

A. Tikkanen

29.2.2016

1(7)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

YMPÄRISTÖTYÖRYHMÄN KOKOUS 1/2016

AIKA 16.2.2016 klo 10.00 – 15:00

PAIKKA Pöyry-talo, Vantaa

LÄSNÄ

Antti Tikkanen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Timo-Pekka Veijonen	Stora Enso, Pulp Competence Center, Imatra, PJ
Kurt Sirén	Oy Sirra Ab
Jukka Röppänen	Andritz Oy, Helsinki
Jarmo Mansikkasalo	Valmet Technologies Oy, Tampere
Jorma Torniainen	Labtium Oy, Espoo

Skypen välityksellä:
Sanna Hämäläinen

Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehdas, Lappeenranta

LIITE 1 Tutkimusraportti: Viherlipeäsakan syrjäytyspesu, Oy Sirra Ab

LIITE 2 Viherlipeäsakan syrjäytyspesun jatkotyöehdotus, Oy Sirra Ab

LIITE 3 Muiden työryhmien kuulumiset

JAKELU:

Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla

Tiedote: Hallitus, Yhdyshenkilöt, Ympäristötyöryhmä

Sihteeristö

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Olli Dahl
Päivi Hyvärinen
Jens Kohlmann

Aalto-yliopisto, Espoo
UPM-Kymmene Oyj, Kymin tehdas
Pöyry Finland Oy, Vantaa

2 ASIALISTA

Ei muutoksia.

3 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisten kokousten pöytäkirjat hyväksyttiin muutoksitta.

4 VALMISTUNEET PROJEKTIT

4.1 Viherlipeäsakan syrjäytyspesu

Tavoite:

Selvittää soveltuuko syrjäytyspesumenetelmä viherlipeäsakan (suodatuksesta tai selkeytyksestä tuleva liete) puhdistamiseen. Projektissa menetelmää kokeillaan pilotmittakaavassa.

Tilanne:

Viherlipeän syrjäytyspesumenetelmän kokeilua varten kasattiin laitteisto, jolla suoritettiin vastavirtapesukokeet Kaukopäästä hankitulla viherlipeäsakalla. Sakka oli peräisin selkeyttimestä, sillä selkeyttimestä poistuvan sakan kuiva-ainepitoisuus on korkeampi kuin vaihtoehtoisten ratkaisujen. Kaukopäässä oli myös tehty diplomityö liittyen viherlipeäsakan flotaatioon, joten kyseisestä sakasta oli analyysitietoa valmiiksi saatavilla.

Esiselvityksessä huomattiin, että liete sellaisenaan laskeutuu hitaasti ja laimennuksen todettiin olevan välttämätön ajan säästämiseksi. Laimentamalla sakkaa enemmän kuin 2:1-suhteella selkeytymisaika lyhenee huomattavasti. Syrjäytyspesu toteutettiin siis lopulta laimennetulla (4:1 ja 3:1) sakalla. Vedenkäyttöä olisi mahdollista tehostaa käyttämällä suodos uudelleen ja näin ollen väkevöittää sitä. Lisäselvityksessä tutkittiin lietepylvään korkeuden vaikutusta selkeytysnopeuteen ja huomattiin sen olevan pidempään lineaarista kuin lyhyemmällä putkilla. Näin ollen pesuputken pituutta kasvatamalla on mahdollista nostaa käsittelykapasiteettia. Kaksi metriä korkealla pylväällä mahdollinen selkeytysaika voisi käytännössä olla noin 30–40 min.

Näytteet laboratorioanalyysijä varten kerättiin pesusuodoksesta eli lipeästä ja pestystä sakasta. Raportti löytyy tämän pöytäkirjan liitteestä 1.

Päätös:

Pesulaitteisto ja -prosessi todettiin toimivaksi ja raportti hyväksyttiin julkaistavaksi. Kurt Sirén esitteli kokouksessa myös tälle projektille jatkotyötä, josta oli keskusteltu jo edellisessä kokouksessa, katso kohta 5.6.

Lausunto projektista:

Projekti saavutti sille asetetun tavoitteen selvittää syrjäytyspesu menetelmän toimivuutta. Kaatopaikalle vietävän jätteen vähenemisestä ei voitu antaa tarkkaa laskelmaa. Jatkoanalysointi on tutkimuksen tulosten hyödyntämisen kannalta oleellista, mm. pesun tehokkuus.

5 PROJEKTIEHDOTUKSET

Työryhmässä keskusteltiin mahdollisista tulevista projekteista ja esille nousi seuraavat projektit:

5.1 Viherlipeäsakan syrjäytyspesun jatkotyö

Tavoite:

Jatkaa viherlipeäsakan syrjäytyspesua tutkinutta projektia. Selvittää alkuaineanalyysillä pesun tehokkuutta ja eri alkuainekomponenttien jakautuminen pesuliipeän ja pestyn sakan suhteen. Sakan kelpoisuus kaatopaikalle vietäväksi tulisi myös selvittää.

Toteutus:

Työ on tarkoitettu toteuttaa ottamalla näytteet pesemättömästä ja syrjäytyspestystä viherlipeäsakasta sekä suodoksesta (pesuliipeä) ja teettää näistä alkuaineanalyysit ulkopuolisella laboratoriolla. Käytännössä SKY tilaisi analyysit ulkopuoliselta laboratoriolta ja Oy Sirra Ab hoitaisi tulosten käsittelyn sekä tulosten raportoinnin.

Liitteessä 2 on alustava esitys jatkotyöstä.

Päätös:

Todettiin projekti olevan olennainen osa edellistä tutkimusta tutkittaessa syrjäytyspesun onnistumista, joten Ympäristötyöryhmä on päättänyt esittää jatkotyön hyväksymistä yhdistyksen hallitukselle. Labtiumilta on pyydetty tarjous näytteiden analysoinnista ja Kurt Sirén tekee tarjouksen omasta osuudestaan.

5.2 Soodakattilan NO_x-päästön riippuvuus puuraaka-aineen typpipitoisuudesta

Tausta:

Soodakattilan typpioksidipäästötaso riippuu mm. mustaliipeän sisältämän, puuperäisen typen määrästä. Projekti selvittäisi, kuinka paljon puun mukana tulevan typen määrä vaihtelee puulajin mukaan ja paljonko se vaihtelee puunkorjuualueen mukaan (typpirikkaat turvemaat vs. typpiköyhät kangasmaat), ja miten se vaikuttaa mustaliipeän typpipitoisuuteen ja sitä kautta soodakattilan NO_x päästöön. Asiaa on sivunnut mm. ruotsalaisten NO_x yhteenveto BAT prosessiin (BAT-dokumentti sivu 312), mistä seuraava lainaus:

“A Swedish study [62, Hedenberg 1996] shows that hardwood contains ~370 g N/m³ svb (solid volume excluding bark) and softwood contains ~225 g N/m³ svb. For kraft pulp production the wood consumption is ~4 m³ svb of hardwood and ~5 m³ svb of softwood to produce one tonne of pulp. The input to the kraft pulp mill will be ~1 480 kg N/ADt for hardwood and ~1 120 kg N/ADt for softwood.

About 90 – 95 % of this nitrogen is dissolved in the digester and follows the black liquor to the recovery boiler. In the recovery boiler, about 25 – 35 % of the nitrogen is transformed to NO_x and the rest to N₂. This would theoretically result in NO_x emis-

sions that are approximately 30 % higher from hardwood production than from softwood production. Emissions from different real recovery boilers however do not confirm this. This is possibly because the N content of black liquor has often been reported giving relatively large ranges.

In Sweden the hardwood accounts for about 15 % of the total raw material and in Finland for 40 % of the raw material under 2008/2009. The difference in use of hard- and softwood between Finland and Sweden can theoretically lead to approximately 7 % higher emissions of NO_x from the recovery boilers."

Tavoite:

Selvittää mustalipeän typpipitoisuuden korrelaatio puun typpipitoisuuteen sekä maaperän vaikutus. Lisäksi selvittää puun typpipitoisuuden vaihtelu kasvupaikan mukaan. Asiaa on selvitetty mm. 2000-luvun alussa EU-rahoitteisessa REMPULP-projektissa. Valitettavasti sen materiaali on ainoastaan rahoittajien käytössä.

Päätös:

Työryhmä päätti että sihteeristö selvittää Metsäteollisuus ry:n kanssa seuraavan BAT Reference –dokumentin valmisteluajataulun, jonka jälkeen tehdään päätös kuinka nopealla aikataululla projekti tulisi aloittaa. Myös Metsäteollisuuden kiinnostusta yhteisprojektiin selvitetään. Projekti todettu kuitenkin niin tärkeksi että sen aloitusta ehdotetaan tarpeen vaatiessa SKY:n hallitukselle jo tänä vuonna. Osaltaan tähän vaikuttaa myös tutkimuksen laajuus, sillä on oletettavaa projektin kestävän ainakin vuoden ajan. Projektin katsottiin tukevan toista projektiehdotusta, jossa selvitetään NO_x-päästöjen hallintaa, ks. kohta 5.2. "NO_x-päästöjen hallinta."

5.3 NO_x-päästöjen hallinta

Tausta:

BAT-dokumentin päätelmät julkaistiin 26.9.2014, päätelmät tulevat voimaan seuraavan neljän vuoden kuluessa kun tehtaiden ympäristölupia uusitaan. Näyttää siltä että aina pöly sekä NO_x-päästörajoihin pääseminen tulee osalla nykyisiä soodakattiloita olemaan haastavaa.

Paras käytettävissä oleva teknologia NO_x-päästöjen vähentämiseksi on optimoitu polttoilmajärjestelmä, jossa on seuraavat ominaisuudet:

- Tietokoneohjattu palamisen säätäminen
- Polttoaineen ja ilman hyvä sekoitus
- Vaiheistettu ilmansyöttöjärjestelmä, jossa käytetään esimerkiksi erilaisia ilmarekistereitä ja ilmantuloaukkoja

Voimakattiloissa käytössä olevat savukaasun puhdistus menetelmät NO_x-vähentämiseen SCR (katalyyttinen menetelmä) ja SNCR (ei-katalyyttinen menetelmä) on luokiteltu nouseviksi tekniikoiksi kuten mustalipeän kaasutus ja autokaustisointi.

Tavoite:

Soodakattilayhdistys on julkaissut aiemmin kattavia tutkimuksia ja lausuntoja typpiyhdisteiden kierrosta sellutehtaalla kuin myös NO_x-päästöjen hallinnasta ja muodostumisesta. Tutkimukset ovat kuitenkin pääosin noin kymmenen vuoden takaa, joten olisi hyvä päivittää niitä uusien tutkimustulosten osalta.



Päätös:

Työryhmän mielestä projekti on hyvä lisä edelliseen ehdotukseen (5.1), mutta päätyi pitämään sen erillisenä projektina. Toteutusajankohta riippuu edellisen ehdotuksen taivoin BREF-dokumentin valmistelusta ja lopullinen päätös ehdotuksesta hallitukselle tehdään seuraavassa palaverissa.

5.4 Meesauunin päästöt kun polttoaineena on kaasutuskaasu, biomassa tai vety

Tavoite:

Tavoitteena selvittää meesauunissa käytettävän polttoaineen vaikutus päästöihin.

