. Tällainen tutkimus olisi nyt hyvin paikallaan, koska tiedot ylipäänsä ovat melko epämääräisiä tai puuttuvat modernien keittoprosessien osalta.

Aineensiirtokysymykset laajemminkin selluloosatekniikassa ovat selluloosatekniikan laboratorion keskeistä tutkimusaluetta. Keiton ja hakemittakaavan kysymysten lisäksi tutkimusta halutaan käynnistää kuitutason mittakaavassa, kuidun ja sitä ympäröivän nesteen

välisen vuorovaikutuksen ja aineensiirron selvittämiseksi. Tässä suhteessa selluloosatekniikan laboratorio voisi olla aineensiirtokysymysten keskeinen vaikuttaja ja koordinoija Suomessa. Alueella ei näytä olevan tällä hetkellä muita aktiivisia instituutioita. Sen sijaan alueella on tehty hyviä perustutkimuksia, jotka nyt kaipaavat jatkoa ja uusia puitteita (vrt. K. Ala-Kaila väitöskirja).

3.2. TKK, Puunjalostuksen kemian laboratorio

TKK:n puunjalostuksen kemian laboratorion alaan kuuluu niin fysikaalinen kemia kuin myös puukemia, kumpikin avainasemassa mustalipeäkysymysten selvittämisessä. Laboratorion esimiehen, prof. P. Steniuksen aikaisemmat tutkimukset uuteainekomponenttien liukoisuudesta ja niihin vaikuttavista tekijöistä ovat oikeastaan ainoat vakavasti otettavat työt tällä alueella ja tarjoavat lähtökohdan jatkaa nykyaikaisten mustalipeiden tutkimusta. Uudemmat tutkimukset kuidun pintaominaisuuksista ja koostumuksesta ovat käänteentekeviä tarkasteltaessa mitä mustalipeä-kuitusysteemeissä tapahtuu ja mitä kuituun tarttuu tai mitä siitä liukenee.

Laboratoriossa ei ole tällä hetkellä käynnissä varsinaisesti esillä olevaan aiheeseen kohdistuvaa isompaa projektia, mutta tietotaito ja innokkuus tällä alueella tekee laboratoriosta avainresurssin mustalipeäongelmien fysikaaliskemiallisissa tutkimuksissa.

3.3. TKK, prosessien ohjauksen laboratorio

Prosessien ohjaaminen ja hallinta on avainasemassa kuitulinjan stabiilin ja optimaalisen ajotavan saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. Laboratoriolla on kiinnostus ja resursseja lähteä mukaan mustalipeäongelmien ratkaisemiseen ja hallitsemiseen. On nimittäin niin, että kun prosessimustalipeiden stabiilisuus ja erottumisprosessit tunnetaan perustutkimuksen avulla ja prosessimustalipeiden koostumus ja olosuhteet mitataan sopivassa laajuudessa, tarvitaan prosessien ohjaus- ja hallintatekniikoita tehtävän toteuttamiseen sinänsä pitkälle automatisoiduissa prosesseissa. Tällainen työ täytyy kuitenkin käynnistää jo varhain, jotta prosessin ohjauksen ja toteutuksen kannalta esitetään oikeat kysymykset ja tavoitteet mustalipeän ja sen mittaustekniikan tutkimukselle. Mallien ja simulointien rakentaminen on myös aloitettava ajoissa, jotta ne kypsyvät toimiviksi ratkaisuksiksi.

3.4. TKK, kemian laitetekniikan ja tehdassuunnittelun laboratorio

Laboratorion erikoisala on aineensiirto ja muut yksikköoperaatiot sekä tehdas- ja prosessisuunnittelu. Mustalipeäalueen ongelmakenttää on tutkittu mm. seuraavilla alueilla:

- Tärpättien ja tärpättipitoisten vesien käsittely
- Suovan ja mäntyöljyn käsittely
- VOC:n syntyminen ja käsittely
- Sellun pesu
- Yleinen aineensiirto ja prosessisimulointi

Laboratorion toimintakenttä tulee lähelle TKK selluloosatekniikan laboratorion ja OY mekaanisen prosessitekniikan tämän päivän aihepiirejä ja saattaa tarjota mielenkiintoisia yhteistyömahdollisuuksia.

3.5. JY, Soveltavan kemian osasto

Soveltavan kemian osasto edustaa esillä olevan ongelman kannalta erityisesti puukemian ja orgaanisen analytiikan osaamista. Tässä suhteessa laboratorio on erittäin hyvin varusteltu ja osaava. Osastossa on meneillään TEKES-projekti "Uuteaineiden liukoisuusominaisuudet", jossa selvitetään sulfaattiprosessissa syntyvän suovan uuteainekomponenttien fysikaalisia ominaisuuksia ja niihin pohjautuvia analyysimenetelmiä, laaduntarkkailua ja erotuslaitteiden suunnittelua silmällä pitäen. Tällainen tutkimus on suoraan hyödynnettävissä esillä olevan ongelman ratkaisemisessa.

Osasto osallistuu myös TKK:n puunjalostusosaston koordinoimaan TEKES-projektiin koskien kloorittoman valkaisun jätevesien tutkimusta. Esillä olevan mustalipeäongelman kannalta tämä tutkimus liittyy siihen ainekseen, jota kloorittomista valkaisuvaiheista siirtyy keitto-pesu-happivaihe-alueelle, ja jonka vaikutuksia ei vielä tunneta.

3.6. OY, Mekaanisen prosessitekniikan laboratorio

Mekaanisen prosessitekniikan näkökulma esillä olevaan ongelmaan on hyvin mielenkiintoinen ja käytännön läheinen: Tutkitaan itse prosessia ja sen käyttäytymistä esim. tässä tapauksessa erilaisten mustalipeiden läsnäollessa ja eri olosuhteissa. Prosessi itse on esim. jokin massan käsittelyvaihe, pumppaus, pesu, sekoitus, jne. Näkökulma on siis mekaaninen, ei sinänsä kemiallinen, mikä taas on lähtökohtana usein sellutekniikassa ja puukemiassa, joissa tutkitaan esim. keittoa ja valkaisua kemiallisena tapahtumana, jota ei kuitenkaan yleensä voida toteuttaa teollisen prosessin "mekaanisissa" olosuhteissa.

Laboratoriossa on menossa TEKES-projekti "Kuituprosessien kaasumäärän hallinta", joka liittyy esillä olevan ongelman ratkaisuun läheisesti, onhan kaasu ja sen eroaminen mustalipeästä ehkäpä suurin yksittäinen ongelma. Projektin tavoitteena on saada tietoa kaasumaisten komponenttien käyttäytymisestä kuitususpensissa kaasuja poistavien laitteiden kehitystyön aloittamiseksi. Lisäksi tutkimuksen tarkoituksena on määritellä kaasumaisten komponenttien vaikutukset yleisempien kuitulaitteiden toimintaan. Projekti ei tällä haavaa tutki mustalipeä prosesseja, vaan puhtaampia valkaistuja massoja. Siirryttäessä mustalipeäpuolelle syntyy uusia vaikeuksia varsinkin tutkimuksissa käytettävissä mittauslaitteissa; toisaalta esim. tehdasmassojen ilmapitoisuuden mittaamiseen tehty laite lienee sellaisenaan sovellettavissa mustalipeäpuolen tutkimuksiin.

Laboratoriossa on juuri käynnistynyt toinen TEKES-projekti "Sellun pesun perusmekanismi ja pesutehokkuuden mittaaminen". Tavoitteena on lisätä perustietämystä sellun pesuprosessien tehostamiseksi ja kehittämiseksi valkaisussa. Tällaista tutkimusta pitäisi jatkaa ja levittää myös varsinaiseen mustalipeän pesuun, koska juuri mustalipeän eri komponentit ja niiden erottuminen kaipaa lisää perustietämystä. Tutkimuksessa rakennetaan myös pesututkimuslaite, joka tarjonnee hyviä yhteistyömahdollisuuksia kehittää laitteistoja ja menetelmiä myös mustalipeän pesun tutkimuksen tarpeeseen. Tällä alueella myös TKK selluloosatekniikan laboratoriossa ja Oy Lännen Laboratoriossa käyty keskustelu ja esisuunnittelu odottaa projektikehitystä. On myös huomattava, että tehdasolosuhteiden luominen ja säätäminen prosessiliuos-kuitusysteemeille on muodostumassa tärkeäksi tutkimustekijäksi kuituvauriotutkimuksissa.

3.7. Åbo Akademi

Vastaus saatiin ensin vain Förbrenningskemiska gruppenilta. Ryhmän päämielenkiinto on lipeiden poltto-ominaisuuksissa, jotka eivät kuulu suoranaisesti tämän selvityksen piiriin. Joskin yhtymäkohtana voidaan pitää kysymystä, miten hyvä tai huono on erottuvien komponenttien poisto, eli mustalipeän "puhtaus" vaikuttaa. Tosin "puhtauden" vaikutukset ovat ilmeisesti suurimmat haihduttamossa ja tämän jälkeen sen vaikutukset ovat vähäisemmät. Toinen ryhmän tutkimuskohde, kemikaalikierron vieraat yhdisteet, on myös esillä olevan ongelman kannalta mielenkiintoinen. Havainnot typpikierrosta ja talteenottokierron kemiallisen kuvauksen rakentaminen tarjoavat yhden tietolähteen mustalipeäprosesseissa esiintyville yhdisteille.

Myöhemmin esiselvityskäsikirjoitukseen ovat reagoineet Kemisk Träförädlingsteknik ja Fysikalisk Kemi. Ensimmäin mainittulla on valmiudet olla mukana tutkimuksessa ja toiseksi mainitulla on merkittävä arsenaali puun, kuidun ja mustalipeän karakterointiin tarvittavia laitteita ja menetelmiä.

3.8. Oy Keskuslaboratorio

Keskuslaboratoriossa on meneillään Soodakattilayhdistyksen tilaama selvitys aiheesta "Puun delignifioinnin eri vaiheissa muodostuvat haihtuvat ja liukoiset yhdisteet - näiden vaikutus haihdutukseen ja polttoon", yhteistyössä JY:n sovelletun kemian laitoksen kanssa. Työ on luonteeltaan esiselvitys, joka sisältää kirjallisuustutkimuksen ja selluteollisuuden, laitevalmistajien, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten (esim. VTT) haastatteluja. Selvitys on esillä olevan ongelman kannalta hyvin mielenkiintoinen, koska lähtökohta on samantapainen: Muuttunut kuitulinjan prosessitekniikka muuttaa kuitulinjalta lähtevän mustalipeän ominaisuuksia ja prosessoitavuutta haihduttamossa ja poltossa. Esillä oleva ongelmahan kohdistuu ensisijaisesti kuitulinjan mustalipeäprosesseihin, mutta haihtuvat ja liukenevat komponentit ovat samoja. Vaikka Klaus Niemelän laatima selvitys ei ole vielä julkaistu tätä kirjoitettaessa, on esille tulleiden tietojen perusteella selvää, että se on tämän alueen tutkimuksen kannalta merkittävä ja useat siinä esitettävät tutkimusaiheet liittyvät tässä esiselvityksessä esitettyihin aiheisiin. Koordinaatio olisi syytä huomioida.

KL:ssä on myös meneillään projekti "Mustalipeän vaikutus sulfaattikeitossa" (1998-2000), jonka tavoitteena on löytää mustalipeiden oikeat käyttötavat sulfaattikeitossa. Vaikutuksia keittotulokseen, valkaistavuuteen ja massaominaisuuksiin selvitetään, eli tutkimus on luonteeltaan kemiallinen.

3.9. VTT

VTT:ltä saatiin vastaus VTT Energian Sellu ja Energia-tutkimusryhmältä ja myöhemmin VTT Kemiantekniikalta, tutk.prof. Anneli Hase. Näistä ensiksi mainittu ryhmä keskittyy haihdutukseen, kaasutukseen, polttoon, hydraukseen ja lämpökäsittelyyn, jotka eivät kuulu suoranaisesti tämän selvityksen piiriin. Rikkikaasuihin liittyvä tutkimus tulee jo lähelle selvitettäessä mustalipeästä eri olosuhteissa erottuvia kaasumaisia yhdisteitä.

Kemiantekniikka on monessa mukana. Monenlaista prosessianalytiikkaa on kehitetty ja käytetty niin epäorgaanisten kuin orgaanisten yhdisteiden tutkimiseksi. Lisäksi on tutkittu kaasujen liukoisuutta, suovan ja tärpätin käyttäytymistä sekä sähköflotaatio- ja sähköflokkausprosesseja.

3.10. Oy Lännen Laboratoriot

Oy Lännen Laboratoriot on yksityinen ja riippumaton metsäklusterille analyysi- ja tilaustutkimuspalveluita tuottava yritys. Laboratoriossa on työskennelty usean vuoden ajan mustalipeäprosessien ja sivutuotteiden parissa niin analytiikan, kuin tehdas- ja laboratorioskokeiden alueilla. Lännen Laboratoriot oli yhdessä VTT Kemiantekniikan kanssa tutkimusosapuolena sekä koordinaattorina SundsDefibratorin ja kolmen sellutehtaan yhteisessä TEKES'in tukemassa hankkeessa "Modernin sulfaattisellutehtaan haihtuvat kaasumaiset yhdisteet" 1996-98, jossa kehitettiin alan menetelmiä ja selvitettiin tehtaiden TRS-, VOC-, tärpätti- ja suopapitoisuuksia ja taseita. Lisäksi tutkittiin suovan liukenemiseen tehdasoloissa vaikuttavia tekijöitä. Projektin loppuseminaarissa 19.3.1998 hanketta pidettiin onnistuneena ja toivottiin jatkotutkimuksia niin mustalipeä-suopa-tärpätti-kaasu-systeemeistä, uuteaineiden aineensiiirrosta kuin laite- ja prosessikehityksessä.

Lännen Laboratoriot on viime aikoina ollut monessa mukana esillä olevan ongelman tutkimuksissa ja ratkaisuyrityksissä sellutehtaiden, laitetoimittajien ja sivutuoteteollisuuden palveluksessa. Laboratoriossa on myös kehitetty tutkimuslaitteita modernin keiton aineensiiirron, mustalipeä-kuitusysteemien ja haihdutus-uuttotekniikoiden tutkimiseen.

Laboratorio toimii myös mustalipeäalueen ilmanpoiston ja vaahdoneston tutkimus- ja testausresurssina sellutehtaille ja kemikaalivalmistajille. Näissä yhteyksissä on tullut esille uusien tutkimus- ja testauslaitteiden tarve. Näitä ovat erityisesti vaahtoamis/vaahdontappo-laite ja massan suotautumisen ja peseytymisen tutkimus- ja testilaite.

3.11. EXENS Development Oy

EXENS on puunjalostusprosessien mittausjärjestelmiin ja analysaattoreihin erikoistunut yritys. 1990-luvun alkupuolen TEKES'in ja ABB:n projektissa EXENS kehitti jo 1980-luvulla esitettyjen ja kokeiltujen keitto- ja mustalipeämittauslaitteiden pohjalta useita mustalipeän eri komponenttien pitoisuuksia mittaavan analysaattorin. Laitteen perustana oleva näytteenottotekniikka, erikoisanturit ja näytteen käsittelyn sekä laitteen puhdistuksen tekniikka tarjoavat monipuolisen ja luotettavan lähtökohdan kaikkien prosessimustalipeiden mittaustekniikalle. Näitä ja eräitä muita avainmittauksia on yhtiön piirissä jo mietitty pitkälle ja nyt odotetaan mahdollisuuksia liikkeelle lähtöön.

3.12. ARIZONA Chemical Oy

Arizona Chemical Oy on entisen Forchemin (Veitsiluoto, UPM Valke) raakamäntyöljy- ja raakatärpättiliiketoiminnan jatkaja. Yhtiö kuuluu International Paper konserniin ja jalostaa Euroopassa 350 000 t/a rinnakkaistuotteita lähes 50 sellutehtaalta.

