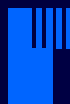


LIITE 1

Talousyhteenveto



Talous 2016

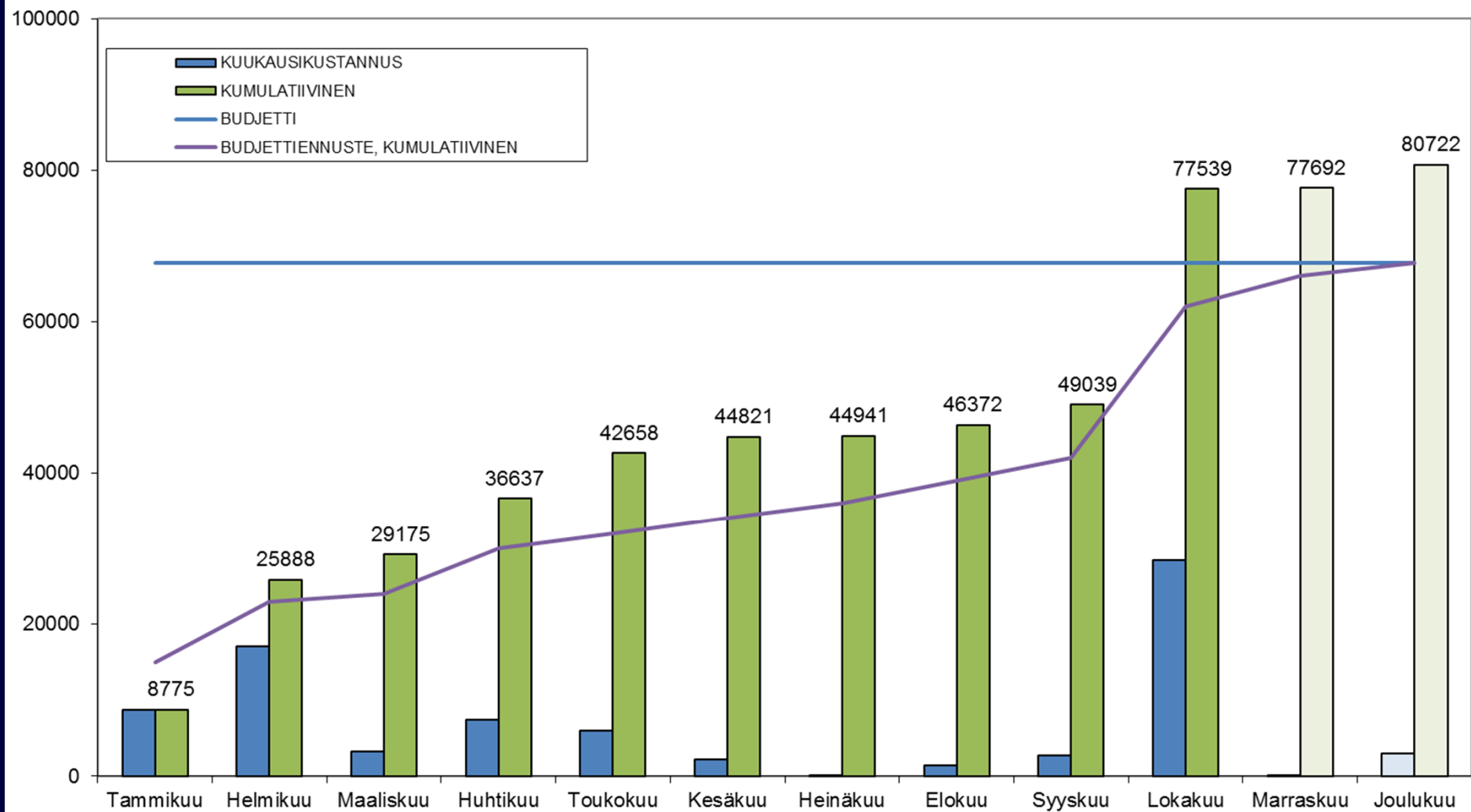


TULOT	Toteuma	Ennuste	Budjetti	
Jäsenmaksut ja muu säännöllinen tuki	2016	12/2016	2 016	Erotus
Kattilan käyttäjät	110 500	110 500	130 000	-19 500
Kattilan valmistajat	24 650	24 650	29 000	-4 350
If Vahinkovakuutus	5 950	5 950	7 000	-1 050
Pohjola	3 825	3 825	4 500	-675
Caverion Industria	7 650	7 650	9 000	-1 350
Pöyry Finland	7 650	7 650	9 000	-1 350
Labtium	350	350	1 000	-650
Inspecta	7 650	7 650	9 000	-1 350
Replico	2 550	2 550	3 000	-450
Ulkojäsenet	3 600	3 600	3 600	0
Yhteensä	174 375	174 375	205 100	-30 725
Korkotuotot		1 500	1 500	0
Seminaarien osallistumismaksut				
Konemestaripäivä	25 210	25 210	20 000	5 210
Soodakattilapäivä	49 230	49 230	30 000	19 230
Yhteensä	74 440	74 440	50 000	24 440
Tulot yhteensä	248 815	250 315	256 600	-6 285

	Toteuma 2016	Ennuste 12/2016	Budjetti 2 016	Erotus
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue (5700)				
Soodakattilan materiaalit ja tarkastukset (suojaussuositus)	4 880	4 880	5 000	120
Sularänniohje	5 016	6 000	10 000	4 000
Soodakattilan vuodonvalvontajärjestelmät	0	12 000	12 000	0
Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa, OSA 1	12 000	12 000	12 000	0
Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa, OSA 2	0	0	20 000	20 000
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue yhteensä	21 896	34 880	59 000	24 120
Lipeätyöryhmän tehtäväalue (5710)				
Black liquor evaporation book (ÅA)	0	0	14 750	14 750
Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion, Phase 3 (AÅ)	0	0	12 500	12 500
Writing of textbook - Chemistry of biomass combustion (ÅA)	0	0	0	0
Lipeätyöryhmän tehtäväalue yhteensä	0	0	27 250	27 250
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue (5720)				
Viherlipeäsakan syrjäytyspesu, osa 2, Sirra/Labtium	2 735	7 285	7 285	0
Puun tyyppi ja sellutehtaan NOx-päästöt	0	9 000	9 000	0
Projektivaraus	0	0	5 000	5 000
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue yhteensä	2 735	16 285	21 285	5 000
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue (5730)				
Soodakattilan päästömittausten menetelmät (2007) raportin päivitys	0	0	10 000	10 000
Projektivaraus	0	0	10 000	10 000
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue yhteensä	0	0	20 000	20 000
Muut projektit				
SKY-historiikki (5740)	22 052	25 000	20 000	-5 000
Kirjavaraus	0	0	20 000	20 000
Muut projektit yhteensä	22 052	25 000	40 000	0
Työryhmien projektit yhteensä	46 683	76 165	167 535	91 370

MENOT	Toteuma	Ennuste	Budjetti	
	2016	12/2016	2 016	Erotus
VARSINAINEN TOIMINTA				
Seminaarikulut				
Konemestaripäivä (3010, 3011, 3012, 3013)	28 542	31 542	20 000	-11 542
Soodakattilapäivä (3010, 3011, 3012, 3013)	32 282	32 282	30 000	-2 282
Seminaarikulut yhteensä	60 824	63 824	50 000	-13 824
MUU VARSINAINEN TOIMINTA				
Taloushallinto (3820, 3825)	3 180	3 180	5 000	1 820
Vuosikokous (3850, 3855, 3856, 3857)	12 318	12 318	8 000	-4 318
Pankin palvelumaksut (3810)	120	150	200	80
Opinnäytetyöapuraha (8000)	0	0	2 000	2 000
Kotisivu ylläpito (3865)	1 180	1 180	2 000	820
Muut ostokulut (3880,3881)	70	70	500	
MUU VARSINAINEN TOIMINTA YHTEENSÄ	16 868	16 898	17 700	
VARSINAINEN TOIMINTA YHTEENSÄ	77 692	80 722	67 700	-13 022

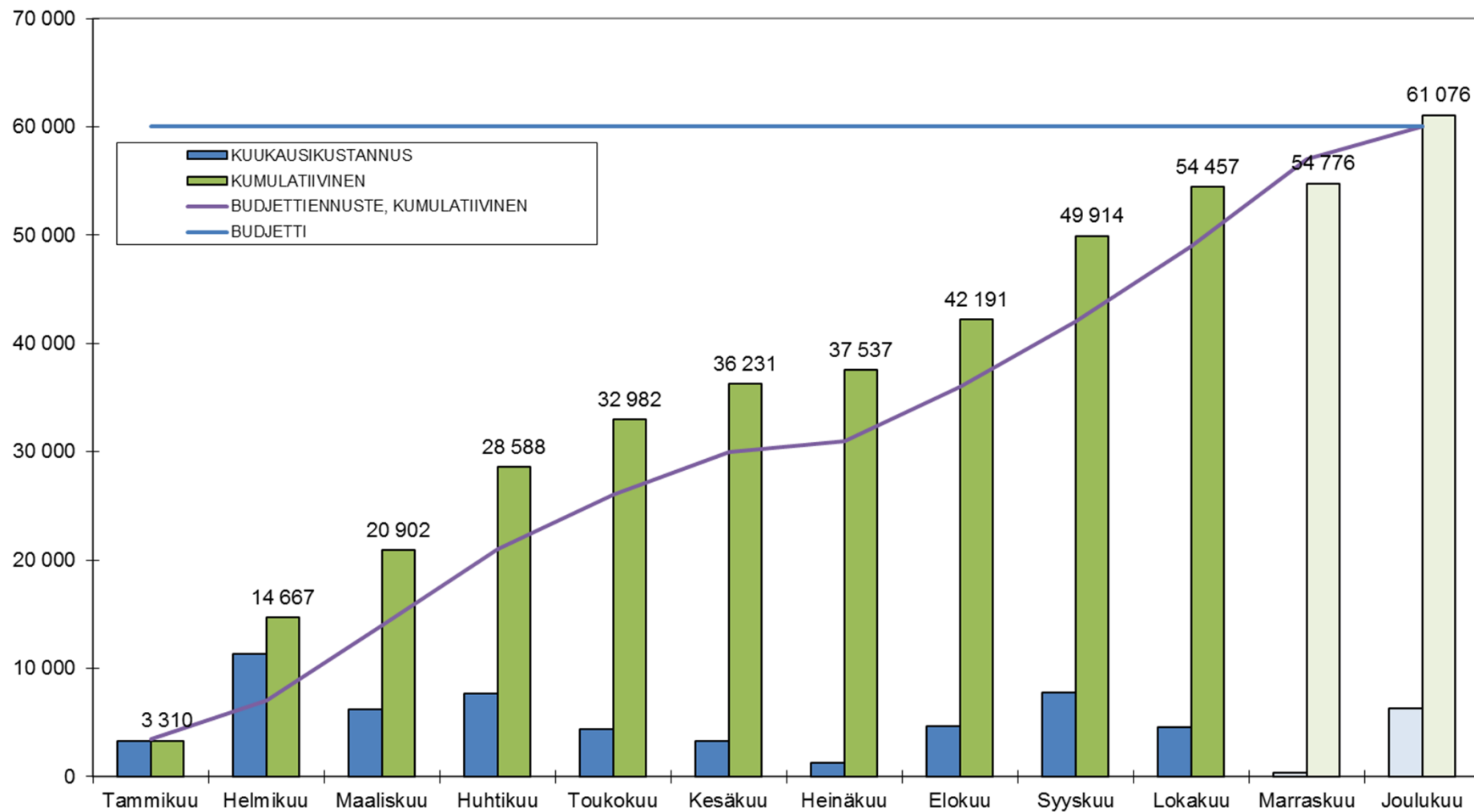
Varsinainen toiminta (seminaarit, talous, vuosikokous) kustannuskehitys v. 2016 (budjetti 67 700 eur)



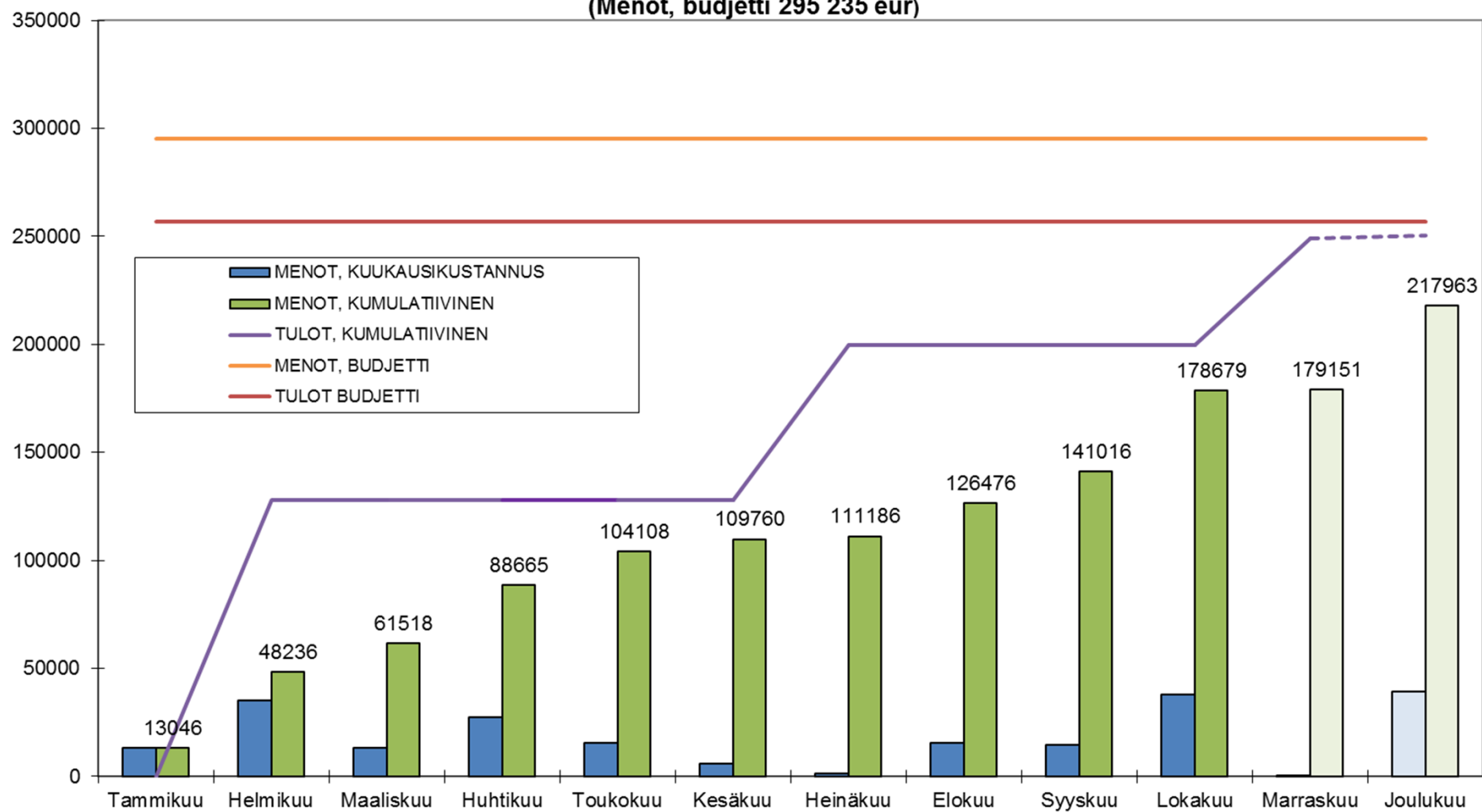
JATKUVALUONTEISET TEHTÄVÄT	Toteuma	Ennuste	Budjetti	
	2016	12/2016	2 016	Erotus
Sihteeristö (5510,5515,5513,5515)				
Sihteeristön työ	24 505	26 005	22 000	-4 005
Kansainvälinen toiminta	319	2 019	3 000	981
Sihteeristö yhteensä	24 824	28 024	25 000	-3 024
Hallitus ja työryhmät				
Hallitus (5520)	4 560	5 560	8 000	2 440
Kestoisuustyöryhmä (5530)	6 031	6 031	6 000	-31
Lipeätyöryhmä (5535)	4 040	4 740	6 000	1 260
Ympäristötyöryhmä (5540)	8 360	9 060	6 000	-3 060
Automaatiotyöryhmä (5545)	3 040	3 740	6 000	2 260
Ohjelmatyöryhmä (5550)	3 922	3 922	3 000	-922
Hallitus ja työryhmät yhteensä	29 953	33 053	35 000	1 947
JATKUVALUONTEISET TEHTÄVÄT YHTEENSÄ	54 776	61 076	60 000	-76
VARSINAINEN + JATKUVA TOIMINTA	132 468	141 790	127 700	-14 098
PROJEKTIT YHTEENSÄ	46 683	76 165	167 535	91 370

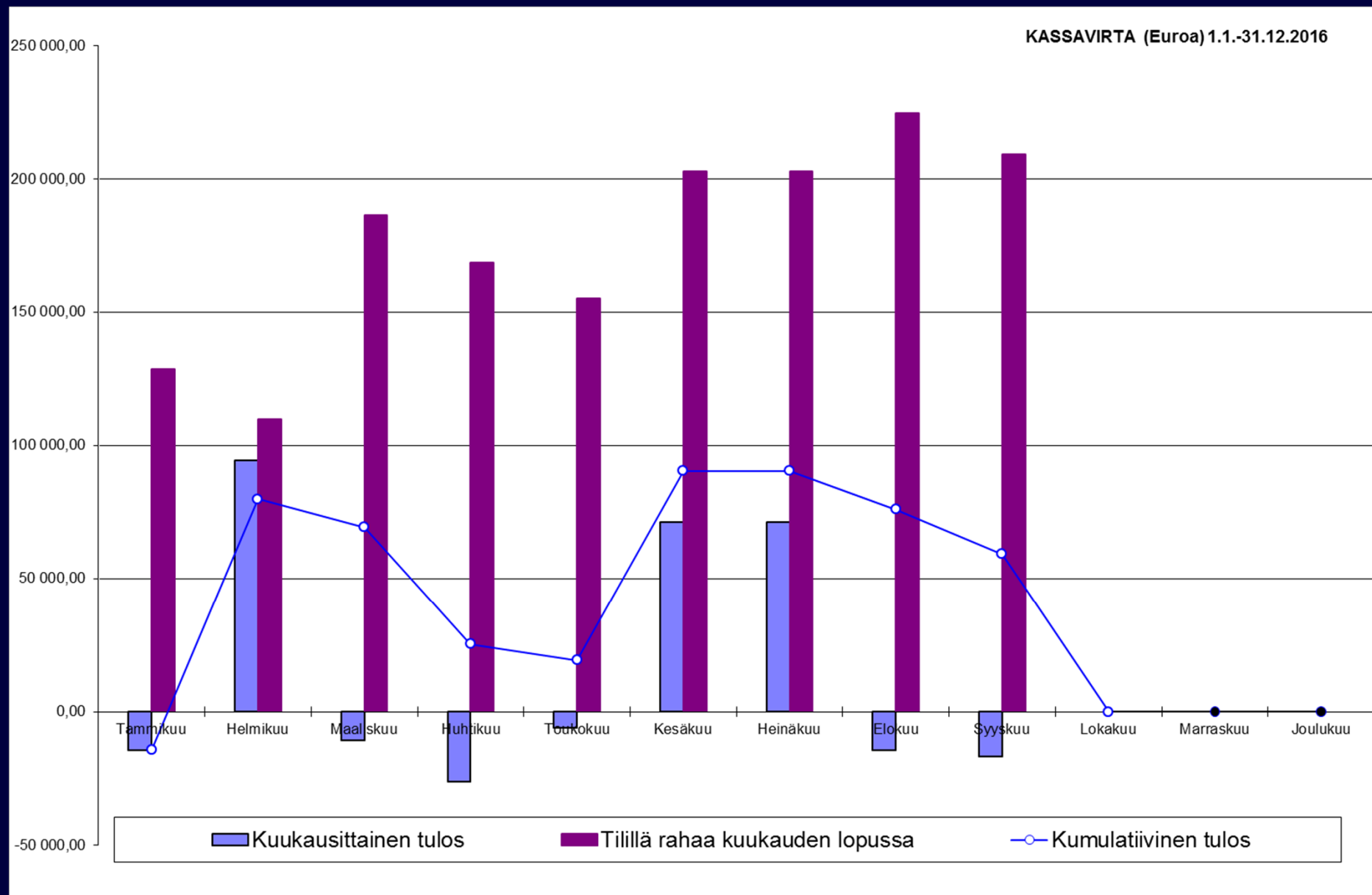
	Toteuma	Ennuste	Budjetti	
TULOS	2016	12/2016	2 016	Erotus
Tulot	248 815	250 315	256 600	-6 285
Menot	179 151	217 963	295 235	77 272
Tilikauden tulos	69 664	32 332	-38 635	-70 987

Jatkuvaluonteiset tehtävät (sihteeristö, työryhmät) kustannuskehitys v. 2016
(budjetti 60 000 eur)



Tulot vs. Menot v. 2016
(Tulot, budjetti 256 600 eur)
(Menot, budjetti 295 235 eur)





Tulos lasketaan laskun päivämäärästä, ei siitä milloin maksettu tililtä/tilille

	Budjetti 2017
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue (5700)	
Sularänniohje	5 000
Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa, OSA 2 (VTT)	10 000
Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa, OSA 3 (VTT)	20 000
Ääninuohouksen akustiset vaikutukset, OSA 1 (VTT)	15 000
Ääninuohouksen akustiset vaikutukset, OSA 2 (VTT)	20 000
Sulavirtauksen vaihtelu ajan funktiona (LUT)	20 000
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue yhteensä	90 000
Lipeätyöryhmän tehtäväalue (5710)	
Black liquor evaporation book (ÅÅ)	14 750
Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion, Phase 3 (AÅ)	18 500
Lipeätyöryhmän tehtäväalue yhteensä	33 250
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue (5720)	
Selvitys tyypillisistä savukaasuvirroista [m ³ /ADt] eri puulajeilla (LUT)	2 000
Hajukaasusuositus	20 000
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue yhteensä	22 000
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue (5730)	
Soodakattilan päästömittausten menetelmät	15 000
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue yhteensä	15 000
Muut projektit	
SKY-historiikki painatus	20 000
Muut projektit yhteensä	20 000
Työryhmien projektit yhteensä	180 250

LIITE 2

Yhteenveto Soodakattipäivän 2016 palautteesta

MISSÄ ASIOISSA YHDISTYS ON ONNISTUNUT?