Tutkittaisiin seuraavia polttoaineita:

- Kaasutuskaasu esim. kuoren kaasutus
- Biomassa esim. sahanpuru
- Ligniini
- Vety
- Verrokkit: maakaasu ja polttoöljy

Projektin tiedot olisi hyvä olla valmiina seuraavan BREF:iä varten.

Tausta:

Meesauunin yleisimmät polttoaineet ovat maakaasu ja polttoöljy. Näiden polttoaineiden hinnat ovat yli kaksinkertaistuneet viimeisen kymmenen vuoden aikana, lisäksi hintojen vaihtelu on viime vuosina ollut suurta. Meesauunin aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat merkittävin osa (noin 80 %) modernin sellutehtaan fossiilisen hiilidioksidin päästöistä. Kansainvälisten sopimusten mukaisesti fossiilia polttoaineita pyritään vähentämään ja tulevaisuudessa myös sellutehtaat voivat joutua maksamaan kasvihuonekaasupäästöistä. Tästä syystä meesauunissa käytetään yhä enemmän vaihtoehtoisia uusiutuvia polttoaineita, joiden hinnat eivät ole niin alttiita suurille hinnan vaihteluille.

Kaasutuslaitoksia on ollut käytössä jo 1980-luvulta lähtien, joten kaasutustekniikka on hyvin koiteltua. Myös sahanpurun polttaminen meesauuneissa on saatu käyttökoke-musta usean vuosikymmenen ajan. Tyypillisesti vetyä poltetaan sellutehtaiden meesa-uuneissa, jotka sijaitsevat kemikaalitehtaan (kloori-alkalilaitos) vieressä.

Kaasutuksessa syntyvä tuotekaasu sisältää pääasiassa vetyä, typeä, hiilidioksidia ja hiilimonoksidia sekä mahdollisesti pieniä määriä epäpuhtauksia kuten rikkivetyä ja tervaa. Biomassan käytöstä koituu päästöjä ilmaan sekä syntyy kiinteää jätettä. Kiinteä jäte on pääasiassa biomassan kaasutuksessa syntyvää ja kiertopedistä poistettavaa materiaalia (dolomiittikalkkia ja tuhkaa).

Verrattaessa vaihtoehtoisten polttoaineiden palamisominaisuuksia maakaasun ja polttoöljyn palamisominaisuuksiin, voidaan polttoaineet jakaa kahteen ryhmään; kiinteisiin, sekä nestemäisiin ja kaasumaisiin. Samassa olomuodossa olevilla polttoaineilla on huomattu olevan pääasiassa samanlaiset palamisominaisuudet.

- kiinteät vaihtoehtoiset polttoaineet lisäävät 6-7 % savukaasuvirtaa verrattuna öljyyn, kun taas nestemäiset ja kaasumaiset polttoaineet vähentävät sitä.
- Kiinteiden polttoaineiden palamislämpötilat ovat 3-26 % öljyn palamislämpötilaa korkeampia, kaasumaisten taas matalampia
- Myös liekin tyypissä ja lämmön siirtymistavoissa on havaittu huomattavia eroja eri polttoaineiden välillä.

Käytettävällä polttoaineella ja sen mukana tulevista aineista voi olla merkittävä vaikutus meesauunin toimintaan, kaustisointikiertoon ja päästöihin mm. puun sisältämä hiili. Polttoaineen sisältämä rikki voi lisätä myös meesauunin SO₂ ja TRS-päästöjä.

Päästöt ilmaan syntyvät meesauunissa ja poistuvat sen savukaasujen mukana. Meesauunin savukaasuista analysoidaan tyypillisesti jatkuvatoimisella analysaattorilla häkä-, NOx-, SO₂- ja TRS-päästöjä.

Vaikka Suomessa on käytössä biokaasua tai muuta biomassaa hyödyntävää meesauunia, ei niiden vaikutuksia päästöihin ole tutkittu kollektiivisesti käyttöönoton jälkeen.

Toteutus:

Ympäristöraporttien ja/tai kyselyjen perusteella tehtävä tutkimus ja vertailu.

Päätös:

Todettiin että tämänkin projektin toteutusajankohta on riippuvainen seuraavan BREF-dokumentin tekemisestä. Projektia ei kuitenkaan ole välttämättä toteutettava vielä tänä vuonna. Käytännössä tutkimus tehtäisiin jäsenkyselynä ja mukaan haluttaisiin myös mahdollisuuksien mukaan ulkomaalaisia tehtaita, esim. Sodahuskommitén jäsentehtaita. Toteutusajankohta riippuu BREF-dokumentin valmistelusta ja lopullinen päätös ehdotuksesta hallitukselle tehdään seuraavassa palaverissa.

5.5 Selvitys tyypillisistä savukaasuvirroista [m³/ADt] eri puulajeilla

Tavoite:

Selvittää tyypilliset savukaasumäärät eri puulajeille. Savukaasumäärä vaikuttaa päästömittauksiin, joten seuraavaa BREF:n valmistelua varten tulisi asia olla tiedossa.

Toteutus:

Projekti voisi olla esimerkiksi kandidaattityö. Aihetta on ehdotettu Esa Vakkilaiselle, Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto.

Päätös:

Ympäristötyöryhmä haluaa tarkemman kuvauksen työstä, joka sisältää samalla tarjouksen. Aihe todettu mielenkiintoiseksi ja työryhmä on valmis ehdottamaan projektia yhdistyksen hallitukselle.

5.6 SO₂/TRS-yhdisteiden mittaus sekä ajoparametrien vaikutus niihin

Tavoite:

Tehdä selvitys millä tavalla SO₂/TRS-yhdisteitä mitataan. Nyt mittaustarkkuus kärsii, kun päästön pitoisuus heilahtaa voimakkaasti normaaliarvosta. Mittari on saatettu kalibroida mittaamaan pieniä pitoisuuksia tarkasti, mutta häiriötilanteessa asteikko ei riitä tai ei ole riittävän tarkka mittaamaan suuria pitoisuuksia.

Vuosipäästöihin pitäisi pystyä kuitenkin laskemaan mukaan myös häiriötilanteista aiheutuneet päästöt.



7(7)

Lisäksi tavoitteena on tutkia soodakattilan ajoparametrien, kuten lipeän kuiva-ainepitoisuuden, vaikutusta edellä mainittujen yhdisteiden muodostumiseen poltossa.

Toteutus:

Kysely mittalaitevalmistajille?

Päätös:

Työryhmä haluaa tarkennuksen tutkimusaiheesta ennen päätöstä.

6 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

Muiden työryhmien kuulumiset löytyvät liitteestä 3.

7 MUUT ASIAT

Kurt Sirén pyysi YTR:ltä lupaa käyttää kotisivullaan kuvia viherlipeäsakan syrjäytys-pesuprojektia varten kasaamastaan laitteistosta. Lupa myönnettiin.

8 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous sovittiin pidettäväksi Skypen välityksellä 22.3.2016, alkaen klo 14.

Vakuudeksi

Antti Tikkanen

LIITE 1

**Tutkimusraportti:
Viherlipeäsakan syrjäytyspesu, Oy Sirra Ab**

VIHERLIPEÄSAKAN SYRJÄYTYSPESU

Kurt Sirén

Oy Sirra Ab

28.12.2015

Oy Sirra Ab

Bondarbyntie 177

02420 Jorvas

YHTEENVETO TULOKSISTA

Tutkittiin viherlipeäsakan pesumenetelmää, jossa viherlipeän selkeytyksestä tai suodatuksesta tuleva käsittelemätön sakkaliete pestään pystysuorissa putkissa vastavirtaperiaatteella (syrjäytyspesu). Syrjäytyspesumenetelmä erottaa lipeän, muiden komponenttien jäädessä pestyyn sakkaan. Lisäksi tarkoituksena pitkällä tähtäimellä on erottaa myös muut komponentit toisistaan. Työn tässä vaiheessa keskityttiin itse pesumenetelmän kehittämiseen, muiden komponenttien erottamisen jäädessä myöhempiin vaiheisiin.

Projektia varten hankittiin käsittelemätöntä viherlipeäsakkalietettä tehtaalta jossa on käytössä viherlipeänselkeytys. Sakan pesussa/käsittelyssä tehtaalla on perinteinen pre-coat-rumpusuodin, joka hyödyntää meesaa suodinmateriaalina. Tulokset osoittivat, että menetelmä on toimiva ja käyttökelpoinen.

Vastavirtapesulla voidaan pestä viherlipeäsakka siten, että natriumsuolat saadaan talteen, minkä lisäksi liukenemattomat aineet poistetaan siten, että niiden määrä on merkittävästi pienempi kuin pre-coat –suotimella. Menetelmä luo myös hyvän lähtökohdan mahdolliselle jatkokäsittelylle, kuten happoliuotukselle tai vaahdotukselle.

Merkittävin tekijä selkeytyksessä on sakeus; ei tiheys, kuten ennalta odotettiin. Tästä seuraa se, että on edullista käyttää verraten korkeita putkia, ja käyttää selkeytykseen vain putken ylintä osaa. Tällöin sakkakerroksen sakeus ei kasva yhtä nopeasti ja laskeutumisnopeus pysyy kauemmin suurena.

Tarkkoja laskelmia siitä, miten paljon kaatopaikalle menevän jätteen määrää voitaisiin vähentää, on hyvin vaikeaa tehdä tämän kokeen tulosten perusteella. Laskelmien mukaan projektissa mukana olleessa tehtaassa olisi mahdollista vähentää sakan määrää lähes 60 %. Jäljelle jäävä virta on mahdollista käsitellä edelleen pidemmälle, mutta tämä vaatii uusien prosessien kehittämistä.

Myös tehdasmittakaavassa laitteisto olisi teknisesti yksinkertainen ja siinä olisi hyvän vähän liikkuvia osia, lukuun ottamatta pumppuja ja venttiilejä. Tilankäyttö pysyisi kohtuullisissa rajoissa.

Jatkohankkeessa olisi keskityttävä prosessin kemiaan liittyviin kysymyksiin ja analyyseihin sekä tutkittava erityisesti raskasmetallien käyttäytymistä.

Sisällys

YHTEENVETO TULOKSISTA	2
1 PROJEKTI JA LAITTEISTO.....	4
1.1 Tavoite	4
1.2 Tausta	4
1.3 Syrjäytyspesu	4
1.4 Laitteisto	7
2 KOKEET JA TULOKSET	9
2.1 Koemateriaali	9
2.2 Esikokeet.....	9
2.3 Kokeet putkilaitteessa	11
2.4 Selkeytymisaika ja -nopeus.....	15
2.5 Selkeytyskoe määritellyissä oloissa.....	17
3 PROSESSIN JA TULOSTEN ARVIOINTI	19
3.1 Happoliuotus.....	20
3.2 Vaikutus kaatopaikkajätteen määrään	21
3.3 Arvioita tehdasmittakaavan laitteistosta.....	22
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	22
4.1 Jatkotutkimustarpeita	22
VIITTEET	23

1 PROJEKTI JA LAITTEISTO

1.1 Tavoite

Projektin tavoitteena oli ensimmäiseksi selvittää toimiiko viherlipeäsakan vastavirtapesumenetelmä ja toiseksi voidaanko syrjäytyspesulla vähentää kaatopaikalle vietävän viherlipeäsakajätteen määrää. Syrjäytyspesu olisi vaihtoehto nykyisille viherlipeäsakan pesu- ja käsittelytekniikoille (pre-coat –suodin, linko, painesuodatus yms.).