Yhtiö on jo pitkään tehnyt systemaattista työtä sivutuoteraaka-aineidensa saannin varmistamiseksi. Tilastot osoittavat kuitenkin, että raakamäntyöljyn tuotanto on Suomen selluteollisuudessa pudonnut vuodesta 92 noin 10 % ja raakatärpätin tuotanto 20 %. Kehitystä selittävät useat selluprosessien muutokset. Erityisesti syrjäytyseräkeitossa raakatärpätin saanto on pudonnut olennaisesti. Toisaalta eräiden tehtaiden raakamäntyöljyssä on yli 3 % tärpättiä.

Koska raakamäntyöljyn ja tärpätin saanti sellutehtaista on Arizonan tuotannon edellytys, on yhtiö monella tavalla mukana ja halukas kehittämään erotusprosesseja ja erotustehokkuutta. Tällä tavoin Arizona luo motivaatiota sellutehtaiden pyrkimyksille hallita ja parantaa mustalipeäprosesseja. Yhtiö on ja on ollut mukana periaatteessa kaikessa aktiviteetissa tällä

alalla. Erityisesti mainittakoon yhteistyö Teollisuus-TEKES-projektissa "Modernin sellutehtaan haihtuvat ja kaasumaiset yhdisteet" 1996-98 sekä uudempi yhteistyö esim. UPM-Kymmeneen kanssa, jossa konsernitasolla halutaan parantaa sivutuote-erotuksen tilannetta kummankin hyödyksi. Lisäksi Arizona on tutkimusyhteistyössä OY:n mekaanisen prosessitekniikan laboratorion kanssa.

Ajankohtaisia tutkimus- ja kehityksiä ovat suovan- ja tärpätinpoiston paremmat laite- ja prosessiratkaisut, joiden parissa on aihetta monenlaisen yhteistyöhön niin tehtaiden kuin laitevalmistajien kanssa. Lisäksi on tuotu esiin tarve kehittää ja yleistää alaan liittyviä analyysi- ja tutkimusmenetelmiä sekä määritelmiä; Työtä, joka aloitettiin edellä mainitussa TEKES-projektissa pitäisi jatkaa ja laajentaa koko teollisuuteen.

3.13. Sunds Defibrator

Sunds Defibratorin kehittämän SuperBatch-keittotekniikan saatua jalansijaa 1990-luvulla on yhtiö lähtenyt viime vuosina voimakkaasti tutkimaan ja kehittämään ratkaisuja ruskean puolen kuitulinjatekniikoiden ja haihduttamojen ongelmiin, joita muuttuneet lipeäkierron ja sulkemisasteen nosto ovat tuoneet tullessaan. Tässä suhteessa Sundsin T&K-toiminta ja yhteistyöprojektit asiakastehtaiden kanssa liittyvät suoraan esillä olevan ongelman tutkimiseen ja ratkaisemiseen.

Viime vuonna valmistui iso Sunds Defibratorin ja teollisuuden TEKES-hanke "Modernin sellutehtaan haihtuvat ja kaasumaiset yhdisteet", joka antoi eväät asioiden tutkimiseen ja jossa suoritettiin useita tehdastutkimuksia. Tämän perusteella työtä on jatkettu ja tullaan jatkamaan.

Sunds esittää perustutkimuksen käynnistämistä mustalipeän stabiilisuusehtojen ja siihen/siitä siirtyvien aineiden aineensiirron selvittämiseksi. Tältä pohjalta pitäisi sitten edetä erotusprosessien kehittämiseen ja liukoisuuden/erottumisen hallitsemiseen. Myös kaasujen alkuperä, poisto ja hallinta pitäisi saada laajan tutkimuksen piiriin. Pitäisi myös tutkia ennakkoluulottomasti kaikenlaisia vaihtoehtoja prosessille vieraiden aineiden poistamiseksi suljetuista prosessisysteemeistä. Sunds tulee tukemaan tällä alueella tehtävää työtä ja näkee sen investointina tulevaisuuden tekniikoihin.

3.14. Ahlström Machinery, Ahlström Pumps

Ahlström yhtiöt ovat toimittaneet runsaasti esim. pumppuja, pesureita ja sekoittimia esillä oleviin mustalipeäprosesseihin. Näin ollen esillä oleva ongelma on hyvin tuttu. Yhtiöt osallistuvat OY:n mekaanisen prosessitekniikan laboratorion TEKES-projektiin "Kuituprosessien kaasumäärän hallinta", jossa ovat myös mukana UPM-Kymmene ja Valmet Automation. Laboratorio- ja tehdastutkimuksella luodaan ymmärrystä prosessi-kaasut-alueelle, jotta kaasujen hallinta ja poistaminen olisi paremmin mahdollista. Ahlström Pumput on myös käynnistänyt TEKES-rahoitteisen "Vulca"-hankkeen, jossa kehitetään ratkaisuja keiton purkutankin sakeus- ja kaasuongelmiin.

Ahlströmin kannalta suovan ja kaasun (myös tärpätin) hallinta on keskeinen tavoite tulevalle prosessi- ja laitekehitykselle. Ilmaa ja kaasua separoivat pumput (ASP ja ARP) eivät täysin riitä mustalipeäprosesseissa ja tuotekehitys jatkuu. Toive alan perustutkimuksen käynnistämisestä teollisten mustalipäsystemien ymmärtämiseksi ja hallitsemiseksi toistuu jälleen kerran. Erityisesti painotettiin fysikaalisen kemian ja kemian laitetekniikan merkitystä, perinteinen laboratoriopuukemia ei vie asiaa eteenpäin.

3.15. Metsä-Botnia konserni

Metsä-Botnian keskustelut käytiin pitkälti Metsä-Rauman tehtaan tilanteen ja kokemusten valossa, jossa esillä olevan ongelman ratkaisuun on kiinnitetty paljon huomiota ja voimavaroja niin omin voimin kuin myös yhteistyössä laitetoimittajien kanssa. Prosessitekniikan tutkimuksen kannalta tutkimuksia voisi jatkaa esimerkiksi siitä näkökulmasta, **miksi** ongelmat ovat syrjäytyseräkeitto-kuitulinjoissa, eikä jatkuvakeitto-kuitulinjoissa; Pitäisi siis selvittää eri aineiden pitoisuudet ja määrät, häiriöaineiden esiintyminen, rakenne ja olotila eri prosesseissa joiden tiedetään käyttäytyvän eri tavoin. Toisaalta tuotiin esille kuitulinjasuunnittelu - ison tuotannon suopa- ja vaahto-ongelmat eivät ole hallittavissa liian pienillä **tankeilla** ja pumpuilla!

Perustutkimusta pitäisi tehostaa, jotta ongelmia ja ilmiöitä voitaisiin ymmärtää ja niille voitaisiin tehdä jotain. Nykyisiä tutkimuksia ja resursseja ei pidetty riittävinä, jotta ne voisivat kantaa sellaisenaan. Yhteistyö ja **isommat** projektit ovat välttämättömiä. Erityisesti ongelmia nähtiin mustalipeän stabiliteetti - jos jotain erottuu, sen pitää tapahtua hallitusti ja tehokkaasti, muutoin liuenneen pitää pysyä liuenneena. Tältä kannalta tämän päivän pesumalleja pidettiin puutteellisena, liukoisuusrajoitteiset yhdisteet käyttäytyvät omilla tavoillaan ja pesutulosta ei voida ennakoida. Uudet tutkimukset, ideat ja mallit ovat tarpeen.

Metsä-Rauman tapauksessa korkea sulkemisaste on oma ongelmansa. Suoraan vastavirtainen kuitulinja on mustalipeäongelmien kannalta huono ja tuntematon asia. **Kaikki** tutkimus- ja kehitys vierasaineiden poistamiseksi ja nestekierron kehittämiseksi ovat tervetulleita. Metsä-Botnia ryhmä korostaa mustalipeän niukkaliukoisen ja saostuvan aineksen tutkimusta, nimenomaan kuidun pinnan kuitutason aineensiirtokysymysten kannalta ymmärrettynä.

3.16. UPM-Kymmene konserni

UPM-Kymmenessä mustalipeätutkimusta on tehty **kaikilla** sellutehtailla ja Pulp Center tutkimuskeskuksessa. 90-luvulla on tehty mustalipeätutkimusta liittyen mm.:

- mustalipeän käyttöön keiton imeytyksessä ja keitossa
- mäntyöljy- ja tärpättitaseiden selvittämiseen
- mustalipeiden ilmapitoisuuksiin
- KCL:n mustalipeäprojekteihin

Mielenkiintoa on ainakin seuraaviin aiheisiin:

- mustalipeän koostumuksen vaikutus suovan olotilaan ja erottumiseen
- tärpätin, mäntyöljyn, kaasujen ja vaahdonestoaineiden yhteisvaikutukset
- sulkemisasteen ja vastavirtaan tulevan aineksen seuraukset
- kaasujen liukeneminen
- erilaisten mustalipeiden käyttäytyminen haihduttamoissa
- näytteenotto- ja mittaustekniikka
- hake-lipeä ja kuitu-lipeä aineensiirto

Aihetta kohtaan tunnetaan suurta mielenkiintoa. Maanlaajuista perustutkimusta toivotaan, mutta samalla todetaan että tehdaskohtainen optimointi saattaa jäädä hyvin pitkälle tehtaiden omaksi tutkimukseksi.

3.17. STORA ENSO konserni

Ensolla aihetta on pohtinut Enson Suomen sellutehtaiden sellututkimustiimi, joka toteaa, että mustalipeä on arvokas sivutuote, josta saadaan rinnakkaistuotteita ja polttoainetta. Tutkimuksen tulisi antaa keinoja tämän sivutuotelinjan kivuttomaan hallintaan. Tulevaisuuden visiona on, että lipeäkiertoon joutuu nykyistä enemmän valkaisuvesien mukana poistettavia aineksia mm. metalleja, joiden vaikutus mustalipeän ja suovan ominaisuuksiin tulisi ymmärtää.

Keskusteluissa sana SUOPA mainittiin useasti. Tiedot suopa/mustalipeäsystemien hallitsemiseksi koetaan puutteelliseksi; Käsikirjojen harvat numerotiedotkaan eivät ole enää kohdallaan. Enson erityinen kuvakulma on havu/koivu sekamustalipeän ja sekasuovan käyttäytyminen sekä suovan rooli erilaisten metallien kantoaineena keitosta yli koko kuitulinjan. Paljon huomiota on kiinnitetty mustalipeän aineksen, kuten suovan ja ligniinin, tarttumiseen kuidun pinnalle ja siirtyminen eteenpäin prosessissa.

Prosessitekniiikan kannalta tuotiin esiin mahdolliset keinot poistaa suopaa heti pesun alussa, tämä oli erityisesti esillä keskusteluissa Kemijärven tehtaalla - pesut ja laitteet pitäisi kehittää tässä suhteessa selektiivisiksi, yhdellä tekniikalla ja yksissä olosuhteissa ei selvästikään saavuteta hyvää tulosta, sillä vanhat pesumallit eivät toimi suovan ja kaasujen läsnäollessa. Lisäksi mainittiin tarpeet tutkia tärpättä ja sen poistoa suovasta. Myös havulipeän käyttö koivukeitossa uutteen alentamiseen on kiinnostuksen kohteena.

3.18. Muut mielenkiintoiset mahdollisuudet ja yhteistyökumppanit

Helsingin Yliopiston kemian osasto (puun ja muovien kemia) ilmoittaa tutkivansa mustalipeäalueen teknisiä ligniinejä, joissa on havaittu uuteaine/rasvahappopiirteitä.

Valmet Automation on mainittu useissa yhteyksissä, esim. OY/TEKES-projekti "Kuituprosessien kaasumäärien hallinta", mittaustekniikan yhteistyökumppanina, vaikka vastausta tämän selvityksen kyselyyn ei saatukaan.

Kauko Kokkonen Oy ilmoittaa kehittäneensä ilmapitoisuuden ja vaahdonestoaineiden annostelun mittaustekniikkaa.

Teollisuus mainitsi Savcor Oy:n ilmapitoisuusmittarin mustalipeäalueen mittaushallinnaksi. Savcor Oy ilmoitti myöhemmin itse kehittäneensä on-line ilmamittauslaitteen. Sillä on tehty prosessien kehittämiseen ja vaahdonestoaineiden annosteluun liittyvää työtä. Yhtiö kehittää myös suovan erottamiseen "ESR"-laitteistoa (sähköinen erotus).

ABB Pulp&Paper Automation ilmoittaa työskentelevänsä keiton orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden mittaamisen parissa CLA2000 analyysilaitteella ja kehittävänsä siltä pohjalta ohjausmalleja.

Pertti Haapamäen pesututkimustekniikat ja menetelmät ovat yksi mielenkiintoinen suunta selvittää prosessimustalipeän käyttäytymistä.

Prosessivirtojen ilmanpoistoon on kehitetty myös laitteita, kuten Pomppu-niminen laite (POM-Technology Oy), jonka toiminnasta mustalipeällä valmistajalla ei vielä ole tietoa. Myös "Deculator" nimisiä alipaineasuerottimia on kokeiltu ainakin Joutsenossa 80-luvulla.

4. KIRJALLISUUSTUTKIMUS

4.1. Kirjat ja tutkimusten loppuraportit

1. Drew, J. ja Propst, M., *Tall oil*, Pulp Chemicals Assosiation, New York, 1981
Kirja käsittelee laajasti aihetta mäntyöljy, siihen on sisällytetty mm. suovan esiintyminen puussa, koostumus, talteenotto ja siihen vaikuttavat tekijät, suovan keitto mäntyöljyksi jne. Mielenkiintoisimmat osat ovat suovan liukoisuuteen vaikuttavat tekijät ja erilaiset laiteratkaisut ja tankit, joilla saadaan tehostettua suovan erottumista.
2. Drew, J., Russel, J. ja Bajak, H.W., *Sulfate turpentine recovery*, PCA 1971
3. PCA By Product Recovery Short Course, 1997, Houston, USA
4. Kassberg, M., *Lye combustion: sulphate and sulphite*, Yrkesbok Y-212, Markaryd, Sweden: Skogsindustrins Utbildning i Markaryd, 126pp,
This educational book goes through most aspects of black liquor and its combustion. It deals with areas such as the content and properties of the black liquor, the functioning of the recovery boiler, the chemical balance in the kraft pulp mill, the latest developments in process steering, and progress in chemical recovery techniques. Also covered are security and working conditions, as well as environmental concerns related to the recovery process. The book is aimed at boiler operators and engineers, and others with an interest in the operation of a pulp mill.
5. Frederick, W. J., *Black liquor properties*, Kraft recovery boilers, edited by Adams, T.N., chapter 3, pp 59-99, TAPPI Press, 1997, 381pp
Black liquor chemistry and properties are explored, and the best means of estimating these properties for practical calculations are identified. Data are used to show the effect of operating conditions on the properties. The particular areas covered are black liquor chemistry, black liquor analysis, viscosity, heating value, boiling point rise, solubility limit, density, enthalpy and heat capacity, surface tension, and thermal conductivity. (25 fig, 6 tab, 43 ref)
6. Forsskåhl, Ingegerd, *Uusien massanvalmistusmenetelmien vaikutus uuteaineisiin/Forsskåhl Ingegerd, Olkkonen Carola, Tylli Henrik, Osa 2: Malliaineiden terminen hajoaminen: ohutlevykromatografiset, FTIR-, UV-, VIS- ja fluoresenssispektroskooppiset analyysit*, PSC communications; 104, Espoo 1997.
7. Forsskåhl, Ingegerd, *Uusien massanvalmistusmenetelmien vaikutus uuteaineisiin/Forsskåhl Ingegerd, Olkkonen Carola, Tylli Henrik, Osa 5: Mekaanisten ja kemiallisten massojen FTIR-, UV-, VIS- ja fluoresenssispektroskooppiset analyysit*, PSC communications; 105, Espoo 1997.
8. Artamo, A., Koukkari, P. ja Hase, A., *Tärpätin talteenoton parantaminen 1995 - 1996*, Rinnheat Oy ja VTT Kemiantekniikka.
9. Koukkari, P., Perälä, M. ja Salminen, J., *Tärpätin absorbtiotasapainon mittaaminen*, VTT Kemian tekniikka, lokakuu 1996,
Projektissa kokeiltiin pienoispilotin avulla prosessikehitystä parannetuksi tärpätin talteenotoksi absorbtiotekniikkaan perustuen.