Yhteistyö / tiedottaminen

- Suomen sisäisen tiedon jakaminen
- Alan ihmisten yhteen tuominen
- Tehtaiden yhteistoiminnan edistäminen
- Osallistumisinnon kehittämisessä, verkostoituminen
- Build an open communication community
- Verkostoituminen, tiedon keruu
- Lisäämään tietoutta soodakattilasta (käyttö- ja kunnossapito)
- Kotisivut, vauriotiedotteet sähköpostiin
- Opiskelijoiden aktivointi
- Vauriotietokanta
- Asianosaisten yhteishengen luominen
- Ajantasaisen ja uuden tiedon jakaminen
- Toiminta hyvää
- Kotisivujen uudistus onnistunut
- Luomaan yhtenäistä kulttuuria ja avointa keskusteluilmapiiriä
- Jatkuvuus soodakattilaan liittyvien teemojen ja ongelmien yhteiseen käsittelyyn ja ratkaisuun
- Osaamisverkoston luominen
- Tietoisuus yhdistyksen toiminnasta ja tekemisistä on parantunut
- Kattiloiden parissa työskentelevien ihmisten yhteydenpidon mahdollistaja, hyvien käytäntöjen edistäjä
- Tiedon avoin jako
- Yhteistyö ja asioiden jakaminen, jäsenten aktivointi
- Yhdistystoiminta kohdistuu nyt hyvin (Soodakattilapäivä, Konemestariapäivä, Operaattoripäivä)
- Kattava työryhmä- ja selvitystoiminta
- Opiskelijoihin on otettu yhteyttä ja kutsuttu Soodakattilapäivään
- Aktiivinen häiriötilanteiden raportointi
- Yhteydensaanti kontaktihenkilöihin sujuvaa
- Aktiviteetti nousut
- Työryhmätoiminta
- Soodakattila-asioiden yhteinen kehittäminen ja yhteistyö Pohjoismaissa. Kerää asiantuntijat yhteen
- Tiedotus toimii hyvin, samoin nettisivut
- Yhteydenpito muiden maiden yhdistyksiin ilmeisesti myös vilkasta
- Yhdistys on saanut porukan kokoontumaan ja keskustelemaan omista kokemuksista ja ongelmista
- Näkökulman avaaminen "kemiallisen ja mekaanisen" soodakattila-näkökulman ulkopuolelle mm bioenergia ja bioteknologia
- Tiedon levittäminen kattilaongelmista ja vaurioista
- Yhdistää eri toimijat ja parantaa keskustelua (lisää määrää ja parantaa laatua)
- Yhdistää todelliset ammattilaiset yhteen keskustelemaan todellisista asioista
- Tarjonnut foorumin teollisuutta kiinnostavien aiheiden selvittämiseen ja tutkimiseen. Lisäksi tulosten esittäminen julkaisuissa ja esitelmissä tulee yhdistyksen tavoitteita
- Lipeälinjateknologian ja kehityksen jatkuva ylläpito vuosien ajan
- Työryhmien toiminta on ollut kohtalaisen tehokasta

Turvallisuus

- Turvallisuusasioiden eteenpäin vieminen
- Kattiloiden turvallisuusasioista puhuminen hyvä juttu

Tutkimusprojektit, raportit, suositukset

- Suositusten laadinta
- Tutkimushankkeet
- Hyviä tutkimusraportteja, projekteja
- Suositukset ja mielenkiintoiset tutkimukset
- Suositukset , joita noudatetaan myös ulkomaisilla laitoksilla
- Julkaisut ja suositukset ovat edistyksellisiä
- Suositusten teko ok

Seminaarit, koulutus, tapaamiset

- Soodakattilapäivät
- Soodakattilapäivä 2016, erityisen kiinnostavat aiheet, paljon osallistujia
- Kokousten/tilaisuuksien järjestämisessä
- Talteenottoväen kokoontuminen
- Mielenkiintoisten tapahtumien järjestäminen
- Konemestaripäivä/Soodakattilapäivä hieno tapahtuma
- Operaattoreiden kokemustenvaihtopäivät
- Soodakattilapäivien sisältö parantunut, suoraan käyttöön otettavia ajatuksia enemmän
- Luomaan mielenkiintoisia Soodakattilapäiviä
- Kokousjärjestelyt ja aikataulutus, luennot periaatteella "jokaiselle jotakin" on todella hyvä
- Uusi prosessinhoitajille kohdistunut koulutus
- Puheenaiheiden pituuksien optimointi, nyt jäi moni lyhyeksi
- Soodakattilapäivä on oiva verkostumistapahtuma
- Kaikki tapahtumat hyvin järjestettyjä ja mielenkiintoisia
- Houkuttelemaan ihmisiä seminaareihin
- Tapahtumien kehittyminen, hyvänä esimerkkinä Soodakattilapäivä 2016
- Soodakattilapäivän esitykset olivat ajan tasalla ja hieman katseltiin jopa tulevaisuuteen
- Tarjoaa mainion tavan tavata laitetoimittajia ja tehtaiden edustajia
- Hyvät järjestelyt työryhmien ja seminaarien järjestelyissä
- Hyvä paikka tavata asiakkaita
- Seminaareissa hyviä esitelmiä ja tapaamisia kollegoiden, asiakkaiden ja kilpailijoiden välillä

MISSÄ ASIOISSA OLISI PARANTAMISEN VARAA?

Yhteistyö/tiedottaminen

- Euroopan tasaisen yhteistyön parissa esim. Soodakattilavaurio Pölzissä oli tiedon hankkimisen kannalta huonoa yhteistyötä
- Soodakattilapäivän materiaali olisi hyvä saada etukäteen tarkasteltavaksi (auttaisi etukäteisvalmistautumisessa ja kysymysten miettimisessä)
- Kaikkien tehtaiden vaurioraportointi ei ole kunnossa
- Troubleshooting forum
- Poikkitieteellisyydessä
- Nettisivujen kehittäminen niin, että esim vaurioiden haku helpottuisi
- Vaurioiden raportointi eli kattavammat selvitykset, kannustaa ilmoittamaan vaurioita
- Tulosten / tutkimusten tiedottaminen
- Vaurioraportoinnin tehostaminen
- Raportointitekniikassa vielä hiomista
- Raporttijakelussa voisi olla pieni summary, esim sähköpostissa
- Yhdistyksen toiminnan info: mitä hankkeita meneillään ja tuloksia valmistuneista hankkeista

- Infoa julkaisuista samaan tapaan kuin vauriotietokannasta?
- Tiedottamista vakavista vaurioilanteista -> vaurioraportti ei yleensä sisällä korvaavia toimenpiteitä, jotka tehdään usein paljon myöhemmin
- Yhdistyksen nettisivut voisivat olla informatiivisemmat ei-jäsenille
- Tiedotus, yhdistyksen ja sen rooli esim tutkimustyössä ei ole kommunikoitu selkeästi. Nettisivuilta löytyy, jos aktiivisesti itse etsii
- Tiettyt asiat vain tiettyjen henkilöiden tiedossa, toiminnan ja tuloksien parempi läpinäkyvyys
- Paremmiin esille yhdistyksen jäsenten tiedot, yritykset ja laitosten yhteyshenkilöt
- Sattuneet vaaratilanteet ja niistä tiedottaminen
- Vauriokeskustelujen yhteenvedot myös laitetoimittajille tiedoksi -> kehitysmielessä olisi hyvä tietää
- Tehtailta saatava tieto kattiloista ja niiden käytöstä, esim tilastointia, kattiloiden kapasiteetti, vuosittain poltettava lipeämäärä, tuotettu energia yms

Tutkimusprojektit, raportit, suositukset

- Tehtyjen selvitysten lyhyet ja ytimekkäät yhteenvedot
- Lisää tehokkuutta projekteihin, uusia tekijöitä
- Kannanottoa EU regulaatioihin
- Tutkimuksia voisi tehdä laadukkaammin, käyttää asian osaavaa tutkijaa (Åbo Akademi, VTT jne) eikä teettää vain diplomityötä
- Isompia projektikokonaisuuksia
- Ohjeistusten tekemiseen ryhdikkyyttä
- Vaurioiden perusselvitykset varsinkin vakavissa vaurioissa voisivat olla perusteellisempia ja yhdistys voisi olla myös itse aktiivinen ja avustaa tehtaiden vastuuhenkilöitä raporttien ja selvitysten laadinnassa
- Tutkimusaiheita myös käytännön tehdastyön kannalta
- Uusien tutkimusaiheiden etsinnässä voisi käyttää jonkinlaista Workshop-periaatetta
- Sama vaurioilmoitus tulee moneen kertaan
- Erilaisia työryhmiä ja niiden kokouksia on liikaa. Näitä työryhmien voisi yhdistää ja suunnata fokukset muutamiin aiheisiin
- Laajempaa julkaisutoimintaa

Aktivointi/verkostoituminen ja markkinointi

- Vain osalta tehtaista osallistujia Soodakattilapäivässä, aktivointi?
- Kansallinen / kansainvälinen näkyvyys
- Opiskelijoiden aktivointi
- Konsulttien parempi osallistuminen olisi toivottavaa
- LinkedIn ryhmän perustaminen
- Yhdistyksen näkyvyys tapahtumien välissä
- Miten saadaan jäsenet innovoimaan uusia tutkimusaiheita
- Yhdistys pitäisi olla enemmän esillä valtakunnallisesti, etenkin opiskelijakunnassa
- Lisää nuoria mukaan
- En ollut aikaisemmin kuullut yhdistyksen toiminnasta, joten mainontaa ja näkyvyyttä voisi kehittää
- Toiminnasta ja tehtävistä olisi hyvä saada tietoa
- Yleisesti tiedottaminen/markkinointi myös muille kuin todellisille soodakattila-spesialisteille
- Työryhmien työskentely ei ainakaan ulospäin näy mitenkään tuloksekkaana
- Kansallisten ja kansainvälisten kehitysprojektien esittely ja mainostaminen
- Soodakattilan bioenergia-brändin vahvistaminen
- Yhdistyksen näkyvyys ja tunteminen
- Tehtaiden osallistumisaktivoinnin parantaminen, seminaareissa iso osa osallistujista toimittajia
- Yhdistyksen näkyvyyden lisääminen

Seminaarit, koulutus, tapaamiset

- Räiskyvämpää luennointia
- Voisiko osallistua webinaarina tilaisuuksiin?
- Soodakattilapäivien esitysten sisältö osin aika paljon sivuun pääteemasta
- Lisää tapahtumia
- Lisää aiheita, jotka liittyvät tarkemmin soodakattilaan, esim ligniinistä olisi voinut puhua enemmän soodakattilan näkökulmasta
- Koulutusta käyttäjille, kuten Ruotsissa
- Olisi hyvä kuulla säännöllisesti laitosten kokemuksia tai muita terveisiä esim Soodakattilapäivillä ja uutiskirjeellä
- Kokousten sujuvuus, käsiteltävien asioiden alustus
- Kokousten aineisto jakoon mielellään edellisellä viikolla
- Lisää esitelmiä soodakattiloihin liittyen, Soodakattilapäivässä 2016 ainoastaan yksi soodakattila-presentaatio
- Soodakattilapäivässä liian paljon esityksiä klo 16.00 jälkeen ei jaksu keskittyä
- Operaattoritason toimintaa lisää
- Soodakattilapäivien ohjelma voisi sisältää enemmän puhtaasti soodakattilaan liittyviä aiheita, esim. eri toteutusprojekteja
- Osallistumismaksu korkeahko
- Konemestaripäivien tyylisiä ongelmien läpikäyntiä enemmän
- Tehtaiden edustajien osallistuminen Soodakattilapäiville, enemmän vuorovaikutusta tilaisuuteen
- Soodakattilapäivän osallistumismaksu on melko korkea. Voisiko olla matalampi esim yliopistoedustajille? Heitä ei nyt juurikaan näy
- Presentaatioiden aiheita pitäisi miettiä, sukupolvi on vaihtunut, joten voisi puhua ihan perusasioistakin
- Erilaisia tilaisuuksia voisi olla enemmänkin (teemapäivät)
- Rohkaista osallistumista vaihtelevimmilla teemoilla ja mielenkiintoisimmilla aiheilla (konkreettisempia aiheita)
- Koulutuksien järjestäminen
- Ehkä kevyellä nettikyselyllä kartoittaa, mihin aiheisiin kaivattaisiin seminaareihin esityksiä

MITÄ AIHEPIIRIÄ YHDISTYKSEN TULISI JATKOSSA ERITYISESTI KEHITTÄÄ?

Yleistä

- Uudet teknologiat ja automaation (digitalisaatio) hyödyntäminen
- Pitkiä ajanjaksoja soodakattiloilla (24 kk) ja niiden tuomia haasteita
- Benchmarkkaustutkimuksia enemmän esim lipeiden laaduista, päästöistä, NPE-aineista
- Uusien prosessien (lignoboost, kaasutuslaitos) tuomia haittavaikutuksia kemikaalikierrrossa
- Nuohouksen kehittäminen
- Vesikemia
- Soodakattiloiden pitkät ajojaksot -> huomioitavat asiat
- Uuden BAT-BREF vaikutus soodakattiloiden päästötasoihin (mitä esim Suomessa ollaan tehty)
- Ympäristöasioita
- Digitalisaatio ja keinoäly, uudet tekniikat
- Tuoreimmat tutkimusaiheet
- Uusia innovatiivisia ratkaisuja
- Päästöjen BAT-rajat, vaikutukset jne
- Kaustisointi / meesauunitkin kiinnostaisi
- Mitkä seikat vaikuttavat sularännivaurioihin, projekti?
- Kaikkien aiheiden käsittely tärkeää ja keskittyminen aiheisiin, jotka esim vaurioiden kautta pinnalla keskusteluissa

- Kattilan käyttöön liittyviä
- Taloudellisuustekijät savukaasupintojen ja savukaasun puhdistuksen suhteen
- Mikä on taloudellisin likaisuusaste lämpöpinnoilla uusissa ja vanhoissa laitoksissa
- Talteenottokierron vierasaineista, esim Inventialla osaamista, esitys johonkin tilaisuuteen?
- Kattiloiden NDT-tarkastusmenetelmät olemassa olevilla padoilla, vuodonvalvontajärjestelmät
- Sularännien kesto
- Tärpätin saanto/ADT ja turvallisuusasiat siihen liittyen, mihin tärpätti menee tänä päivänä. 1980-luvulla tärpätin saanto oli jokaisella tehtaalla korkeampi, vaikka nyt pääsääntöisesti käytetään tuoreempaa puuta
- Mustalipeän ominaisuudet ligniinin erotuksen jälkeen (vaikutus soodakattilan reaktioihin ja lämpöpintoihin)
- Vesihöyrypiirin toiminnan optimointi
- Laajentaa soodakattiloista laajemmalle bioprosesseihin
- Ohjeistus soodakattilan vuototilanteesta
- Alan tulevaisuuden näkymät: edellytykset/uhat/mahdollisuudet Suomessa ja ulkomailla esim energiamuutokseen liittyen
- Uudet tuotteet/jatkojalosteet, pitäisikö tutkimusta miettiä myös näistä aiheista?
- Apupolttoaineiden suopa yms erillispoltto soodakattilassa
- Kemikaalijätteen jatkokäyttö
- Olisi kiinnostavaa kuulla esim edellisten vuosien opinnäytetyöpalkittujen nimiä ja aiheita
- Mittaustekniikan kehitys
- Biojalostuksen prosessien vaikutukset sellutehtaan ja erityisesti soodakattilan toimintaan
- Käytännönläheisten esimerkkien hyväksikäyttö
- Sulakourujen tukkeutuminen/keon ominaisuudet
- Ehkä luoda läheiset suhteet Paperi-insinööreihin
- Kattilan elinkaari ja sen mukana muuttuvat tarkastuskäytännöt
- Ääninuohous
- Onko ligniinin erotus yhteydessä sularännivaurioihin (Sunila)?
- Enemmän asiaa kattilan kunnon seurannasta ja esimerkkien muodossa
- Soodakattilan eri alueiden ja riskien kartoittamista, varsinkin uusien ligniini- ja muiden lipeän koostumusta muuttavien kehitysten aiheuttamalla osalla
- Yhdistyksen ei välttämättä tarvitse itse selvittää mitään. Yhdistyksen kokoukset voisivat olla tilaisuuksia, joissa selvityksiä tekevät tahot esittelisivät aikaansaannoksiaan
- Sulakourut
- HCE päästöt
- Materiaalijuttuja
- Rännivuodot / vuotokamerat
- Selluteollisuuden toiminnan jatkuvuutta ja kehittää edelleen alan toimijoiden osaamista sekä siirtää eläköityvän sukupolven tietotaitoa nuoremmalle sukupolvelle
- Monipuolisempaa arviointia soodakattiloista löytyy varmasti aiheita paljon laajemminkin (esim kattilan rakenteellisia näkökulmia)
- Konkreettisia tapauksia kattilan vioista, korroosio, säreily yms
- Kiertotalous
- Edelleen tulistinlineämpötilan nosto ja siihen liittyvät korroosioasiat
- Vesikemia, vesipuolen kerrostumien syntymekanismit ja kerrostumien vaikutus esim putken ylikuumentumiseen, kuumakorroosion syntyyn jne

Turvallisuus ja koulutus

- Turvallisuusnäkökohdat
- Industrial Internet soodakattiloiden käyttöturvallisuuden parantamisessa

Kunnossapito

- Seisokkien sovittamisessa, ettei tule päällekkäisyyttä ja pulaa erikoisosaaajista
- Soodakattiloiden pitkien ajojaksojen mahdollistaminen, seisokissa erityisesti tarkastettavat kohteet
- Kattilan vesipesut
- Vauriot kattiloissa
- Yhteiset ratkaisut/toimintamallit esim mitä/miten kattilaa saa remontoida.
Usein samoista asioista jauhetaan pitkään, eri paikoissa eri tavalla

YHDISTYKSEN 55-VUOTISJUHLAKYSELY

Kyllä	91 hlö
-------	--------

Ei	8 hlö
----	-------

PAIKKA

Helsinki	44
----------	----

Jyväskylä	8
-----------	---

Lappeenranta	21
--------------	----

Turku	11
-------	----

Tampere	10
---------	----

Oulu	1
------	---

Lahti	1
-------	---

Pietari	1
---------	---

LIITE 3

KTR: Sularännisuositus - alustava 15.11.2016

1 YLEISTÄ

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

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

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	1
2	SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT	3
2.1	Rännien tukkeutuminen.....	3
2.2	Sulavuoto.....	3
2.3	Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdys	3
2.4	Liuottajaräjähdykset	3
3	SULARÄNNIEN VAURIOT.....	5
4	SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET.....	7
4.1	Materiaalit	7
4.2	Tarkastukset	7
5	SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ.....	8
5.1	Jäähdytysvesi.....	8
5.2	Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit	9
5.2.1	Lappojärjestelmä	10
5.2.2	Alipainejärjestelmä.....	11
6	ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA.....	12

2 SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT

2.1 Rännien tukkeutuminen

Tukkeutuneiden sulakourujen avaamisesta tulee olla kirjalliset ohjeet. Tukkeutuneen kourun avaamiseen liittyy erittäin suuri riski. Tukoksen auettua ja sulamäärän ollessa suuri saattaa liuottajassa tapahtua voimakas sula-vesiräjähdyks.

Työhön osallistuvilla henkilöillä tulee olla työstä kokemusta. Suositeltavaa on, että kattilan käytönvalvoja saa asiasta viivyttämättä tiedon. Henkilöstön on käytettävä tähän työhön ja tarkoitukseen suunniteltuja välineitä, suojaimia ja vaatteita.

2.2 Sulavuoto

Sularännin sulavuoto kourun ohi voi johtua monesta syystä kuten esimerkiksi kiinnityskehäyksen irtoamisesta, massauksen sulamisesta tai asennusvirheestä (massauksen unohtaminen tai sen riittämättömästä tiiveydestä vajavaisen tärytyksen vuoksi).

2.3 Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdyks

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

Sularännin jäähdytysvesivuoto voi johtua monesta eri syystä kuten esimerkiksi, rännin ennen aikaisesta kulumisesta, jäähdytysvesivirtauksen katkeamisesta, jäähdytysveden liiallisesta höyrystymisestä/tulistumisesta, jäähdytysveden liiallisesta lämpötilavaihtelusta, liiallisista vesipuolen kerrostumisesta, katkonaisesta sulavirtauksesta, valmistusvirheestä, virheellisestä asennuksesta tai huollosta. Alipaineeseen perustuvissa järjestelmissä jäähdytysvesijärjestelmään voi vuodon sattua päästä sulaa, joka näkyy kohonneena pH ja johtokykynä.

Jäähdytysvesivuodon sattuessa jäähdytysvesi on katkaistava vuotavasta rännistä ja kattila ajettava alas rännin vaihtoa varten. HUOM. Jäähdytysveden sulkeminen vuotavasta rännistä aiheuttaa rännin ylikuumenemisen.

Vuotava ränni voidaan tulpata hetkellisesti turvallisen alasajon takia jos riskiä veden joutumisesta kosketuksiin sulan kanssa ei ole ja rännin jäähdytyskierto toimii suunnitellusti. Tulppauksen tekemistä suositellaan harjoiteltavan etukäteen. Tulppausta voi harkita jos vesivuoto sijaitsee sularännin alapäässä (liuottajan puoleinen pää) eikä vuoto ole niin suuri, että se häiritseisi kourun yläpäätä (tulipesän puoleinen pää) jäähdytystä. Mikäli vesivuoto sijaitsee sularännin yläpäässä, riski veden joutumisesta tulipesään on olemassa ja tulppaus ei todennäköisesti pysy paikallaan jäähdytysveden ja sulan räjähtelyn takia.

Tällöin ränniin palautetaan vesikierto rännin kattilan sisään työntyvän osuuden suojelemiseksi ns. pakkokierron avulla. Pakkokierron avulla voi myös kokeilla mikä ränneistä vuotaa, mutta sen käyttöön liittyy riskejä.