1.2 Tausta

Jätteiden hyödyntämistä ja tuotteistamista säädellään sekä EU-lainsäädännöllä että kansallisesti. Nykyisellä lainsäädännöllä pyritään ensisijaisesti vähentämään jätteen määrää ja lisäämään jätteen kierrätystä sekä edistämään jätteiden hyötykäyttöä. Arvioiden mukaan Suomessa sellutehtailla syntyy noin 80 000 tonnia viherlipeäsakkaa vuodessa, josta noin 85 % viedään kaatopaikoille loppusijoitusta varten (1). Viherlipeäsakan osuus kaikesta selluteollisuuden kaatopaikalle päätyvästä kiintojätteestä on noin 44 %. Vuonna 2012 sakan määrä oli 64 200 tonnia (kuiva).

Jätevero vuoden 2015 alusta on 55 euroa tonnilta jätettä, joka toimitetaan kaatopaikalle (1). Viherlipeäsakka on tällä hetkellä vapautettu jäteverosta, koska hyötykäytölle ei ole löytynyt toimivaa kustannustehokasta ratkaisua. Sakka määritellään Suomessa jätteeksi, mikä merkitsee että hyötykäyttöä rajoittavat erilaiset lait ja asetukset, mm. pitoisuusrajat. Sakalle on kuitenkin pyritty löytämään hyötykäyttöratkaisuja useissa projekteissa. Hyötykäyttöä hankaloittaa sakan koostumus ja hallittavuus. Lisäksi koostumus vaihtelee tehtaiden välillä johtuen sellun valmistusprosessin eroista. Näin ollen yhdellä tehtaalla toimiva hyödyntämismenetelmä ei välttämättä sovellu toiselle tehtaalle. Sakkaa on lähinnä hyödynnetty jätevesien neutralointiin sekä kaatopaikkojen pintarakenteissa vettä pidättävässä kerroksessa.

Viherlipeäsakka sisältää erilaisia suoloja kuten natriumkarbonaattia ja sulfidia, ja lisäksi nokea sekä muita sellun valmistusprosessin kannalta haitallisia aineita kuten alumiinia, magnesiumia, mangaania, piitä, rautaa, kuparia, kadmiumia ja fosforia.

1.3 Syrjäytyspesu

Syrjäytyspesun ajatus on, että sakka pestään vedellä vastavirtaperiaatteella, jolloin saadaan natriumsuolat talteen käyttämättä perinteistä suodatusta. Etuna on se, ettei pre-coat –meesaa tarvita, minkä vuoksi jätteen määrä vähenee lähes puoleen verrattuna perinteiseen rumpusuotimeen. Menetelmä perustuu siihen, että sakka vuorotellen sekoitetaan ja laskeutetaan pystysuorissa putkissa, joissa pesu tapahtuu asteittain, ja sopivalla sakan ja veden syötöllä saadaan lipeä ulos putkirivin toisesta päästä ja pesty sakka toisesta päästä. Menetelmä on tarkemmin kuvattu alla.

Pitkän aikavälin tavoitteena pyritään siihen, että sakka voitaisiin käsitellä lähes kokonaan hyötytuotteiksi ja harmittomiksi aineiksi. Esillä olevassa hankkeessa selvitettiin kuitenkin vain menetelmän toimivuutta ja jätemäärän vähentämispotentiaalia. Ainoastaan joitakin perusanalyysjä voitiin hankkeen puitteissa tehdä.

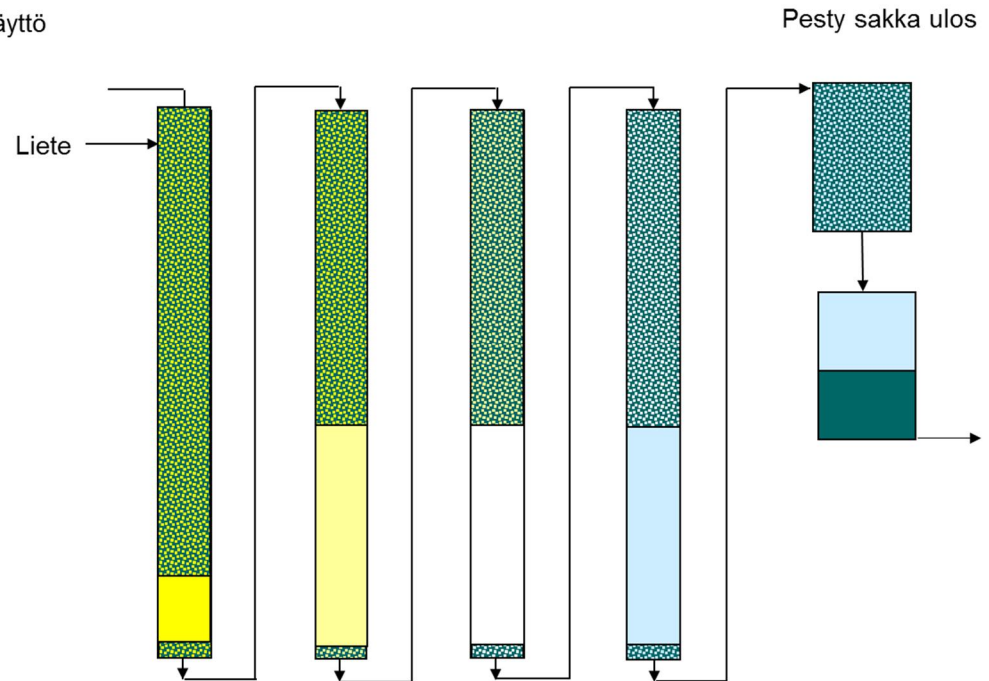
Syrjäytyspesumenetelmä on havainnollistettu kuvissa 1a–c. Ensimmäisessä vaiheessa sakkaliete syötetään ensimmäiseen putkeen ja samalla syrjäytetään edelliset sakkaerät

seuraavaan putkeen (kuva 1a). Viimeisestä putkesta saadaan ulos valmiiksi pestyä sakkaa. Toisessa vaiheessa annetaan sakan laskeutua (kuva 1b).

Kolmannessa vaiheessa syötetään pesuvettä viimeiseen putkeen (kuva 1c). Samalla syrjäytetään lipeä ulos ensimmäisestä putkesta.

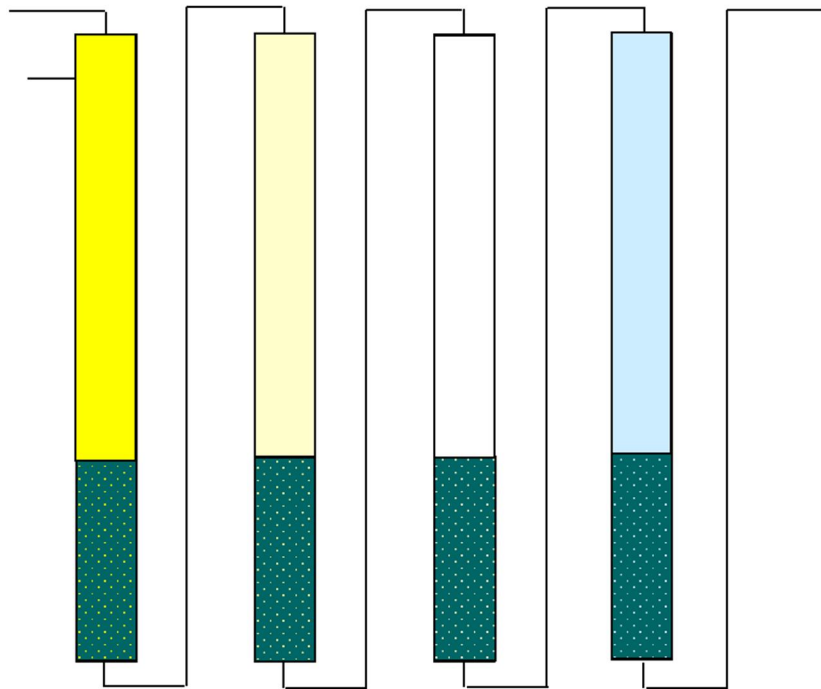
Käytännössä toinen ja kolmas vaihe on toistettava muutamia kertoja, jotta prosessin vesitase ei häiriinny eli veden nettovirtaussuunta on oikealta vasemmalle.

1. Lietetäyttö



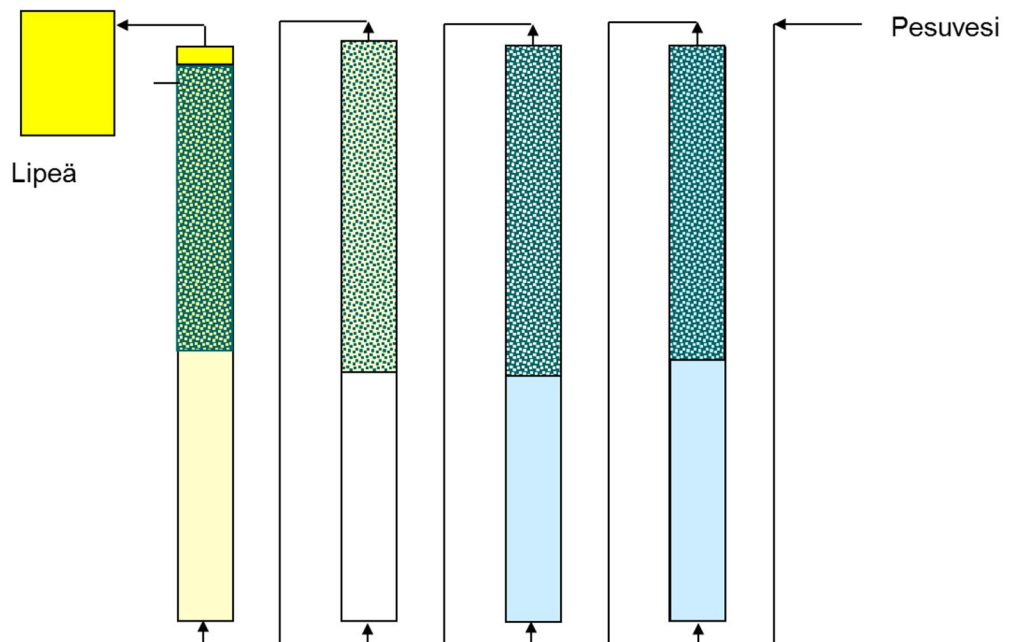
Kuva 1a. Täyttö sakkalietteellä.

2. Sakeutus



Kuva 1b. Sakan laskeutus.

3. Syrjäytys



Kuva 1c. Lipeän ulosotto syrjäyttämällä.