10. Johansson, A., ja Aaltonen, O., *Projektiraportit suovan uuton ja RMO uuton tuloksista 1997 - 1998*, VTT Kemiantekniikka 1998

Suovan neutraaliaineiden ja saippuoiden käyttäytyminen uutettaessa ja neutraaliaineiden talteenotossa

11. Olin, M., *Sellutehtaan haitallisten aineiden hallinta*, VTT Kemiantekniikka 1998,
Projekti koskee sulfaattikeiton metallien taseita ympäristön kannalta ja IPPC-direktiivin (Integrated Pollution Prevention Control) soveltamista metsäteollisuuden tapauksessa. Projekteissa kehitettyä laskentaramia voitaisiin käyttää myös muiden aineiden kuin metallien laskentaan, edellyttäen että vastaavat analyysit voidaan tehdä.

12. Käyhkö, K., Keskinen, K., Kotonen, P. ja Manner, H., *Rasvaliukoiset uuteaineet ja kiintoainetappiot mekaanisen massan katkaisupesussa*, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Kemiantekn. osasto, "Kuitutappiot mekaanisen massan katkaisupesussa" - projektin loppuraportti, 1998

Projektin tavoitteena oli tuottaa perustietoa mekaanisen massa pesun optimoimiseksi. Pääasiallisin tutkimuskohde oli rasvaliukoisten uuteaineiden erotustehokkuus ja pesun aiheuttamat kiintoainetappiot.

Projektin pääasialliset tutkimuskohteet ja tulokset:

1. Suodoksen ominaisuudet ja rasvaliukoisten uuteaineiden pesutehokkuus pesuveden määrän funktiona: Yksittäisessä pesuvaiheessa on mahdollista saavuttaa merkittävä uuteaineiden erotustehokkuus kohtuullisella pesuveden määrällä. Sekoitusajalla
2. Sekoitusmuuttujien vaikutus uuteaineiden liukenemiseen ja dispergoitumiseen mekaanisesta massasta: Sekoitusajalla ja teholla on merkittävä vaikutus rasvaliukoisten uuteaineiden dispergoitumiseen mekaanisesta massasta. Pidemmällä sekoitusajalla rasvaliukoisten uuteaineiden pitoisuus sulpun LK-faasissa ei tasaannu vaan kääntyy laskuun. Täten näiden aineiden käyttäytyminen sekoituksessa voi olla oletettua monimutkaisempaa.
3. Rasvaliukoisten uuteaineiden olomuoto suodoksessa: Rasvaliukoisten uuteaineiden pitoisuus suodoksen kiintoaineessa on niin pieni, ettei sillä ole merkitystä uuteaineiden erotustehokkuuden kannalta.
4. Dispergointiaineiden vaikutus rasvaliukoisten uuteaineiden erottumiseen sakeutuksessa: Rasvaliukoisten uuteaineiden erotustehokkuutta voidaan parantaa merkittävästi optimaalisella dispergointiaineiden käytöllä.
5. Eri tekijöiden vaikutus suodoksen kiintoaineen määrään ja laatuun: Vakio sekoitusolosuhteissa suuremman freeneksen omaava massa pidättää huonommin hienoaainetta, jolloin suodoksen kiintoainepitoisuus on suurempi. Suodosta kierrätettäessä merkittävää kiintoaineen rikastumista voi tapahtua ainoastaan suuren freeneksen (>200 ml) omaavilla massoilla ja suodoksen kiintoainepitoisuuden ollessa korkea (>2000 mg/l). Tällöin rikastuva kiintoaine on äärimmäisen hienojakoista, huomattavasti hienompaa kuin normaali Bauer McNett P400 mesh jae. Lisäksi sakeutusta edeltävällä sekoituksella voi merkittävä vaikutus suodoksen kiintoainepitoisuuteen

4.2. Artikkelit ja konferenssijulkaisut

4.2.1. Hake

1. Hartler, N., *Present and future of kraft pulping*, Nord. Pulp Pap. Res. J. vol. 12, no. 2, June 1997, pp 115-118

Kraft pulping today is a mix of some newly established digester systems and some old systems, retrofitted to various degrees, with both continuous and batch systems existing

and having equally strong market positions. This article briefly describes these systems and their shortcomings. Improvements can be expected in the near future with more attention being paid to genuine impregnation with the primary goal of removing all air from chips. Factors discussed as being important to tomorrow's kraft pulping system include impregnation, reactions with various sulphur compounds, the delignification stage, washing, discharges, and pulp properties.

2. Chen, T., Wang, Z., Zhou, Y., Breuil, C., Aschim, O.K., Yee, E., Nadeau, L., *Using solid-phase extraction to assess why aspen causes more pitch problems than softwoods in kraft pulping*, Tappi J. vol. 78, no. 10, Oct. 1995, pp 143-149
Aspen has a high incidence of decay and its extractives lead to pitch deposition, so it has been underutilised in the pulp and paper markets. Trials were carried out at the Prince Albert Mill using solid phase extraction to investigate this. Results indicate that in addition to triglycerides, the sterol esters/waxes contents of wood chips and pulps were higher in aspen than in softwoods, and this may be a reason for aspen's pitch problems. Natural seasoning decreased these levels, but chip brightness was also decreased. (4 fig, 4 tab, 25 ref)
3. Sweeney, K.M., *Solid-phase extraction techniques in the pulp and paper industry*, Tappi J. vol. 71, no. 1, Jan. 1988, pp 137-140
This article presents the methodology and results of experiments to determine the effectiveness of solid-phase extraction techniques in the identification of organic components in defoamers, rosin sizes, mill deposits, mill water process systems, and black liquor cleanup. The main advantages of solid-phase extraction cartridges, which were particularly useful in analysing hydrocarbon oils and amides in deposits and pulp resins, are low sample and solvent requirements, and quicker and more straightforward analytical procedures.

4.2.2. Tärpätti

1. Burgess, T., *Collecting and burning noncondensable gases*, 1996 Kraft Recovery Short Course, Orlando, FL, USA, 8-11 Jan. 1996, 57pp
Noncondensable gases, NCG, are total reduced sulphur, TRS, gases that are emitted from digesters, evaporators, turpentine systems, strippers, brown stock washers and liquor storage tanks. In order to reduce odorous air pollution from kraft pulp mills, environmental regulations require that these gases be collected and incinerated. The design, construction, operation and maintenance of systems to do this are examined. The accepted method for handling NCG was developed in Sweden in the early 1970s and has virtually eliminated explosions in NCG systems. The system uses steam ejectors as motivators and keeps the NCG undiluted. (8 fig, 3 tab, 12 ref)
2. Johnston, J.E., *Safe and effective ncg collection, transport, and incineration*, 1995 Kraft Recovery Short Course, 9-12 Jan. 1995, Orlando, FL, USA, 23pp
Collection and disposal of noncondensable gas, NCG, by incineration or chemical modification will be required for all kraft paper mills in order to meet air quality requirements. Criteria for specifications and design of a safe and trouble free NCG system are presented. Collection of high volume low concentration gases from sources such as black liquor oxidation vent and storage tanks, brown stock washer filtrate tanks and hoods, chip bins, air stripping equipment and soap skimming tanks will have to be included. Collection of low volume high concentration gases from sources such as turpentine and

blow heat recovery vents, evaporator hotwell vent, foul condensate storage tanks and continuous digester relief is already carried out in pulp mills. (26 fig, 1 tab)

3. **Burgess, T., *The basics of foul condensate stripping*, 1995 Kraft Recovery Short Course, 9-12 Jan. 1995, Orlando, FL, USA, 25pp**
The new Environmental Protection Agency Cluster Rules in the USA will require the removal of methanol from condensates, either by stripping or secondary treatment. Older mills will need to be retrofitted with condensate stripping systems. Kraft pulp mill pollution such as biochemical oxygen demand, BOD, toxicity and odour can be reduced by stripping. Pollutants may be converted to a usable fuel giving an economic return on investment. Two methods of stripping, air or steam, used in kraft pulp mills today are examined. Each may be subdivided into stripping for toxicity and total reduced sulphur (TRS) gases and stripping for methanol (BOD). The two types of column used for stripping, packed columns and valve tray columns, are compared. (8 fig, 2 tab)
4. **Foran, C.D., *The impact of recent pulp mill modifications on the sulfur content of crude sulfate turpentine*, Pulping Conference held at San Diego, CA, USA, 6-10 Nov. 1994, Book 2, pp 501-506**
Up to 45 million gallons per year of crude turpentine are recovered in North America. A general result of mills modifying their pulping processes in order to comply with stricter emission standards has been an increase in the sulphur content of crude sulphate turpentine. Thus, the sulphur content of the crude sulphate kraft turpentine received by Union Camp Corp (UCC) at its Jacksonville plant increased from 4,400 ppm in 1989 to 7,000 ppm in 1993. Kraft turpentine has become a foul smelling product which presents significant processing difficulties. UCC has carried out studies at mills operating hot and cold blow batch systems, Kamyr digesters and condensate strippers. Advice is presented on reducing the sulphur content of the crude turpentine stream without adversely affecting the pulping process. In particular, mills using hot blow batch digesters should increase the maximum steaming rate to 190 to 230 kg per hr per cu m. (8 fig, 4 tab, 5 ref)
5. **Reynolds, E., *Pulp mill digester relief scheme. an investigation*, Presented at Pulp Chemicals Association, '3rd Special Recovery Conference', held 11-12 January 1984 in Atlanta, 3pp**
Turpentine recovery yields are generally inversely proportional to energy consumption in the digester non-condensable relief operation. Guidelines are given to increase the turpentine yield by reducing steam consumption. A typical turpentine recovery system is described and it is suggested that a digester should be allowed to purge itself of air as it comes up to temperature and pressure. As swelling and frothing occurs the vent relief rate should be restricted to allow time for the non-condensable fraction to separate from the liquor mass. Items which need attention in the digester vent relief scheme are discussed.
6. **Landry, G.C., Stilwell, C.D., *Emphasis on turpentine recovery pays off for St Regis Pensacola*, Pulp Pap. vol. 58, no. 11, Nov. 1984, pp 144-146**
The importance of turpentine recovery to the profit/loss calculations of US southern kraft mills is outlined and it is noted that the St. Regis Corp. mill at Pensacola, Fla., has had much better turpentine recovery than the company's other kraft mills. It is shown that the turpentine recovery area at Pensacola was well planned using the latest design technology and was given equal status with the rest of the pulp mill. Also the recovery area has proper operating procedures which are strictly followed, recovery equipment and adjoining equipment are given proper maintenance and the mill has a fresh, year-round wood supply. Processes used at Pensacola to recover turpentine separately from Kamyr and batch digesters are described.

4.2.3. Mustalipeä ja keitto

1. Frederick, W.J., *Black liquor properties* Kraft recovery boilers, edited by Adams T N, chapter 3, pp 59-99 Atlanta, GA, USA: TAPPI Press, 1997, 381pp

Black liquor chemistry and properties are explored, and the best means of estimating these properties for practical calculations are identified. Data are used to show the effect of operating conditions on the properties. The particular areas covered are black liquor chemistry, black liquor analysis, viscosity, heating value, boiling point rise, solubility limit, density, enthalpy and heat capacity, surface tension, and thermal conductivity. (25 fig, 6 tab, 43 ref)

2. Frederick, W.J., Adams T N, *The chemical characteristics and thermal and transport properties of black liquor*, 1996 Kraft Recovery Short Course, Orlando, FL, USA, 8-11 Jan. 1996, 35pp

Methods for the estimation of black liquor properties are presented together with a summary of these properties and typical data. Some of the properties of black liquor can be estimated with reasonable confidence for any mill condition using relatively easy means. These are liquor heating value, density, surface tension, and heat capacity. Viscosity, boiling point rise, and inorganic stability are also known to play a strong role in the design and operation of evaporators and recovery boilers. Measurement of these qualities is more complex and has not been reduced to routine mill procedure. More analysis is needed on the thermal conductivity of black liquor.

3. Zaman, A., Wight, M.O., Fricke, A.L., *Density and thermal expansion of black liquors*, Tappi J. vol. 77, no. 8, Aug. 1994, pp 175-181

In kraft mills, the chemical recovery cycle is an important part of the process and an efficient recovery process can lead to reduced costs and emissions. One of the variables that appears in many of the equations relating to black liquor processing is its density. This report presents methods for determining the density of black liquors in the 10-100% solids ranges. It also determines the thermal expansion of black liquors of solids concentrations of up to 85%. (6 fig, 1 tab, 11 ref)

4. Douek, M., ja Allen, L.H., *Kraft mill pitch problems: chemical changes in wood resin during pulping*, Tappi J., 1978 vol. 67, no. 7, s. 47-51

A series of kraft cooks was performed on individual samples of white spruce and trembling aspen over a range of initial effective alkali concentrations from 11 to 44,9 g/l, as Na_2O . Acetone extracts from each pulp and from the original wood were analysed by gas-liquid partition chromatography. Below an initial EA concentration of about 30 g/l for aspen and 25 g/l for spruce, both corresponding to a residual EA = 0, the percentage of acetoneextractables remaining in the pulp, as well the concentrations of glycerides, rose rapidly. Under cooking conditions giving a residual EA > 0, a sharp decrease occurred in the extractives content because of saponification of fats and solubilization of neutral and unsaponifiable material.

5. Vilpponen, A., Gullichsen, J., Lindholm, C.-A., *Pulp bleaching. delignification by hot alkali extraction*, Tappi J. vol. 76, no. 2, Feb. 1993, pp 134-138

Mechanisms of lignin release from cooked and washed kraft pulp are complex. The rate and extent to which dissolved lignin can be released are related to molecular size, porosity and structure of the fibre cell wall matrix and also to diffusion and sorption phenomena. Studies at the Helsinki University of Technology have examined the extraction of lignin from Scandinavian pine chips under alkaline conditions at 100 to 170 deg C. Optimum conditions for hot alkali delignification were to use fiberised chips at 150 deg C. with pretreatment washing to a carryover level of 20 to 40kg of sodium per admt of pulp. A

modification to a standard continuous cooking system is proposed where a pressure diffuser is modified by adding a pressurised reactor between the digester blow valve and the pressure diffuser.

4.2.4. *Pesu ja massankäsittely*

1. **Anon., *Ahlstar ARP pumps used to pump soap in the washing stage*, Papel (espanjaksi) no. 55 Apr. 1996**
The ARP pump with Airsep degasification is designed to pump gas/air containing liquids and pulp and to degasify them. Liquids and pulp with an air/gas content of more than 50% can be transferred. The pump separates and removes many of the gases/air that affect the pumping process from the liquid by using the pressure difference between the pump and degasification valve from a sufficient inlet pressure or by using a vacuum pump. The benefits of the ARP pump are that the process is stable, fewer chemical antifoaming agents are used, fewer spare parts are needed because of standardisation, and Airsep degasification can be installed on an existing APP pump. (Short article)
2. **Hough, G.W., *Auxiliary components and desing for vacuum filter washing systems*, Tappi, 1982 Brown stock washing, short course 28-29 Oct., Toronto, 1982**
Stock flow through a typical washer system is discussed, and the influences of air, foam and soap in the washer system are explained. The washer drop leg is described, and drop leg design is considered with particular reference to drop leg diameter, filtrate volume, design configuration, and drop leg height. Other areas of washer system operation discussed comprise seal chamber, foam control, filtrate or seal tanks, vacuum pumps, and washer control.
3. **Kimbrell, S., *Low capital washer improvements at Boise Cascade's DeRidder mill*, Pulp washing, 96, Vancouver, BC, Canada, 7-10 Oct. 1996, pp 81-83**
Washer improvements at Boise Cascade's DeRidder mill in the USA were carried out in anticipation of Cluster Rule regulations on COD. Gravity knotters and screens were replaced with pressure equipment to reduce or eliminate decker filtrate imbalance. Original whistle type showers and nozzles were replaced with 4 adjustable headers and feed pressure design nozzles. Shower pump capacity was upgraded. Proper distribution and delivery of showers in a vacuum is considered essential, as the excessive velocity of liquor through nozzles, coupled with the foam generated, can cause roll back into the washer vat. Operational procedures and practices are also reviewed. (4 tab)
4. **Perkins, J.R., Guillory, A.L., Hough, G.W. *et al*, *Brown stock washing using rotary filters*, Atlanta, GA: TAPPI, 1983, 47pp**
This report sponsored covers for the aid of mill operators various important aspects of Brown Stock Washing (BSW). 1st chapter defines the relating basic terms such as blade liquor, degree of delignification or dilution factor and explains the various washing methods as well as the effects of overloadings, washing efficiency as the making of a closed screening system. The 2nd compares the six types of vacuum filters in use with the rotary pressure and compaction baffle filters in great detail. The 3rd chapter discusses a typical washing system, the relating water and liquor flows as well as the influences of air, foam and soap. In addition to the developments in design the washer and foam control processes are examined. 4th chapter analyses the control requirements of operational uniformity, containing a list of the data which need to be monitored. Examination of water instrumentation covers also the on-line quality and efficiency control. Chapter 5 discusses and illustrates the concepts of displacement and solids reduction ratios together with the various methods of calculating washing efficiency. Soda loss in brown stock being an

important indicator of efficient washing. Chapter 6 is devoted to its 'sorbed' content and its determination. Chapter 7 contains a wide range of proposals for enhancing washer efficiency and for collecting and evaluating numerical evidence of effectiveness.