2.4 Liuottajaräjähdykset

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

- Sellutehtaan prosessihäiriöiden seurauksena polttoliipeän ja siten sulan laatu voi muuttua niin, ettei sulan liuotus toimi suunnitellusti. Ominaista näille häiriöille on mustaliipeän orgaanisen aineen alhainen osuus ja/tai alhainen valkoliipeän sulfiditeettitaso. Erityisen riskitekijän muodostaa soodakattilan pesuveden johtaminen haihduttamoon. Soodakattilan tulipesän pesuvedet tulisi käyttää mieluummin laiha-valkoliipeäksi ja johtaa matalapitoiset vedet jätevesijärjestelmään tehtaan ympäristöluvan sallissa.
- Sulakouruaukon tukkeutuessa tulipesän pohjalle kerääntyy ylimääräistä sulaa. Sulakourua avattaessa on sulan virtaus jonkin aikaa erittäin voimakasta ja muodostaa liuottajan räjähdysmahdollisuuden. Mahdollisuus tähän on erityisen suuri kattilan vesipesun jälkeen pohjalle kertyneen suolan takia, joka voi aikaansaada sulan kertymää. Vesipesun jälkeen tulee sulakourujen primääri-ilmaukkojen edusta tulipesän sisäpuolella puhalttaa vapaaksi irtosuolasta.
- Mikäli suoritetaan tulistimien pikapuhdistus, jolloin tulistimilta putoaa tulipesän pohjalle tavaraa kekosulaa alemmassa lämpötilassa.
- Voimakas sulavirtaus saattaa myös muodostaa liuottajaan pohjalle sulakasauman, koska kaikki sula ei ehdi liueta nesteeseen.
- Useamman sulakourun tukkeutuessa on lipeän syöttö tulipesään välittömästi keskeytettävä.
- Sulakourujen huuviin seinille sekä liuottimen seinille ja kattoon kerääntyy kuumia sulamöykkyjä, jotka riittävästi kasvaessaan putoavat tai niitä pudotetaan hehkuvina nesteeseen ja saattavat aiheuttaa liuottajaräjähdysten.
- Liuottajan nestepinnan ollessa liian korkea, sulan hajotus ei toimi halutulla tavalla. Tästä saattaa aiheutua liuottimen nesteen ja sulan räjähdysmäinen ryöpsähtäminen liuottimen hoitotasolle.
- Mikäli tulipesän pohjalla on keko, tulee ennen apupolttoaineen polttimen sytytystä varmistaa, että liuottajassa on riittävästi nestettä sekä sularännien jäähdytyskierto on päällä, sillä sulavirtaus saattaa alkaa nopeasti polttimen sytytyksen jälkeen. Liuottajan nestetäytön aloittaminen sen jälkeen, kun sulavirtaus on jo alkanut, johtaa todennäköisesti liuottajaräjähdykseen.
- Lipeän polton aloitus täytyy estää liuottimen pinnan ollessa alle lukitusrajan. Liuottimen pinnan mittauksen oikeellisuus on varmistettava säännöllisesti.

3 SULARÄNNIEN VAURIOT

Tyypillisiä vaurioita ja niiden ehkäisykeinoja ovat.

Vauriokohta:

1. rännin alapään/jättöreunan syöpyminen/eroosio
2. rännin yläpään/sisääntuloreunan säröily/korroosio/syöpyminen
3. rännin termisestä väsymisestä johtuva säröily (sulavirtauksen pohjalla/rajalla)
4. Jäähdytysvesipuolen korroosio
5. Massauksen pettäminen
6. Kourun vaipan eroosio
7. NaOH-korroosio

Syy/Ehkäisy:

- sulanhajotus suunnattu oikein nestepintaa kohti
- jättöreunan pinnoitus
- liuotinhönkien/huuhteluvesien kondensoituminen sularännin pinnalle
- liian korkea liuottajan pinta
- riittämätön ilmanpoisto liuottajasta esimerkiksi liuotinhönkäputken tukkeutumisen takia
- kourun alapään pitäminen kuivana
- liian korkea jäähdytysveden lämpötila
- liian suuri alipaine lisää kavitaatoriskiä
- etureunan pinnoitus
- lämpötilan vaihtelut (sula tai vesi)
- pH mittaus / hälytys
- kemikaalin syöttö
- veden laatu
- hapenpoiston toiminta
- massan riittävä kuivumisaika
- kourualueen huuhtelusuihkujen tarkkailu
- kourualueen huuhteluun käytettävän laihavalkoliipeän roiskuminen kuumille pinnoille



Kuva 3-1. Esimerkki jättöreunan syöpmisestä



Kuva 3-2. Tunkeumanestetarkastuksessa havaittuja säröjä

4 SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET

4.1 Materiaalit

Rännien materiaalivaihtoehtoja on käytössä useita. Paremman materiaalin käyttö voi pidentää rännin käyttöikää mutta ei välttämättä ratkaise kaikkia ongelmia.

- runko ja kouru hiiliterästä (P265GH / S235JR)
- runko ja kouru hiiliterästä, kourun alapää (liuottajan puoleinen pää) ja/tai yläpää (tulipesän puoleinen pää) päällehitsattu ruostumattomalla teräksellä (304L) tai nikkelipohjaisella seoksella (625). Myös koko kouru voidaan päällehitsata.
- runko ja kouru hiiliterästä, kouru pinnoitettu (clad plate) ruostumattomalla teräksellä (304L).

4.2 Tarkastukset

Uudet rännit

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

Rännejä ei suositella maalattavaksi konepajalla, suojaus voidaan tehdä esimerkiksi Tectylillä tai vastaavalla.

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

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

Käytetyt rännit

Sularännit tulee tarkastaa jokaisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä ja muissakin seisokeissa vähintään visuaalisesti. Jos ränni ei läpäise tarkastusta, se tulee vaihtaa.

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

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

5 SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

5.1 Jäähdytysvesi

Jäähdytysveden tulee täyttää seuraavat kriteerit:

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

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

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

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

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

5.2 Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit

Jäähdytysjärjestelmää suunniteltaessa tulee noudattaa seuraavia suunnittelukriteerejä:

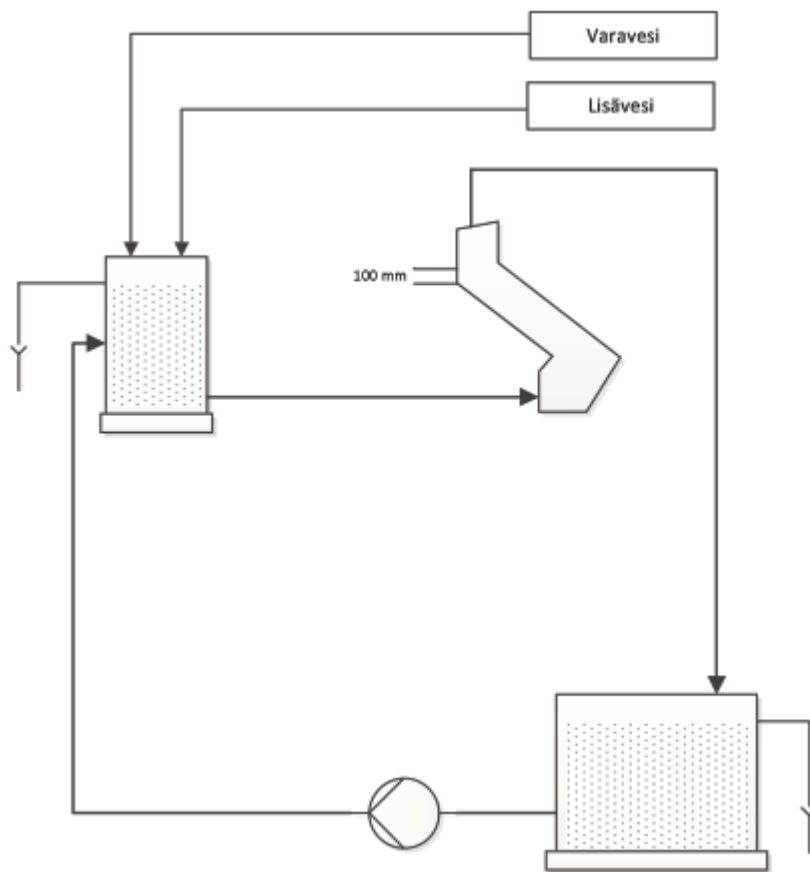
1. Sulakourujen jäähdytysjärjestelmä on rakennettava lappo- tai alipaineperiaatteella toimivaksi
2. Jäähdytysvesijärjestelmä on varustettava kahdella pumpulla, joista toinen on normaalisti toiminnassa ja toinen varalla. Varapumpun on käynnistytävä automaattisesti.
3. Jäähdytysvesijärjestelmän toiminta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

5.2.1 Lappojärjestelmä

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

Maailmalla on kuitenkin sattunut vaaratilanteita kourun yläpäähän tulleen vuodon seurauksena. Järjestelmä toimii kuten suunniteltu eli vesipinta laskee mutta samalla vesitilaan pääsee sulaa, joka voi aiheuttaa räjähdyksen kourulevyn ja ulomman vesivaipan sisällä. Räjähdys voimasta kouru voi irrota aiheuttaen vaaraa kourutasolla oleville henkilöille.

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

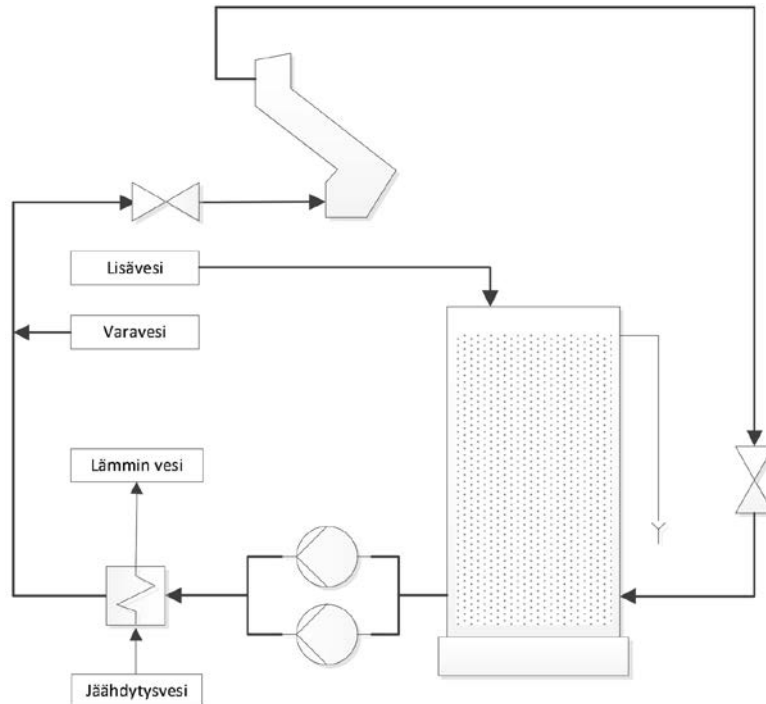


Kuva 5-1. Yksinkertaistettu esimerkki lappojärjestelmästä

5.2.2 Alipainejärjestelmä

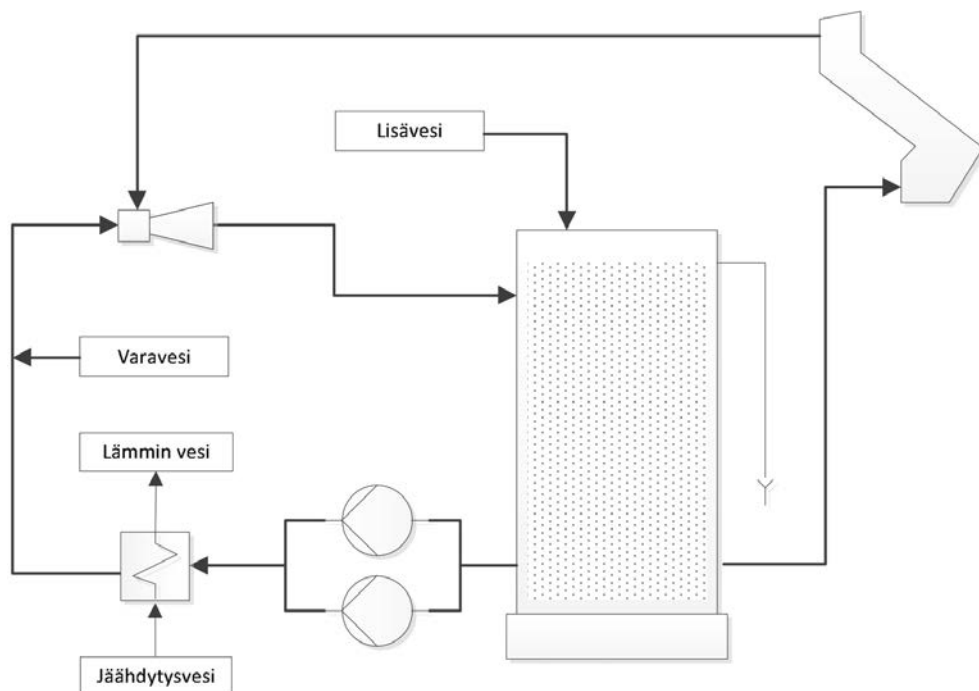
Alipainejärjestelmässä muodostetaan pieni tyhjö rännin jäähdytysvesivaipan sisään esimerkiksi venttiileillä (kuva 5-2) tai ejektorilla (kuva 5-3). Tällöin vuodon sattuessa ilman/sulan pääsy ränniin katkaisee vesikierron estäen veden pääsyn tulipesään.

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



Kuva 5-2. Yksinkertaistettu kuva venttiileihin perustuvasta alipainejärjestelmästä

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



Kuva 5-3. Yksinkertaistettu kuva ejektoriin perustuvasta alipainejärjestelmästä

6 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA



Kuva 5-4. Esimerkki jättöreunan syöpymisestä



Kuva 5-5. Vuoden kattilassa ollut pinnoittamaton ränni



Kuva 5-6. 1 ½ vuotta kattilassa ollut pinnoitettu ränni



Kuva 5-7. Esimerkki röntgenkuvasta, jossa näkyy sisäpuolen vajaa juuri.



Kuva 5-8. Esimerkki pintatarkastuksessa havaituista vioista.



Kuva 5-9. Esimerkki valmistuksenaikaisista hitsausvirheistä, mm. jyrkät liittymät näkyvät selvästi

LIITE 4

**KTR: Varo Oy, Tiiveydenvalvontajärjestelmät
– kysely tehtaille 26.10.2016**

SOODAKATTILOIDEN KÄYNNINAIKAISET TIIVEYDENVALVONTAMENETELMÄT

Kysely liittyen Soodakattilayhdistykselle tehtävään selvitykseen 2016

Tehdas _____

Kattila _____

Kattilan kapasiteetti _____

Vastaaja _____

Syöttövesi-höyryeron toiminta ja käyttö		
1	Miten luotettavasti vuoto kattilassa on havaittavissa syöttövesi-höyryeron kasvun perusteella? (1 – 5, 1 = hyvin epäluotettavasti, 2 melko epäluotettavasti 3 ei tietoa, 4 melko luotettavasti, 5 hyvin luotettavasti)	
2	Minkä kokoisen vuodon (kg/s) arvioisit tulevan tunnistetuksi syöttövesi-höyryeron kasvun perusteella?	
3	Onko syöttövesi-höyryerosta hälytys? Jos on, kuinka suuri on hälytysraja?	
4	Kuinka usein ko. hälytys aktivoituu aiheetta käyttöjakson aikana? (1 = kerran tai useammin vuorokaudessa, 2 = noin kerran viikossa, 3 = noin kerran kuukaudessa, 4 = muutamia kertoja vuodessa, 5 = ei koskaan)	
5	Minkä kokoinen vuoto (kg/s) aktivoi hälytyksen?	
6	Onko operaattoreilla käytössä käyttöohjeet, joissa on kerrottu miten tulee toimia, jos syöttövesi-höyryerosta tulee hälytys? (Kyllä / Ei)	
7	Toimivatko operaattorit ohjeet mukaan (1 = harvoin tai ei koskaan, 2 = yleensä, 3 = useimmiten, 4 = aina tai lähes aina)	
8	Kuinka usein hälytyksen toimintaa testataan normaalin ajon aikana? (0 = ei koskaan, 1 = kerran pari vuodessa, 2 = 3 – 8 kertaa vuodessa, 3 = kuukausittain)	
9	Kuinka usein vuototilanteiden hallintaa harjoitellaan normaalin ajon aikana? (0 = ei koskaan, 1 = kerran pari vuodessa, 2 = 3 – 8 kertaa vuodessa, 3 = kuukausittain)	
10	Onko kattilassa ollut vuotoja, jotka on havaittu syöttövesi-höyryeron valvonnan avulla? Milloin ja missä?	
11	Onko kattilassa ollut vuotoja, joita syöttövesi-höyryeron valvonnan perusteella ei ole havaittu? Milloin ja missä?	

Kattilavesivuodon ja kattilaveden laadun valvonta		
1	Miten luotettavasti on vuoto keittopinnassa tai tulipesässä havaittavissa kattilaveden laimenemisen perusteella? (1 – 5, 1 = hyvin epäluotettavasti, 2 = melko epäluotettavasti 3 = ei tietoa, 4 = melko luotettavasti, 5 = hyvin luotettavasti)	
2	Minkä kokoisen vuodon (kg/s) arvioisit tulevan tunnistetuksi kattilaveden laimenemisen tai kemikaalitaseen perusteella lasketun kattilavesivuodon (jos sellainen on käytössä) kasvun perusteella?	

3	Onko käytössä kattilavesivuodon laskenta, jos on, kuinka suuri on hälytysraja?	
4	Kuinka usein ko. hälytys aktivoituu aiheetta käyttöjakson aikana? (1 = kerran tai useammin vuorokaudessa, 2 = noin kerran viikossa, 3 = noin kerran kuukaudessa, 4 = muutamia kertoja vuodessa, 5 = ei koskaan)	
5	Onko operaattoreilla käytössä käyttöohjeet, joissa on kerrottu miten tulee toimia, jos kattilavesivuodosta tulee hälytys? (Kyllä / Ei)	
6	Onko fosfaatin annostelu ja ulospuhalluksen ohjaus järjestetty niin, että kattilavuodon aiheuttamasta kattilaveden johtokyvyn laskusta saadaan hälytys?	
7	Onko operaattoreilla käytössä käyttöohjeet, joissa on kerrottu miten tulee toimia, jos kattilaveden johtokyky laskee epätavallisen paljon? (Kyllä / Ei)	
8	Testataanko kattilavesivuodon valvontaa määräjain? Jos testataan, kuinka usein (0 = ei koskaan, 1 = kerran pari vuodessa, 2 = 3 – 8 kertaa vuodessa, 3 = kuukausittain)	
9	Testataanko kattilan höyrystinosan tiiveyttä käytön aikana määräjain tai tarvittaessa? Jos testaus tehdään määräjain, kuinka useasti (0 = ei koskaan, 1 = kerran pari vuodessa, 2 = 3 – 8 kertaa vuodessa, 3 = kuukausittain)	
10	Onko kattilassa ollut vuotoja, jotka on havaittu kattilavesivuodon tai kattilaveden laadun valvonnan avulla? Milloin ja missä?	
11	Onko kattilassa ollut vuotoja, joita kattilavesivuodon tai kattilaveden laadun valvonnan perusteella ei ole havaittu? Milloin ja missä?	

Akustisen emission valvonta

1	Onko käytettävissä akustisen emission antureita, joilla voidaan havaita vuoto kattilassa?	
2	Jos on, niin kuinka monta, missä ja millaisia (rakennetta vai vapaata tilaa kuuntelevia)?	
3	Miten suuri osa tulipesästä, keittopinnasta ja verhoista on akustisen emission valvonnan piirissä?	
4	Minkä kokoisen vuodon arvioisit tulevan havaituksi akustisen emission seurannan perusteella?	
5	Onko kattilassa ollut vuotoja, jotka on havaittu akustisen emission valvonnan avulla? Milloin ja missä?	
6	Onko kattilassa ollut vuotoja, joita akustinen emissio ei ole havainnut? Milloin ja missä?	

Tapahtuneet vuodot

1	Onko kattila ajettu viimeisen viiden vuoden aikana alas ilman pikapysäytystä vuodon tai vuotoepäilyn takia?	
2	Jos on, niin missä kohtaa kattilaa vuoto oli (1 = ekoissa, 2 = tulistimissa, 3 = keittopinnassa, tulipesässä tai verhoissa ja vesi valui tulipesään tai savukaasukanavaan, 4 = keittopinnassa, tulipesässä tai verhoissa, mutta vesi valui kattilahuoneeseen, 5 = ei missään, vuotoepäily oli aiheeton)	
3	Kuinka pitkään vuotoa seurattiin ennen alasajoa?	

4	Kuinka suuri vuoto oli alasajon aikaan (kg/s)?	
5	Miten vuodon paikka varmennettiin (1 = tekemällä kattilahuonekierros, 2 = seuraamalla kattilaveden laimenemista valvomossa, 3 = akustisen emission antureiden näyttämien perusteella, 4 = jollakin muulla keinoin – miten?)	
6	Onko kattilalle tehty pikapysäytys? Jos on, niin mistä syystä pikapysäytys tehtiin? Oliko pikapysäytys perusteltu?	
7	Onko kattilalla ollut vuotoja, joissa pikapysäytys olisi pitänyt tehdä? Jos on, niin miksi pikapysäytys jäi tekemättä?	
8	Onko kattilalle tehty pikatyhjennys? Jos on, niin mistä syystä pikatyhjennys tehtiin? Oliko pikatyhjennys perusteltu?	
9	Onko kattilassa ollut vuotoja, joissa pikatyhjennys olisi pitänyt tehdä? Jos on, niin miksi pikatyhjennys jäi tekemättä?	
10	Onko kattilassa ollut vuotoja, joissa kattilan turvallisuusjärjestelmä on pysäyttänyt kattilan käytön? Jos on, niin mikä lukitus pysäytti kattilan käytön?	
11	Onko kattilassa ollut vuotoja, joissa turvallisuusjärjestelmät eivät pysäyttäneet kattilan käyttöä, vaikka kattilassa oli vuoto, josta vettä saattoi päästä tulipesään?	