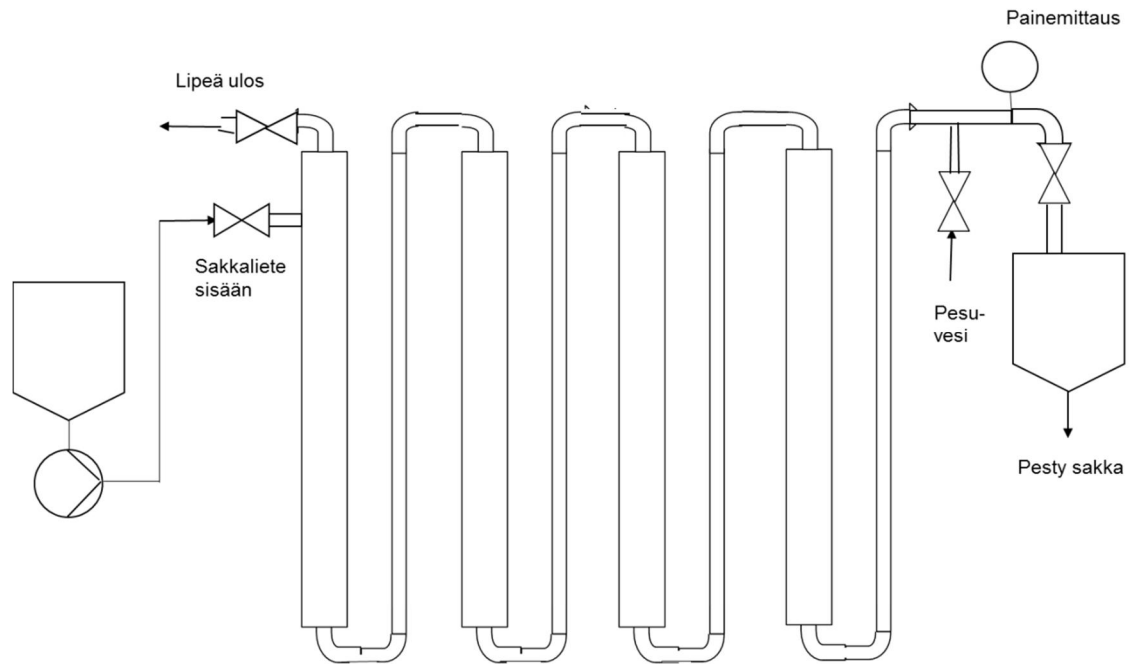
Ulos saatava sakka on pesty, mutta sisältää edelleen paljon nestettä. Mikäli jatkokäsittelyä ei tavoitella vaan tavoitellaan pelkästään sakan määrän vähentämistä, jonkinlainen sakeutus tai loppukuivaus lienee tarpeen. Tulevaisuudessa tavoitteena on kuitenkin jatkokäsittely, jossa pyritään erottamaan haitalliset aineet, kuten kadmium ja lyijy sekä saamaan hyödylliset

komponentit, kuten hivenaineet, talteen. Näitä voitaisiin käyttää esim. metsälannoitteena. Hiilen luonnollinen loppusijoitus olisi poltto.

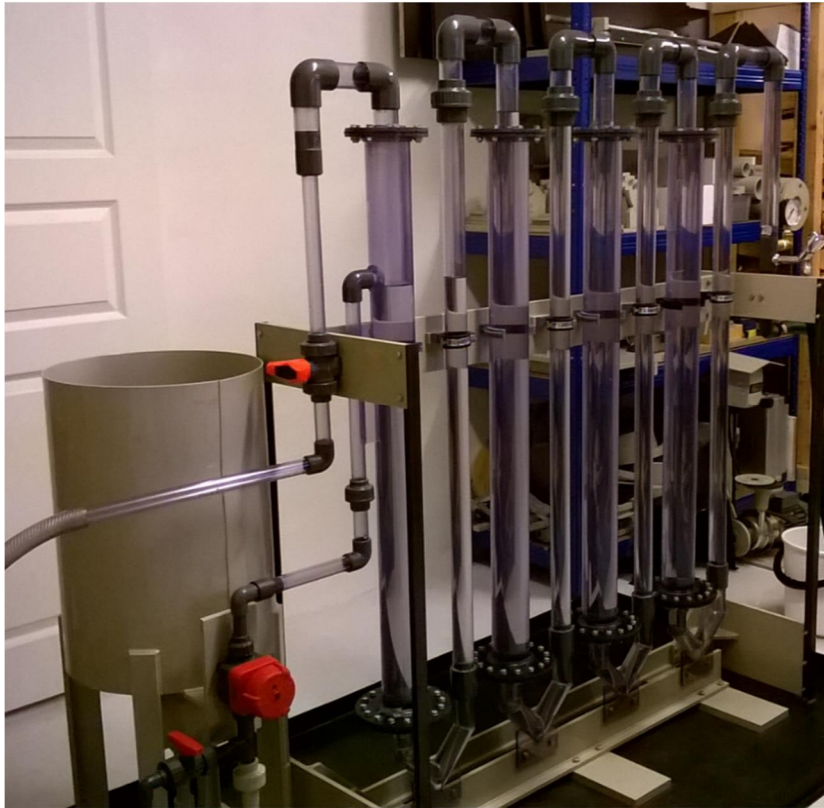
1.4

Laitteisto

Kokeita varten rakennettiin kuvassa 2 oleva laitteisto. Vasemmalla on lietteen syöttösäiliö ja pumppu. Oikealla on pestyn sakan selkeytys- ja sakeutussäiliö. Putkien sisähalkaisija oli 67,2 mm ja korkeus 1,0 m. Pienten siirtoputkien sisähalkaisija oli 36 mm. Kuvissa 3a ja b on valokuvia laitteistosta.



Kuva 2. Koelaitteisto.



Kuva 3a. Koelaitteistoa



Kuva 3b. Koelaitteistoa

2 KOKEET JA TULOKSET

2.1 Koemateriaali

Koesakaksi hankittiin viherlipeäselkeyttimen alitetta tehtaalta. Tehtaan valinta perustui ensisijaisesti siihen, että kyseisellä tehtaalla oli tehty aiemmin opinnäytetyö liittyen viherlipeäsakan käsittelyyn, jonka vuoksi saatavilla oli runsaasti tutkimustietoa (2). Lisäksi tehtaalla käytettiin perinteistä viherlipeän selkeytystä, jolloin sakan kuiva-ainepitoisuus oli verraten suuri: noin 25 %.

2.2 Esikokeet

Ennen laitekokeita tehtiin muutamia tunnustelevia kokeita, joissa pyrittiin selvittämään miten viherlipeäsakka käyttäytyy laskeutusta silmälläpitäen. Seitsemään koeputkeen laitettiin sakkalietettä eri laimennoksina, ja seurattiin selkeän kerroksen muodostumista, ks. kuva 4. Ensimmäisessä putkessa oli laimentamaton liete, seuraavissa laimennoksia suhteissa 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 ja 6:1.

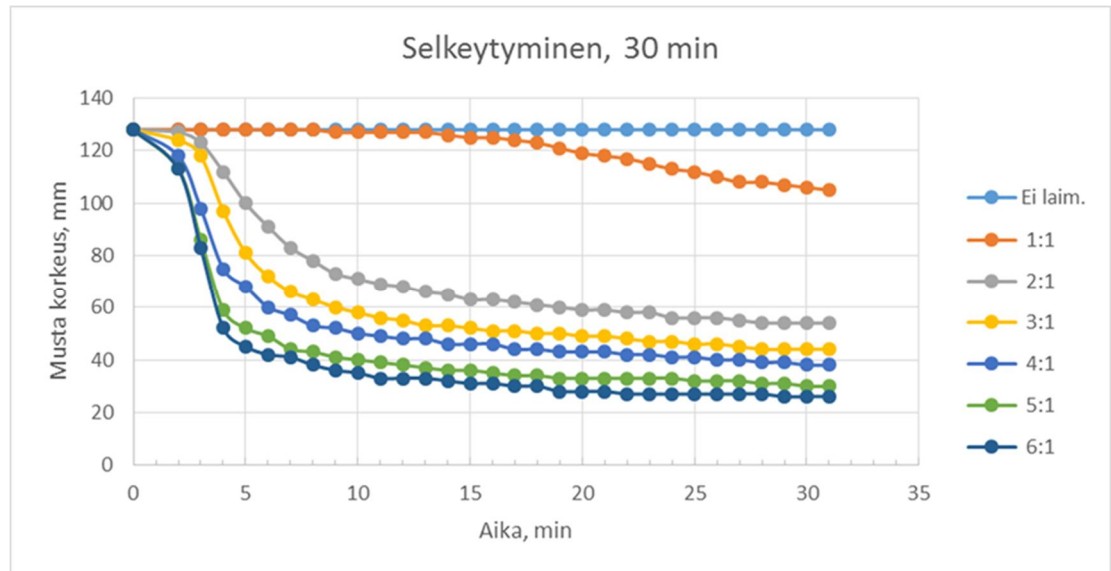


Kuva 4. Laskeutus koeputkissa eri laimennoksina.

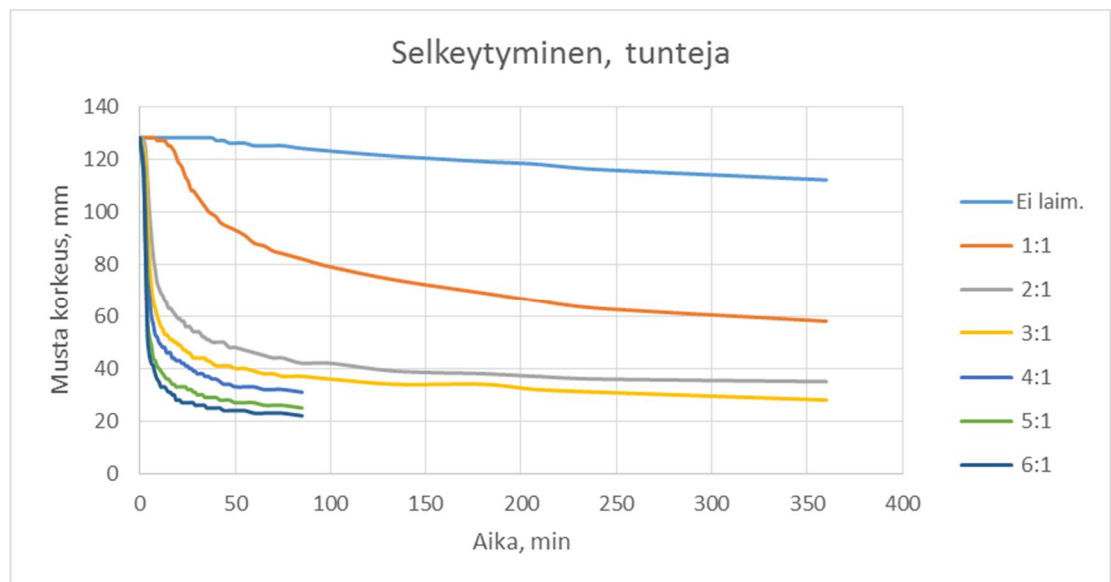
Kokeesta kävi varsin selvästi ilmi, että laimentamaton sakka laskeutuu äärimmäisen hitaasti. Kuvissa 5 a–c on esitetty kirkkaan kerroksen korkeus ajan funktiona. Kuten kuvasta käy ilmi, laimentamaton sakka ei kirkastunut lainkaan puolessa tunnissa. Kaikista kuvaajista käy alussa ilmi selittämätön viive. Seossuhteessa 1:1 tämä viive oli noin 15 min, minkä jälkeen alkoi näkyä selvä kirkas kerros. Suuremmissa seossuhteissa, eli laimeammissa liuoksissa, viive lyheni ja selkeytyminen nopeutui. Nopean laskuvaiheen jälkeen selkeytymisnopeus tasaantui. Kokeen tuloksena voidaan todeta, että sakeus on ratkaiseva tekijä syrjäytyspesun kannalta. Jos käytetään tehtaan alitetta sellaisenaan (25 % ka), se johtaa kestäättömään pitkään käsittelyaikaan. Prosessi on sillä tavalla toteutettuna liian hidas ollakseen käytännössä käyttökelpoinen. Kuvasta 5b käy ilmi, että edes kuuden tunnin jälkeen riittävää kirkastunutta kerrosta ei ole syntynyt. Jotta käyttökelpoinen laskeutusnopeus olisi saavutettavissa, laimennussuhteen on kuvasta päätellen oltava vähintään 3:1, eli kolme osaa

vettä ja yksi osa alitetta. Vielä suuremmalla laimennussuhteella saavutetaan hyvin nopea selkeytyminen ensimmäisen viiden minuutin aikana.