Evaluation for acceptance of new equipment or debottlenecking of old equipment is greatly assisted by chapter 8. chapter 9 compliments the first article by examining the design and operational characteristics of four new and unique methods which were launched during recent years: the multiple stage diffuser and the compaction baffle filter washer, the horizontal countercurrent BSW and the pressure diffuser.

5. Ericsson, E.O., Moody, D.M., *Operating experience with a new horizontal brown stock washer*, Pap. 2-2, TAPPI, '1983 Annual Meeting' held 2-4 March in Atlanta, GA., pp 31-35

The design features and performance data of a horizontal multistage pulp washer are described. In continuous operation since June 1977 in a 540 air-dry metric tpd calcium bisulphite pulp mill, the washer, rated at over 750 tpd capacity, has demonstrated unusual ease of operation, reliability, low maintenance, and high washing efficiency with low dilution of recovered spent liquor. The unique design avoids foam (no usage of defoamer), avoids loss of latent heat and noxious gas to the atmosphere, and minimises power usage. Recent experiences with the washer on NSSC, Southern hardwood and pine kraft pulps are included.

6. *A belt washer that upgrades pulp circuit*, Cdn Chem P Nov 1978 pp 31-32; Technology Review vol 35 no 3 20 Jan 1979 pp 3-4

Ontario Paper Co. and Canadian International Paper Co. have developed a belt washer that upgrades pulp circuit. The new pulp mill machine collects strong spent liquor for recycling and results in a tighter mill. The recovery system filters and washes pulp on a moving horizontal belt. The filter-wash cycle occurs in 6 stages with the wash liquor moving countercurrently to the pulp. Wash liquor is displaced vertically through the thick pulp mat to take maximum advantage of plug flow, while causing almost no intermixing of the displaced and displacing liquors. This conserves energy and reduces the loss of pulp fibre in the filtrates. Spent liquor losses have been greatly reduced in the exhaust of the vacuum system. The vacuum stream can contain foam entrained from the liquid in each of the filtrate collection tanks located at the 5 wash stages. Ontario Paper has developed a proprietary method of foam control, should foaming occur during washing.

7. Tait, T., *New pressurized compaction filter lowers operating and capital costs*, Pulp Pap. vol. 59, no. 11, Nov. 1985, pp 65-68

The pulp washer is the key element in brown stock washing and bleaching systems and there are moves towards more economically installed units constructed in a factory rather than onsite. However, proper installation of a pulp washer is essential. The Ingersoll-Rand Co. Impco Division Compaction Baffle filter is a new washer, with a pressurised drum filter, that achieves high capacity by using a high feed consistency and a high operating speed. The washing results of the Compaction Baffle were studied using the displacement ratio method developed at the Westvaco Corp. Charleston, S.C. mill. The displacement ratio on the new washer is substantially higher than for a comparable vacuum filter because of more uniform sheet formation across the entire drum surface, high sheet consistency prior to application of wash liquor, pond washing (which provides more uniform wash liquor distribution and better plug flow of liquor through the sheet), minimal air entrainment and less foaming in the liquor and pulp. The filter also has useful applications in bleach plant operations.

8. **Pikka, O. ja Vehmaa, J. *Uutuuksia ruskean massan käsittelyssä, Paperi ja puu*, 1997, vol 79, no. 1, s. 36-41**
Brown stock handling at pulp mills is no longer merely a recovery process for chemicals and dry solids but part of the process of fibre delignification, with an emphasis on optimising the conditions for the next stage. Some of the methods developed by Ahlstrom Machinery in Finland for brown stock washing, screening and oxygen delignification are discussed. The gas free washing principle and drum displacer washer techniques are among those explained. Moduscreen F6 screening units are the largest in the F series, the first of which started operation at Kaukopaa in 1995. (10 fig, 5 ref)
9. **Howard, C., *Effects of washing/refining*, South pulp pap. vol 43 no 5 May 1980 pp34-35 38**
Laboratory tests carried out at the Jacksonville, Florida mill of St. Regis Paper Co. to investigate the effects of soap and black liquor on the papermaking qualities of stock are described. Measures to simulate the paper making process in the laboratory are outlined, and the data from an analysis of the handsheets thus prepared are tabulated. Soap is found to be the greatest factor affecting paper quality detrimentally, and the mechanism by which this impairment of paper properties occurs is considered.
10. **Dance, T.A., Shipman C.L., *Brown stock washing experience at Bowater's Catawba mill*, Tappi pulping conference 1996, s. 849-851**
The single line brown stock pulp washing system at Bowater Incorporated's coated pulp and paper mill at Catawba, SC, USA, operates at rates of 1,400tpd. The equipment, operation and control systems are examined. The four stage kraft brown stock washing system has ten 122cu m batch digesters yielding about 13 air dry tonnes of softwood pulp per cook. The ten batch digesters are charged with about 50t of southern pine chips. The brown stock washing line comprises four 3.5m diameter by 6.1m long washer drums. The operating philosophy is to wash the maximum amount of pulp with the existing equipment whilst maintaining a thin sheet. Two distributed control system (DCS) operators control cooking and washing. A major factor in operation has been preventative maintenance. (2 fig, 2 tab)

4.2.5. *Suopa*

1. **Foran, C.D., *Tall oil soap recovery*, 1996 Kraft Recovery Short Course, Orlando, FL, USA, 8-11 Jan. 1996, 31pp**
Alkaline pulping of softwoods in the kraft process converts resin acids and fatty acids in wood to their sodium salts. The salts and unsaponifiables separate from the spent cooking liquor as black liquor soap. The benefits of good recovery include improved evaporator and recovery boiler throughput and reduced effluent toxicity. The soap is a valuable byproduct of the alkaline pulping operation. Soap removal methods and factors affecting soap removal are examined. Choice of tall oil soap recovery equipment is reviewed. Soap removal during washing is discussed and the Kamyr digester is described. Methods for improving soap skimming efficiency are also discussed. (26 fig, 9 tab, 35 ref)
2. **Uloth, V.C., Wong, A. ja Wearing, J.T., *Factors affecting tall oli soap solubility in kraft black liquor*, Tappi pulping conference Washington D.C, USA, Nov. 1-5, 1987, s. 91-103**
In view of the documented adverse effects of tall oil soap on kraft recovery capacity, laboratory studies were conducted to determine which factors affect the solubility and the ultimate possible recovery of soap from kraft black liquor. The solubility of soap was found to decrease as black liquor was concentrated, to pass through a minimum at an

intermedium concentration and to increase slightly with increased solids concentration. The most important factors affecting the soap solubility minimum were found to be soap composition and the residual effective alkali (REA) concentration of the black liquor. For soap with a fatty acid/resin acid ratio (FA/RA) between 1.5 and 1.9, soap solubility is doubled if the REA content of digester extraction liquor was reduced from 10 to 6 g Na₂O/l. As the FA/RA ratio in the soap increases, the minimum soap solubility and the REA concentration needed to minimize soap solubility decrease. The effect of hardwood liquor on soap solubility was found to depend on the FA/RA ratio in the resulting soap and the REA concentration in the mixed liquor.

3. Strom, G. *et al*, *Surface chemical aspects of the behavior of soaps in pulp washing*, Nord. Pulp Pap. Res. J. vol. 5, no. 1, Mar. 1990, pp 44-51

Model studies presented in this article demonstrate the importance of two mechanisms - the solubility, micelle formation and solubilisation capacity of fatty and rosin acid soaps, and the colloidal stability of resin particles - in the removal of resin during pulp washing. For each mechanism the important conditions for efficient removal are determined. The model results are compared with an analysis of the distribution of resin in a pulp washing line.

4. Dunlop-Jones, N., Allen, L.H., *The influences of washing, defoamers and dispersants on pitch deposition from unbleached kraft pulps*, J. Pulp Pap. Sci. vol. 15, no. 6, Nov. 1989, pp J235-J241

Mechanisms have been proposed of how kraft mill brownstock systems produce pitch deposits containing materials such as calcium carbonate, calcium soaps, unsaponifiable wood resin and defoamer components. Because several mechanisms are involved, it has not been possible to devise a test to assess the extent of deposition or the effectiveness of various pitch control additives. However, PAPRICAN has a method to simulate high consistency conditions so that kraft pulps can be used and the complex mixture of materials normally present in the brownstock can be maintained. Laboratory deposition tests on defoamers and pitch dispersants showed oil-based amide silica defoamers increased deposition, while monylphenol ethoxylates controlled it as long as the pulp was sufficiently well washed.

5. Åkerlund, G. ja Frejman, S., *A new method for analysing resin in pulp and white water systems*, Symposium on Wood and Pulping Chemistry held 9-12 June 1981 in Stockholm 4pp

The gravimetric method described is said to be based upon a new salting-out and extraction technique. Using this method, it is possible for the first time to determine a resin balance in an operating pulp or papermaking process. Examples of the way the method may be used to map resin flows in both sulphite and kraft mills are presented. Methods by which the resin can be further separated into components are summarised

6. Assarsson, A., *Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood, part 3: The chemical reactions of spruce wood resin during chip seasoning*, Svensk pap.tid. 69 (1966) 9, s. 291-299

Chip seasoning reduces the resin content of the wood. The first step in the break-down of the resin is the hydrolysis of the ester components. The fatty acids thus liberated are then biologically degraded. Most of the decrease in the resin content of the wood is due to the degradation of the glycerides. Waxes are also cleaved by enzymatic hydrolysis. The fatty acids and the higher alcohols thus produced may be further degraded. Biological decomposition of free alcohols, hydrocarbons and resin acids also takes place. In addition to three other published explanations of the loss of resin, a fourth is suggested for which experimental support is adduced. Certain micro-organisms, which are developing in the chips, are able to decompose the resin components in the same way as occur during chip

seasoning. The decomposition of resinous waxes during chip seasoning facilitates the deresination of sulphite pulp. The loss of fatty acids is unfavourable for the pulp and tall oil yield in the sulphate pulping.

7. Nugent, H.M., *et al.* *Effect of seasoning on the acetone extractives composition of the wood from black spruce, jack pine and trembling aspen*, CPPA transactions, dec. 1977, s. 103-109

The effects of seasoning on the extractives content and chemical composition of wood from black spruce, trembling aspen and jack pine were determined for three ageing temperatures, 21C, 5C and -20C. Relatively small changes in the quantity of extractives were found, but significant changes in composition, as determined by gas-liquid chromatography, were measured. The rate of chemical change was greatest during the first few weeks. It is therefore suggested that in the production of sulphite and mechanical pulps, two months of seasoning at temperatures above zero centigrade may be suitable for effective pitch control.

8. Assarsson, A. ja Åkerlund, G., *Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood, part 4: The composition of the petroleum ether soluble nonvolatile extractive from fresh spruce, pine, birch and aspen wood*, Svensk pap.tid. 69 (1966) 16, s. 517-525

Resin from fresh wood is mainly composed of neutral components. These have been separated by chromatography into main groups. The main groups have been shown to be the same in all woods. The neutral resin contained large amounts of glycerides, predominantly triglycerides together with di- and monoglycerides. Esters between higher alcohols and fatty acids, namely waxes, are present in all woods. Waxes from various woods differ mostly in the higher alcohol components of the esters. The alcohols occurred both as esters and in their free form. There were also saturated and unsaturated hydrocarbons in the resins of the different woods. The saturated hydrocarbons consist mainly of n-paraffins, arranged in a homologous series, starting at undecane and ending with tritriacontane. The acids, present as esters, constitute a major part of the resin and have been analysed by gas chromatography. The result showed that the degree of unsaturation of the fatty acids combined as glycerol esters increased with the degree of esterification of the glycerol, thus the triglycerides had the highest percentage of unsaturated acids and the monoglycerides the lowest. With the exception of the neutral resin components, small amounts of free fatty acids were found in all woods. Spruce and pine also contained large amounts of resin acids.

9. Ekman, R., *Analysis of the nonvolatile extractives in norway spruce sapwood and heartwood*, Acta academiae aboensis, ser.B vol 39, no. 4

The overall composition of extractives from sapwood and the heartwood of Norway spruce was investigated. The nonvolatile extractives soluble in petroleum ether together with internal standards were fractionated by thin-layer chromatography and the detailed composition of free and esterified fatty acids, free and esterified sterols and terpenoid alcohols, resin acids, triterpene aldehydes and esterified fatty alcohols was determined by gas chromatography. No differences in the qualitative composition of the extractives soluble in petroleum ether were observed for sapwood and heartwood but the latter contained less amounts of these lipophilic extractives. Among the more polar extractives insoluble in petroleum ether, fructose, glucose and sucrose were typical sapwood constituents and lignans were major heartwood extractives detectable by gas chromatography.

10. Lindström, M., Odberg, L., Stenius, P., *Resin and fatty acids in kraft pulp washing. physical state colloid stability and washability*, Nord. Pulp Pap. Res. J. vol. 3, no. 2, June 1988, pp 100-106

The few percent of ether extractable material in wood, known as pitch, consists of free fatty acids, resin acids, fatty acid esters of glycerol and sterols and unsaponifiable materials such as sitosterol and betulinol. At higher temperatures during pulping, the acids are converted to soaps but, at lower temperatures, precipitation may occur as crystalline sodium soaps or as calcium soap. This precipitation makes it more difficult to wash the pulp free of soaps which are also then unavailable to solubilise and disperse the unsaponifiable material. Model systems of the physical state of fatty and acid resins during kraft pulp washing are described with information on colloidal retention of acids and the effects of pitch dispersants.

11. Odberg, L., et al, *Surfactant behaviour of wood resin components. part 2. solubilization in micelles of rosin and fatty acids*, Svensk Papperstidn. vol. 88, no. 12, 12 Sept. 1985, pp R118-R125

Methods and results are presented of an investigation of the solubilisation in micelles and oleate, abietate and abietate/oleate. The solubilisates were decane, decalin, decanol, dehydroabietinol and a fraction of neutral substance extracted from tall oil. The results show that micelles formed by salts of fatty and rosin acids of the kind that exist in wood can solubilise unsaponifiable wood resin. This solubilisation process depends in a rather subtle way on the amount of salt present. These results are of importance for pulp washing and soap recovery. The salt also strongly affects the micellar size.

12. Palonen, H., Stenius, P. ja Ström, G., *Surfactant behavior of wood resin components: The solubility of rosin and fatty acid soaps in water and in salt solutions*, Svensk pap.tid. 85 (1982) 12, s. 93-99

The solubility of sodium oleate and sodium abietate in water and sodium chloride solutions at 60°C has been studied. It has been shown that both compounds form micellar aggregates. At small additions of sodium chloride the solubility of sodium oleate first increases and then decreases to a very value at higher additions. The solubility of sodium abietate continuously decreases as the concentration of salt increases. Saturated sodium oleate solutions are in equilibrium with hexagonal or lamellar liquid crystalline phases depending on the concentration of salt. Sodium abietate forms only lamellar phase. This indicates that the structure of the micelles formed by the two component is different. Sodium oleate and abietate form very stable micelles in mixed solutions with the abietate/oleate ratio varying between 1:1 and 1:2. These mixed micelles are more soluble in salt solutions than either compound alone and also able to bind more hydrogen ions or calcium ions before precipitation. Conclusions are drawn concerning the solubility of fatty and rosin acid soaps at the relatively high concentrations of salt which occur in kraft pulping of wood and concerning the solubility and precipitation of extractives in the consecutive steps of a filter washing.