LIITE 5

**YTR: VTT, Soodakattilan NOx-päästön riippuvuus puuraaka-aineen
typpipitoisuudesta - tilannekatsaus 24.11.2016**



Typpikatsauksen tilanne

SKY/YTR 24.11.2016

Klaus Niemelä

Nitrogen in wood and its fate in kraft pulping

§ Kolme pääaihetta

- § Puun typpipitoisuus ja sen vaihteluun vaikuttavat tekijät
- § Puun typpiyhdisteet (proteiinit, vapaat aminohapot, muut)
- § Puun typpiyhdisteiden käyttäytyminen keitossa

§ Aineisto

- § Aikaisemmissa projekteissa kerätty
- § Uudet haut VTT:n käytössä olevista lähteistä
- § Rempulp-projektin (2000-2002) julkaisemattomat tulokset keiton ja haihdutuksen osalta

§ Raportti kommenteille viikolla 48

Tavoitteet vs. materiaalin kattavuus

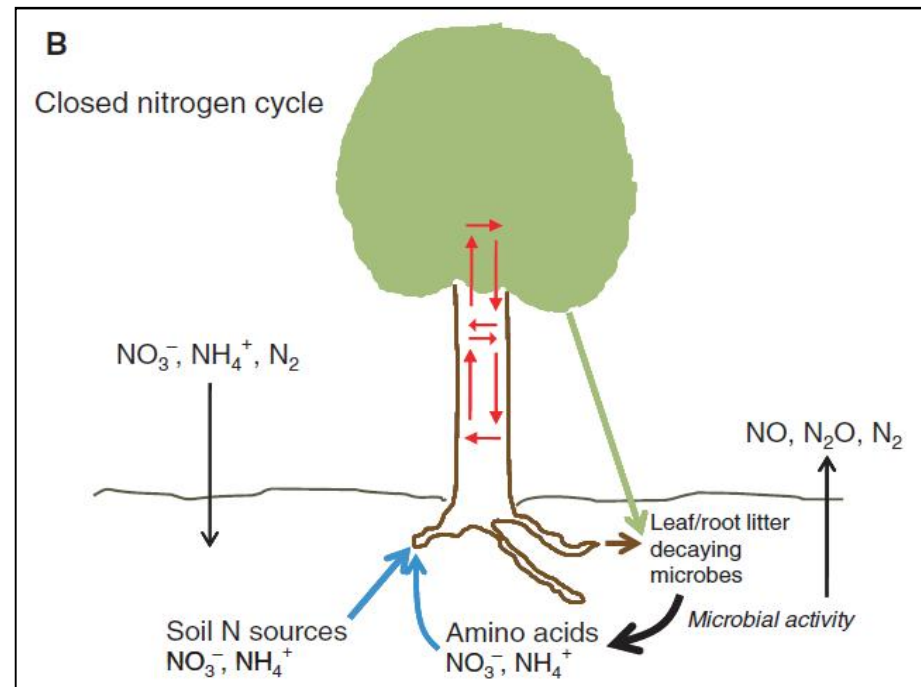
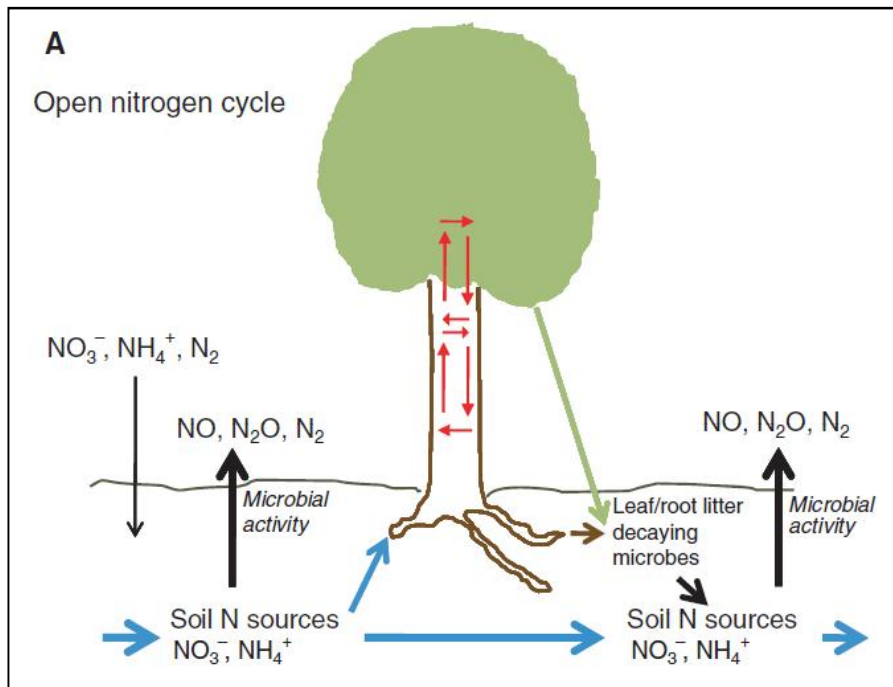
§ Niukan puoleisesti julkaistu:

- § Kotimaisen männyn ja koivun typpipitoisuuksia v. 2000-.
- § Lannoituksen vaikutuksia yksikössä ”% typpeä puussa”.
- § Proteiinien ja aminohappojen käyttäytyminen alkalissa korkeassa lämpötilassa, esim. ammoniakkin muodostuminen.

§ Runsaasti julkaistu:

- § Typpipitoisuuden vaihtelu puun eri osissa (esimerkkejä), ml. kuori. Aina ei taulukoituja lukuja vaan tulokset ”epätarkkoina” kuvina.
- § Typen yleinen merkitys puun kasvulle (aina ei typpipitoisuuksia analysoitu), typen kiertokulku metsissä.
- § Radiata-männyn ja muiden havupuiden typpikysymyksiä (useita esimerkkejä otettu mukaan).
- § Puun proteiinit, myös soluseinän rakennemateriaaleina (eritoten viim. 15-20 v. aikana), vastaavat analyysimenetelmät.

Typen kierto metsässä



Nitrogen nutrition of trees in ecosystems with an 'open ecosystem nitrogen cycle' (a) and a 'closed ecosystem nitrogen cycle' (b).

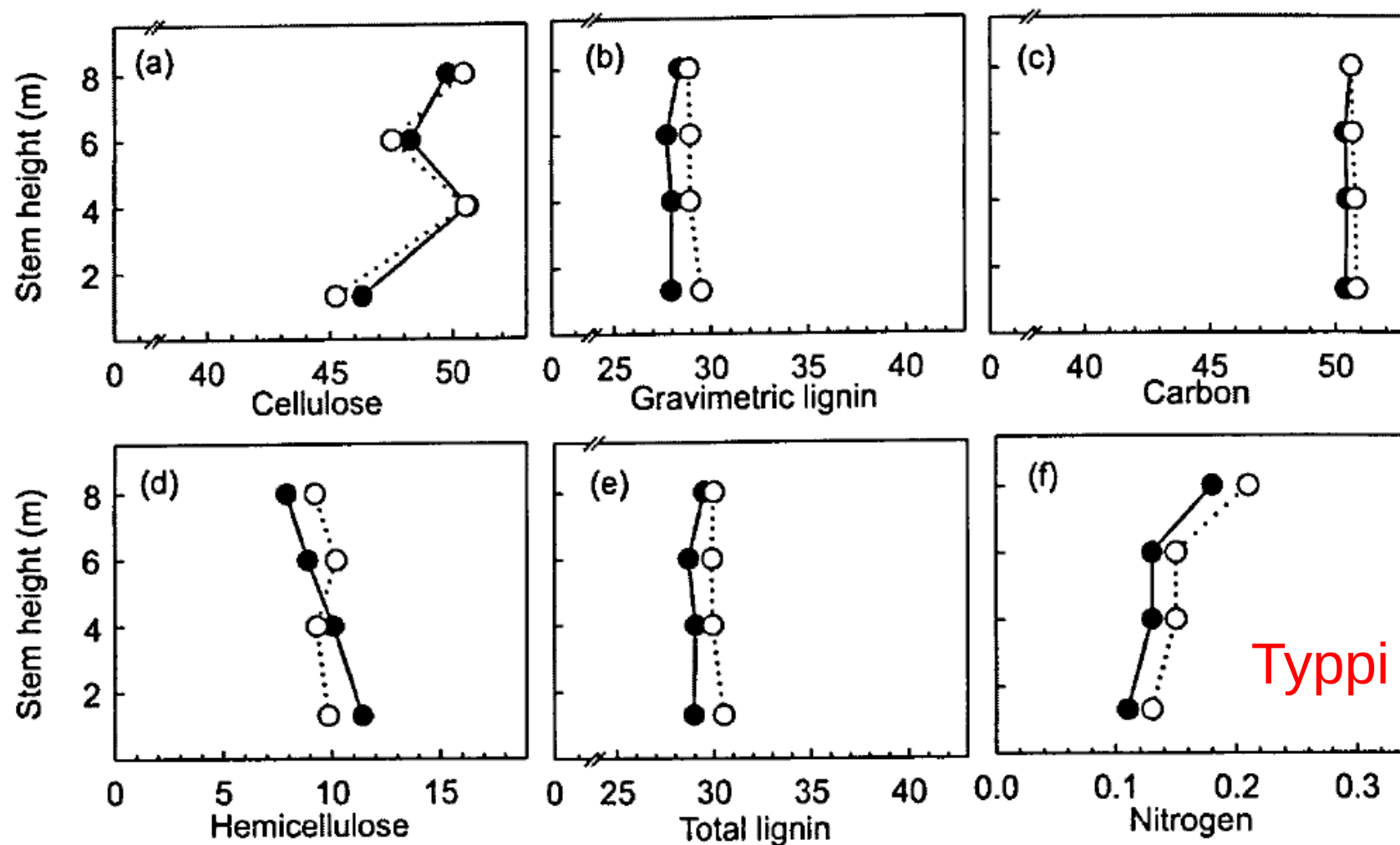
Black arrows indicate nitrogen fluxes between the soil and atmosphere and within the soil associated with microbial activity; blue arrows represent nitrogen fluxes from the soil water into plants roots (A and B) and within the moving water table (A). Red arrows highlight tree internal nitrogen cycling between the leaves and stem.

Typpitoisuuksista – mänty (*P. sylvestris*)

Yhteenvetotaulukko raportista

Country	N (%)	Table or Figure	Reference
Finland	0.07	Table 3.32	Nurmi et al. (1997)
Finland	0.048	Table 3.30	Telkkinen (1996, 1999)
Finland	0.045	Table 3.29	Varhimo (1988)
Finland	0.040	Table 3.29	Varhimo (1988)
Finland	0.043	Table 3.29	Varhimo (1988)
Finland	0.060	Table 3.29	Varhimo (1988)
Finland	0.050	Table 3.29	Varhimo (1988)
Finland	0.05-0.1	Figs. 3.31-3.36	Siltala (1988)
Finland	0.06		Häsänen and Huttunen (1989)
Sweden	0.19	Table 3.33, Fig. 3.45	Anon. (1999)
Sweden	0.078	Table 3.31	Hedenberg (1996)
Sweden	0.068	Table 3.31	Hedenberg (1996)
Sweden	0.048	Table 3.31	Hedenberg (1996)
Sweden	0.06	Fig. 3.39	Terziev (1995)
Germany	0.07	Table 3.22	Marutzky and Roffael (1977)
Germany	0.06-0.09	Table 3.21	Adelsberger and Petrowitz 1976
Germany	0.04-0.05	Figs. 3.6-3.11	Becker (1962)
England	0.07-0.097	Table 3.20	Bletchly (1969)
Switzerland	0.060	Table 3.36	Keller and Nussbaumer (1993)
Corsica	0.064	Fig. 3.3	Wright (1957)

Lannoituksen vaikutus – esimerkki kuusipuu



I Kontrolli m Optimilannoitus (Kaakinen et al. 2009)
(Tällaisia esimerkkejä julkaistu varsin vähän)

Esimerkki vuodenaikaisvaihtelusta (pintapuu)

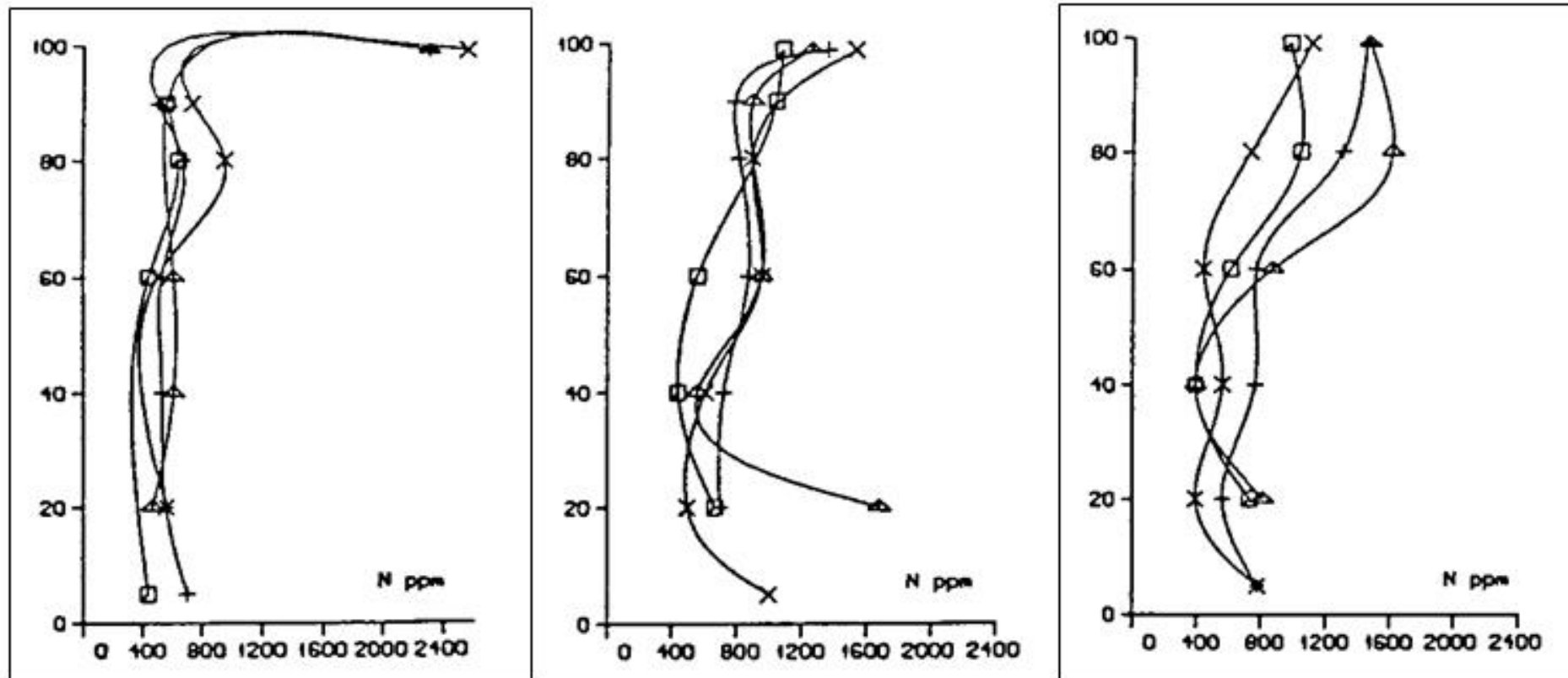


Fig. 3.36. Seasonal variation in vertical nitrogen content in outer sapwood of pine: mature trees (left), young trees (middle), and seedlings (right), according to Siltala (1988). Sampling in February (x), May (□), July (⊗), and September (+).

Esimerkki Pohjois-/Etelä-Suomi-vaihtelusta (Kuusipuu, Kaakinen et al. 2007)

Table 5 Wood component concentrations (% DM) and ratios from the pith to the bark in the northern site (Kemijärvi) and in the southern site (Heinola) in Finland

Annual ring sections	Carbon		Nitrogen		Carbon/nitrogen		Total lignin/nitrogen	
	U	F	U	F	U	F	U	F
The northern site								
1958–1962	49.92 ± 0.05	50.00 ± 0.24	0.112 ± 0.008	0.098 ± 0.013	455 ± 33	542 ± 73	277 ± 17	316 ± 44
1965–1969	49.66 ± 0.09	49.93 ± 0.07	0.110 ± 0.004	0.108 ± 0.009	455 ± 19	481 ± 42	263 ± 10	281 ± 24
1975–1979	49.76 ± 0.05	49.95 ± 0.10	0.120 ± 0.004	0.112 ± 0.007	417 ± 16	452 ± 25	242 ± 11	259 ± 13
1985–1989	49.52 ± 0.17	49.63 ± 0.20	0.102 ± 0.016	0.136 ± 0.007	553 ± 113	365 ± 17	317 ± 62	213 ± 8
1993–1997	49.66 ± 0.04	49.65 ± 0.13	0.130 ± 0.000	0.143 ± 0.008	382 ± 0	351 ± 18	222 ± 4	204 ± 13
1998–2002	49.83 ± 0.17	49.35 ± 0.22	0.133 ± 0.009	0.148 ± 0.003	381 ± 26	335 ± 7	221 ± 18	190 ± 7
The southern site								
1963–1967	50.70 ± 0.24	50.64 ± 0.08	0.088 ± 0.008	0.094 ± 0.005	596 ± 54	544 ± 29	345 ± 32	317 ± 17
1973–1977	50.76 ± 0.15	50.78 ± 0.10	0.076 ± 0.007	0.100 ± 0.007	693 ± 65	518 ± 38	403 ± 40	299 ± 20
1983–1987	50.60 ± 0.09	50.76 ± 0.06	0.106 ± 0.011	0.102 ± 0.008	503 ± 62	510 ± 41	291 ± 38	288 ± 26
1993–1997	50.42 ± 0.10	50.56 ± 0.08	0.108 ± 0.004	0.118 ± 0.012	469 ± 17	457 ± 67	265 ± 7	258 ± 39
1998–2002	50.28 ± 0.07	50.24 ± 0.08	0.150 ± 0.012	0.140 ± 0.004	343 ± 26	360 ± 12	193 ± 14	201 ± 6

Note. Trees were either unfertilised (U) or nitrogen-fertilised (F). Values are means of five trees ± SE. For statistics, see Table 4.

Puun tyyppiyhdisteet

- § Proteiinit ja aminohapot tärkeimmät, hyvin vähän muita orgaanisia tai mitään epäorgaanisia yhdisteitä
- § Vapaat aminohapot
 - § Esiintyy jonkin verran, määritetty useista puulajeista
- § Proteiinit
 - § Puun proteiinit (rakenteet ja tehtävät) huomattavan mielenkiinnon kohteina viim. 20 v. aikana
 - § Tunnetuimmat ryhmät extensins, glycine-rich proteins, proline-rich proteins ja arabinogalactan proteins.
 - § Useita eri tehtäviä.
 - § Osa ilmeisesti kovalenttisesti sitoutuneina ligniiniin (soluseinässä).

Esimerkki havupuiden soluseinäproteiineista (aminohappokoostumukset, Loopstra 2000)

Table 1. Amino acid compositions of six conifer cell wall proteins.

Amino acid	1p1	1p2	2PELP	3PtX3H6	3PtX14A 9	4LP5
Hyp	28.1	29.2	11.5	ND	ND	ND
Pro	21.3	14.2	24.0	28.3	9.8	0
Asx	0	0	8.1	0.7	5.3	6.3
Thr	1.5	4.5	4.8	20.0	5.7	0.5
Ser	2.5	6.8	6.3	13.1	11.7	20
Glx	0	2.9	3.2	1.4	7.3	2.0
Gly	0.6	2.0	7.9	1.4	7.3	42.0
Ala	0	4.1	6.4	18.6	14.2	10.7
Val	17.3	6.5	5.7	9.0	8.5	1.5
Ile	8.9	0.9	1.3	1.4	2.8	1.0
Leu	0	1.8	3.0	3.5	7.7	5.4
Tyr	4.9	4.6	4.1	0	2.0	5.4
Phe	0	0.7	1.5	1.4	4.9	1.0
Lys	11.0	14.9	8.5	1.4	2.8	1.0
His	1.2	6.0	0.8	0	0.8	0.0
Arg	1.9	0.6	2.2	0	2.0	2.0
Met	ND	ND	0.8	0	1.2	1.0
Cys	ND	ND	ND	0	1.2	0.5
Trp	ND	ND	ND	0	1.6	0.0

Sulfaattikeitossa...

- § Puun tyydestä yli 95% vapautuu keittoliemeen, massassa jäävät mahdollisia
- § Osa proteiineista pilkkoutuu, aminohappoja vapautuu, osa aminoryhmistä vapautuu ammoniakkinä
- § Osa jää ligniiniin kiinni (kerasaostuu ligniinin kanssa pH:ta laskettaessa)
- § Näitä kysymyksiä on tutkittu lähemmin ainoastaan Rempulp-projektissa (2000-2002); päätulokset raportissa
- § Ammoniakki poistuu lipeästä haihdutuksessa (metanolin tärkein typpiyhdiste)
- § Typen käyttäytymiseen itse keitossa ei juuri voida vaikuttaa; haihdutuksessa ammoniakin syntyä (ja siirtoa lauheteisiin) voidaan hieman lisätä erillisellä lipeän lämpökäsittelyvaiheella.

Ammoniakin muodostumisesta

The formation of ammonia from casein by digestion with 1 M NaOH solution at 170 °C.

Time (h)	Total-N, mg/l	Amm-N, mg/l	% Amm-N
0.5	1255	210	16.7
1	1234	224	18.2
2	1283	258	20.1
4	1210	278	23.0

The formation of ammonia (% of total nitrogen) after alkali treatment of selected model compounds at 160 or 170 °C for 30 min.

Material	160 °C, NaOH	170 °C, NaOH	170 °C, NaOH/Na ₂ S
4-Hydroxyproline	8.0	n.s.*	n.s.
Glycine	0.6	1.2	0.5
Serine	13.5	22.0	19.5
Valine	1.4	1.6	0.4
Aspartic acid	n.s.	7.4	n.s.
Glutamic acid	n.s.	1.4	n.s.
Proline	n.s.	2.3	n.s.
Phenylalanine	n.s.	3.6	n.s.
Lysine	n.s.	1.5	n.s.