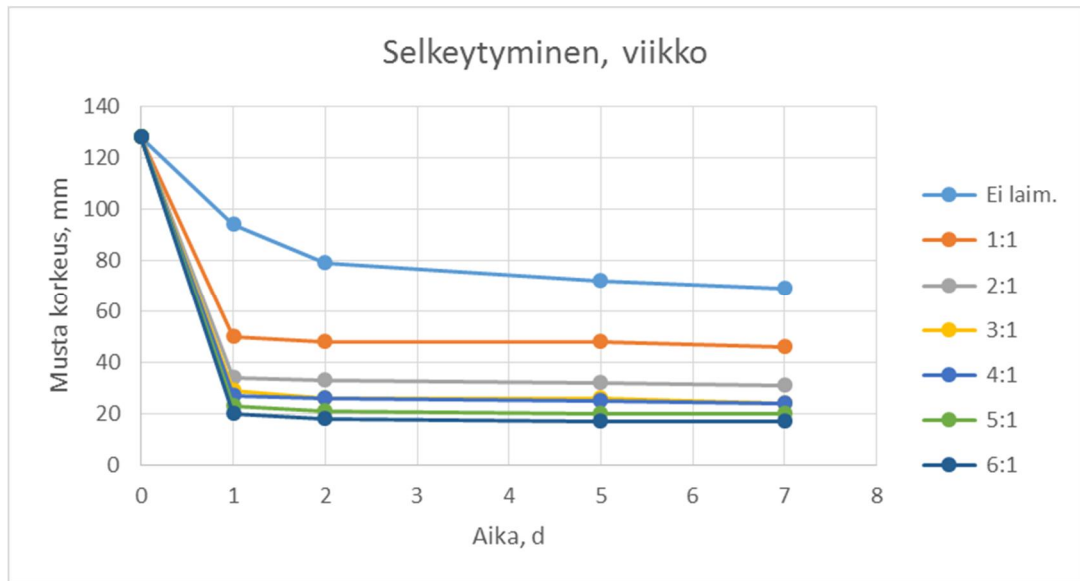
Kuvasta 5c nähdään että laimentamaton alite oli viikon jälkeen vielä muutostilassa, muiden seosten ollessa jo kohtuullisen hyvin stabiloituneet. Koe antoi osviittaa siihen, miten syrjäytyspesuprosessia kannattaa ajaa.



Kuva 5a. Selkeytyminen noin puolessa tunnissa eri laimennussuhteilla.



Kuva 5b. Selkeytyminen pidemmällä aikavälillä, 6 h.



Kuva 5c. Selkeytyminen pitkän ajan kuluessa.

2.3

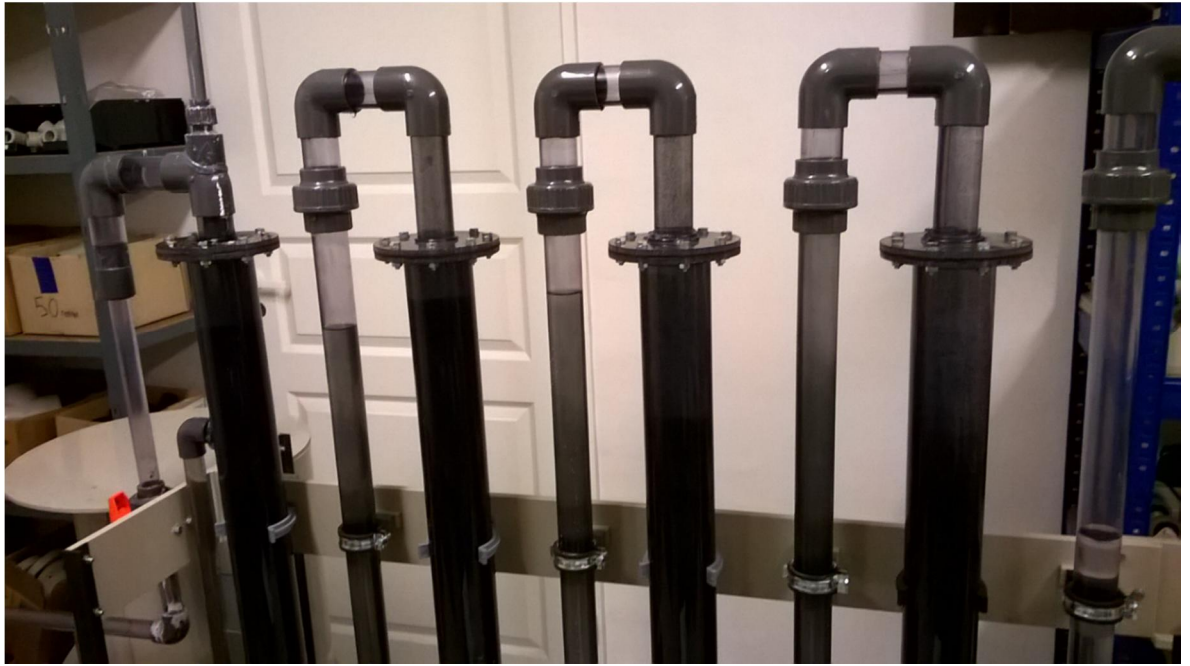
Kokeet putkilaitteessa

On periaatteessa kaksi eri tapaa toteuttaa syrjäytyspesu. Toisessa tavassa sakka pysyy paikallaan, ja vesifaasi liikkuu sen läpi ylöspäin. Toisessa tavassa koko sakkakerros liikkuu ylöspäin alhaalta syötetyn veden mukana, minkä jälkeen sakka laskeutuu vesifaasin läpi, ja tulee siten pestyksi. Molempia kokeiltiin, mutta todettiin pian että ensimmäinen tapa ei ole toimiva. Vaikka kuinka hitaasti yritettiin syöttää vesi, sakkakerros pöllähti ylös, ja sekoittui veden kanssa. Toinen tapa taas toimi hyvin. Sopivalla vedensyöttönopeudella sakkakerros liikkui tulppana ylös putkessa, ja selvä rajapinta kirkkaan osan ja mustan sakkakerroksen välillä säilyi. Kirkas lipeä saatiin syrjäytettyä ulos putkesta. Jälkimmäinen tapa siten oli käytössä jatkossa.

Periaate, jossa sakka pyritään pitämään paikalla ja vesi liikkuu sen läpi, on myös epäedullinen siltä osin, että vesi pyrkii kanavoitumaan joitakin reittejä pitkin. Silloin kakun muut osat jäävät peseytymättä. Käytetyssä tavassa taas sakka hajoa kokonaisuudessaan, ja kun se laskeutuu veden läpi, hiukkaset tulevat yksittäisinä partikkeleina pestyiksi.

Laitteistoa ajettiin siten, että sakkaseosta (ensin seossuhteessa 3:1 ja myöhemmin 4:1) syötettiin syöttösäiliön kautta yhdellä kerralla. Kerta-annos oli 3,6 l, joka vastasi yhden putken tilavuutta. Näin jokaisessa syötössä yhden putken sisältö siirtyi yhden putken verran eteenpäin. Syötön jälkeen sakka-annos sekoittui edellisen putken pesuveden kanssa, ks. kuva 6. Kun liete oli syötetty, annettiin sakan laskeutua putkissa.

Sakan laskeuduttua syötettiin pesuvettä putkirivin toisesta päästä. Valokuvasarjassa kuvassa 7 a–d käy ilmi lipeän syrjäytyminen. Koejärjestelyjen aikana opittiin ohjaamaan prosessia ensimmäisen putken mukaan: kirkas kerros nousi ulostuloputkeen saakka, minkä jälkeen veden syöttö katkaistiin. Muiden putkien rajapinnat olivat tällöin hieman alempana. Kuvasarjasta kuvassa 8 a–c käy tarkemmin ilmi miten rajapinta siirtyy ehjänä ylöspäin veden syötön aikana. Veden nousunopeus oli 700 mm/min, mikä vastaa tässä laitteistossa 2,5 l/min.



Kuva 6. Sakkasyötön jälkeen.

Syrjäytys tehtiin aina kun kirkkaan nestepatsaan korkeus oli noin 0,5 m. Jotta veden nettovirtaus kulkisi oikealta vasemmalle, oli tehtävä useampi laskeutus ja syrjäytys joka sakkalietetäyttöä kohti (1 m per täyttö).

Sakkalietteen laimennustarve aiheuttaa sen, että tuotelipeä on laimeampi kuin normaali viherlipeä. Myös edellisistä pesuvaiheista tuleva vesi laimentaa tuotelipeää. Koska jo koeputkikokeessa kävi ilmi, että ratkaisevin tekijä laskeutumisnopeudelle on sakeus, eikä suinkaan kuten odotettua vesifaasin tiheys, olisi mahdollista kierrättää tuotelipeä, ja siten kasvattaa sen konsentraatiota. On kuitenkin kyseenalaista onko siitä hyötyä, sillä lipeä on joka tapauksessa vietävä sulaliuottajaan, ja periaatteessa voidaan yksinkertaisesti ohjata suurempi osa sinne menevistä vesistä syrjäytyspesun kautta.



Kuva 7a. Lipeän syrjäytyminen. Kirkas kerros otetaan ulos (nuoli). Kirkastunut pesuvesi putkissa 2 - 4 siirtyy samalla aina seuraavaan putkeen vasemmalle.