13. Ödberg, L., et al., *Surfactant behavior of wood resin components part 2: Solubilization in micelles of rosin and fatty acids*, Svensk pap.tid. 88 (1985) 12, s. 118-125

Methods and results are presented of an investigation of the solubilisation in micelles and oleate, abietate and abietate/oleate. The solubilisates were decane, decalin, decanol, dehydroabietinol and a fraction of neutral substance extracted from tall oil. The results show that micelles formed by salts of fatty and rosin acids of the kind that exist in wood can solubilise unsaponifiable wood resin. This solubilisation process depends in a rather subtle way on the amount of salt present. These results are of importance for pulp washing and soap recovery. The salt also strongly affects the micellar size.

14. Ström, L., *Surface chemical aspects of the behaviour of soaps during pulp washing*, Lähde tuntematon, s. 403-431

In a kraft washing line the wood resin consists of soaps of fatty and rosin acids and neutral resin. The removal of this material is highly affected by soap solubility, micelle formation and colloidal stability of resin emulsions. This paper describes the surface and colloidal behaviour of resin in model systems of sodium oleate and sodium abietate and neutrals. Optimal conditions of the solubility of the soaps are a 1:1 mixing ratio of NaOl to NaAb and low ionic strength. The formation of micelles is promoted by low temperature and moderate ionic strength. The optimum ionic strength for maximal solubilization of neutrals in the micellar solutions corresponds to a NaCl concentration of roughly 0,2 M. The solubilization also increases with temperature. The formation of small particles of calcium soaps and their colloidal stability is favored by a moderate ionic strength and kraft lignin.

15. Roberts, K., Österlund, R. ja Axberg, C., *Liquid crystals in systems of rosin and fatty acids: implications for tall oil recovery*, Tappi J. 1976, vol 59., no. 65, s. 196-159

The phase diagram for tall oil and water has been determined at 60 °C over the whole composition range and in the presence of sodium hydroxide in amounts up to 120 mg of NaOH/l of tall oil. The diagram shows the existence of a micellar solution, a reversed micellar solution, and two liquid crystalline phases, one lamellar and one isotropic. The lamellar liquid crystalline phase has the same structure as "soap" separated from soap tanks in the sulfate industry, while the micellar solution has the same structure as black liquor. The condition shows that the maximizing of the amount of tall oil "soap" formed in a black liquor system depends on the factors which favor the formation of a liquid crystalline phase. The presence of a liquid crystalline phase in a black liquor system gives enhanced foam stability, while the presence of a liquid crystalline phase in tall oil preparations stabilized emulsions and reduces the rate of oil separation.

16. Bergsström, H. ja Cederqvist, K.N., *Hartssyrornas förekomst i svartlut och tvättvatten*, svensk pap.tid., 40 (1937) 5, s. 112-114

17. Back, E., *Vedanatomiska aspekter på hartsproblem*, Svensk pap.tid., 72 (1969) 4, s. 109-121

18. Assarsson, A., *Hartsutlösning ur sulfatmassa*, Svensk pap.tid., 72 (1969) 11, s. 380-385

19. Back, E., *Fysikalisk-kemiska aspekter på hartsproblem*, Svensk pap.tid., 72 (1969) 6, s. 182-189

20. Lindgren, B. ja Norin, T., *Hartsets kemi*, Svensk pap.tid., 72 (1969) 5, s. 143-153

21. Hase, A., *Non-crystallizing technical fatty acid derivatives*, Finnish Chemical Congress, Helsinki 30.10 - 1.11.1990, Association of Finnish Chemical Societies, Kemia-Kemi 17 (1990) 10B:975.

Eräiden mäntysaippuoiden ja niiden derivaattojen käyttäytyminen lämpötilan funktiona.

22. Laxén, T., *Dynamic and physical-chemical aspects of sulfate pulp washing*, Pulp & paper Canada, 87 (1986) 4, s. 49-53

The role of physical-chemistry and how it affects the process dynamics in pulp washing are generally underestimated. There are differences in washing efficiency between black liquor components. The substances can owing to slight changes in conditions precipitate, adsorb, or foam. Consequently, the washing efficiency decreases. Crede tall oil is the most crucial substance and very large amounts are accumulated in different washing circulations.

Mostly needed today is a control strategy based on chemical understanding of the washing process.

- 23. Laxen, T, *The characteristics of washing losses in sulphate pulps. part 1*, Pap. Puu vol. 66, no. 8, Aug. 1984, pp 464-470**

In this investigation four different methods for the determination of sodium loss are compared. The results show that methods based on dilution and leaching with water are unreliable, since a part of the sodium is not determined. The characteristics of sorbed sodium have also been studied and the expression 'sorbed sodium' is defined. A method is proposed for both complete determination of sodium loss and daily routine. Various graphs and a list of literature is given.

- 24. PULP WASHING SYMPOSIUM held at Mariehamn, Finland, 18-21 may 1987 (vols 1 and 2) Helsinki, Finland, 512pp**

The following papers are presented: Kraft pulp deresination during washing, (Bjorklund Jansson M; et al); Experiments with application of selected chemical aids for improvement of pulp washing, (Modrzejewski K; Malinowska H); Investigation of parameters controlling deresination in a washing unit, (Morimanno L; et al); Determination of washing losses, (Bethge P O; Radestrom R); Pulp washing and pulp quality, (Warnqvist B); The impact of organosolv processes on washing, (Laxen T). Theoretical considerations on the dimensioning of flat band washers, (Hagen N; Berg J-E); Mathematical modelling of the filtration phenomena in the Pro-Feed pulp washer, (Kovasin E); Modelling - a useful tool in trouble shooting and process design, (Corneer I; Gustavsson R); Optimisation of filter washer operation and control, (Hay Y; Edwards L); Surface chemical aspects of the behaviour of soaps during pulp washing, (Strom G; et al); Extractives in softwood kraft pulp washing, (Nase T; Jarvinen R).

- 25. Cox, J.B., et al. *Effects on tall oil recovery by improved pulp washing*, Southern pulp and paper manufacturer, 36 (1973) 6, s.16-19**

The primary object of this series of test studies made on the brown stock washer operations was to determine the effect of wash water flow rate and water temperature on the tall oil recovery efficiency. The preconceived idea was to employ the results in maximizing the recovery of the tall oil. Within the limited range of operation, however, it was shown that neither of these parameters has a significant effect on the recovery efficiency. The project has proved of great value since other factors affecting the washing efficiency came to light during the study. A much clearer understanding of the brown stock washer operation was attained relative tall oil soap recovery, several unexpected phenomena were observed, and indications as to how recovery might be improved became apparent. As a result, modifications of the system are already underway.

- 26. Allen, L.H., Douek, M., *Effectiveness of talc for pitch control in kraft pulp manufacture*, J. Pulp Pap. Sci. vol. 19, no. 3, May 1993, pp J131-J136**

A previous paper described a method for determining the amount of resin (pitch) adsorbed on talc and showed that it was usually less than 10% of total talc. This paper investigates the amount of dissolved and dispersed talc adsorbed on talc from unbleached screen room white water and the influence of pH, chlorination, fibre-type and shear on this quantity. The effectiveness of two pitch control regimes in kraft mills are described. (6 fig, 4 tab, 9 ref)

- 27. Uloth, V.C. ja Ouchi, M.D., *The effect of soap black liquor content on crude tall oil production*, Tappi pulping conference 1989, s. 443-448**

Crude tall oil (CTO) is a by-product of kraft pulping of coniferous wood, particularly pine. Lignin and acidic brine layers are usually separated, mixed together and sent back to the

mill's black liquor recovery system. The viscous lamellar soap will entrain a certain amount of black liquor which is thought to reduce CTO recovery efficiency. Because conifers in Canada give a lower yield and poorer quality CTO than those in the southern USA, and because Canadian soap acidulation plants have reported severe operating difficulties, work has been carried out by PAPRICAN and Arbokem Inc., Quebec, which showed that CTO separation time increased by 225% when the black liquor content of soap increased from 11%-12% to 16%- 18%. The use of a rapid test for black liquor in soap is recommended to maximise oil yields.

28.Ketcham, M., *Black liquor soap separation and acidulation: Changing some old habits*, Tappi pulping conference 1989, s. 449-455

The 3,000 tpd integrated kraft pulp and paper mill, operated by Longview Fibre Co. on the Columbia River, had run a 60 tpd crude tall oil (CTO) acidulation plant since 1962. The batch CTO plant has been renovated because it was becoming labour intensive, and because when plant capacity required the skimmers to be by-passed, the presence of soap adversely affected recovery furnace operation. A new reactor made of Alloy 20 was installed with the objectives of increasing tall oil production by 30%, improving cook quality by more accurate metering of chemicals, and reducing maintenance to steam spargers, swing pipe and brick lining. The new batch design eliminates the swing pipe and brick lining and meets the required production increase. Skimmer by-passing has been reduced but not entirely eliminated.

29.Betts, R., *Air-assisted separation, new skim tank ups to yield at chesapeake*, pulp pap. vol 56 no 8 Aug 1982 pp 86-89

The Chesapeake Corp. West Point, Va. plant produces about 1200tpd pulp, and by-product recovery is an important part of the process. An investigation was held after tall oil recovery fell from 67lb/tons of pine pulp in 1971-2 to 39.5lb in 1975 and turpentine production also fell slightly. After a study of the mill's black liquor system, tall oil soap recovery and tall oil acidulation process, the recovery of tall oil in 1981 was improved by 47% to 57.9lb compared with 1975. This improvement is due to more efficient soap recovery obtained by air-assisted soap separation and by improved skim tank design for a new set of evaporators.

30.Uloth, V.C. ja Wearing, J.T., *The use of air injection or chemical separation aids to increase tall oli soap skimming efficiency*, Pulp & paper Canada, 89 (1988) 12, s. 190-196

Soap skimming efficiency studies were conducted in six western Canadian kraft pulp mills. Low superficial liquor velocity ($< 2,6$ m/h) and proper baffling to minimize shortcircuiting were found to be the most important design characteristics for high soap skimming efficiency. The use of a commercial soap separation aid or air injection resulted in improvements in soap skimming efficiency in trials at several mills. Soap residuals in skimmed liquor were reduced almost to the solubility limit using these cost-effective techniques.

31.Keyes, W.W., *Tall oil recovery optimization*, american paper industry 54 (1972) 12 s. 41-43

Following article answers the following questions. What are the maximum yields of tall oil available from several species of pine softwoods used in kraft process. What is considered a good tall oil production yield for pulp mills. What variables influence tall oil recovery. What are the techniques for a good recovery system.

32. Foran, C.D., *Union camp optimizes black liquor soap recovery at kraft pulp mills*, Pulp & paper 58 (1984) 11, s. 104-108

Union Camp Corp's two mills at Savannah, Ga., and Montgomery, Ala., produce unbleached pulp grades for conversion to linerboard and sack kraft and black liquor soap is converted to tall oil products by the company's Chemical Division. Details are given of the design and operation of the soap skimmers used and the optimisation of skimmer efficiency by attention to shape, baffling, air injection, liquor entry point and soap-liquor interface. Tank design is also considered and the effectiveness of circular and rectangular skimmers are compared. The most efficient skimmer in the company is a circular one which models a rectangular skimmer by use of a spiral baffling arrangement. Daily testing procedures are described to monitor skimmer effectiveness by measurement of the tall oil residual content of the heavy liquor being discharged from the black liquor oxidation system.

33. Kassebi, A. et al, *Tall oil recovery and the effects of solid content, β -sitosterol, asetic acid, and liquor source*, Tappi J., 70 (1987) 3, s. 123-125

About 80% of the available tall oil sent to the skim tank in a kraft mill is recovered and any increase in this recovery efficiency is directly translated into increased yield and profit. The remaining 20% is burned in the recovery furnace. Separation of soap from liquor depends on liquor source, temperature, settling time and liquor composition. Tall oil solubility is governed by pH, salt concentration and the proportion of fatty acids, resin acids and unsaponifiables and it is shown that minimum solubility (i.e. maximum recovery) occurs at a dissolved solids content of about 30% for pine and at different levels for a mixture of pine and gum liquors. Addition of small amounts of acetic acid doubled the solubility, while beta-sitosterol addition had no effect and temperature had only a small effect.

4.2.6. Kalsium

1. Douek, M. ja Allen, L.H., *Distribution of calsium in kraft mill brownstock systems*, Tappi pulping conference, New Orleans, Nov. 5-8, 1978 s. 17-26

Calcium concentrations were determined by atomic absorption spectroscopy in samples of pitch deposits, pulps, liquor, wood, and water collected from various points in the brown stock systems of nine bleached kraft pulp mills. The analyses revealed that calcium compounds make up a large portion of brown stock pitch deposits. An average calcium mass balance was established for the digester and washers section of the mills. It was found that 80% of calcium there came from the wood, 17% from the white liquor, and 3% from the water. Of the total calcium leaving the brown stock washers, 83% was in the pulp and 17% in the black liquor. There was a significant dissolution of calcium from the wood during cooking, followed by re-combination with the pulp fibres during washing; this is attributable to the ion exchange in the pulp fibres of calcium for the sodium ions which are present at a high concentration in the digester, and then to the reverse reaction in the washers, where the sodium ion concentration is greatly reduced. The results are discussed in terms of pitch control; the proper clarification of white liquor is concluded to be of paramount importance.

2. Westervelt, H.H. et al., *New evidence concerning the role of calcium carbonate scale formation*, Tappi J. 1982, vol. 65, no. 5, s. 179-180

Calcium carbonate scaling in black liquor evaporators has generally been attributed to inorganic phenomena such as reverse solubility or excess calcium carbonate loading of the liquor. It is reported that organic constituents of black liquor play an important role in the formation of calcium carbonate scales. It is postulated that lignin fragments containing

adjacent hydroxyl groups on an aromatic ring are formed during pulping and form a chelate with calcium thereby greatly increasing its solubility. A study is described using a catechol derivative to model the lignin fragment and it is found that such a chelate can form and that higher temperatures then cause a shift from chelated calcium back to ionic calcium which would lead to deposition of calcium carbonate.

3. Douek, M. ja Allen, L.H., *The distribution of calcium in kraft mill brownstock systems*, Tappi pulping conference, New Orleans, Nov. 5-8, 1978, USA, s. 17-26

Calcium concentrations were determined by atomic absorption spectroscopy in samples of pitch deposit, pulps, liquor, wood and water collected from various points in the brownstock systems of nine kraft pulp mills. The analyses revealed that calcium compounds make up a large portion of brownstock pitch deposits. An average calcium mass balance was established for the digester and washers section of the mills. It was found that 80 % of calcium there came from the wood and 17 % from the white liquor and 3 % from the water. Of the total calcium leaving the brownstock washers, 83 % was in the pulp and 17 % in the black liquor. There was significant dissolution of calcium from the wood during cooking, followed by recombination with the pulp fibres during washing; this is attributable to the ion exchange in the pulp fibres of calcium for the sodium ions which are present at a high concentration in the digester, and then to the reverse reaction in the washers, where the sodium ion concentration is greatly reduced. The results are discussed in terms of pitch control; the proper clarification of white liquor is concluded to be of paramount importance.

4. Douek, M. ja Allen, L.H., *Calcium soap deposition in kraft mill brownstock systems*, Pulp & paper Canada, 81 (1980) 11, s. 82-89

Some of the factors controlling the formation and deposition of calcium soaps in kraft mill brownstock systems were examined. The significance of dissolved soaps in pitch deposition was demonstrated by using a turbidimetric method to compare relative concentrations of soaps in a number of kraft mills experiencing various degrees of pitch problems. The results suggest that kraft mills with higher dissolved soap concentrations in their brownstock screen room white-water experience higher rates of pitch deposition. A qualitative method for determining soap concentration in brown stock white-water was investigated. The method is described and its validity established. The effect of kraft lignin on calcium soap formation was determined by studying the precipitation of calcium oleate in Indulin (kraft pine lignin) solutions, by conductometric titrations of Indulin solutions with successive additions of calcium chloride, and by measuring the deposition of calcium soaps with a Vibromixer in the presence of Indulin. The results suggest that kraft lignin depresses the deposition of calcium soaps by tying up calcium ions, thereby inhibiting the formation of calcium soaps, and also dispersing calcium soaps formed in the system.