*ns; not studied.

Laboratoriokeiton mahdollinen tyypitase

Rough black liquor nitrogen balance (laboratory cooks)

Ammonia	10-15%
Amino acids	10-15%
Cyclic compounds	2-5%
Lignin-bound	15%
Other (proteins?)	40-50%

LIITE 6

**YTR: Oy Sirra Ab, Viherlipeäsakan syrjäytyspesu, osa 2
– alustava raportti 15.11.2016**

VIHERLIPEÄSAKAN SYRJÄYTYSPESU

Osa 2: alkuaineet

Kurt Sirén

Oy Sirra Ab

31.10.2016

Oy Sirra Ab

Bondarbyntie 177

02420 Jorvas

YHTEENVETO TULOKSISTA

Viherlipeäsakka voidaan erottaa ja pestä viherlipeästä syrjäytyspesulla. Pesumenetelmässä lipeä syrjäytetään vedellä vastavirtaperiaatteella pystysuorissa putkissa. Erotus ja pesu voidaan suorittaa ilman meesän käyttöä apuaineena. Kaatopaikalle läjitettävän sakkajätteen määrää voidaan siten vähentää noin puolella verrattuna perinteiseen pre-coat-suodatukseen.

Syrjäytyspesua tekniikkana tutkittiin aikaisemmassa Soodakattilayhdistyksen hankkeessa "Viherlipeäsakan syrjäytyspesu". Esillä olevassa hankkeessa tutkittiin raskasmetallien ja hivenaineiden pitoisuuksia ja kulkeutumista käyttäen ensimmäisestä osahankkeista saatuja näytteitä. Lisäksi työssä selvitettiin syntyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuus, ja tutkittiin mineraalien kuten pirssoniitin käyttäytymistä.

Alkalisuolojen eli lipeäkomponenttien osalta pesutehokkuus oli käytetyillä putkistoilla ja pesuvesimäärillä suunnilleen sama kuin pre-coat-suodatuksessa. On kuitenkin selvää, että näitä säättämällä on mahdollista päästä hyvinkin paljon parempaan pesutulokseen.

Kaatopaikkakelpoisuustestissä jäte luokiteltaisiin "tavanomaiseksi jätteeksi", joskin suurin osa aineista täytti "pysyvän jätteen" edellytyksiä.

Mineraalitutkimus osoitti, että pirssoniitti hajosi kokeessa liuenneeksi natriumkarbonaatiksi ja kiinteäksi kalsiumkarbonaatiksi. Sama tulos saatiin myös samalta tehtaalta hankitulla pre-coat-suodatetulla sakalla.

Viherlipeäsakan määrää voidaan syrjäytyspesulla vähentää 50–60 % pre-coat-suodatukseen verrattuna.

Syrjäytyspestyn sakan kuiva-ainepitoisuus on alhainen. Mikäli sakka viedään kaatopaikalle lopullista sijoitusta varten, on siitä poistettava vettä. Ajatuksena on kuitenkin, että sakka prosessoidaan edelleen hyödykkeiksi, ja siten eliminoidaan jäte kokonaan. Siihen tarkoitukseen pesty sakkaliete on hyvä lähtökohta.

Yksi mahdollisuus hyötykäyttöön olisi metsälannoite, jolloin metsästä tuodut ravinteet palautuisivat takaisin metsään. Yhdistettynä lentotuhkan kaliumin kanssa jätesakan ravinnekoostumus olisi hyvä tähän käyttötarkoitukseen. Lannoitekäyttöä on rajoittanut kadmiumin ja eräiden muiden metallien pitoisuudet. Todettiin että lievällä happokäsittelyllä voidaan hallita raskasmetallipitoisuuksia.

Uusissa potentiaalisissa sakan käyttökohteissa on syytä kiinnittää huomiota rikkivetyvaaraan. Vaikka alkalisulfidit on melko hyvin pesty pois, jäännökset ovat silti riittävän suuria aiheuttamaan vaaraa, jos sakka joutuu happamaan ympäristöön. Tämä koskee muita pesumenetelmiä yhtä paljon kuin syrjäytyspesua. Sulfidi olisi siksi poistettava täydellisesti tavalla tai toisella.

Sisällys

1	PROJEKTIN TAVOITE JA TAUSTA	3
1.1	Tausta	3
1.2	Tavoite	3
1.3	Syrjäytyspesu	3
2	TULOKSET	4
2.1	Koemateriaali	4
2.2	Analyysit	5
2.3	Tulokset, alkuaineet	5
2.4	Kaatopaikkakelpoisuus	8
2.5	Mineraalimääritykset	9
3	TASEET	10
3.1	Vesi- ja materiaalitase	10
3.2	Alkuainetase	11
4	JÄTTEEN MÄÄRÄ.....	13
5	TEKNINEN TOTEUTUS	13
6	VERTAILU MUIHIN TEKNIIKOIHIN	14
7	HYÖTYKÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	15
7.1	Metsälannoite	16
7.2	Jatkokäsittelyprosessi.....	17
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	17

1 PROJEKTIN TAVOITE JA TAUSTA

1.1 Tausta

Syrjäytyspesun tarkoituksena on pestä viherlipeä, eli liukoiset alkalisuolat, pois viherlipeäsakasta ilman meesaa, ja siten vähentää kaatopaikalle menevän sakan määrää. Perinteisellä pre-coat-suotimella noin puolet lavalle menevästä sakasta on meesaa, ja tämän jäädessä pois jätteen määrä vähenee vastaavasti. Arvioiden mukaan Suomessa syntyy noin 80 000 tonnia viherlipeäsakkaa vuodessa (1). Määrän vähentämiseen liittyy siten merkittäviä kaatopaikkakustannusten säästöjä. Pitkällä tähtäimellä pyrkimyksenä on käyttää sakka hyödyksi kokonaisuudessaan, esim. metsälannoitteena, maarakennusaineena tai muuna hyödykkeenä, kiertotalousajattelun mukaisesti.

Syrjäytyspesussa sakka pestään vedellä pystysuorassa putkijärjestelmässä vastavirtaperiaatteella. Vuonna 2015 toteutetussa SKY:n hankkeessa ”Viherlipeän syrjäytyspesu” kokeiltiin menetelmän toimivuutta (2). Työn raportissa todettiin menetelmän toimivan, ja että sakasta voidaan pestä natrium ym. vesiliukoiset aineet kyseisellä tavalla. Hankkeen päätarkoituksena oli menetelmän toimivuuden selvittäminen eikä kattavia analyysejä tehty. Tässä hankkeessa työtä jatkettiin selvittämällä raskas- ym. metallien kulkua, tutkimalla kaatopaikkakelpoisuus ja vertailemalla menetelmä muihin tekniikoihin.

1.2 Tavoite

Hankkeen tavoitteena oli selvittää viherlipeäsakan raskasmetallipitoisuudet syrjäytyspesun jälkeen, ja se mitkä haitalliset aineet mahdollisesti kulkeutuvat takaisin kemikaalikiertoon tuotelipeän mukana. Työssä verrattiin myös pestyn sakan pitoisuuksia pre-coat-suodatetun sakan pitoisuuksien kanssa.

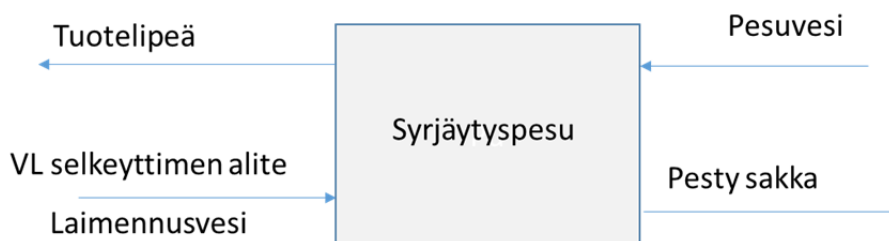
Mielenkiinnon kohteena olivat tässä työssä haitalliset raskasmetallit, erityisesti kadmium ja lyijy, sekä hyödylliset hivenaineet lannoitekäyttöä ajatellen. Kokonaispitoisuuksien määrityksien lisäksi työssä toteutettiin ns. kaatopaikkaselvitys. Kaatopaikkatestauksessa aineelle tehdään liukoisuustesti ravistelulla ja määritetään testiin kuuluva ainejoukko.

Etukäteen heränneitä tutkimuskysymyksiä olivat mm. kulkeutuuko takaisin tehtaan kemikaalikiertoon palautettavien virtojen mukana haitallisia aineita, ja vapautuuko pirssoniittiin sidottu natrium pesun aikana. Pirssoniitti aiheuttaa natriumhäviöitä ja kasvattaa tarpeettomasti jätteen määrää.

1.3 Syrjäytyspesu

Syrjäytyspesua on kuvattu tarkemmin raportissa ”Viherlipeän syrjäytyspesu”. Pesu tehdään laitteistossa, joka koostuu rivistä yhteen kytkettyjä pystysuorassa olevia putkia. Ensimmäiseen putkeen syötetään sakkalietettä, jolloin samalla viimeisen putken pohjasta poistuu ulos valmiiksi pestyä sakkaa. Sakan annetaan laskeutua,

minkä jälkeen päällä oleva kirkas lipeä syrjäytetään ulos syöttämällä putkirivin toiseen päähän pesuvettä. Näin saadaan sakka kulkemaan järjestelmän läpi toiseen suuntaan, ja pesuvesi vastakkaiseen suuntaan. Kuvassa 1 on esitetty syrjäytyspesun periaate kaaviona.



Kuva 1. Syrjäytyspesun tase.

Tuotelipeä on tarkoitettu palautettavaksi tehtaan kemikaalikiertoon, lähinnä sulaliuottajaan. Se on hieman laimeampaa kuin normaali viherlipeä, sillä osahankkeessa 1 todettiin, että selkeytys on tehtävä alhaisessa sakeudessa, jotta selkeytyminen tapahtuisi kohtuullisessa ajassa. Kokeissa käytettiin laimennussuhdetta: yksi osa viherlipeäselkeyttimen alitetta ja neljä osaa vettä. Tämän lisäksi prosessiin tuodaan pieni määrä pesuvettä. Jos veden käyttöä halutaan vähentää, on mahdollista kierrättää ja samalla väkevöittää tuotelipeää ja korvata tällä puhdasta pesuvettä.

2 TULOKSET

2.1 Koemateriaali

Osahankkeesta 1 saatuja näytteitä analysoitiin tässä työssä. Näytteet olivat:

- 1) lähtöaineena ollut sellutehtaan viherlipeäselkeyttimen alite,
- 2) syrjäytyspesulla pesty sakka,
- 3) tuotelipeä ja
- 4) tehtaan pre-coat-suotimesta otettu tavanomainen sakka.

Näiden lisäksi analysoitiin:

- 5) syrjäytyspesulla pesty sakka, joka oli käsitelty laimealla rikkihapolla.

Happokäsittelyn tarkoituksena oli selvittää, voidaanko sen avulla olennaisesti vähentää raskasmetallipitoisuuksia, erityisesti kadmium- ja lyijypitoisuuksia. Etua happokäsittelyllä pyritään saamaan, mikäli sakassa olevasta kadmiumista ja lyijystä muodostuu ongelma lannoitekelpoisuuden tai muun käytön kannalta. Tarkoituksena oli myös saada viitteitä siitä, millainen mahdollinen jatkokäsittelyprosessi voisi olla.

2.2 Analyysit

Näytteistä määritettiin alkuaineiden kokonaispitoisuudet ja kaatopaikkakelpoisuus standardin SFS-EN 12457-2 mukaan. Määritykset tehtiin Labtiumissa ICP-OES:llä ja ICP-MS:llä.

Pirssoniitin esiintymisen selvittämiseksi tehtiin röntgendiffraktiomääritys lähtöaineesta, eli selkeyttimen alitteesta, syrjäytyspesulla pestystä sakasta sekä vertailun vuoksi pre-coat suodatetusta tehdasnäytteestä.

2.3 Tulokset, alkuaineet

Alkuaineanalyysien tulokset on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Alkuainemäärityksien tulokset.

Aine	Viherlipoä-sakkaselk. Alite k.a.ssa [mg/kg]	Syrjäytys-pesty sakka k.a.ssa [mg/kg]	Pre-coat suotimelta k.a.ssa [mg/kg]	Tuotelipoä [mg/l]	Happokäsitelty syrjäytyspesty k.a.ssa [mg/kg]
Al	1500	9800	9100	0,1265	5400
Ba	72	450	450	0,218	62
Ca	8800	65000	160000	1,3	58000
Cd	3	20	19	<0,00002	8,2
Co	4,2	26	25	<0,00001	13,5
Cr	36	240	220	0,0022	114
Cu	51	200	300	0,0017	220
Fe	1200	7800	7400	0,08	4200
K	59000	4900	3800	2500	5600
Mg	4725	35000	56000	0,20	35000
Mn	5100	31000	31000	0,061	18000
Mo	5,5	<1	<1	0,2	<1
Na	405000	26000	43000	16800	25000
Ni	25	110	100	<0,0005	90,5
P	270	750	1300	7,2	400
Pb	6,8	50	35	0,00059	13,1
S	120000	30000	29000	5100	170000
Sb	1,7	4,0	3	0,008	<0,1
Si	630	2500	1800	22,7	260
Sr	59	240	340	0,037	230
V	<1	<1	<1	0,16	0,83
Zn	800	4100	4200	0,043	2500
Li	2,1	2,4	1,6	0,074	0,55
Se	<0,01	0,12	0,04	0,023	<0,01
B	161	29,5	12,4	6,8	3,8

Syrjäytyspesulla tuotettu sakka ei poikkea merkittävästi tavanomaisesta pre-coat-suodatetusta sakasta tiettyjä alkuaineita lukuun ottamatta. Luonnollisesti kalsiumpitoisuus on pre-coat-sakassa suurempi, samoin kuin joidenkin meesakiertoon kerääntyvien tai ostokalkin mukana tulevien aineiden pitoisuudet. Tällaisia ovat magnesium ja fosfori. Liukoisten aineiden eli alkalisuolojen määrä on riippuvainen pesutehokkuudesta. Natriumpitoisuuden perusteella olisi nähtävissä, että pesu oli jopa hieman tehokkaampi syrjäytyspesulla kuin pre-coat-pesulla, mutta kalium ja rikki taas eivät osoita samaan suuntaan. Karkeasti ottaen näyttää siltä, että syrjäytyspesulla saavutettiin suurin piirtein sama pesuvaikutus kuin tehtaan pre-coat-suotimella. Huomioitavaa on että pre-coat-sakan määrä on noin kaksinkertainen verrattuna syrjäytyspesuun, ja natriumhäviöt ovat siten samassa pitoisuudessa noin kaksinkertaiset. Syrjäytyspesun tehokkuutta on mahdollista vielä kohentaa lisäämällä putkia tai pesuveden määrää.

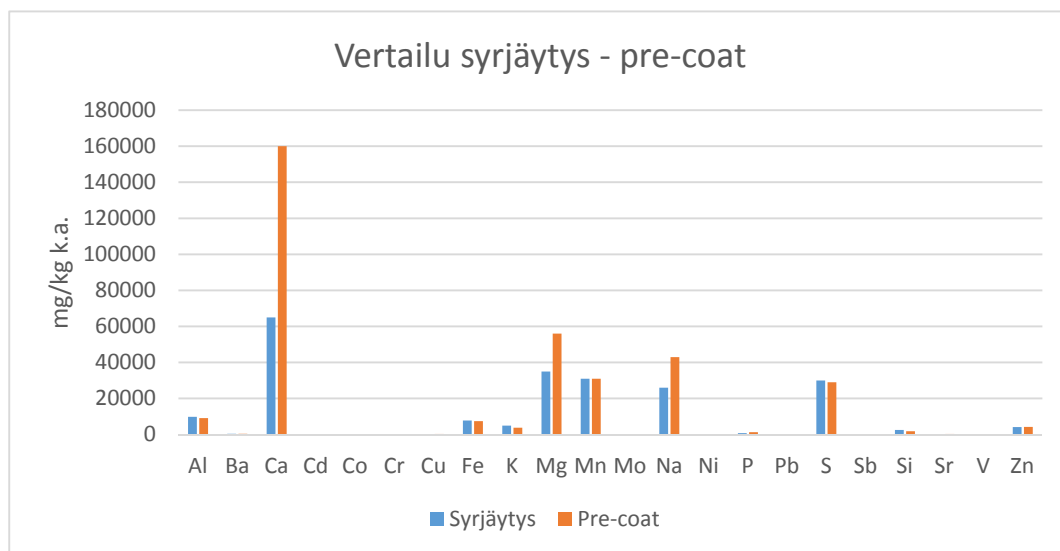
Hivenainepitoisuudet (Al, Cd, Co, Cr Fe, Ni, Pb, Sb, Si, Li, Se, B) ovat jopa hieman suuremmat syrjäytyspesun jälkeen kuin pre-coat-sakassa. Tämä voi johtua siitä, että pre-coat-sakassa meesa ikään kuin laimentaa soodakattilasta tulevaa sakkaa, niiden aineiden kohdalla joiden pitoisuus meesassa on pienempi. On tietenkin huomioitava että sakan määrä on syrjäytyspesulla pienempi, eli hivenaineet ovat enemmän konsentroituja pienempään sakkamäärään.

Happokäsittelyllä voidaan alentaa kadmiumin ja lyijyn pitoisuuksia. Tämä on merkittävä seikka metsälannoitekäytön kannalta. Tätä seikkaa käsitellään tarkemmin kohdassa 7.1.

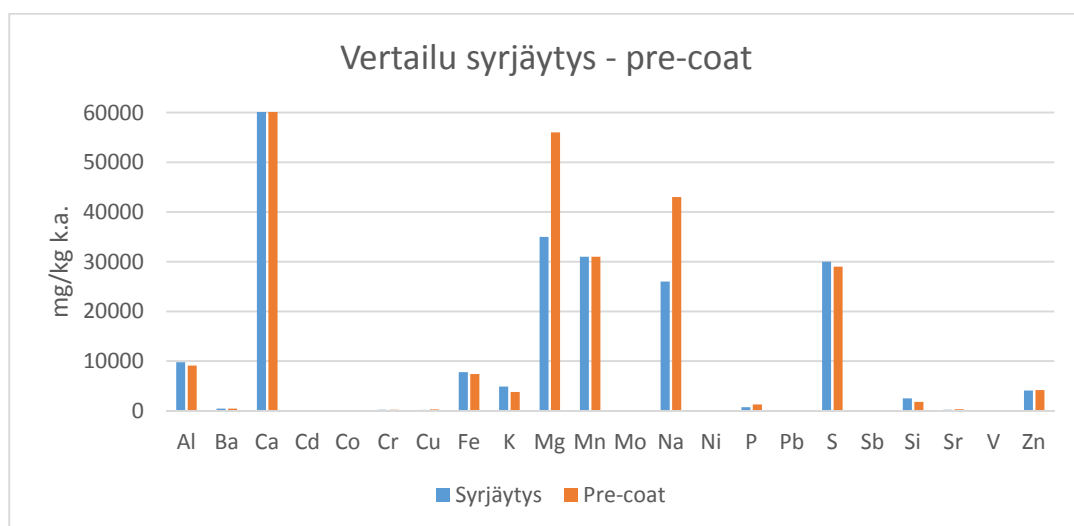
Viherlipeäselkeyttimen alitteen, eli pesemättömän sakan, hivenainepitoisuudet ovat paljon pienempiä kuin pestyissä sakoissa. Tämä johtuu siitä, että suurin osa kuivasta materiaalista on viherlipeän alkalisuoloja. Alempana käsitellään pesun tasetta, mistä käy ilmi mm. syntyvän pestyn sakan määrä tiettyä alitemäärää kohti.

Tuotelipeä, joka on tarkoitus palauttaa sulaliuottajaan, ei sisällä mitään normaalista viherlipeästä poikkeavaa, josta syntyisi jonkinlaista haittaa tai rikastumista kemikaalikierrossa.

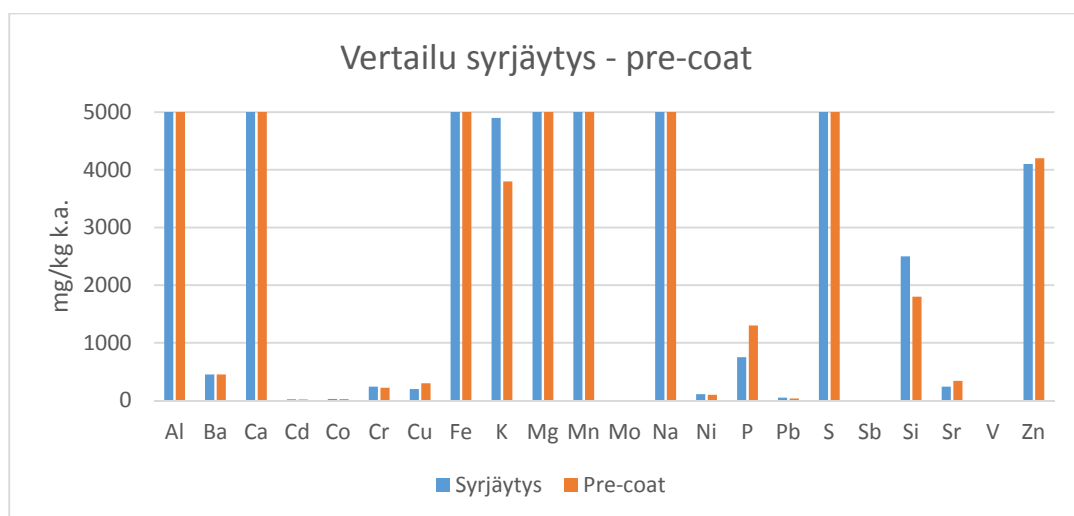
Kuvissa 2 a – d syrjäytyspesutuotteen ja tavanomaisen pre-coat-suodatuksen pitoisuuksia on havainnollistettu. Y-akselin mittakaava on asteittain venytetty, jotta pienemmät ja suuremmat pitoisuudet tulevat näkyviin.