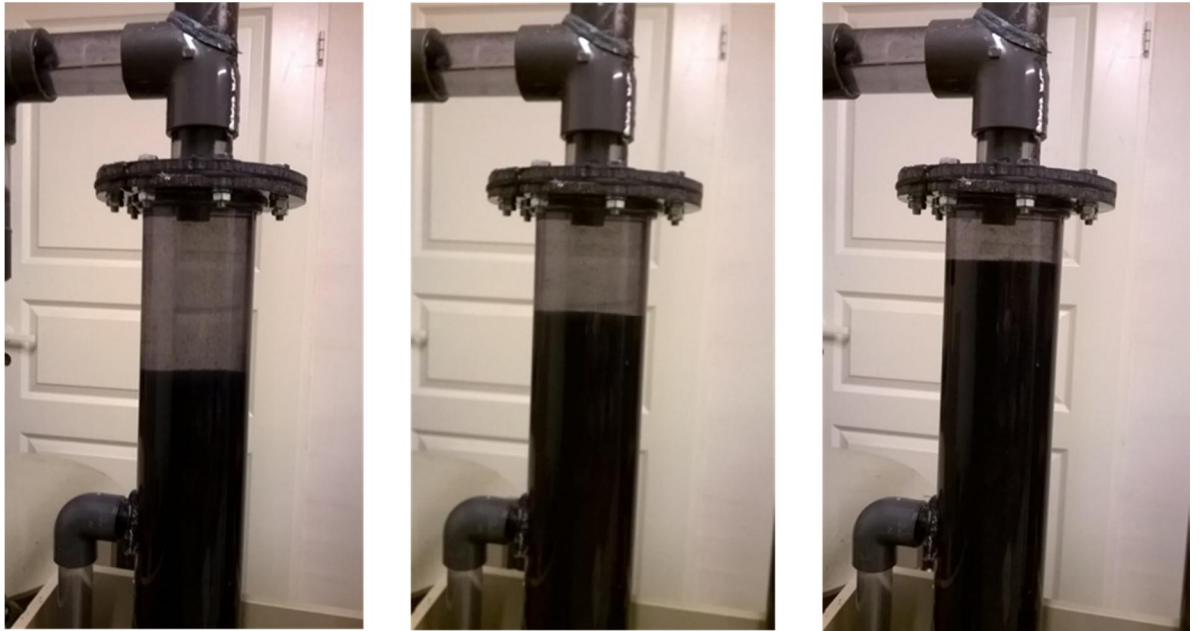
Kuva 7b. Lipeän syrjäytyminen. Musta kerros liikkuu ylöspäin kaikissa putkissa.



Kuva 7c. Lipeän syrjäytyminen (nuoli). Rajapinta pysyy selvänä myös muissa putkissa.



Kuva 7d. Syrjäytys pysäytetään kun rajapinta on saavuttanut ulostuloputken suun.

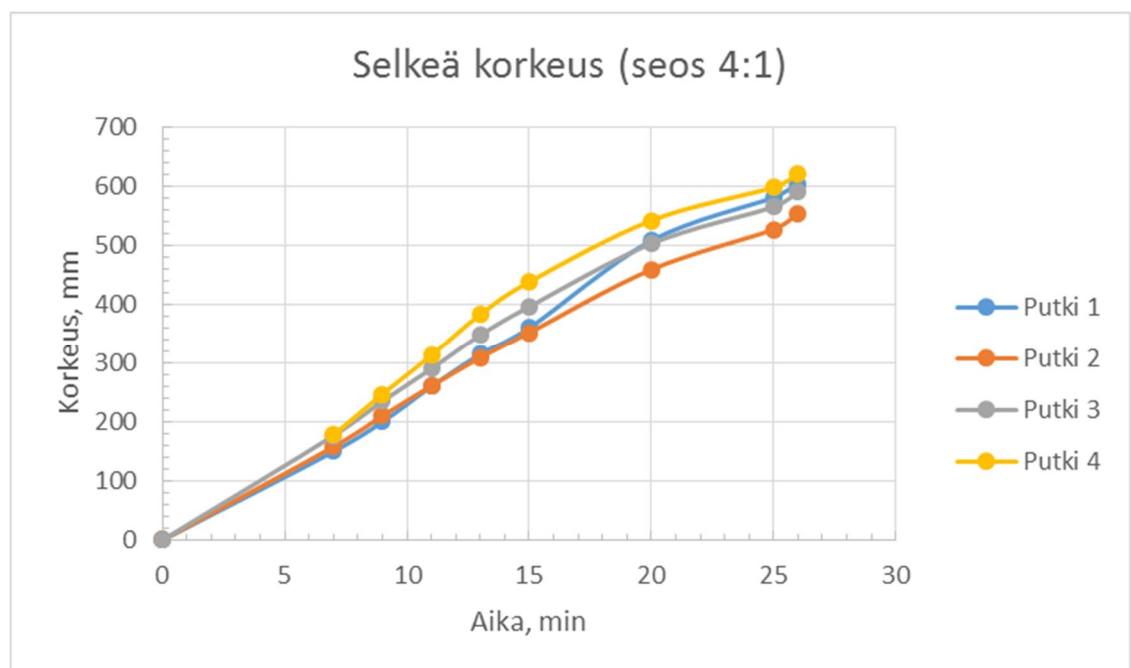


Kuva 8. Lipeän syrjäytys: rajapinta säilyy selvänä ja ehjänä syrjäytyksen edetessä.

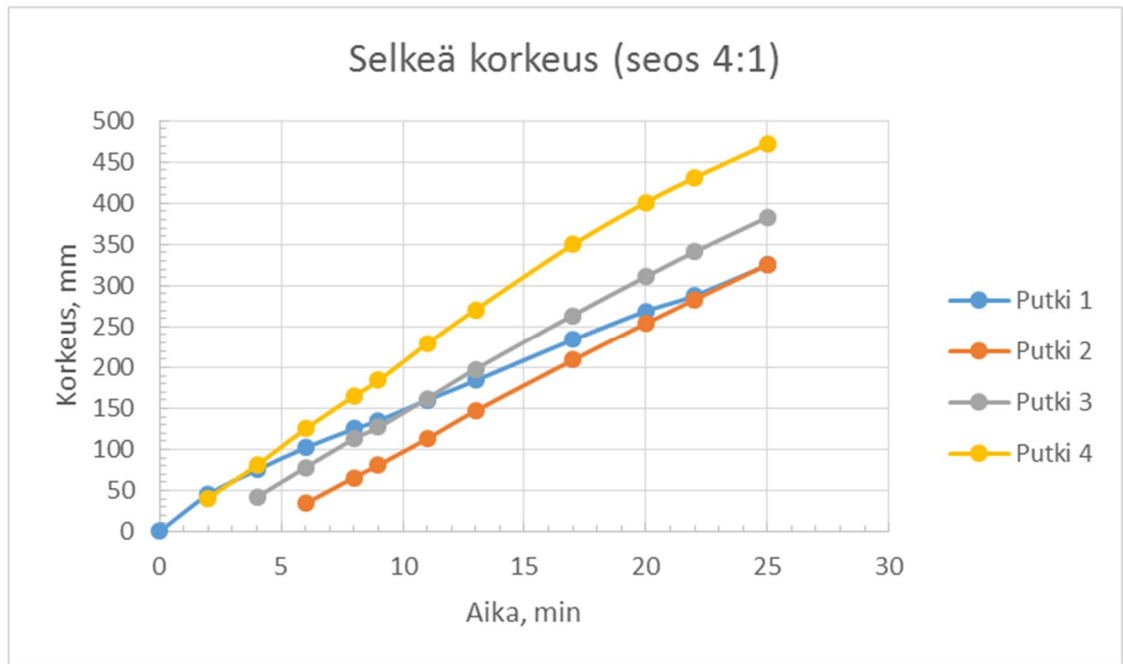
2.4

Selkeytymisaika ja -nopeus

Toimivalle tehdasprosessille on olennaista se, että laskeutussykli pysyy järkevissä aikapuitteissa, eli että prosessin kapasiteetti on riittävä. Siksi haettiin ensin käyttökelpoista seossuhdetta. Päädyttiin suhteeseen 4:1, eli neljä osaa vettä ja yksi osa sakkalietettä. Mitattiin kirkkaan kerroksen korkeus ajan funktiona. Prosessia ajettiin toistuvasti monta kertaa kunnes se oli saatu stabiiliksi ennen lopullisia mittauksia. Ensimmäisen laskeutuksen aikariippuvuus eri putkissa käy ilmi kuvasta 9. Noin 25 minuutissa saatiin yli 0,5 m kirkas nestekerros.



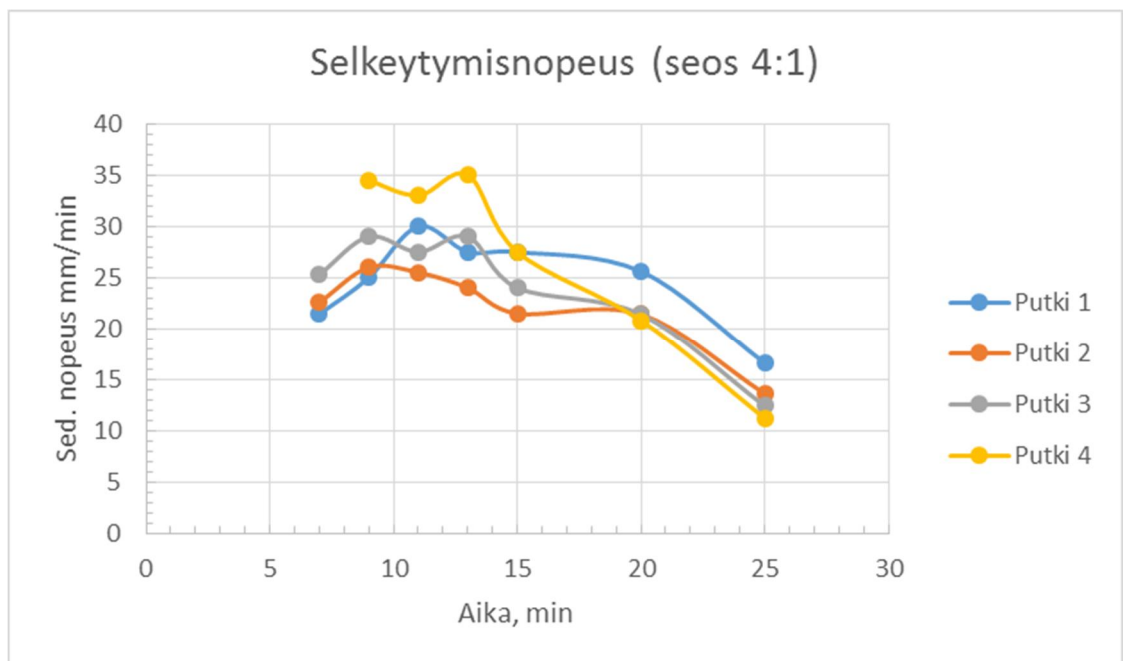
Kuva 9. Ensimmäinen selkeytyminen sakkalietetäytön jälkeen.



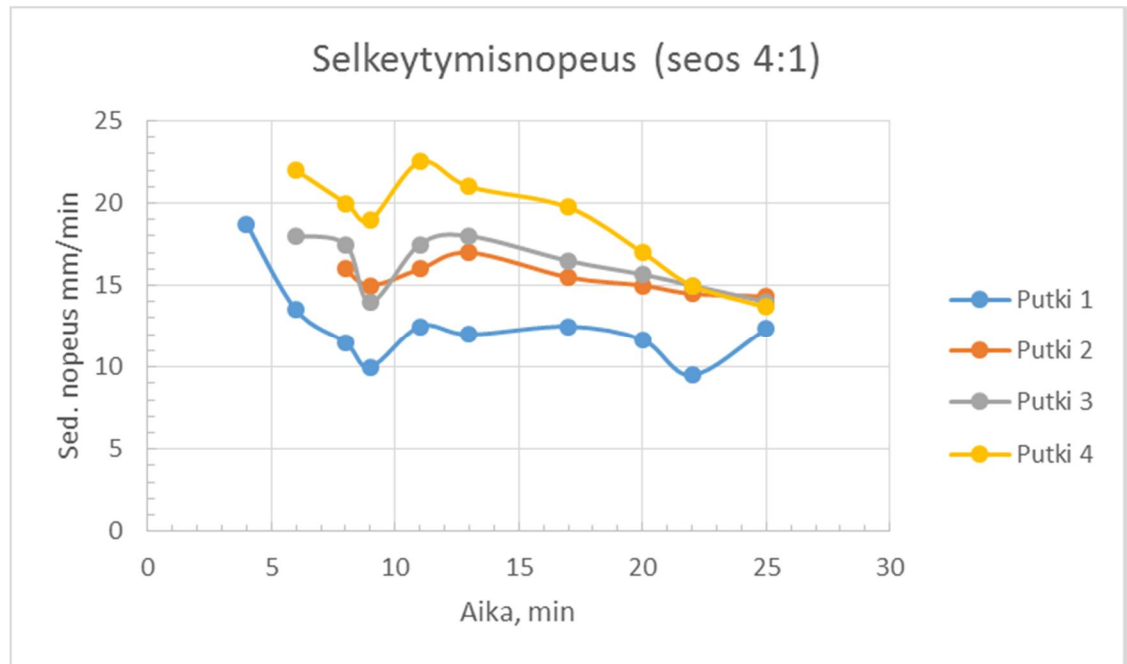
Kuva 10. Toinen selkeytys.