5. Irani, R.R. ja Callis, C.F., *Metal complexing by phosphorus compounds. II. Solubilities of calcium soaps of linear carboxylic acids*, lähde tuntematon, s

Solubility products of calcium soaps of linear carboxylic acids from C_8 to C_{18} are reported from measurements of the competition of the calcium in soluble soap and soluble calcium triphosphate complex. Data are given for various temperatures and ionic strengths. For the saturated soaps, the negative logarithm of the thermodynamic solubility product at 25°C, $p[K_{sp}]_{\infty}$ is related to number of carbons in the soap chain by equation $p[K_{sp}]_{\infty} = -2,63 + 1,24 (\text{no. of carbons})$. The unsaturated linear calcium soaps, oleate and linoleate, were significantly more soluble than calculated from the expression for the saturated soaps.

4.2.7. *Vaakto ja vaahdonestoaineet*

1. Poller, S., Buchwald, M.A., *Method for recording the foaming capacity of sulphate black liquor*, Zellst. Pap. vol. 39, no. 1, Jan.-Feb. 1990, pp 17-19, 28

A simple method giving adequately reproducible results was devised for determining the foaming behaviour of black liquor from sulphate pulping. The maximum amount of frothed liquid, volume of foam in relation to time, and time taken for the amount of foam to be reduced to 10% were recorded. This method makes it possible to identify differences in foaming behaviour between various waste liquors. This was demonstrated by analysis of black liquor from debarked pine wood and from pine timber containing wood, bark and pine needles.

2. Spence, G.G., *Foam and entrained air* Introduction to wet end chemistry short course, Orange Beach, USA, 15-17 Feb. 1995, 43pp, TAPPI Press, 1995, 493pp

An outline is given of the forms of air in paper making stocks and the adverse effects which can ensue from entrained air. The conditions and mechanisms for foam formation and stabilisation are explained. This is followed by a description of the types of defoamers used in the paper making process.

3. Yrjälä, I., Räsänen, R. ja Bruun, H., *Studies on foam formation in pulping processes Part I, General introduction to theory of foam structure and foam stability*, Paper and Timber, 1964, no. 4 a, s. 1-5

The paper deals with the theory of the foam formation, structure and stability. Factors that may be expected to influence foam formation and foaming properties in industrial processes such as pulping operations are discussed. It is pointed out that foam formation in industrial processes may be complex from physical and chemical view-point because the conditions do not usually remain constant. Not only the external physical and mechanical conditions, but also the compositions of both the bulk solution phase and the foam-forming surface layers may undergo marked variations.

4. Yrjälä, I., Räsänen, R. ja Bruun, H., *Studies on foam formation in pulping processes Part II, Foam formation in sulphite pulp washing and spent liquor evaporation in pH range 5-8*, Paper and Timber, 1964, no. 4 a, s. 1-5

Large quantities of surface-active substances are produced in the pulping industries and these have a marked influence on the course of several stages of treatment of pulp and spent liquor that follows the actual cook. The experimental data presented relate to spent liquor pH 4-8 from sulphite cook. An attempt was made to determine the variation of the foaming properties of the spent liquor in the washing unit and in the evaporation plant. Samples of spent liquor taken from different treatment units were examined by determining their foaming tendency, foam stability, pH, specific gravity and, for part of samples, surface tension. It was that foaming tendency, the specific gravity and pH increase as the spent liquor passes through the various treatment stages toward evaporation plant, whereas the surface tension decreases. The foam stability was observed to increase only after spent liquor had become concentrated. The measured data for the samples from the various stages were subjected to statistical analysis to determine whether the other variables are correlated with the foaming tendency and foam stability.

5. Keegan, K.R., *Defoamer theory and chemistry*, Paper presented at Chemical Processing Aids Short Course held 10-12 April, 1991 at Seattle, WA, USA, pp 27-36

A major operating problem experienced by the paper industry is the formation of stable foams. This paper gives a review of the thermodynamic driving force behind foam formation and stability. A comparison of the various theories behind defoamer action is made for both liquid and particulate defoamers. A general overview of defoamer chemistry

is also given. The first section considers foam formation and stability. Defoamer theory types and chemistry are also discussed.

6. **Twoomey, L.F., *Foam generation and control in wet-laid nonwoven systems*, Tappi J. vol. 70, no. 9, Sept. 1987, pp 87-90**

Foam may be generated whenever gases are vigorously mixed into liquids and can cause problems in runnability, efficiency and quality in wet-laid nonwoven systems. Many different chemical antifoam agents are available to control or eliminate foam which may be formed as surface foam, entrained foam or static foam. Foams formed in wet-laid nonwovens systems are of the colloidal type (a gas dispersed in a liquid) and details are given of the formation and effects of the different types of foam and of the types of control agents available. Silicone antifoam agents are described as well as nonsolvent carrier systems and water-based antifoam carrier technology.

7. **Avery-Edwards, D., Elms, R., Buckingham, A., *Causes and solutions of foam problems in nonwoven production*, Nonwovens Ind. vol. 25, no. 12, Dec. 1994, pp 88-90**

Foaming can cause problems in nonwoven production processes and the control of unwanted foam can improve both operating efficiency and product quality. Such control is usually achieved in nonwoven production by the use of silicone antifoams which are unique because they act as both antifoams and defoamers. Silicone antifoams usually have 2 major components, hydrophobic particles usually silica and a carrier fluid to carry the particles to the bubble surface. The silica particles picks up the surfactant from the bubble wall, breaking the bubble and destroying the foam. When selecting an antifoam agent it is important to consider ancillary surface properties and some test methods used to evaluate antifoam performance are described. (1 tab, 4 ref)

8. **Wallhorn, E., Heilen, W. ja Silber, S., *Defoamers - nothing but empirical results*, Eur. Coatings J. no. 10, 1997, pp 911-912, 914, 917-918**

The particle size distribution of defoamer droplets is investigated. This factor is crucial for the defoaming effect and is influenced by the shear rate, the emulsifying properties of the binder and other formulation ingredients, the time of incorporation and storage time, the viscosity ratio of the defoamer droplet and the matrix phase, and the interfacial tension between the droplet and the matrix. Defoamer oils with low interfacial tension are less efficient after storage, while those with high interfacial tension are more stable. However, low interfacial tensions lead to fewer surface defects. Defoamer drops of between 2 and 10 micro m are best. Defoamers can be customised by varying the polyether siloxane structure. (12 fig, 2 tab, 12 ref)

9. **Clas, S-D. ja Allen, L.H., *Comparisons of the performances of water- and oil-based defoamers*, Paper presented at 79th Annual Meeting Technical Section held 26-29 Jan. 1993 at Montreal, Canada, Preprints A, pp A11-A18**

Oil-based defoamers have a tendency to cause deposits to form and some types contain chlorinated dioxin precursors. There has therefore been a trend back to the use of water-based brownstock defoamers for use in the unbleached area of kraft pulp mills. Paprican has carried out laboratory tests to examine the efficiencies of four water-based and three oil-based commercial brownstock defoamers using both a kraft black liquor from lodgepole pine cooks and a 2% synthetic black liquor with a Buckman Laboratories defoamer tester. The apparatus was shown to be reproducible and useable at different temperatures, pH values and shear rates. Results show the effects of different temperatures, pump speeds and pH on defoaming efficiency. Some water-based silicone defoamers were shown to lead to worse deposits than oil-based defoamers. Selection of the best defoamer depended on points of air entrainment, foam formation and defoamer

addition.

- 10. Allen, L.H., *Pitch control in pulp mills*, 1997 Minimum effluent mills symposium, San Francisco, CA, USA, 23-24 Oct. 1997, pp 211-224**

Pitch control in kraft, sulphite and mechanical pulp mills is reviewed. The problems addressed in this article include wood seasoning, bark removal, pulping, foam control, washing, screening and cleaning, bleaching and pulp machine operation. The paper also includes quantitative guidelines for acceptable operating ranges covering many of these problems. Guidelines for the use of additives are also given. The aims of the article are to provide a reference guide to the industry as well as acting as an educational tool.

- 11. Spence, G.G., *Defoamers for brown stock washers*, 1997 Pulping conference, San Francisco, CA, USA, 19-23 Oct. 1997, Book 1, pp 207-210**

Some defoaming mechanisms are examined focusing on the mechanism of foam stabilisation, the mechanism of foam destabilisation by defoamers, and a description of the types of defoamers currently in use in brown stock washers. Defoamers are water insoluble materials that concentrate at the air-water interface and spread to disrupt the foam. Most defoamers comprise hydrophobic particles dispersed in a hydrocarbon carrier containing oil soluble surfactants. Some of these products are extended with water. Silicone products have recently been introduced for this application. (4 fig, 1 tab, 3 ref)

- 12. Lappan, R.E., Hrymak, A.N. ja Pelton, R., *Polymer enhanced brownstock washing: mill trial*, Tappi J. vol. 79, no. 11, Nov. 1996, pp 170-178**

A cationic polymer was applied onto fibre pads supported on brown stock vacuum drum washers in an effort to increase displacement washing efficiency. Sodium concentration, liquor conductivity, and lignin (VIS absorbance) at the feed and for pulp samples taken from the washer drum were measured as a function of polymer treatment concentration. Washing was characterised by the relative displacement ratio (RDR). Displacement ratios are defined as the mass of material (sodium or lignin) removed from the pad divided by the total initial amount in the pad that is removable. The RDR increased with the addition of polymer in all cases, indicating that cationic polymers improve the displacement washing efficiency

- 13. Brandt, C.S., Teasley, J.G. ja Anderson-Norris, A., *Water based silicone defoamers: a new generation of defoamers*, Pap. Age vol. 112, no. 10, Oct. 1996, p. 24**

Water based silicone defoamers cost less than concentrated silicone defoamers. They do not contain ethylene bis(steramide) (EBS) or other high melting point waxes. Silicone is hydrophobic and oleophobic and is less likely to cause pitch formation. As the water based silicone defoamers do not contain oil or hydrocarbons there are no dioxin precursors (which is important on environmental grounds), and they do not contain volatile organic compounds (VOCs). In one southern USA kraft mill, the use of water based silicone defoamers enabled the production of market pulp with a dirt count of less than 5, and a reduction in the amount of pitch produced.

- 14. Montani, R.C. ja Boylan, F.T., *Gel-particle antifoams: non-conventional products for the pulping industry*, Pap. 7-3, TAPPI, '1982 Pulping Conference', held 25-27 October in Toronto, Ontario, pp 49-55**

Three different types of foam control compounds are differentiated on the basis of their defoaming mechanisms. They comprise simple liquid, liquid-particle, and gel-particle antifoams. The products are discussed in terms of their physical and chemical characteristics with emphasis being placed upon difference between conventional oil-based and gel-particle properties. Areas of the pulping process in which gel-particle foams are

most suitable are considered. Actual mill results from using gel-particle antifoams are presented so as to illustrate improvements in process conditions.

15. Montani, R.C. ja Boylan, F.J., *Understanding the role of water in defoamers*, TAPPI Annual Meeting 1980 pp293-30

The role of water is explained in terms of basic foam control principles. Oil-in-water and water-in-oil emulsions are used to define the nature of water-based and water extended agents. Gel particle defoamers are discussed with regard to composition and mechanism of foam destabilisation. The physical and chemical characteristics of water-containing defoamers are explored and correlated to defoaming activity. The strengths and weaknesses of 'water-based' technology are discussed in an assessment of their practical impact on the pulp and paper industry. The use of water-containing defoamers is examined from the viewpoint of cost and supply, and of user acceptability.

16. Morris, W.J., Montani, R.C. ja Stiff, G., *Foam control in production of nonwovens*, Paper Synthetics Conf held 15-17 Sept 1980 in Cincinnati pp263-275

The mechanism and theory of foam control and its application to nonwoven production is discussed. Three different methods by which the optimum antifoam/defoamer for a given system may be determined are outlined. Several different chemical types of antifoam/defoamers are evaluated in acrylic, vinyl-acrylic, and styrene butadiene latices. Applicability of test methods to each is assessed, and ultimate foam control considered.

17. McGee, J.B., *Water based brownstock antifoams*, Paper presented at 24th EUCEPA Conference 1990: Pulp Technology Energy held 8-11 May 1990 at Stockholm, Sweden, pp 322-330

The kraft pulping process has traditionally employed mineral oil or kerosene based defoamers at concentrations of 0.5 to 2.5kg per air dried ton of pulp. The search for new defoamers has been driven by improvements in process technology and economics, and by concerns about contaminants being released to the environment and retained in the pulps themselves. Dow Corning Corp. PulpAid Technology has developed antifoaming agents from high efficiency silicone polymers and water dispersible siloxanes. Thus, the antifoaming ingredients can be delivered from a predominantly water based dispersion. Hydrocarbon oil based carrier fluids are eliminated and there is minimal contribution by non-aqueous additives and contaminants to the pulping process stream.

18. Sheriden, G.P., *Advanced water-based foam control chemicals*, Pap. Technol. vol. 35, no. 3, Apr. 1994, pp 24-26

Foam is produced at various stages in the pulp and papermaking process and effective foam control is an essential feature. Definitions and sources are given of surface foam, static foam and entrained air. The selection of the most appropriate water-based foam control agent can save money and can also affect drainage, formation, wet-end chemistry and deposit problems. A representative of Grace Dearborn discusses the mechanisms of operation of foam control agents by particulate interference, by replacement of foam stabilising chemicals and by surface film formation. EPD water-based foam control agents operate by a combination of the above mechanisms. EPD particles are of the correct size, shape and hydrophobicity to detach an air bubble, but have sufficient hydrophobic character to prevent deposition on the fibre surface. (8 fig)

19. Pillay, A. ja Jumpertz, M.F., *New generation foam control agents for pulp and paper mills*, Paper presented at 48th Appita Annual General Conference held at Melbourne, Australia, 2-6 May 1994, pp 317-322

Foam control represents an essential part of paper mills' production strategies in terms of quality and cost efficiency. Recent advances in foam control chemistry have enabled the

formulation of highly sophisticated compounds with improved anti-foam effectiveness, process capability and cost performance. The three basic components of these new generation materials consist of hydrophobic particles, defoaming surfactants and carrier or spreading liquids. A shift from the conventional non-aromatic carrier oils has promoted a breakthrough in the elimination of dioxin precursor. (5 fig, 6 ref)

20. *Silicone emulsion fights paper mill foam*, PIMA vol 63, no. 4, Apr 1981, p 36

A system for fighting foam problems in paper mills during washing processes has been developed by Associated Chemists, Inc. The advantages of, and reasons for the popularity of silicone defoamers, both aqueous and oil-based, are examined, the principal one being that silicone gives defoamers more carry-through, making the operation ecologically cleaner and more energy efficient. Details are given of the use of an oil-based silicone defoamer at a major US mill.