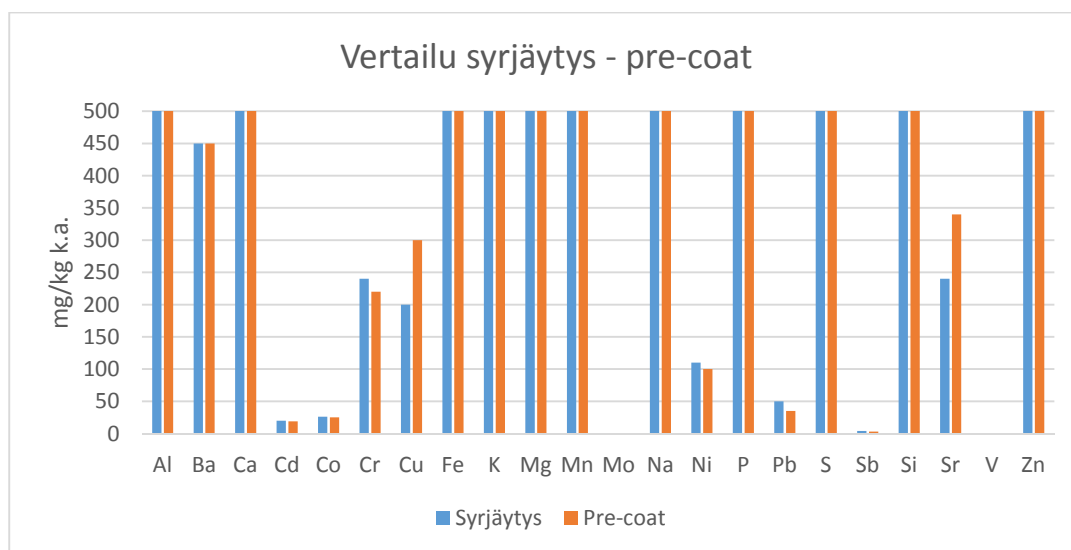
a



b



c



d

Kuva 2 a – d. Aineiden vertailu eri pitoisuusalueilla.

Kuvasta 2a käy ilmi meesan tuomat pääkomponentit kalsium ja magnesium. Kuvista 2c ja d päätellen meesa tuo myös fosforia ja strontiumia. Muut komponentit näyttävät tulevan soodakattilan suunnasta. Tosin myös meesan tuomat aineet, lukuun ottamatta ne jotka tulevat ostokalkin mukana, ovat jossakin vaiheessa tulleet soodakattilan kautta.

2.4 Kaatopaikkakelpoisuus

Kaatopaikkakelpoisuus määritetään standardin SFS-EN 12457-2 mukaan liukoisuustestillä, jossa näyte ravistellaan liuottimen, tässä tapauksessa deionisoidun veden kanssa tietyssä liuos-näytesuhteessa tietyn ajan. Liuksesta määritetään joukko aineita. Joukko on standardissa annettu ja aina sama. Pitoisuudet ilmoitetaan näytteen kuiva-ainetta kohti. Liukoisuuden perusteella luokitellaan jätteet pysyviksi, tavanomaisiksi tai vaarallisiksi. Kaatopaikalle on asetettu vaatimuksia luokituksen mukaan.

Kaatopaikkaselvityksen tulokset on koottu taulukkoon 2. Labtiumin raportti on liitteenä 1. Taulukon oikeanpuoleisessa sarakkeessa on eri jäteluokkien pitoisuusrajat.

Taulukko 2. Kaatopaikkaselvityksen tulokset.

Tutkimustulokset, Liukoisuustesti SFS-EN 12457-2

Haitallinen aine	Pesty sakka	Raja-arvo VNa 331/2013
	Pitoisuus kuiva- aineessa L/S 10 [mg/kg]	Pysyvän/Tavanomaisen/Vaarallisen jätteen kaatopaikka Pitoisuus kuiva-aineessa L/S 10 [mg/kg]
As	< 0,05	0,5/2/25
Ba	0,2	20/100/300
Cd	< 0,04	0,04/1/5
Cr	< 0,05	0,5/10/70
Cu	< 0,05	2/50/100
Hg	0,02	0,01/0,2/2
Mo	0,09	0,5/10/30
Ni	< 0,05	0,4/10/40
Pb	< 0,05	0,5/10/50
Sb	< 0,05	0,06/0,7/5
Se	< 0,05	0,1/0,5/7
Zn	< 0,6	4/50/200
DOC	81	500/800/1000
Cl ⁻	703	800/15000/25000
F ⁻	7	10/150/500
SO ₄ ²⁻	3527	1000/20000/50000

Analyysin mukaan kaksi ainetta ylittävät pysyvän jätteen ylärajan: elohopea ja sulfaatti. Muut aineet täyttävät pysyvän jätteen luokitusvaatimukset. Toisaalta kloridi ja fluoridi ovat rajojen läheisyydessä.

Jos halutaan loppusijoittaa sakka tavanomaiseen tapaan sellutehtaan kaatopaikalle, tilanne ei kemiallisesti eroa kovinkaan paljon nykytilanteesta. Koostumus ei muutu niin olennaisesti, että käytäntö olisi muutettava.

Eräs seikka, jota lienee tarpeellista ottaa huomioon, on sakan sulfidipitoisuus. Tätä seikkaa käsitellään alempana kohdassa 7.2 jatkokäsittelyprosessi.

2.5 Mineraalimääritykset

Viherlipeäympäristössä saostuu yleisesti suola tai mineraali pirssoniitti, $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sekä muita samanlaatuisia faaseja. Pirssoniitti aiheuttaa aika ajoin kerrostumia tehtaan viherlipeäjärjestelmässä. Koska se saostuu tällaisessa ympäristössä, sitä esiintyy myös viherlipeäsakassa. Sen osuus sakassa vaihtelee tehtaiden välillä. Pirssoniitin merkitys sakassa on lähinnä se, että se muodostaa jätettä, joka on periaatteessa turhaa, ja aiheuttaa natriumhäviöitä. Nämä häviöt eivät ole sellutehtaan mittakaavassa kuitenkaan kovinkaan suuria.

Röntgendiffraktiolla selvitettiin, esiintyykö pirssoniittia kyseisen tehtaan viherlipeäselkeyttimen alitteessa, mikä toimi kokeiden lähtömateriaalina. Lisäksi tutkittiin liukeneeko se syrjäytyspesussa ja mahdollisesti tavanomaisessa pre-coat-suodatuksessa. Diffraktogrammit ovat liitteissä 2 ja 3.

Diffraktogrammit osoittivat, että pirssoniittia esiintyi viherlipeäselkeyttimen alitteessa. Näytteessä oli myös gaylusiittia, $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, joka on samantapainen kalsium-natriummineraali, ja jolla on jätteen kannalta sama rooli kuin pirssoniitilla. Näytteessä mahdollisesti esiintyi myös eugsteriittia, $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Diffraktogrammissa esiintyvät natriumsuolat, kuten $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ja $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ovat saostuneet pääasiallisesti näytteen kuivauksen aikana.

Syrjäytyspesusta saadusta näytteestä ei löytynyt pirssoniittia. Merkittävin komponentti oli kalsiitti, CaCO_3 . Pre-coat-suodatetusta sakasta saatu diffraktogrammi osoitti kalsiittia, CaCO_3 , mutta pirssoniittia ei löytynyt tästäkään näytteestä. Molemmista näytteistä saaduissa diffraktogrammeissa esiintyi samassa kohdassa piikkejä, mutta tunnistusohjelma ei vakuuttavasti tunnistanut kaikkia. Magnesium-karbonaatti-hydroksidifaasi esiintyi molemmissa näytteissä, ja todennäköisesti kyseessä on sama mineraali.

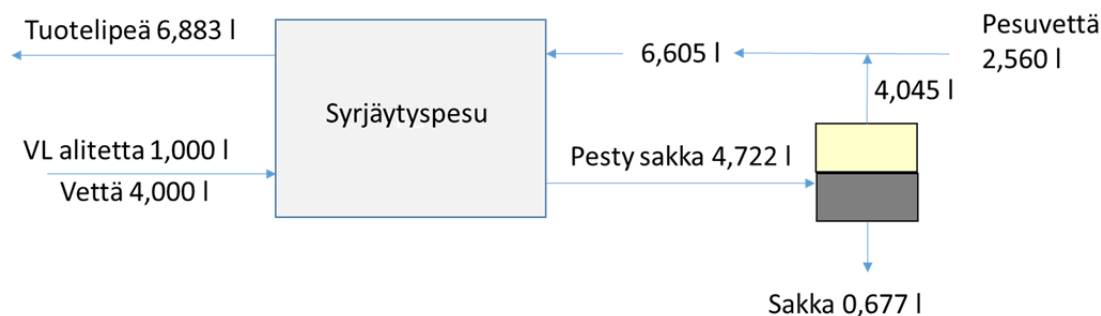
Tuloksien perusteella voidaan siis todeta, että selkeyttimestä tulevassa aineessa on pirssoniittia, muttei pesun tai suodatuksen jälkeen. Tämä voidaan, tietyllä varovaisuudella, tulkita siten, että pirssoniitti hajoaa kummassakin käsittelyssä. Vedessä, jos natrium- ja karbonaattipitoisuus ei ole suuri, pirssoniitti hajoaa liukenevaksi natriumkarbonaatiksi ja liukenemattomaksi kalsiumkarbonaatiksi. Edellytyksenä on tietenkin että liutusaika on riittävä.

3 TASEET

3.1 Vesi- ja materiaalitase

Syrjäytysprosessiin syötetään viherlipeäselkeyttimen alitetta sekä pesuvettä, ja saadaan ulos tuotelipeää ja pestyä sakkaa. Materiaalitase käy ilmi kuvasta 3. Materiaalitase on laskettu ensimmäisen osahankkeen virtausmäärien perusteella.

Kokeissa todettiin että alite on laimennettava jotta selkeytyminen tapahtuisi kohtuullisessa ajassa. Laimennus tehtiin suhteessa noin 1:4 (1 osa alitetta ja 4 osaa vettä) Tämän lisäksi on syytä syöttää hieman enemmän pesuvettä kuin alitetta, jotta vesiliuoksen nettovirtaus kulkisi kuvassa oikealta vasemmalle. Tuotelipeän kokonaislaimennus oli siksi noin 1:7.



Kuva 3. Syrjäytyspesukokeen perusteella laskettu tase.

Pesty sakka saadaan ulos laimeana lietteenä. Liete sakeutuu syrjäytyspesun jälkeisessä astiassa, josta kirkas vesi syötetään takaisin vastavirtaan lisäpesuveden kanssa. Sakan loppukuiva-aine riippuu ajasta ja tekniikasta, ja on siksi vaihteleva. Se on luonnollisesti paljon alhaisempi kuin suodatetussa sakassa, joten se ei vielä sellaisenaan sovellu kaatopaikalle vietäväksi. Jos loppusijointi on kaatopaikka, vesi on siis poistettava tavalla tai toisella. Tarkoitus on kuitenkin pitkällä tähtäimellä käsitellä sakkaa jonkinlaisella jatkoprosessilla, johon liete muodostaa erinomaisen lähtökohdan.

Veden käyttö on tehdassovellusta ajatellen suurehko, mutta on huomioitava ainakin kaksi seikkaa. Ensinnäkin, tehtaan sulaliuottajaan viedään tavallisesti suuria määriä erilaisia vesiä, kuten meesan pesuvettä, lauhteita ym. Jos hieman suurempi osa näistä vesistä viedään sakkapesun kautta, se ei häiritse tehtaan vesitasetta lainkaan. Toiseksi, kun todettiin että suurin selkeytysnopeuteen vaikuttava seikka on sakeus, eikä tiheys, se tarkoittaa sitä, että tuotelipeä voidaan käyttää alitteen laimennukseen, ja siten kierrättää sitä useita kertoja. Silloin veden käyttö vähenee vastaavasti.

3.2 Alkuainetase

Taulukossa 3 on esitetty alkuaineiden taseet. Taseet on laskettu yhtä litraa syötettyä viherlipeäselkeyttimen alitetta kohti.

Taulukko 3. Alkuaineiden taseet syrjäytyspesussa.

Aine	Sisään	Ulos		Taseen poikkeama [%]
	VL selk. alite [mg]	Syrj. pesty sakka [mg]	Tuotelipeä [mg]	
Al	432	414	0,87	4,0
Ba	20,4	19	1,50	-0,5
Ca	2760	2744	8,60	0,3
Cd	0,84	1	0,00	-0,5
Co	1,2	1	0,00	8,5
Cr	10,2	10	0,02	0,5
Cu	14,4	8	0,01	41,3
Fe	348	329	0,55	5,2
K	16800	207	17208	-3,7
Mg	1500	1478	1,38	1,4
Mn	1440	1309	0,42	9,1
Mo	1,56	0	1,35	13,5
Na	115200	1098	115640	-1,3
Ni	7,2	5	0,00	35,5
P	75,6	32	49,28	-7,1
Pb	1,92	2	0,00	-10,2
S	34800	1267	35105	-4,5
Sb	0,48	0	0,06	53,3
Si	180	106	155,91	-45,3
Sr	16,8	10	0,25	38,2
V	<1	0	1,11	
Zn	228	173	0,30	23,9

Selkeyttimen alitteen mukana syötettävät alkuaineet jakautuvat tuotelipeään ja pestyyn sakkaan liukoisuuden mukaan, eli alkalisuolat menevät lipeään ja niukkaliukoiset sakkaan.

Tuotelipeästä ei ole nähtävissä että mikään haitallinen aine kulkeutuisi merkittävässä määrin sen mukana takaisin tehtaan kemikaalikiertoon, jos prosessia sovelletaan tehtaaseen. Tämä oli yksi kysymys, johon tällä hankkeella haluttiin saada vastaus.

Jotkin aineet, jotka esiintyvät anionimuodossa, pysyvät osittain liuoksessa. Tällaisia ovat pii ja fosfori sekä hivenaineet vanadiini ja molybdeeni. Pii ja fosfori jakautuvat molempiin suuntiin.

Pesty sakka on käytännössä alitteen sisältämä niukkaliukoinen aines, eli varsinainen viherlipeäsakka ilman alkalisuoloja. Taseen perusteella syntyi yhdestä litrasta alitetta 42,2 g kuivattua pestyä sakkaa. Tehdasmittakaavassa tämä tarkoittaa että yhdestä kuutiometristä alitetta tulee 42 kg sakkaa. Määrä on jopa yllättävän vähäinen. Tulos on melko hyvässä sopusoinnussa aikaisemman tutkimuksen kanssa (3), joka tehtiin samalla tehtaalla, ja jossa tutkittiin viherlipeäsakan käsittelyä vaahdottamalla. Suodattamattoman alitteen kuiva-ainepitoisuus oli silloin 25,7 %, ja liukenematon

osuus kuiva-aineesta oli 21,2 %, mikä antaa tulokseksi 54,5 kg per tonni alitetta. Luonnollisesti alitteen sakeus vaihtelee tehtaalla, mutta tulokset ovat melko lähellä toisiaan.

4 JÄTTEEN MÄÄRÄ

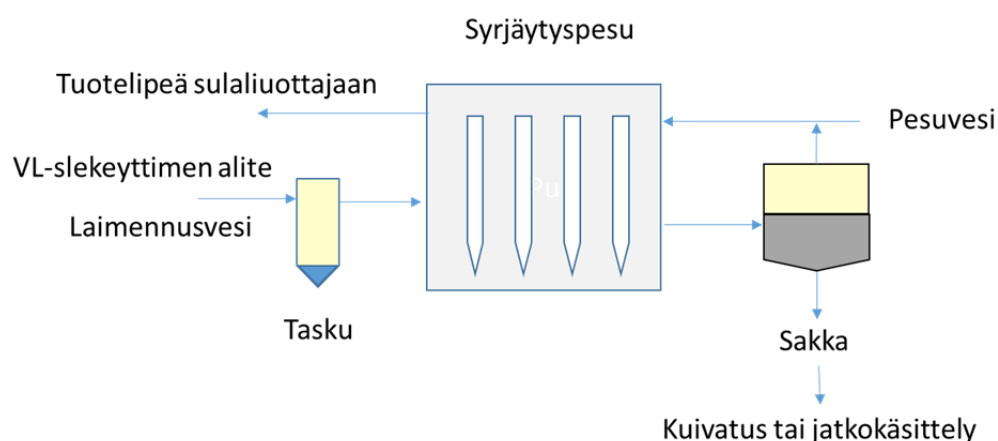
Meesan osuus pre-coat-suodatetussa viherlipeäsakassa on normaalisti 50–60 %. Meesan jäädessä pois, sakan määrää vähenee vastaavasti.

Myös muilla tekniikoilla voidaan vähentää viherlipeäsakkajätteen määrää, kuten sentrifugoinnilla tai puristussuodatuksella. Keskeinen seikka on se, että pystytään tekemään suodatus ja pesu ilman meesaa.

Kalkkikiertoa on epäpuhtauksien takia pidettävä auki joka tapauksessa, ja jos meesaa ei mene viherlipeäsakkaan, se on otettava ulos suoraan kierrosta. Meesakalkki on kuitenkin helpommin hyödynnettävissä kuin viherlipeäsakka, esim. maataloudessa. Meesan puhdistaminen uudelleenkäyttöä varten on sinänsä aihe, jota olisi aihetta tutkia. Meesattomalla sakkapesulla on myös se etu, että jätevirtoja irrotetaan toisistaan, niin että ne ovat vapaasti säädettävissä toisistaan riippumatta.

5 TEKNINEN TOTEUTUS

Syrjäytyspesu ja sen liittäminen tehtaan kemikaalikiertoon tapahtuisi kuvan 4 mukaan. Viherlipeäselkeyttimen alite sisältää joitakin karkeita rakeita, jotka olisi erotettava esim. taskulla ennen alitteen syöttämistä putkijärjestelmään. Tuotelipeä palautetaan sulaliuottajaan, koska sen on laimeampi kuin normaali viherlipeä, kuten nykyinen pre-coat-suotimen suodos.



Kuva 4. Syrjäytyspesun liittäminen tehtaaseen.

Pesty sakka sakeutetaan ennen ulosottoa, ja kirkas vesikerros palautetaan pesuveden mukana syrjäytyspesuun.

Syrjäytyspesun vedenkäyttö lienee suurempi kuin pre-coat-suotimen, mikä vaikuttaa tehtaan vesien kulkuun. Kuten yllä on mainittu, tämä ei välttämättä ole ongelma, sillä ne vedet, jotka normaalisti menevät suoraan sulaliuottajaan, ohjataan vain suuremmassa määrin menemään syrjäytyspesun kautta. Esim. lauheteita voidaan ohjata tätä tietä, ja sulaliuottajan veden tarve on joka tapauksessa suuri.

Syrjäytyspesussa tarkoituksena on että vesiliuos liikkuu mahdollisimman hyvin tulppavuona putkiston läpi. Tällä tavalla minimoidaan sekoittumista ja siten veden käyttöä. Optimaalinen putkien halkaisija olisi siksi syytä tutkia tarkemmin.

6 VERTAILU MUIHIN TEKNIIKOIHIN

Kaikilla tekniikoilla on luonnollisesti hyvät ja huonot puolensa. Syrjäytyspesun yhtenä huonona puolena kaatopaikkasijoittamisen kannalta on tuotelietteen matala kuiva-ainepitoisuus, joka pakottaa käyttämään jonkinlaista jatkokäsittelyä. Toisaalta se voi myös antaa paremman lähtökohdan mahdolliselle jatkoprosessille kuin muut tekniikat, sillä sakka ei ole paakkuuntunut, sen pH on melko neutraali eikä sitä tarvitse liettää uudestaan. Esimerkiksi vaahdotus onnistuisi todennäköisesti paremmin kuin suoraan selkeyttimen alitteesta. Periaatteessa voidaan myös käyttää miten monta pesuvaihetta (pystysuoraa putkea) tahansa, ja siten saada niin puhdas sakka kuin halutaan.

Taulukkoon 4 on koottu eri tekniikoiden hyviä ja huonoja puolia. Taulukko on jossain määrin spekulatiivinen, ja siitä voi olla eri näkemyksiä, mutta se on kuitenkin suuntaa antava. Pre-coat-suodin muodostaa eräänlaisen referenssitason, johon muita tekniikoita voidaan suhteuttaa.

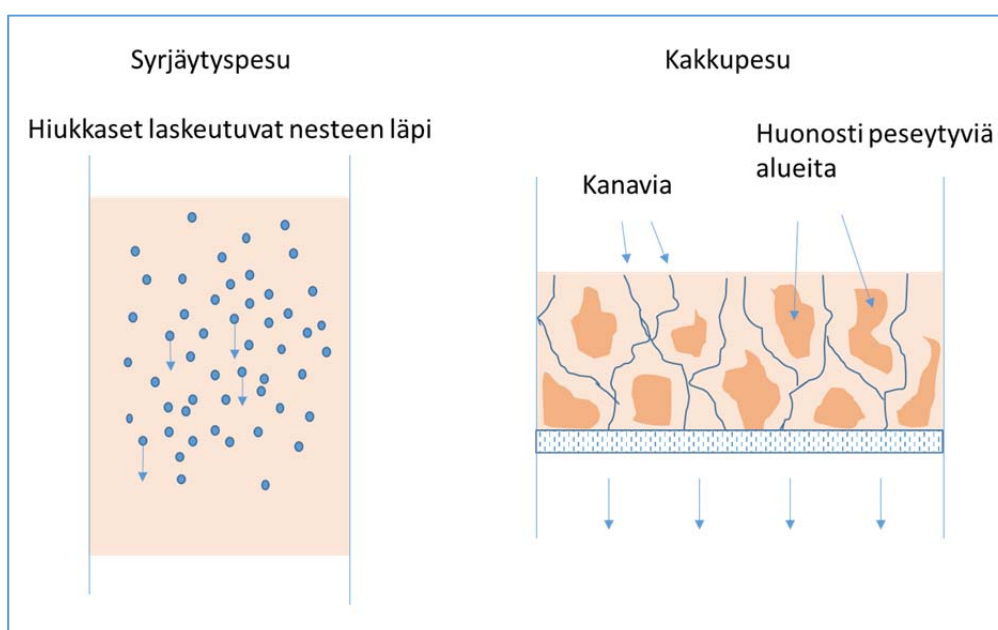
Taulukko 4. Eri tekniikoiden vertailu.