Kuvassa 10 on esitetty toisen selkeytyksen tulokset. Hieman vaikeaselkoisena ilmiönä todettiin että seuraava laskeutus oli aina ensimmäistä hieman hitaampi. Tämä toistui kaikissa putkissa ja kaikissa selkeytyksissä. Ilmiölle ei nähty selitystä, minkä vuoksi tehtiin myöhemmin selkeytyskoe paremmin määritellyissä oloissa, koe on kuvattu tarkemmin myöhemmänä kappaleessa 2.5.

Selkeytysnopeus on esitetty kuvissa 11 ja 12. Kuten kuvasta käy ilmi, nopeus oli alussa pääasiassa alueella 25 – 30 mm/min, mutta laski loppua kohti. Syynä laskuun on ilmeisesti sakeuden kohoaminen sakkakerroksessa. Mahdollinen tiheyden vaikutus näkyy putkissa 2 – 4, joissa nopeus kasvaa tiheyden järjestyksessä, eli putken 4 ollessa laimein.



Kuva 11. Nopeus ensimmäisessä selkeytyksessä sakkasyötön jälkeen.



Kuva 12. Nopeus toisessa selkeytyksessä syötön jälkeen.

Toisessa laskeutuksessa sakkasyötön jälkeen nopeus jäi alemmalle tasolle. Myös tässä on mahdollisesti tiheyden mukainen järjestys, kuitenkin täytyy ottaa huomioon myös mahdolliset tekniset syyt.

2.5

Selkeytyskoe määritellyissä oloissa

Yllä kuvattu koe putkilaitteistossa keskittyi prosessin toimivuuden selvittämiseen. Ollessaan jatkuvakäyttöinen (lukuun ottamatta syklin eri vaiheet), kuten tehdasprosessi, siihen vaikuttavat tekniset seikat, kuten paikallinen sakeus ja tiheys, syöttökohdan korkeus ym. Todellinen selkeytysnopeus, ns. luonnontieteellisessä mielessä, ei tule yksiselitteisesti esille kyseisessä laitteistossa. Se seikka, että nopeus oli suurempi ensimmäisessä selkeytyksessä, oli hämmentävä. Avoimeksi kysymykseksi jäi myös selkeytysnopeus, kun putken korkeus lähestyy tehdasmittakaavaista sovellusta. Todellisen selkeytymisnopeuden selvittämiseksi tehtiin koe, jossa sakan annettiin laskeutua tarkoin määritellyissä oloissa eri korkeuksissa. Tätä tarkoitusta varten tehtiin 2 m korkea "mittalasi", jonka sisähalkaisija oli kuten aikaisemmassa kokeessa 67,2 mm. Kuvassa 13 on valokuva mittalasista.

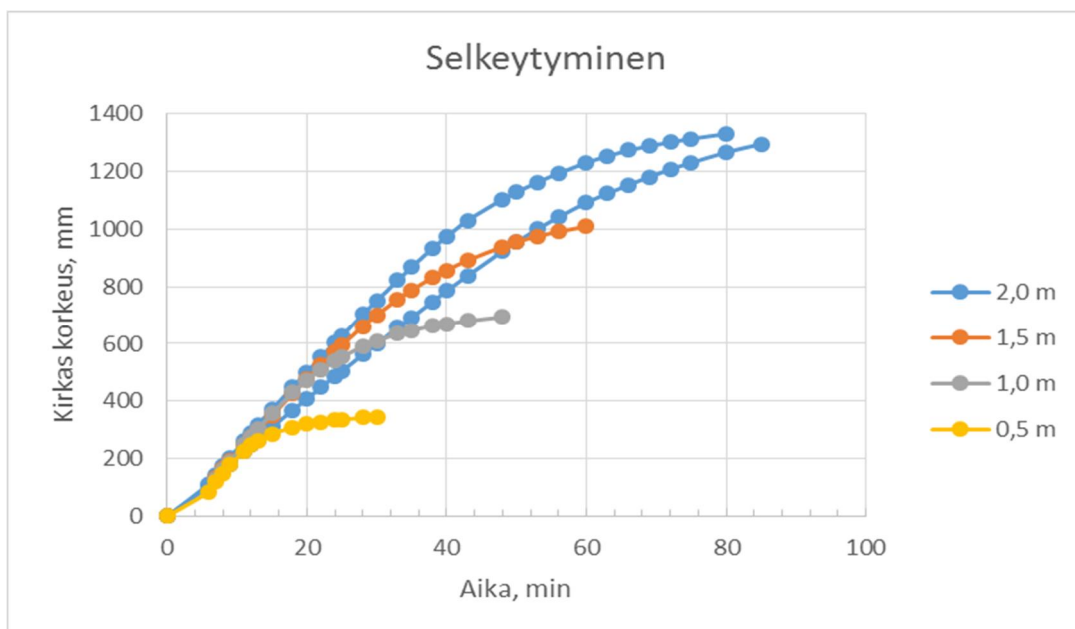
Kokeessa putki täytettiin eri korkeuksiin sakkalietteellä seossuhteessa 4:1. Korkeudet olivat 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m ja 2,0 m. Seoksen kirkkaan osan korkeus mitattiin ajan funktiona. Tulokset on esitetty kuvassa 14 selkeän kerroksen korkeutena ja kuvassa 15 selkeytymisnopeutena.

Koepiste jossa korkeus oli 2 m, mitattiin kaksi kertaa, ensimmäisenä ja viimeisenä. Syynä oli se, että kun mitattiin muut korkeudet, havaittiin niissä olevan suurempi alkuvaiheen nopeus. Uusi mittaus antoi myös 2,0 m korkeudelle nopeamman selkeytyminen. On mahdollista että syynä tähän on se, että jotkin pienet hiukkaset liukenivat.

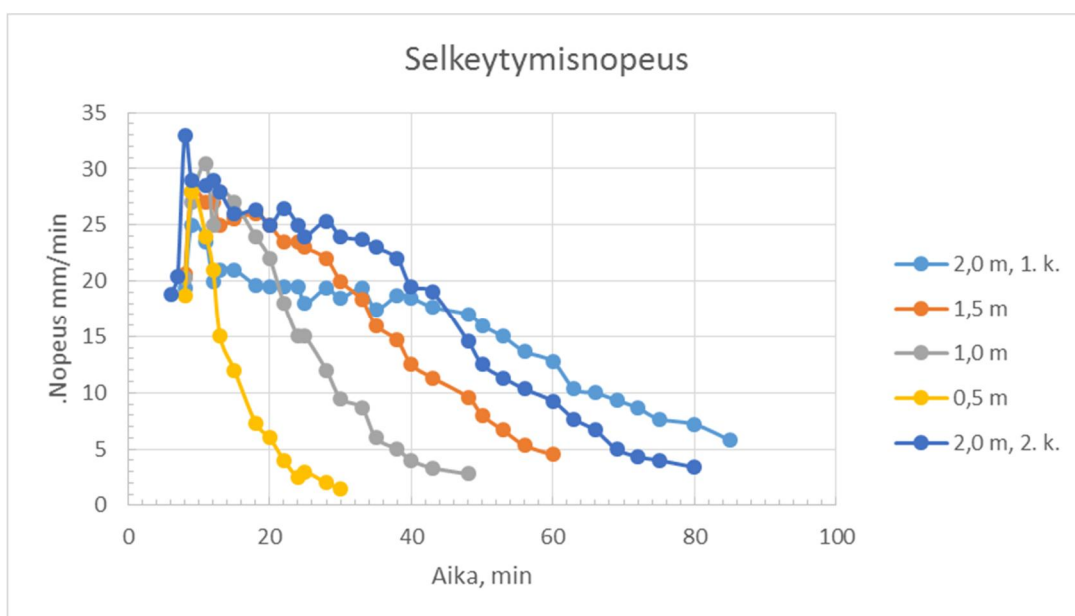
Paremmiin määritellyissä oloissa saatiin erilaisia tuloksia kuin putkirivilaitteistossa, jossa ilmeisesti vaikuttivat myös muut seikat kuin pelkkä laskeutuminen.



Kuva 13. 2 m korkea "mittalasi".



Kuva 14. Selkeän kerroksen korkeus.



Kuva 15. Selkeytymisnopeus.

Kuvasta 14 nähdään että selkeytyminen hidastui jonkin ajan kuluttua kokeen aloittamisesta. Mitä matalampi kokonaiskorkeus, sitä aikaisemmin hidastuminen alkoi. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että sakeus sakkakerroksessa, eli ns. mustassa kerroksessa, kohosi nopeammin. Korkeudessa 0,5 m sakeus on kaksinkertaistunut kun on muodostunut 25 cm kirkas kerros. Korkeudessa 2 m sen sijaan sakeus on kohonnut vain 8 % kun sama kirkas korkeus on saavutettu.

Ilmiö näkyy selvästi kuvassa 15. Alkunopeus on sama kaikissa korkeuksissa (ensimmäistä 2 m mittausta lukuun ottamatta), mutta mitä matalampi pylväs, sitä aikaisemmin se laskee. Teollisessa prosessissa olisi ilmeisesti tarkoituksenmukaista käyttää korkeata pylvästä, ja käyttää vain ylintä kerrosta kirkastamiseen. Silloin voidaan ylläpitää hyvä nopeus kauemmin. Jos korkeus on 2 m, käyttökelpoinen aika olisi kuvasta päätellen 30 – 40 min.

Syrjäytyspesun ensisijainen tarkoitus on vähentää kaatopaikalle menevän viherlipeäsakan määrää. Tämän arvioimiseksi tehtiin joitakin keskeisiä määrittäjä lähtöaineista ja

lopputuotteista. Tämän hankkeen puitteissa ei ollut mahdollista tehdä kattavia analyyskejä. Tulokset on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Analyysitulokset

Nro	Näyte	Ca g/kg	Na g/kg	Kuiva-aine %	TTA NaOH g/l	Tiheys g/cm ³
1	Sakka precoat-suotimelta	145	3,80	30,23		
2	Sakkaliete (selkeyttimen alite)	4,0	98,0	23,59	157*	1,1998
3	Lipeätuote syrjäytyspesusta				27,2	1,034
4	Syrjäytyspesty sakka		16,0	6,03		
5	Pestyn sakan vesifaasi		0,3		0,48	0,9996

*) liuosfaasissa (lipeässä)

Analyysituloksien mukaan käsittelemättömän sakkalietteen eli tehtaan selkeyttimen alitteen kalsiumpitoisuus on hyvin paljon pienempi kuin pre-coat-suotimesta otetussa perinteisessä viherlipeäsakassa. Natriumsuolojen pitoisuudet ovat luonnollisesti suuret, kun suurin osa aineesta on viherlipeää.