4.2.8. *Ilmanpoisto ja -mittaus*

1. Hitzroth, A., *The impact of air entrainment on pulping operations*, Pulp washing, 96, Vancouver, BC, Canada, 7-10 Oct. 1996, pp 65-72, Canadian Pulp and Paper Association, 1996, 158pp

Following the startup of new brown stock washing and screening equipment, at the Skookumchuck pulp mill of Crestbrook Forest Industries in Canada, air entrainment significantly increased. An air entrainment study involved numerous measurements on both the pulp and filtrate streams. A number of areas of concern were identified. The pressure control valve on the air line to top digester was not functioning properly. The vent line from the two stage atmospheric diffuser appeared to be cycling between pressurised and under vacuum operation. Air balances conducted with an equipment review can identify areas for improvement. Blow tanks which allow a freefall of stock are a frequent problem area. Benefits achieved by reductions in air entrainment include fewer pumping problems, improved efficiency of the oxygen delignification stage and reduced defoamer usage. (2 fig, 5 tab, 17 ref)

2. Matula, J.P., *Deaeration and the approach system*, 1996 Stock preparation short course, Philadelphia, PA, USA, 27-29 Mar. 1996, pp 211-268, TAPPI Press, 1996, 309pp

A well engineered paper machine approach system with complete stock deaeration is a basic requirement for the production of high quality paper and optimum machine runnability. Entrained air or air bubbles, dissolved gases, and the content of air and gases in paper making stock were examined. Sources of air in the paper making process, the behaviour of air and gases in the process and the deaeration of paper making stock and white water were also investigated. Mixing of air and gases with white water and stock fed to the headbox will bring severe processing problems. These problems are sometimes hard to trace. Complete deaeration, removing both entrained air and dissolved gases, will achieve stable and favourable conditions. (26 fig, 3 ref)

3. Hörnstein, P., *Deaeration of brown stock*, Tappi pulping conference 1988, s. 113-122

It has been shown for various applications that complete removal of air and other gases results in better fibre formation and improved drainage properties. Systems for complete deaeration are standard for various grades of paper and, for brown stock applications, it is evident that air in the stock has a severe effect on the washing capacity and efficiency, and also leads to an excessive requirement for defoamer. The results are given of brown stock deaeration trials in Scandinavian mills where the results were the better control of a

washing process that also became more efficient, improved efficiency and capacity, and reduction in the use of defoamers.

4. **Karras, M., et al, *Testing of deaeration and defoamer chemicals with an air content meter*, Pap. Puu vol. 71, no. 4, 1989, pp 352-354**
Entrenched air in the suspension in LWC paper machines, brownstock washing and screening needs reduction to a level which maintains trouble free operation. Deaeration and defoamer chemical treatment can cost millions of dollars in a large mill and so a method of determining the most effective chemical is essential. A new ultrasonic air content meter has been developed which seems suitable for testing the deaeration capacity of experimental chemicals using ultrasonic attenuation measurement and volumetric air measurement by compression. Deaeration chemicals tested in slurries of pure talc (consistency 0.7%) and groundwood (0.75%) with talc (0.35%). With a dose of the most efficient chemical the foam disappearance time and air removal time constants in the talc slurry changed from no-chemical values of 70 seconds and 90 seconds to 25 seconds and 25 seconds respectively. Using this method an effective dosage range for each chemical can be established to avoid overdosage. The pure talc slurry seemed relevant for testing the chemicals as the most efficient chemicals in this case were also best in the furnish of groundwood and talc.
5. **Jacobsson, J.J., *Complete deaeration as a basic necessity: the deculator system*, PAPER Paper vol 195 no 1 20 Apr 1981 pp 61-62 64 67**
The influence of the complete removal of air from stock on formation is shown by examples of photos of sheets taken before and after the installation of a Deculator on paper machines. An additional chemical deaeration to control foam problems in the tray water and back-water systems is also considered. The cost of deaeration is analysed and a comparison is made of the relative power consumption of different systems. Consideration is given to the use of a Deculator on smaller paper machines, the application of deaeration to sedimentation and pulp thickening and washing and to deculator systems for bleaching.
6. **Kinnunen, L., *Pomppu: air removal makes paper machine process more efficient*, Tek. Talous no. 37, 30 Oct. 1997, p. 30**
A device called the Pomppu, which has been developed by Finnish company POM Technology Oy, will efficiently remove air by centrifugation from paper machine process waters. The device is 2m long and each paper machine requires 3-5 of them. The system is cost effective as it achieves payback in a couple of months. The management principle of the patented Pomppu device is described. POM Technology has 5 employees and the devices are manufactured by subcontractor Sarlin Oy.
7. **Dougherty, S.J., *Defoamer control by means of on-line entrained air measurement*, Tappi pulping conference 1988, s. 108-112**
Entrained air or foam significantly affects the dewatering rate of pulp suspensions and can be controlled by measures such as attention to mechanical design. Defoaming agents are also commonly used and, because operators do not have reliable warnings of process upsets, precautionary overuse of these agents can amount to 40%. Details are given of existing density methods, ultrasonic methods and direct methods of measuring entrained air, and a new method is described to provide real-time, online measurement. The new equipment by PAPEC has the trade name PAM (process air measurement) and combines a sending device and a control cabinet. Use of the equipment gave average defoamer savings of 40%

8. Sande, W.E., *Microprocessor-based foam control at ITT Rayonier, Inc*, Tappi J. March 1986, s. 246

Using the measurement of direct foam head, which determines the amount of defoamer added to control the foam head, the Research Centre of ITT Rayonier Inc. conducted a foam control trial on an unbleached pulp rewasher. A microprocessor-based computer received the data from conductivity sensors designed to detect the air-foam interface and from a bubble tube measuring hydraulic head, calculated foam head measurements and performed control calculations. Defoamer savings of between 30% and 50% were registered. The subsequent addition of feed-forward control and improved foam probe design now produces around 50% savings. The computer now used for foam control is the Octagon SYS-3A from Octagon System Corp., and the system has been further improved with the addition of potentiometers and software options. Defoamer reductions range from 20% to 50%.

9. Pelton, R., *On-line measurement of air content of stock*, Wet end chemistry conference and COST workshop, Gatwick, UK, 28-29 May 1997, Paper 15, 12pp

Air in stock can be dissolved or present as bubbles. Bubbles impair drainage and offer greater resistance to flow in a pipe. Dispersed air is caused by entrainment or depressurisation and its effects can be overcome by the adjustment of engineering to minimise entrainment and by removal to a head space. The trapping of air bubbles in pulp and stock is discussed. A defoamer can be used to merge small bubbles so that air can escape as large bubbles. Air content can be measured by the TAPPI method, ultrasonic, compressibility, and online entrained air measurement and the McMaster/Abitibi air sensor using vibrating U tube densitometry. Density measurement can be used to monitor defoamer additions to the paper machine.

10. Pietikainen, T. ja Moisio, P., *Practical experiences of air content measurement with the Conrex Sonica air content analyser*, Wochenbl. Papierfabr. vol. 124, no. 23-24, mid Dec. 1996, pp 1073-1075

This article examines the Conrex Sonica Air Content Analyser, developed by Conrex Automation Oy, for the measurement of air content in chemicals. It is also useful for detecting disturbances and variations. The system uses ultrasound to measure the air content of gases. It can detect the presence of oxygen and carbon dioxide. Tests were undertaken on several paper machines, and included the measurement of a mixing pump in the clarification unit of a lightweight coated (LWC) paper machine (PM). A reduction in foam dosages resulted in an increase in the air content, during this test. Further measurements resulted in ascertaining the correct foam dosage and lower air content. The overall conclusion drawn was that continuous air content measurement is advantageous as regards quality, production, energy consumption and running costs. (2 fig)

11. Tarhonen, P. ja Rantala, T., *Paperikoneen lyhyen kierron ilmapitoisuuden säätö*, Paperi ja Puu, 1995, Vol 77, No. 7, s. 190-195

In 1994 Conrex Automation Oy in Finland launched a new sensor, Conrex Sonica, for continuous measurement of the air content of pulp slurries. The sensor has for the first time been used for automatic control of entrained air in paper machine short circulation. The aim of the project carried out by Pamire Control Oy in Finland was to develop a way of controlling the air content of the flow into the de-aeration tank using multi-point dosing of anti-foam agents in the short circulation. The control system was built into the paper machine's automation system and has been operating successfully for almost a year. The measuring principles are discussed, and the structure of the Conrex Sonica sensor is described. (8 fig, 2 tab, 6 ref)

4.3. Diplomityöt

1. Peltonen, Daniel, *Inverkan av harts och andra vedsubstanter på egenskaper hos papper*, Åbo Akademi, 1997

2. Sihvonen, Anna-Liisa, *Inverkan av sammansättning hos vedharts på dess kolloidala stabilitet och avsättningstendens*, Åbo Akademi, 1996

3. Lähdesmäki, Jukka, *Uttvättning av harts i barrsulfatmassatvätterier*, Åbo Akademi, 1985

Arbetets målsättning var att kratlägga olika hartskomponenters transport och anrikning vid tvätt av barrsulfatmassa samt att utreda vilka factorer som inverkar på uttvättningen av harts. Arbetet bygger på en jämförelse mellan två filtertvätterier och ett tvätteri med kamyrlinje. Prov av massor och lutar uttogs i fabriker och analyserades med gaskromatografi för innehåll av fettsyror, hartssyror och neutrala ämnen. Hartsinnehållet bestämdes separat för filtratlutar, lutfas i massasuspensioner samt lutfri fiberfas. Hartsflöden i tvätterierna kunde sedan beräknas på basen av vätskeflödena. I filtertvätterierna förelåg en av avsevärd del av hartset ännu efter det första tvättfiltret i fiberfasen, men sjönk efter andra tvättfiltret till 0,0 - 0,2 kg/t massa. På de följande tvättfiltren ökade hartset i fiberfasen på nytt och uppgick i färdigtvättade massor före silningen till 0,2 - 0,4 kg/t massa.

Uttvättning av harts förhindras tydligen i början av tvätten av den höga jonstyrkan.

Hartsutfällningen på fibern i sluttvätten beror sannolikt på att kritiska micellbildningskoncentrationen underkreds och/eller på bildning av svårösliga kalciumtvålar. Hartset i fiberfas i tvättad massa innehöll en höga andel mättade fettsyror, dyhydroabietinsyra samt olika neutrala ämnen.

I tvättprocess med kamyrlinje var hartset redan efter kokartvättsteget borttvättat från fibern. Också i denna tvättprocess steg dock hatrsmängden i fiberfasen så att den tvättade och silade massan innehöll ca 0,2 kg harts/t massa, här i huvudsak bestående av mättade fettsyror och oljesyra samt neutrala ämnen som steroler och fettalkoholer.

En betydande del av hartset i tvättad massa, ca 0,2 - 0,5 kg/t massa, fanns i medföljande lutfas. Ett sätt att förbättra hartssavskiljningen skulle sålunda vara att avvattna massan till högre torrhalt. Ett annat sätt att få renare massa vore att kunna minska utfällningen av hartskomponenter i sluttvätten.

4. Sandell, Erik, *Inverkan av såptvätt på råttalloljekvalitet*, Åbo Akademi, 1982

5. Sjöström, Jaana, *Detrimental substances in pulp and paper production*, Åbo Akademi, 1990

Deposits on paper machines, as well as dissolved or dispersed substances in pulp suspensions, interfere with the production of paper or affect the quality of paper and are therefore referred to as detrimental substances.

The aim of this study was to develop and evaluate analytical systems for the characterization of detrimental substances. Deposits were dissolved in tetrahydrofuran and fractionated by size exclusion chromatography according to molecular size. The fractions were analysed by appropriate chromatographic and spectrometric methods. Deposits derived from wood extractives were found to contain appreciable proportions of polymerized material that was assumed to provide mechanical strength to the deposits. Sticky deposits, which were a serious problem in a mill using deinked pulp, were found to consist of adhesive lumps which had absorbed low molecular mass materials from deinking plant process water or the paper machine white water.

Dissolved and dispersed organic substances in the water samples from pulp suspensions were fractionated into five groups by liquid-liquid extraction and adsorption onto macroporous resins. Based on the fractionation principles and characterization of the

fractions by chromatographic and spectrometric techniques, the fractions could be classified as extractives, lignin, proteins, hydrophilic acids and hydrophilic neutrals. The lignin molecules were built up of 6 - 11 coniferyl alcohol units, on average. Polysaccharides, which were recovered in the hydrophilic acids and neutral fractions, were typical constituents of the middle lamella/primary wall.

6. **Saarni, M., *Sellun liuko- ja uuteainepitoisuuden alentaminen, Diplomityö, Oulun Yliopisto, Prosessitekn. osasto, 1991***

7. **Kaila, J., *Suovan erottumiseen vaikuttavia tekijöitä, Teknillinen Korkeakoulu, Espoo, 1991***

Diplomityön tavoitteena oli etsiä tietoja suovan erottumisesta ja tutkia suovan erottumista käytännössä. Käytännön tutkimukset suoritettiin Rauma-Repola Oy:n Aittaluodon tehtailla ja Veitsiluoto Oy:n Nuottasaaren tehtailla.

Suovan polttohäviölle löytyy kaksi erillistä syytä. Ensinnäkin suopaa liukenee aina jonkin verran mustalipeään, joten ilman erikoistoimenpiteitä liuennut suopa menetetään aina. Toiseksi suopaa menetetään, mikäli mustalipeän laskeutumisnopeus suopasäiliössä on suurempi kuin pienten suopapartikkelien.

Tärkeimmät suovan liukoisuuteen vaikuttavat tekijät ovat mustalipeän kuiva-ainepitoisuus ja lämpötila. Mustalipeän kemiallisista ominaisuuksista tärkein on sen jäännesaktiivialkali. Myös pH, sulfiditeetti sekä suovan rasvahappo/hartsihapposuhde vaikuttavat suovan liukoisuuteen.

Tehtyjen laboratorio- ja tehdaskokeiden mukaan yli suovan liukoisuusrajan menevä suopahäviö on suoraan verrannollinen mustalipeän laskeutumisnopeuteen suovanerotussäiliössä.

Ilman lisäämistä mustalipeään kokeiltiin molemmilla tehtailla. Käytetty ilma:mustalipeä tilavuussuhde oli 1:150 ja 1:300. Suhteella 1:150 mäntyöljyn polttohäviö pieneni molemmilla tehtailla noin 0.5 g mäntyöljyä/ kg kuiva-ainetta, mikä vastaa noin 0.8 kg/sellutonne. Suhteella 1:300 oli samansuuntainen mutta pienempi vaikutus. Käytetyillä ilmamäärillä ei ollut vaikutusta mustalipeän tai suovan kemiallisiin ominaisuuksiin.

8. **Passinen, T., *Suovan peseytyminen ja erottuminen keiton jälkeisellä kuitulinjalla, Teknillinen Korkeakoulu, puunjalostustekniikan osasto, Espoo, 1998***

The aim of this thesis was to study kraft soap washing and separation in post-cook fiberline that uses Nordic softwood as rawmaterial.

The literature section reviews the chemical composition of soap, factors affecting the soap micelle formation, soap separation from black liquor and different technical methods to recover soap. The chemical composition of turpentine and methods to recover turpentine are also investigated in the literature section.

Chip, black liquor and pulp samples were taken from Sunila and Kemijärvi pulpmills and analysed to form post-cook soap balance for both mill's washing lines. With the aid of soap balance it was possible to determine DD-washers efficiency to wash soap and soap accumulation in the washing lines. Comparison of convention and modified batch cooking was made with the aid of soap balances. Pulpsim computer simulation program was also used to examine soap balances. Soap separation was studied in both pulpmills with a manmade soap separation vessel. The purpose was to determine optimal soap separation removal conditions and places in fiberlines to maximize the quantity of soap to be recovered. The effect of turpentine on soap separation was also studied in laboratory scale using black liquor and turpentine from Sunila pulpmill. Papec's Manual Air Tester was used in both pulpmills to measure volumetric gas contents in liquid process streams. Due to local softwood there is about two times more soap in Kemijärvi fiberline compared to Sunila. In Kemijärvi's fiberline the displacement liquor and blowtank's dilution liquor contained high amount of soap causing soap accumulation. It is possible to reduce this

accumulation by better soap separation from DD-washer 1 and DD-washer 2 washing filtrates. In Sunila soap accumulates between DD-washer's first and second washing sections and also between third and fourth washing sections. The simulation results were comparable to collected samples.

Black liquor samples showed that soap separation was dependent on sodium content and dry solids content. Soap separation was most efficient when black liquor's sodium content was between 12-20 g/l and dry solids content 6-12 %. Turpentine samples proved that there is high amounts of turpentine in pulp when displacement cooking method is used. On the contrary the conventional batch cooking removes turpentine nearly 100 % effectiveness. High turpentine content in black liquor increases soap separation which causes problems in fiberline. Gas content measurements that pulp contains more gases when it is cooked by displacement digester than by conventional digester.