Ominaisuus	Syrjäytys- pesu	Pre-coat -suodin	Linko	Puristin
Tilan tarve	-	-	++	+
Veden käyttö	0	0	+	+
Pesutulos	+**	0	0	0
Tuotteen kuiva-aine	--	0	0	0
Jättemäärä	+	--	+	+
Investointikustannus	+	0	+	0
Ylläpitokustannukset	+	0	--	-
Tehontarve	++	0	-	0
Liikkuvia osia	++	-	-	-
Jatkokäsittelymahdollisuus	++	--	0	0

+ = edullinen *0 = kohtuullinen ** erittäin hyvä pesutulos mahdollinen

Syrjäytyspesun yhtenä etuna on sen yksinkertaisuus. Se ei sisällä muita liikkuvia osia kuin pumppuja ja venttiilejä. Tästä syystä voidaan odottaa hyvää käyttövarmuutta. Lisäksi tehon tarve on pieni. Laitteiston hintaa on vaikeaa arvioida. Laite vaatii enemmän materiaalia kuin esim. linko, mutta se ei sisällä tarkkuutta vaativia osia.

Muissa menetelmissä, joissa neste otetaan ulos sakasta joko paineella tai keskipakovoimalla, muodostuu kakku, joka pestään suihkuttamalla vettä sen päälle. Silloin muodostuu tavallisesti kanavoitumista, eli neste hakee reittejä kakun läpi. Välissä olevat alueet jäävät heikosti pestyiksi. Tästä syystä pesuvesimäärän lisääminen ei välttämättä paranna pesutulosta. Syrjäytyspesussa sakka hajoaa ja laskeutuu yksittäisinä hiukkasina tai pieninä rykelminä nesteen läpi. Silloin jokainen partikkelirykelmä tulee yksilöllisesti pestyksi nesteen ympäröimänä. Tästä syystä pesuvaikutus paranee samassa suhteessa kuin ympäröivän veden puhtaus kasvaa. Tätä on havainnollistettu kuvassa 5. Käyttämällä useampia putkia tai enemmän pesuvettä on periaatteessa mahdollista saavuttaa miten hyvä pesutehokkuus tahansa.



Kuva 5. Pesu sakkakakun läpi ja syrjäytyspesu.

7 HYÖTYKÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Tuotesakka voidaan joko läjittää tehtaan kaatopaikalle tai prosessoida eteenpäin hyödykkeiksi. Pyrkimyksenä on pitkällä tähtäimellä saada se kokonaisuudessaan käyttökelpoiseksi johonkin tarkoitukseen, ja siten eliminoida se kokonaan tehtaan jätevirrasta.

Läjittäminen tehtaan kaatopaikalle edellyttää kuiva-ainepitoisuuden nostamista jollakin menetelmällä. Parempia vaihtoehtoja lienee sakan jatkojalostus hyödykkeeksi, kuten metsälannoitteeksi, maarakentamisen tiivistysaineeksi ym.

Jos sakka halutaan sijoittaa muualle kuin tehtaan kaatopaikalle, rajoituksia saattaa syntyä kadmium- ja lyijypitoisuudesta, alkalisuoloista ja, erityisesti huomioitavana seikkana, sulfidista. Vaikka sulfidipitoisuus on pestyssä sakassa pieni, se on kuitenkin

riittävän suuri aiheuttaakseen rikkivedyn muodostumista, jos se tulee kosketukseen happaman ympäristön kanssa. Tätä vaaraa ei pidä väheksyä. Sulfidin mahdollisia poistamiskeinoja käsitellään alempana.

Parannettu pesu ja raskasmetallien hallinta voivat olla avuksi kun etsitään hyötykäyttömahdollisuuksia. Potentiaalisten käyttökohteiden joukko oletettavasti kasvaa.

7.1 Metsälannoite

Sakan käyttö metsälannoitteena mahdollistaa metsästä tuotujen ravinteiden palauttamisen takaisin metsään. Yhdistettynä esim. lentotuhkan kaliumin kanssa sakasta saataisiin lannoite, jonka ravinnekoostumus olisi metsälle oikea, ja josta puuttuisi ainoastaan typpi. Ongelmaksi muodostuu helposti erityisesti kadmium. Melko lähellä rajoja ovat myös useat muut metallit. Taulukossa 5 ovat lannoiteasetuksen 24/11 liitteessä IV annettuja raja-arvoja kokonaispitoisuudelle. Tavalliselle lannoitteelle rajat ovat niin alhaiset, ettei viherlipeäsakan käyttö ole harkittavissa.

Taulukko 5. Metsälannoitteen raja-arvot ja tämän hankkeen analyysitulokset.

Aine	Metsälannoite mg/kg	Syrjäytyspesty mg/kg	Syrjäytyspesty happokäsitelty mg/kg	Pre-coat suodatettu mg/kg
As	40	<i>Ei määr.</i>	<i>Ei määr.</i>	2,2 – 3,2 (4)*
Hg	1,0	<i>Ei määr.</i>	<i>Ei määr.</i>	0,003 – 0,4 (4,5,6)*
Cd	25	20	8	19
Cr	300	240	114	220
Cu	700	200	220	300
Pb	150	50	13	35
Ni	150	110	91	100
Zn	4500	4100	2500	4200

*) normaalitaso, kirjallisuus, ei määritetty tässä hankkeessa

Kuten taulukosta käy ilmi, tulokset alittavat raja-arvoja, mutta useat ovat arveluttavan lähellä, lukuun ottamatta happokäsiteltyä sakkaa. Syrjäytyspesty sakka voidaan käsitellä hapolla siten, että marginaali raja-arvoihin nähden kasvaa. Huomioitava seikka on se, että kun meesaa ei ole mukana, haponkulutus on niin pieni, että menetelmälle voi löytyä taloudellista kannattavuutta. Tässä kokeessa tutkittiin keinoa

vain tunnustelevasti, eikä pyritty optimoimaan olosuhteita. Happona käytettiin 5 % rikkihappoa.

7.2 Jatkokäsittelyprosessi

Jatkokäsittelyn tarkoituksena on ensisijaisesti haitallisten tai hyötykäyttöä estävien komponenttien poistaminen. Kuten edellä on kuvattu, kadmium ja lyijy sekä eräät muut metallit voivat muodostaa esteitä, kuten myös sulfidi ja alkalisuolat.

Viherlipeäsakan jakamista eri fraktioihin hyödynnettävyyden parantamiseksi vaahdotuksella on aikaisemmin tutkittu (3). Komponenttien erottaminen toisistaan on kuitenkin ollut vaikeaa tällä tekniikalla. Vaahdotusta tehtiin sekä pre-coat-suodatetulla sakalla että viherlipeäselkeyttimen alitteella. Pre-coat-sakassa hiukkaset ovat hyvin tiiviisti kiinnittyneet meesapartikkeleihin, ja niiden erottaminen toisistaan on vaikeaa. Suoraan alitteelle tehtynä vaahdotus lienee vaikeaa siksi, että liuoksen (viherlipeän) ionivahvuus on erittäin suuri, kuten myös alkalisuus. Syrjäytyspesulla vältetään molemmat vaikeudet. Pesty sakka on vain lievästi alkalinen ja ionivahvuus vedessä on pieni. Näin ollen vaahdotus voisi toimia paremmin tällä lähtökohdalla.

Meesan eliminointi sakan pesuprosessista vaikuttaa siten, että sakka kuluttaa paljon vähemmän happoa, kun alennetaan pH metallien liuottamiseksi. Happoliuotus voi siksi olla realistinen vaihtoehto. Metalleja täytyy sen jälkeen erottaa toisistaan, ja poistaa erityisesti kadmium. Tämä lienee mahdollista esim. hydrometallurgisesti, jolloin erityyppiset saostukset ja uutot voivat tulla kyseeseen.

Pestyssäkin sakassa jäljellä oleva sulfidi voi olla turvallisuusriski. Kosketus happaman ympäristön kanssa saa aikaan rikkivetykehitystä. Rikkivedyn suuren myrkyllisyyden takia pienikin sulfidipitoisuus voi muodostaa vaaraan. Sulfidin aiheuttama riski ei liity erityisesti syrjäytyspesuun, vaan on sama niin pre-coat-suodatetussa kuin lingotussa tai puristinsuodatetussa sakassakin. Sulfidin poisto on mahdollinen usealla tavalla. Happoliuotuksen lisäksi voidaan rikkivety stripata hiilidioksidin avulla, eli alentaa pH vain sen verran että rikkivetyä muodostuu, ilman että liuotetaan karbonaatteja. Jos käytetään savukaasuja, ei synny kemikaalikustannuksia lainkaan. Toinen tapa olisi hapettaa sulfidi joko tiosulfaatiksi ilmahapella tai sulfaatiksi puhtaalla hapella.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kokeet osoittivat että syrjäytyspesu on toimiva ja käyttökelpoinen tekniikka viherlipeäsakan pesemiseen. Pesu erittäin suureen puhtauteen on mahdollista.

Pestyn sakan kuiva-ainepitoisuus on alhainen, minkä vuoksi tuotteesta täytyy poistaa vettä, jos se halutaan loppusijoittaa kaatopaikalle. Tuoteliete on kuitenkin sellaisenaan erinomainen lähtökohta jatkokäsittelylle, jolla pyritään eliminoimaan jäteongelma kokonaan.

Raskasmetallit ja muut alkuaineet eivät poikkea olennaisesti pre-coat-sakasta, ja jos sakka halutaan sijoittaa kaatopaikalle, ehdot ovat suunnilleen samat kuin ne ovat nykyisellään.

Raskasmetallipitoisuuksien alentaminen, esim. lannoitekäyttöä ajatellen, on mahdollista happokäsittelyllä. Sulfidi voi olla turvallisuusriski, mutta sen poistaminen on kohtuullisin kustannuksin mahdollista.

VIITTEET

- 1 Nieminen, M. Suomen Soodakattilayhdistys, henkilökohtainen tiedonanto (2015).
- 2 Sirén, K. Viherlipeäsakan syrjäytyspesu, Suomen Soodakattilayhdistyksen raportti 5/2016 (16A0913-E0167), Oy Sirra Ab, 28.12.2015.
- 3 Bredenberg, M. Waste to Product – Improving the Utilization Potential of Green Liquor Dregs by Using Froth Flotation, MSc.Tech thesis, Aalto University School of Chemical Technology, Espoo (2014).
- 4 Sjöström, L. Grönlutsslam, sammansättning och analysmetoder. STFI meddelande, serie B, nr.549/SCAN-forsk rapport nr 234, STFI (1980).
- 5 Isännäinen, S. Metsäteollisuuden jätejakeet ja niiden hyötykäyttö. Metsäteollisuuden jätteiden vähentäminen ja hyötykäyttö, AEL-INSKO (1995).
- 6 Kiiskilä, E. Environmental Emissions and Their Control in the Chemical Cycle of Pulp Mills. Environmental Control in Pulp and Paper Industry, PAPSAT-kurssimateriaali, LTKK, Lappeenranta (1998).

LIITTEET

Liite 1. Kaatopaikkatestin raportti

Liite 2. Syrjäytyspestyn sakan röntgendiffraktoanalyysi

Liite 3. Viherlipeäselkeyttimen alitteen (näyte 1) ja pre-coat suodatetun sakan (näyte 2) röntgendiffraktioanalyysi

Liite 1. Kaatopaikkatestin raportti



FINAS-akkreditoitu testauslaboratorio T 025

TUTKIMUSTODISTUS

Tilaaaja	Näyte	Labtiumin tilausnumero
Suomen Soodakattilayhdistys ry	Y1600171-00_Pesty sakka	124697
Markus Nieminen		

Näytteelle ei voitu tehdä standardin SF5-EN 12457-3 mukaista 2-vaiheista ravistelutestiä. Näyte imeytyi kokonaan L/S 2 -fraktioon. Testi aloitettiin alusta standardin SF5-EN 12457-2 mukaisella 1-vaiheisella ravistelutestillä L/S 10 -suhteella.

Tutkimustulokset, Liukoisuustesti SF5-EN 12457-2

Haitallinen aine	Pesty sakka	Raja-arvo VNa 331/2013
	Pitoisuus kuiva- aineessa L/S 10 [mg/kg]	Pysyvän/Tavanomaisen/Vaarallisen jätteen kaatopalkka Pitoisuus kuiva-aineessa L/S 10 [mg/kg]
As	< 0,05	0,5/2/25
Ba	0,2	20/100/300
Cd	< 0,04	0,04/1/5
Cr	< 0,05	0,5/10/70
Cu	< 0,05	2/50/100
Hg	0,02	0,01/0,2/2
Mo	0,09	0,5/10/30
Ni	< 0,05	0,4/10/40
Pb	< 0,05	0,5/10/50
Sb	< 0,05	0,06/0,7/5
Se	< 0,05	0,1/0,5/7
Zn	< 0,6	4/50/200
DOC	81	500/800/1000
Cl ⁻	703	800/15000/25000
F ⁻	7	10/150/500
SO ₄ ²⁻	3527	1000/20000/50000

Kuopiossa 13.6.2016

Susanna Arvilommi

Labtium Oy
Y-tunnus / Business ID
2128301-1

Liite 2. Syrjäytyspestyn sakan röntgendiffraktoanalyysi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
Mineraalitekniikka ja materiaalit
EMA-2016-48-X
Mia Tiljander

TUTKIMUSSELOSTUS

1 (1)

3.5.2016

Asiakas: Kurt Sirén, Oy Sirra Ab

Tutkimuksen viite ja asia

Viherlipeäsakan analysointi röntgendiffraktiolla.

Näytteiden käsittely

Näyte kuivattiin huoneenlämpötilassa vetokaapissa ja se hienonnettiin käsin akaattihuhmareessa. Jauheesta valmistettiin satunnaisesti suunnattu preparaatti kiinnittämällä jauhetta lasilevylle asetonin avulla.

Näytteet analysoitiin Brukerin D8 Discover A25 laitteistolla kulmaväliltä 2θ 2-70° CuK α . Generaattorin asetukset olivat 40 kV/ 40 mA, mittausväli 0.02° ja mittausaika 0.2 s.

Analyysimenetelmä

Faasiennäyttämiseen käytettiin Brukerin EVA-ohjelmaa, jossa käytetään ICDD:n (International Center for Diffraction Data) mineraalitietokantoja PDF-4 Minerals 2014 ja PDF2.

Tutkimustulos

Viherlipeäsakka (LabID 201600256):

Näytteen pääfaasi on kalsiitti (CaCO₃), minkä lisäksi näytteessä on mahdollisesti NaHSO₄ ja Mg₆Cr₂CO₃(OH)₁₆·4H₂O (stichtiitti) tai rakenteeltaan niiden kaltaisia yhdisteitä.

Näytteessä ei ole pirssoniittia (Na₂Ca(CO₃)₂·2H₂O), jonka pääpiikin d-arvo on 2.506 ja seuraavaksi vahvimpien piikkien d-arvot ovat 2.654 ja 2.565.

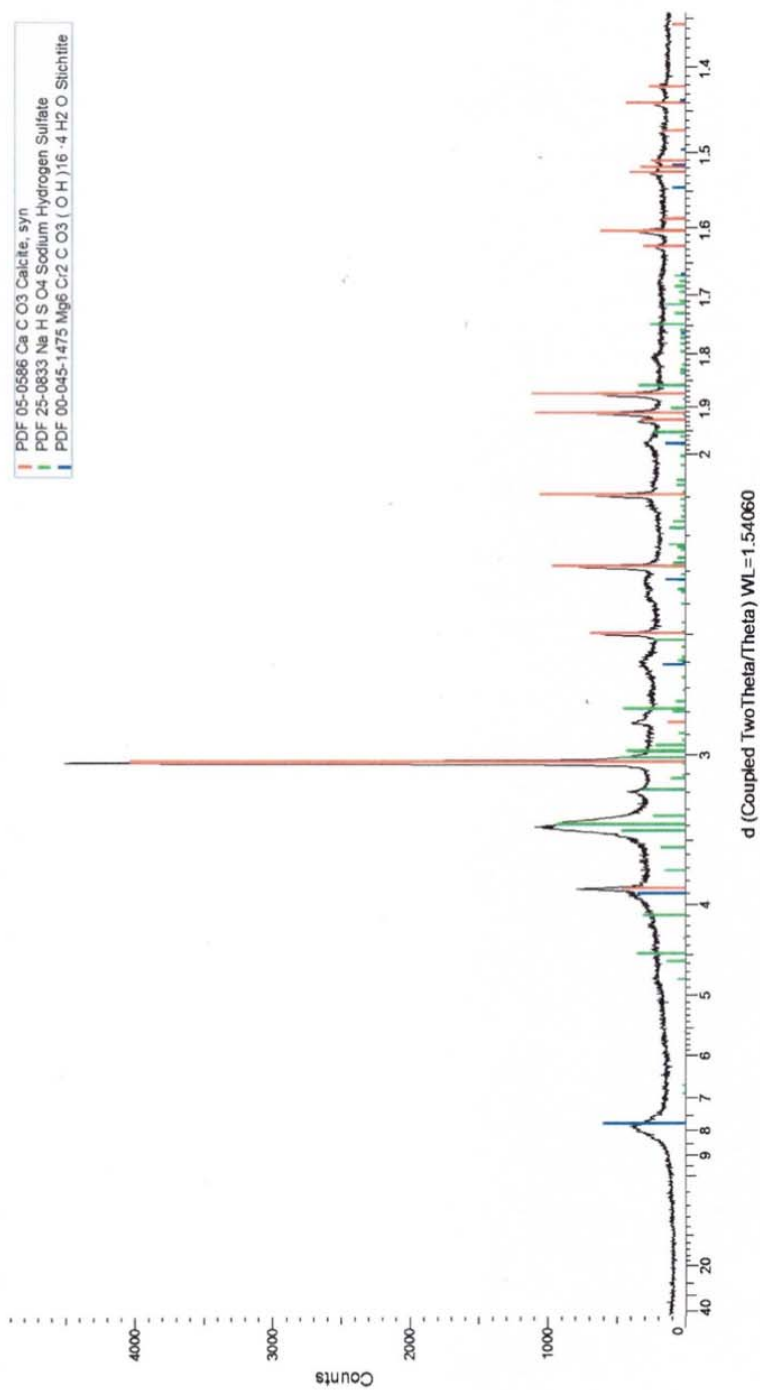
LIITTEET: Röntgendiffraktiospektri ja piikkilista

29.4.2016

201600256.raw

GTK

viherlipeäsakka



Liite 3. Viherlipeäselkeyttimen alitteen (näyte 1) ja pre-coat suodatetun sakan (näyte 2) röntgendiffraktioanalyysi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
Mineraalitekniikka ja materiaalit
EMA-2016-90-X
Mia Tiljander

TUTKIMUSSELOSTUS
19.9.2016

1 (2)

Asiakas: Kurt Sirén, Oy Sirra Ab

Tutkimuksen viite ja asia

Kahden viherlipeäsakanäytteen mineraalikoostumuksen selvittäminen röntgendiffraktiolla (XRD).

Näytteiden käsittely

Näyte 1. Nestemäinen näyte pipetoitiin lasilevyille, sekoitettiin lasisauvalla ja annettiin kuivua yön yli.

Näyte 2 kuivattiin huoneenlämpötilassa vetokaapissa ja se hienonnettiin käsin akaattihuhmareessa. Jauheesta valmistettiin satunnaisesti suunnattu preparaatti kiinnittämällä jauhetta lasilevyille asetonin avulla.

Näytteet analysoitiin Brukerin D8 Discover A25 laitteistolla kulmaväliä 2 θ 2-70° CuK α . Generaattorin asetukset olivat 40 kV/ 40 mA, mittausväli 0.02° ja mittausaika 0.2 s.

Analyysimenetelmä

XRD-menetelmällä voidaan tunnistaa vain kiteisiä faaseja.

Faasien tunnistamiseen käytettiin Brukerin EVA-ohjelmaa, jossa käytetään ICDD:n (International Center for Diffraction Data) mineraalitietokantoja PDF-4 Minerals 2014 ja PDF2.

Tutkimustulos

Näytteistä tunnistettiin seuraavat kiteiset faasit:

Näyte 1. Viherlipeäselkeyttimen alite (LabID 201600568-1):

Pirssoniitti ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$), thermonatriitti ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})$), gaylussiitti ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$) ja natriumtiosulfaatti ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

19.9.2016

Lisäksi näytteessä on mahdollisesti leoniitti ($\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$) tai rakenteeltaan samankaltainen yhdiste sekä mahdollisesti eugsteriitti ($\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$). Näytteessä on myös jotain tunnistamatonta faasia.

Näyte 2. Pre-coat suodatettu sakka (LabID 201600569):

Näytteen pääfaasi on kalsiitti (CaCO_3), minkä lisäksi näytteessä on sideriitti (FeCO_3) ja aragoniitti (CaCO_3) sekä mahdollisesti $\text{Mg}_6\text{Fe}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (pyroauriitti) tai rakenteeltaan sen kaltainen yhdiste.

Näytteessä ei havaittu pirssoniittia ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

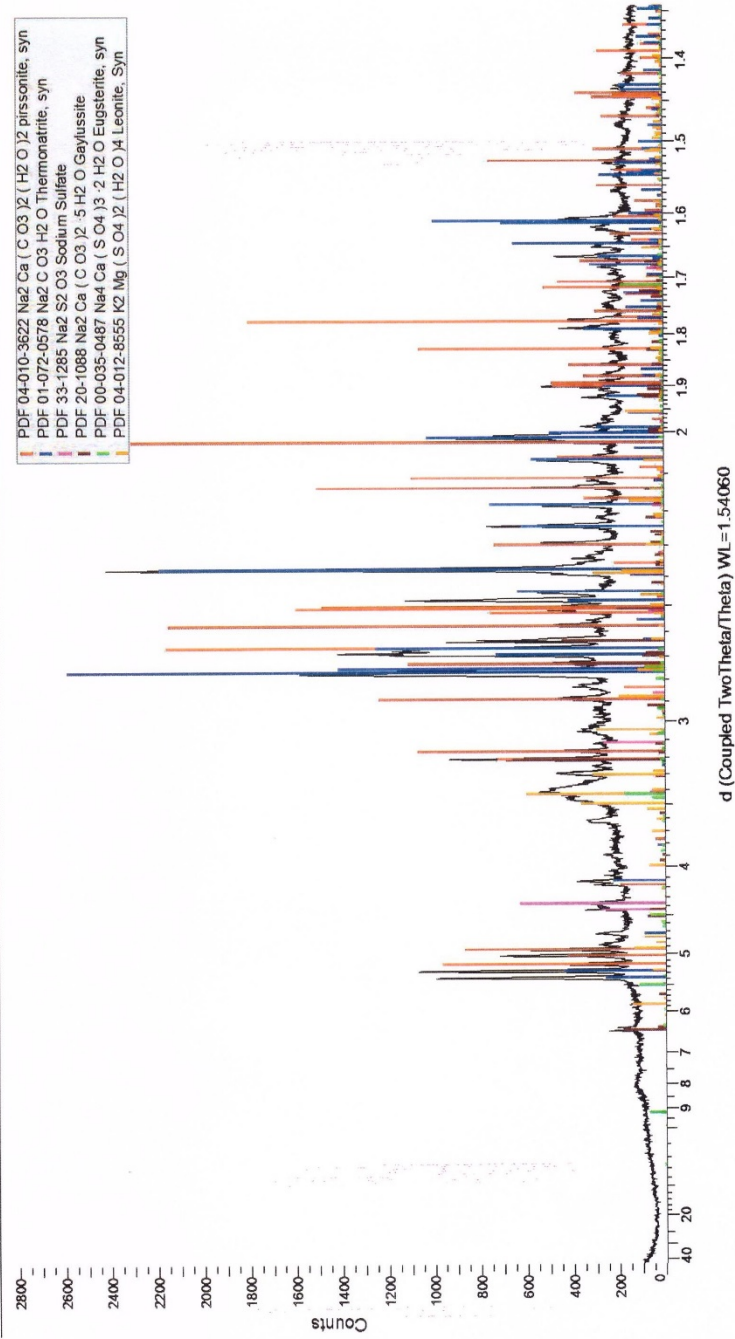
LIITTEET: Röntgendiffraktiospektrit ja piikkilistat

16.9.2016

201600568-1.raw

GTK

viherlipesäselkeytimen alite

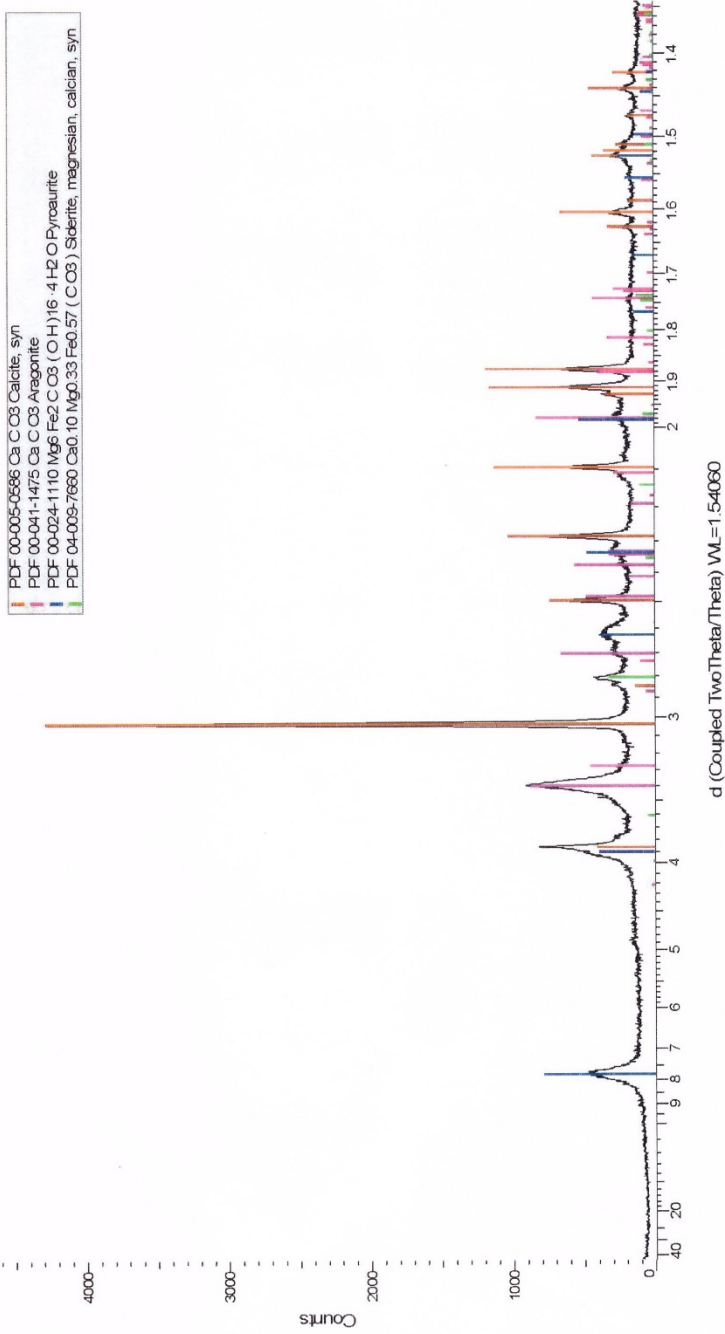


19.9.2016

201600569.raw

GTK

Pre-coat suodatettu sakka



LIITE 7

**YTR: LUT, Selvitys tyypillisistä savukaasuvirroista [m³/ADt] eri puulajeilla
– kysely tehtaille 5.10.2016**



ATI

5.10.2016

JAKELU: Soodakattilayhdistyksen jäsenetehtaat

SELVITYS SAVUKAASUVIRTAUKSEN MÄÄRÄSTÄ

Tämä kysely on osa Suomen Soodakattilayhdistyksen ympäristötyöryhmän projektia, jonka tavoitteena on selvittää tehtaan raaka-aineena käyttämän puulajin vaikutusta savukaasuvirtaukseen.

Tutkimuksen taustalla on tarve tarkentaa ympäristömittausten savukaasuvirtauksen laskentaa sekä arvioida ajoparametrien ja puulajin välistä suhdetta syntyvän savukaasun määrään [m^3/ADt]. Lisäksi halutaan selvittää tehtaan tuotantokohtaisen päästön (esim. [$\text{kg S}/\text{ADt}$]) suhdetta ilmoitettuun soodakattilan keskipäästöön ja siinä käytettävään savukaasuvirtaukseen [Nm^3/a], minkä on huomattu johtavan eri kokonaispäästömäärään. Asia nousee esille esimerkiksi raportoitaessa tietoja IPPC:n BAT-selvitystä varten, missä lähtökohtaisesti tehtailla tulisi olla yhtenäiset käytännöt päästöjen ilmoittamiseen.

Tutkimusta varten SKY:n ympäristötyöryhmä kerää taustamateriaalia yhdistyksen jäsenetehtailta myöhemmin tehtävän laskentamallin tueksi. Tutkimus tehdään yhteistyössä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa. Kyselyssä tähdellä (*) merkityt kohdat ovat pakollisia, mutta toivomme saavamme mahdollisimman moneen kysymykseen vastauksen. Pyydämme lähettämään täytetyn kyselykaavakkeen Soodakattilayhdistyksen sihteerille Antti Tikkaselle viimeistään 14.12.2016 sähköpostilla antti-einari.tikkanen@poyry.com.



ATI

5.10.2016

YLEISTÄ TIETOA TEHTAASTA

Paperi-/kartonkikoneiden lukumäärä*:

Kuitulinjan tiedot

Kuitulinjojen tuotanto [ADt/a]*

- Valkaistu lehtipuusulfaattisellu:
- Valkaistu havupuusulfaattisellu:
- Valkaisematon lehtipuusulfaattisellu:
- Valkaisematon havupuusulfaattisellu:
- Muu kemiallinen massa, mikä?

Puulaji ja arvioitu sekoitussuhde (esim. koivu 95% / haapa 5%)*

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Puunkulutus tuotettua sellutonnina kohden [m^3/ADt] (ilm. kuorellisena vai kuoren alta)*

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Puuraaka-aineen tiheys [kg/m^3]

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Pääasiallinen puunhankinta-alue [Etelä-, Itä-, Länsi-, Keski-, tai Pohjois-Suomi]*:

Saanto puusta [%]

- Lehtipuu:
- Havupuu:

ATI

5.10.2016

Aktiivinen alkaliannos kuivaa puuta kohden, NaOH [%]

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Sulfiditeetti [%]*

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Keittokappaluku

- Lehtipuu:
- Havupuu:

ATI

5.10.2016

Talteenottolinjan tiedot

Mustalipeän kuiva-ainepitoisuus pesemöltä [%]

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Polttolipeän kuiva-ainepitoisuus, tuhkaton [%]*

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Polttolipeän lämpöarvo, tuhkaton [MJ/kg]*

- Lehtipuu:
- Havupuu:

Soodakattilan palamisilman määrä [Nm³/s]*

- Primääri
- Sekundääri
- Tertiääri
- yms.

Viherlipesän reduktioaste [%]*:

Soodakattilan kapasiteetti*

- Kuiva-ainetta, tuhkaton [tDS/d]:
- Höyryä [t/h]:

Soodakattilan suunniteltu kapasiteetti*

- Kuiva-ainetta, tuhkaton [tDS/d]:
- Höyryä [t/h]:
- Kuorma [%]:

Korkeapainehöyryn tiedot*

- Paine [bar(a)]
- Lämpötila [°C]



ATI

5.10.2016

Muiden aineiden poltto soodakattilassa? Ilmoita myös määrä, mikäli ainetta käytetään poltossa.*

- Metanoli [t/h]
- Hajukaasut
 - o Väkevät
 - o Laimeat
 - o Stripperin höngät
- Bioliete jäteveden puhdistamolta [t/h]
- Suopa [t/h]
- Muu:



ATI

5.10.2016

Savukaasujärjestelmän tiedot

Onko tehtaalla käytössä savukaasujen pesu?* [kyllä/ei]

Savukaasujen tiedot ennen sähkösuodinta, ennen savukaasupesuria ja savukaasupesurin jälkeen.

Ennen sähkösuodinta*

- Savukaasujen lämpötila [°C]:
- Savukaasujen määrä
 - o kosteana [Nm³/s]:
 - tai
 - o kuivana [Nm³/s]:
- Savukaasujen happipitoisuus [%]:

Ennen savukaasupesuria (jos savukaasujen pesu käytössä)*

- Savukaasujen lämpötila [°C]:
- Savukaasujen määrä
 - o kosteana [Nm³/s]:
 - tai
 - o kuivana [Nm³/s]:
- Savukaasujen happipitoisuus [%]:

Savukaasupesurin jälkeen*

- Savukaasujen lämpötila [°C]:
- Savukaasujen määrä
 - o kosteana [Nm³/s]:
 - tai
 - o kuivana [Nm³/s]:
- Savukaasujen happipitoisuus [%]:

Ohjataan乎 soodakattilan savukaasuvirtaan savukaasuja myös muista lähteistä?*

- Mistä?



ATI

5.10.2016

Savukaasupäästöjen raportointiohjelman tiedot

- Ohjelmiston valmistaja ja nimi*
- Mitä apusuureita ohjelmisto käyttää savukaasumäärän laskemiseen?*

LIITE 8

**LTR: ÅA, Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion
– Phase 3, tarjous/tutkimussuunnitelma 29.9.2016**

Proposal: Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion – Phase 3

Prepared by: Nikolai DeMartini; Emil Vainio; Tor Lauren & Leena Hupa

28 Sept 2016

In our work on SKY projects on low temperature corrosion, we have established that there is no sulfuric acid dew point in Kraft recovery boilers and that the lowest temperature flue gases can be lowered to is determined by the hygroscopic nature of salts on the steel surfaces. We have studied the corrosion of carbon steel under hygroscopic salts at isothermal conditions. The conditions used in phase 2 are given in Table 1. The key finding was that for most salts/H₂O concentrations, 110 °C was a temperature where corrosion was not observed except for NaHSO₄.

This is a proposal to build on the earlier results through the following measurements:

- o 24h corrosion tests with 2-4 precipitator ashes from boilers including one with at least slightly acidic salt (ex. Heinola)
- o A 1000h test with a Finnish kraft precipitator ash at two temperatures

Precipitator Ashes from 2 mills (4 runs)

In phase 2 we looked at two precipitator ashes from the same mill, but firing black liquor from different wood species. The compositions of the two precipitator ashes are given in Table 2. In this proposal we will run 2-4 precipitator ashes, at least one will be from Heinola and the others will be from kraft pulp mills.

We will run the tests with some heating elements removed from the back of the tube furnace to create a situation in which the temperature of the samples in the lower temperature zone are about 15 °C lower than in the hotter temperature zone, Figure 1. We will have thermocouples in contact with each of the steel pieces so that we have an accurate temperature for each piece during the run. The object will be to find the border between no visible corrosion and visible corrosion. If we find this border on the first run, we will run another ash. If not, we will adjust the temperature for the same ash. We plan to run at least 2 ashes, but if we find the border for each ash on the first run, we will be able to test 4 ashes.

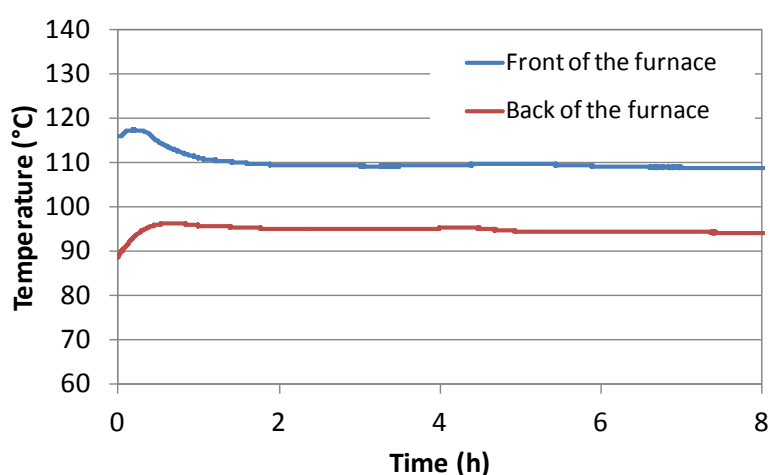


Figure 1. Temperature gradient created in a tube furnace by removing heating elements from the back of the furnace.

1000h test (1 runs, 2 temperatures)

A 1000h test will be carried out with the same Finnish kraft precipitator ash as in the 24h tests, also at 25% H₂O. The runs with the Finnish precipitator ashes will help confirm this is a safe temperature for precipitator ash with at least some Na₂CO₃ in it. We will be able to test 2 temperatures in one test as described above. We will set the temperature in the hotter zone to be the same as the temperature at which we saw no corrosion in the 24h tests.

If corrosion is seen in the 1000h test, the corrosion layer will be analyzed by SEM-EDX.

Steel

We will use 16Mo3 (EN 1.5415) steel coupons provided by one of the companies in tests. We will have 2 coupons in each temperature zone with measurement of the individual coupon temperatures.

Deliverables

A written report will be delivered to SKY within 6 weeks of completion of the 1000h run. The tests will be started within 3 weeks of receiving a sample of 16Mo3 and precipitator ash samples. In addition, the results will be presented at Soodakattilapäivä and reported to the Lipeätyöryhmä and SKY boards as requested.

Cost

The cost for the work planned here is **18 100€** + VAT.

The costs include some margin if a run has to be aborted due to something breaking or a break in power.

Table 1. Conditions for corrosion tests in phase 2. All tests carried out with carbon steel coupons under a gas atmosphere containing O₂, CO₂ H₂O and N₂.

Salt	H ₂ O (vol%)	Temp (°C)	Time (h)
Na ₂ SO ₄	27	80	4
		90	4
	60	100	4
		100	24
		110	24
Na ₂ CO ₃	80	90	4
		100	4
		110	24
		120	24
Na ₂ SO ₄ -Na ₂ CO ₃ (90:10)	27	80	24
NaCl	80	110	24
		120	24
KCl	80	110	24
		110	4
		120	24
PA1	27	70	24
		80	24
		90	24
		100	24
		110	24
	60	100	4
		110	4
		120	4
	80	110	24
PA2	27	100	4
		110	4
	60	100	4
		110	4
NaHSO ₄	0	150	4
	27	80	4
		90	4
	60	120	4
		130	4
		140	4
		150	4

Table 2. Composition of the precipitator ash.

	Na (wt-%)	K (wt-%)	SO ₄ (wt-%)	Cl (wt-%)	CO ₃ (bal) (wt-%)
PA1	30.3	4.6	58.4	0.9	5.8
PA2	29.8	4.8	61.0	1.0	3.6

LIITE 9

**YTR: LUT, NCG-järjestelmien turvallisuusauditointi, syntyvät
hajukaasumäärät ja koostumukset, tyypilliset onnettomuuteen johtavat
syyt – prosessikonseptitarkastelut – projektitarjous 11.11.2016**



LAPPEENRANTA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PROJEKTIEHDOTUS

**NCG-järjestelmien turvallisuusauditointi, syntyvät
hajukaasumäärät ja koostumukset, tyypilliset onnettomuuteen
johtavat syyt - prosessikonseptitarkastelut**

Soodakattilayhdistys ry

11.11.2016-11.11.2019

Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto
Professori Esa Vakkilainen
Tutkija Kirsi Hovikorpi



1

JOHDANTO

Suomen Soodakattilayhdistys on aiemmin laatinut ohjeen ”Hajukaasujen polttosuositus, revisio B 29.10.2013” ohjeen tarkoitus on ollut edistää väkevien ja laimeiden hajukaasujen turvallista polttoa ja käsittelyä soodakattiloilla.

Raportin laatimisen jälkeen on eri tehtaissa tullut ilmi vakavia tilanteita mm.

- ”Stora Enson Kemin tehtaalla hajukaasuräjähdyks – kuului kilometrien päähän.” Kaleva 29.6.2016
- ”Stora Enson Veitsiluodon tehtaalla rikkivetyvuoto, viisi kaasulle altistunutta sairaalaan”. Kaleva 07.11.2016

On selvää että nykyiset poltto-ohjeet, jotka käsittelevät vain normaalikäyttöä eivät ole riittäviä estämään poikkeustilanteista tai toimintahäiriöistä johtuvia vaaratekijöitä. Osana teollisuuden kanssa tehtävää tutkimustoimintaa Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto Energiatekniikka on osallistunut hajukaasujärjestelmien toiminnan tutkimiseen laskentaa, tehdasvierailuja ja mallituksia tekemällä. Siksi Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto /Energiatekniikan osasto uskoo pystyvänsä avustamaan Soodakattilayhdistystä hajukaasujärjestelmien turvallisuuden parantamiseen tähtäävässä projektissa.

2

TAVOITTEET

Työssä tehdään suositusluonnos Soodakattilayhdistyksen valitseman, tehtaista ja toimijoista koostuvan ryhmän valvonnassa tavasta käydä läpi hajukaasujärjestelmien mahdolliset vaaraa aiheuttavat tilanteet, niin että hajukaasujärjestelmälle tehtävässä turvallisuusauditissa muistetaan ottaa huomioon erilaiset vaaratilanteet. Samalla selvitetään mistä, miten paljon ja millä pitoisuuksilla moderneilla tehtailla hajukaasuja syntyy ja käsitellään ennen polttoon johtamista. Lisäksi mietitään onko erilaisilla keräilytavoilla keräilyprosessista syntyviä, niille tyypillisiä vaaratyyppisiä.

Työssä tehdään loppuraportti joka luo yhteenvedon työssä tehdyistä hajukaasutarkasteluista. Erityisesti selvitetään tarvittavin osin

1. Esitetään perusteet hajukaasumäärien syntyyn, rikkipitoisuuksiin ja analyysihin sellutehtaan eri prosessiosastoista.
2. Kartoitetaan tyypilliset hajukaasujen keräily ja käsittelyjärjestelmät.
3. Dokumentoidaan kirjallisuudesta erilaisia hajukaasuonnettomuuksia.
4. Selvitetään hajukaasukattiloiden ja soihtujen toimintaa.
5. Dokumentoidaan syitä miksi ja mistä hajuja on päässyt ”karkuun” tehtailta.



3 RAPORTOINTI JA AIKATAULU

3.1 Raportti

Työn loppuraportti kirjoitetaan suomeksi ja käännetään englanniksi. Työstä raportoidaan sen kestäessä Suomen Soodakattilayhdistykselle sen haluamalla tavalla.

3.2 Tehtaat

Projektista on alustavasti keskusteltu merkittävän määrän yhdistyksen jäsenetehtaita kanssa ja periaatteellista hyväksyntää eri tehdasryhmiltä projektiin osallistumisesta on saatu.

3.3 Aikataulu

Projekti aloitetaan heti kun sen sisältö, toteutustapa ja aikataulu on sovittu. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto Energiatekniikka on valmis aloittamaan heti, kun Soodakattilayhdistys on saanut aikaan asiaa koskevan päätöksen.

Alustavasti on lähdetty siitä että projekti saataisiin valmiiksi 11.11.2019 mennessä. Tyypillisesti n. vuosi aloituksesta on 90% suosituksesta kasassa, mutta yhteisymmärräys suosituksista on yleensä vaatinut suosituksen huolellista läpikäyntiä, mikä ottaa aikaa.

4 RESURSSIT JA YHTEISTYÖ MUIDEN KANSSA

Projektin organisaatio

Projektin vastuullinen johtaja: Esa Vakkilainen (LUT/Professori)

Pääasiallinen tutkija: Kirsi Hovikorpi (LUT/Tutkija)

Tämän projektin työ ja tulokset tukevat Soodakattilayhdistyksen tavoitetta talteenotto-osasto turvallisuuden parantamiseksi ja erityisesti soodakattilan ajon kehittämiseksi, niin että siinä voidaan turvallisesti käsitellä hajukaasuja.



KUSTANNUSARVIO JA RAHOITUSSUUNNITELMA

Projektin kokonaiskustannus riippuu sen laajuudesta ja toteuttamistavasta. Alustavasti päästäisiin liikkeelle kun varattaisiin n. € 20 000,- + ALV Kirsi Hovikorven kustannuksiin ja n. € 20 000,- + ALV seurantaryhmän kustannuksiin. Tämä ei sisällä erityisiä mittauskampanjoita tehtailla. Projektin raportin painatuksesta vastaa Soodakattilayhdistys.

A handwritten signature in blue ink, reading 'Esa Vakkilainen'.

Esa Vakkilainen