9. Saari, M., *Raakatärpätin talteenoton tehostaminen*, Oulun yliopiston prosessitekniiikan osasto, Oulu 1984.

Puuraaka-aineen tärpättisisällön määrityksillä ja jatkuvatoimisella keittämöllä sekä talteenottolaitteissa tapahtuvien tärpättihäviöiden kartoituksella laadittiin Oulu Oy:n Nuottasaaren sulfaattisellusoolatehtaan tärpättitase. Taseen mukaan prosessiin tulee hakkeessa tärpättiä 10.36 kg/tm, tästä saadaan talteen keskimäärin 50 %. Tuntuimmat tärpätin häviöt ovat massan mukana menevä tärpätti, 2.92 kg/tm, ja tärpätin kondensoituminen sekundäärilauhteeseen paisuntahaihduttamalla, 2.06 kg/tm. Muita merkittäviä saantoa alentavia häviökohteita ovat stripattuun lauhteeseen jäävä tärpätti sekä lauhtumattomien kaasujen mukana ulkoilmaan menevä tärpätti. Tärpättisaannon lisäämismahdollisuuksia häviöitä pienentämällä selvitettiin. Eliminoimalla toiminnalliset häiriöt paisuntahaihduttamalla, alenee sekundäärilauhteen tärpättipitoisuus. Stripperiin syötettävää höyrymäärää lisäämällä pienenee häviö stripattuun lauhteeseen. Samalla alenee massan mukaan jäävän ja pesussa kiertävän tärpätin määrä, sillä osa sekundäärilauhteesta ja stripatusta lauhteesta käytetään massan pesuun. Massan mukana menevän tärpätin talteenottoon ei ole mahdollisuuksia. Pesemällä yksikkövaiheiden lauhtumattomat kaasut skrubberissa, saadaan suurin osan niiden sisältämästä tärpätistä talteen.

10. Pirjes, V.J., *Rikkiyhdisteiden erotus tärpätistä ja tärpättitisleestä*, Oulun yliopiston prosessitekniiikan osasto, Oulu 1993.

Tärpättitisleisiin jäävät rikkiepäpuhtaudet huonontavat tisle tuotteiden laatua ja käyttökelpoisuutta aiheuttaen esimerkiksi katalyyttien deaktivoitumista. Tämän diplomityön tarkoituksena oli selvittää sulfaattitärpätin rikkiyhdistekoostumusta ja tarkastella toimenpiteitä, joilla tislauustuotteiden rikkiyhdistepitoisuuksia voidaan alentaa. Veitsiluoto Oy Oulun tehtaiden tärpätin tislauksen toimintaa rikinpoiston suhteen tarkasteltiin yksityiskohtaisesti tehdaskokeisiin perustuen.

Tärpätin rikkiyhdisteistä keskityttiin tunnistamaan laboratoriotutkimuksissa kaasukromatografisesti (GC) sekä kaasukromatografisesti ja massaspektrometrisesti (GC-MS), sillä kirjallisuudesta löytyvä tietous osoittautui niukaksi. Tulosten mukaan sulfaattiraakatärpätin rikkiyhdistesisältö koostuu pääasiassa rikkivedystä, metyyliimerkaptaanista, dimetyylisulfidista ja dimetyylidisulfidista. Kareenitisleestä tunnistettiin lisäksi erinäisiä rikkiyhdisteitä, joista voidaan mainita 1,2-bis(metyylitio)etaani, 2-asetyylietiofeeni ja 2-propionyylietiofeeni.

Raakatärpätin toimittajatehtaita tarkasteltiin kokonaisrikkipitoisuuden ja helposti haihtuvien, analysoitavissa olevien rikkiyhdisteiden suhteen. Tämän lisäksi työssä suoritettiin koesarja, jossa tutkittiin rikkiyhdisteiden syntymistä koivukeiton aikana. Kokonaisrikkipitoisuuden on määritetty pääasiassa BIMAS-TELACSY-analysointorilla. Tislauksen rikinpoistotehokkuuteen voidaan vaikuttaa varmistamalla riittävä höyryvirta ja häiriötön toiminta esitiskolonissa sekä lisäämällä kareenikolonin erotustehokkuutta.

Työssä on esitetty lisäksi erinäisiä yksityiskohtaisia parannusehdotuksia, joilla rikkiyhdisteiden erotusta voidaan tehostaa tislamalla.

11. Chandrasekhar, S., *Towards augmenting the production of turpentine during wood processing*, Teknillinen Korkeakoulu, puunjalostustekniikan osasto, Espoo, 1998

This work centers around the task of at a tangible solution to the problem of dwindling outputs a valuable product as turpentine during wood processing.

The investigation of the current system for turpentine recovery in the UPM-Kymmene's Tervasaari Pulp Mill's sack kraft fiber line operating with batch digesters began with tests of raw material that were in the form of softwood chips. Refluxings of the raw material in the laboratory showed their turpentine outputs to average 7 kg/t. The wide chasm between this value and mill-recovered value averaging 1.5 kg/t was traced through tests and measurement on installed equipment and operational procedures to mainly inadequacies in some of the component machinery of the turpentine extraction unit. Bulk losses of crude turpentine, amounting to averages of 4 kg/t were deduced to be in the digesters' blows and to the tune of 1.4 kg/t from the site of the turpentine condenser, lesser quantities were traced in the cyclone's liquor exit streams. Design changes to retrieve the lost crude in the form installation of a scrubber/gas cooler to process the condenser's vent gases as also a coalescer set in the liquor discharge line from the cyclone that would separate the turpentine droplets from the continuous black liquor medium are recommended. Changes in the cyclone's process conditions that would forestall turpentinic condensations at this stage eg. A size-upgrade of the vessel + the fitting of a throttle valve in the gas line between cyclone and condenser that would have the effect of raising process temperatures, increasing the residence times fortifying the centrifugal force within so vital to cyclonic efficiency are mooted

Small changes in procedures in and around the digester could make a notable difference with regard to effective turpentine recovery. Suspicions regarding the early escape of turpentine in the digestive process led to examinations of blow samples; test-runs deleting packing streams were also done. The latter may be adopted in the long run as the pulp yields work out the same in pulpings with/without packing stream. Tests on the digesters' vent samples showed up the excessive usage of black liquor that causes flooding in the vent detrimental to turpentine recovery. The solution to this, the simultaneous charging of black liquor with the chips isn't practicable due to nuances of the operational sequence during digester loading that can't ensure the retention of the liquor added at this stage. Tests on the heat-up rate to the cooking temperature showed that even an increase 0.33°C/min. could approximately double the current turpentine production while preserving the stream economy. An addition to the turpentine venting program by way of starting the digester venting at 105°C itself, to cash in on any releases of turpentine from the chips was carried out and slight increases if not minuses in the turpentine output were registered thereafter.

Some of the positive aspects of the existing system thrown up during investigations were: The end cooking temperature (166°C) is low enough to favour optimal product recoveries; The absence of black liquor carry-overs that is the malady of many another turpentine production unit's cyclone, near-perfect functioning of the decanter and good turpentine contents of even the raw material from the old stock. In the view of the high turpentine content of the sawdust that revealed by the tests, a redesign of the sawdust pulping line that would join up the slant digester's vent line with the vapor header of the batch digesters on way to the cyclone is considered as a measure to exploit the turpentine potential of existing material to the hilt.

12. Rantala, J., *Diplomityö meneillään, aiheena tärpätin ja suovan aineensiirto sulfaattiteitossa*

4.4. Erikoistyöt

1. Korhonen, Reijo, *Sulfaattimassan pesu*, Espoo 1980
2. Penttilä Matti, *Sulfaattimassan ominaisuuksien vaikutus peseytymiseen*, Espoo 1981
3. Lautala, Ulla, *Raakamäntööljyn saantoon ja laatuun vaikuttavat tekijät*, Espoo 1981
4. Puttonen, Mikko, *Sulfaattimassan valmistukseen soveltuvat Kamyr-keittimet. massan pesu ja lajittelu*, Espoo 1983
5. Råmark, Hannu, *Sulfaattimassan pesu, pesumenetelmät ja pesemön ohjaus*, Espoo 1983
6. Suojalehto, Jyrki, *Mustalipeähaihduttamon likaantuminen*, Espoo 1985
7. Rokkanen, Jukka, *Eri tekijöiden vaikutus sulfaattimassan pesuun*, Espoo 1987
8. Niemelä, Jaana, *Mustalipeän koostumus ja fysikaaliset ominaisuudet*, Espoo 1987
9. Vilpponen, Aki, *Sulfaattimassan peseytyminen ja massan ligniinipitoisuuden alentuminen syväpesussa*, Espoo 1987
10. Kottila, Mika, *Sulfaattiselutehtaan keiton ja haihduttamon haihteet; koostumus, määrä, ominaisuudet*, Espoo 1991
11. Salo, Päivi, *Koivusulfaattikeiton, pesun ja valkaisun kiertovesikykentöjen vaikutus valkaisun kemikaali- ja lämpöenergiankulutukseen sekä massan laatuun*, Espoo 1992
12. Vehmaa, Janne, *Diffuusio ja sorptioilmiöt sulfaattimassan pesussa*, Espoo 1993
13. Ellme'n Jouni, *Sulfaattikeiton aineensiirto ja tehostaminen pinta-aktiivisilla lisäaineilla*, Espoo 1995
14. Passinen, Tapio, *Pohjoismaisten havupuiden suovan ja tärpätin esiintyminen ja käyttäytyminen sellutehtaan kuitulinjalla*, Espoo 1997
15. Kortelainen, Petteri, *Puun uuteaineet ja niiden merkitys puujalostuksessa*, Espoo 1998
16. Chandrasekhar, S., *Tärpätti puujalostuksen sivutuotteena*, Espoo 1998
17. Kukkola, Jarkko, *Nykyaikaisen sulfaattiselutehtaan kemikaalitase ja sen tasapainottaminen kiertojen sulkeutuessa*, Espoo 1998
18. Rantala, Janne, *Tärpätin ja suovan erotus puusta sulfaattikeitossa*, Espoo 1998

5. YHTEENVETO JA TUTKIMUSTARPEET

Yksi yhteenvetävä havainto on selvä: Mustalipeäkysymykset ovat hankalia. Yleisesti ottaen on hankalaa hahmottaa, mistä oikein on kysymys. Mustalipeän olemus ja käyttäytyminen nähdään usein vain jostain yksittäisestä rajoittuneesta kuvakulmasta ja aiheen "holistinen" ymmärtäminen on vaikeaa. Ajattelua leimaa usein tietty peruskemian leima, mustalipeästä puhutaan niin kuin se olisi vettä tai vaikkapa valkolipeää. Mustalipeä sen sijaan muuttuu, reagoi ja erottaa kaasuja, kevyitä kerroksia ja saostuvia kiintoaineita.

Mustalipeän epäorgaanisesta ja orgaanisesta koostumuksesta liuenneiden molekyylien tasolla löytyy valtava määrä kirjallisuutta aina useita väitöskirjoja myöten. Sen sijaan esim. keitossa mustalipeään liuenneiden uuteaineiden käyttäytymisestä ei tiedetä juuri mitään. Vielä heikommin tunnetaan mustalipeä-suopa-kaasu-systeemit. Kemian laitetekniikan keinoilla selvitetty ja yleiseen käyttöön juurtuneet pesumallit ja -tehokkuudet joutuvat tehdashaastattelujen jälkeen melko outoon valoon - todellisuus on varsin kaukana nesteeseen liuenneen aineen syrjäyttämisestä puhtaalla nesteellä. On ilmeistä, että tutkimusta puuttuu nimenomaan asian ytimestä, eli keitto-pesu-happi-alueelta. Ja puute ilmenee nimenomaan fysikaalisen kemian sekä laite- ja prosessitekniikan alueilla, ei niinkään perinteisen kemian aluella, jossa tutkimusta on ja on ollut melko runsaastikin. Mustalipeän ongelmat on kuitenkin tajuttu haihduttamoalueella, johon tutkimusta onkin jo kohdistettu.

Vallitsee siis varsin selvä puute perustiedoista, mikä voidaan hoitaa kuntoon vain monipuolisella ja systemaattisella mustalipeäsysteemien tutkimuksella. Tutkimus on tehtävä useiden tahojen yhteistyönä, koska missään yksittäisessä laitoksessa ei ole kaikkia tarvittavia resursseja. Perustutkimustarpeita voidaan jaotella esimerkiksi seuraavasti:

- mustalipeän synty, hake-keitto aineensiirto, mustalipeäkierrätys
- mustalipeän **fysikaalinen** kemia ja stabiilisuus, erottuminen, liukeneminen
 - **normaalien** liuenneiden komponenttien **vaikutus** (Na,EA,KA...)
 - **häiriökomponenttien vaikutus** (metallit, **tärpätti**, kaasut, VEAt...)
 - **uuteainekoostumuksen** ja puulajin vaikutus (havu,lehti,seka...)
 - **valkaisuperäisen aineksen** vaikutus
- mustalipeä-kuitu systeemit, **fysikaalinen** kemia ja aineensiirto
- **kaasujen** liukeneminen, saostuminen ja erottuminen; vaahtoaminen/vaahdontappo

Perustutkimuksessa on vielä muitakin tärkeitä vaatimuksia. Vaikka liikkeellelähtö tehtäisiinkin perinteisesti mallilipeillä ja -aineilla laboratoriossa, on melko nopeasti siirryttävä sellaiseen tutkimustekniikkaan, jolla halutut asiat voidaan selvittää lähes "in situ" eli ajallisesti ja olosuhteellisesti prosessin välittömässä läheisyydessä. Varsinaisten nopeiden ja sovellettujen tutkimusmenetelmien lisäksi tämä vaatii erityistä näytteenoton ja mittauksen tekniikkaa.

Soveltavan tutkimuksen ja kehityksen tarve on myös suuri, mikä johtuu juuri siitä, että prosessien ja laitteiden kehityksessä ei ole osattu huomioida tehdasmustalipeän todellista luonnetta. Kehitystarpeita löytyy niin prosessi- ja laitetekniikassa kuin mittauksessa ja prosessien ohjauksessa ja hallinnassa. Soveltavassa tutkimuksessa pitäisikin saada aikaan synergiaa: Mustalipeän käyttäytyminen hallitaan - prosessit ja laitteet voidaan suunnitella sen mukaisesti - mittaustekniikka antaa informaation olosuhteista - ohjaus- ja hallintatekniikka käyttökäyttökunnan kanssa pitää yllä oikeita olosuhteita ja osaa reagoida muutoksiin ja häiriöihin oikein ja ajoissa ennen vakavia häiriöitä ja tuotannollisia ja laadullisia menetyksiä. Kuten johdannossa todettiin, säästöpotentiaali eli takaisinmaksu saattaa olla kymmenien miljoonien markkojen tasolla.

Soveltavaa tutkimusta- ja kehitystä voidaan jaotella esimerkiksi seuraavasti:

- prosessitutkimus (laboratorio- ja pilotmittakaavan laitteet), erottuminen, liukeneminen, aineensiirto (säiliöt, dekantterit, pesulaitteet, pumput, sekoittimet)
- prosessitutkimus (teolliset prosessit), erilaiset keitto- ja kuitulinjaratkaisut
 - tilanteet keittämöillä, säiliöissä, lajittamoissa, pesuissa
- prosessitutkimus, mallintaminen, laskenta, mitoitus
- mittaustekniikka, todelliset olosuhteet ja niiden profiilit kuitulinjalla
 - in-line anturit
 - off-line analysaattorit
 - nopeat on-site analyysit ja testerit
 - laboratorio
- prosessien ohjaus ja hallinta
 - olosuhteiden esittäminen yhdessä muun prosessitiedon kanssa
 - seuranta- ja hälytystoiminnot
 - ohjausalgoritmit
 - tilanteiden hallinta ja ajomallien toteutus
 - laajuus: koko mustalipeäprosessi

LIITTEET

Lisätietoja:

Panu Tikka
SciTech-Service Oy Ltd
PL 142, 26101 Rauma
Puh. (02) 823 9001
Fax (02) 823 9462
GSM 0400 505 401
panu.tikka@westlab.fi

Christine Hagström-Näsi
Tekes
PL 69, 00101 Helsinki
Puh. 010 521 5822
Fax 010 521 5905
Christine.Hagstrom@tekes.fi

The logo for TEKES, featuring the word in a bold, stylized, blocky font with a slight 3D effect.