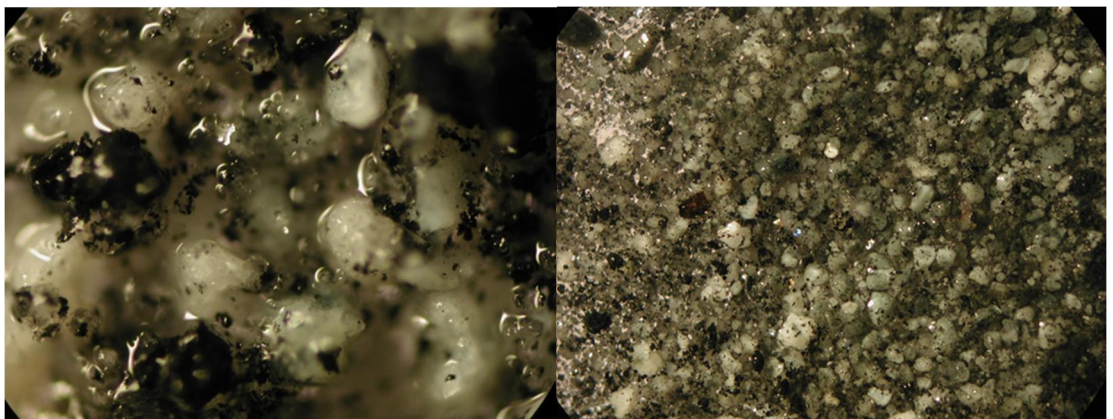
Tuloksissa erityisen merkittävä seikka on se, että natriumsuolojen pitoisuudet syrjäytyspesty sakan vesifaasissa on niin pieni. Pesu onnistuu siten hyvin putkijärjestelmässä. Koska lipeä liikkuu laitteessa tulppana vastavirtaan, muodostuu pitoisuusgradientti putken pituussuunnassa, ja tällä tavalla saadaan tehokkaampi pesu kuin mixer–settler –periaatteella. Pesusuhde tuotelipeän ja pestyn sakan vesifaasin välillä on TTA-arvojen perusteella 0,48/27,2 eli 1,8 %.

Syrjäytyspestyssä sakassa on edelleen natriumia, huolimatta siitä, että sakkaa ympäröivässä vesifaasissa natriumpitoisuus on hyvin alhainen. Tämä viittaa siihen, että natrium on sidottuna johonkin kiinteään faasiin, kuten pirssoniittiin.

3.1 Happoliuotus

Vaikka syrjäytyspesu sellaisenaan vähentää kaatopaikkajätteen määrää, sen tarkoitus on myös muodostaa hyvä lähtökohta jatkokäsittelylle, jolla sakka lopullisesti työstetään hyötyaineiksi ja mahdollisimman pieneen ja harmittomaan virtaan. Mahdollisia käsittelyjä ovat ainakin vaahdotus ja happokäsittely. Vaahdotusta on tutkittu aikaisemmin (2). Tässä työssä tehtiin pienehkö tunnusteleva koe happokäsittelyllä.

Kokeessa käsiteltiin pientä määrää syrjäytyspesulaitteella tuotettua sakkaa noin 5 % rikkihapolla. Hapotuksesta jää karkeaa materiaalia, joka voidaan mekaanisesti erottaa muusta sakasta. Kuvissa 16 a ja b on valokuvia erotetusta karkeasta aineksesta. Karkean materiaalin koostumusta ei tutkittu tämän työn puitteissa. Ulkonäöstä on vaikeaa päätellä, ovatko hiukkaset muodostuneet happoliuotuksessa vai jo ennen sitä. Hapotuksessa kehittyvät rikkivetyä, mikä luonnollisesti olisi huomioitava tehdasprosessissa.



Kuva 16a-b. Huuhtomalla erotettu karkea aines. Suurennos a 100 x ja b 20 x.

Vastoin odotuksia happokäsittely ei pienentänyt sakan määrää. Tämä saattoi johtua siitä, että kuiva-aineen määrittämisessä tapahtui hapettumista, mikä lisää aineen painoa. Toinen vaihtoehto on, että muodostuneen kalsiumsulfaatin moolipaino on suurempi kuin kalsiumkarbonaatin tai kalsiumhydroksidin. Karkeita hiukkasia oli vain 3–4 % kuiva-aineesta. Kalsiumpitoisuus oli taulukossa 1 esitetyissä analyysituloksissa hyvin pieni, mikä viittaa siihen, että kalsiumkarbonaatin ja kalsiumhydroksidin liuottamiseen ei kulu kovin paljon happoa, eikä synny paljoakaan kalsiumsulfaattia. Haponkulutus liittyy siksi ilmeisesti suurelta osin natriumkarbonaatin hajottamiseen, mikä vuorostaan riippuu pesun tehokkuudesta syrjäytysprosessissa.

3.2

Vaikutus kaatopaikkajätteen määrään

Syrjäytyspesusta hyötyisivät erityisesti ne tehtaat, joilla on nyt sakan pesussa/käsittelyssä perinteinen rumpusuodin, jossa käytetään pre-coat –meesaa. Syrjäytysprosessin vaikutuksen laskeminen tarkasti kaatopaikalle menevän viherlipeäsakamäärään on haasteellista. Vaikeutena on erityisesti selkeyttimen alitteen ja nykyisen pre-coat –suodatetun sakan suhteuttaminen toisiinsa. Alite koostuu suurelta osin natriumsuoloista, jotka pestään pois pre-coat –suotimessa, mutta taseen laskeminen vaatisi analyyseja ja mittauksia suodoksesta tehtaalla. Haasteita taseen laskemiseen aiheuttaa se, että kalsiumkarbonaattia tulee sekä soodakattilasta että meesasta. Tämän lisäksi laskentaa hankaloittaa tieto että kalsium on selkeyttimen alitteessa osittain hydroksidina eikä karbonaattina (2). Yksi keino on laskea suhde hiilen perusteella, eli ei-karbonaattisen hiilen avulla. Palamaton hiili tulee lähes yksinomaan soodakattilasta, eikä käytännössä lainkaan meesauunista. Kun laskelma tehdään hiilivirran perusteella, päädytään aikaisempien analyysituloksien avulla (2) siihen, että pre-coat –meesan osuus sakasta oli noin 59 % ja alkuperäisen viherlipeäsakan osuus noin 41 %. Tämä on paras arvio mikä pystyttiin tekemään käytettävissä olevan analyysitiedon perusteella. Laskelma on täysin riippuvainen hiilimäärityksen tarkkuudesta.

Vaikutus kaatopaikkajätteen määrään on laskelmien perusteella kyseisessä tehtaassa siis noin 59 %. Tämän lisäksi jotkin komponentit voivat liueta syrjäytyspesun aikana, mikä vielä vähentää jätteen määrää. Tätä oli kuitenkin vaikeaa selvittää tarkasti. Tehtaan jätemäärä markäpainona ilmoitettiin olevan 11800 tonnia per vuosi, ja kuiva-aineena 5900 tonnia. Arvion mukaan tämä vähenisi 2400 tonniin. Huomioitavaa on tietenkin, että syrjäytyspesusta ulos tuleva pesty sakka on edelleen hyvin märkää. On arvioitava, voidaanko se läjittää sellaisenaan, vai onko se sakeutettava edelleen, kuivattava tai kuten yllä mainittu vietävä jonkinlaiseen jatkokäsittelyyn.

3.3 Arvioita tehdasmittakaavan laitteistosta

Joitakin arvioita siitä, miltä tehdasmittakaavan laitteisto näyttäisi, on mahdollista tehdä, joskin hyvin karkeasti.

Putkien kokoa lienee mahdollista kasvattaa. Tällöin etuna on se, että laitteiston kokonaisputkimäärä pienenee. Jos veden syöttö pohjassa järjestetään siten, että se tapahtuu tasaisesti koko putken poikkipinta-alalla, voi olla että rajapinta saadaan nousemaan ehjänä melko isossakin putkessa: esim. 0,5 m tai jopa suuremmalla halkaisijalla. Myös putken korkeuden lisääminen lienee edullista tasaisen ja turbulenssivapaan nousun aikaansaamiseksi.

Täyden mittakaavan laitteiston olisi pystyttävä käsittelemään noin 30 t/d selkeyttimen alitetta kuivaksi laskettuna. Märkäpainona tämä olisi noin 120 t. Nopean selkeyttymisen aikaansaamiseksi alite (25 % k.a.) olisi laimennettava suhteessa 4:1, eli yksi osa alitetta ja neljä osaa vettä tai kierrätettävää lipeää. Vuorokautinen prosessoitava määrä olisi noin 600 tonnia. Yksi selkeytyssykli kestäisi noin 2 h, joten vuorokaudessa olisi tehtävä 12 sykliä. Yhden syklissä käsiteltävän aineen massa olisi n. 50 tonnia, joka vastaa tilavuudeltaan noin 42 m³. Jos putken halkaisija olisi 0,5 m ja korkeus 5 m, ja pesuvaiheita olisi neljä, tarvittaisiin noin 200 putkea. Pinta-alaltaan tämä vaatisi noin 5 x 10 m alueen. Tämän lisäksi tarvitaan syöttösäiliö ja tuotesäiliö, joiden ei kuitenkaan tarvitsisi olla kovin isoja.

Jos alitteen kuiva-ainepitoisuus on pienempi kuin 25 %, se ei olennaisesti muuta tilannetta, sillä laimennustarve on silloin vastaavasti pienempi.

Yhtenä syrjäytyspesun etuna olisi se, että laitteistossa ei ole liikkuvia osia, pumppuja ja venttiilejä lukuun ottamatta. Laitteisto on myös teknisesti äärimmäisen yksinkertainen.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tuloksista voidaan todeta, että syrjäytyspesu on toimiva menetelmä. Menetelmällä voidaan pestä viherlipeäsakka siten, että natriumsuolat saadaan talteen ja liukenemattomat aineet saadaan ulos siten, että niiden määrä on merkittävästi pienempi kuin pre-coat -suotimella. Menetelmä luo myös hyvän lähtökohdan mahdolliselle jatkokäsittelylle, kuten happoliuotukselle tai vaahdotukselle.

Merkittävin tekijä selkeytyksessä on sakeus, ei tiheys kuten oletettiin ennen kokeita. Tästä seuraa se, että on edullista käyttää verraten korkeita putkia, ja käyttää selkeytykseen vain putkien ylintä osaa. Tällöin sakkakerroksen sakeus ei kasva yhtä nopeasti, ja laskeutumisnopeus pysyy kauemmin suurena.

Tarkkoja laskelmia kaatopaikalle menevän jätteen määrän vähenemisestä on hyvin vaikeaa tehdä. Tämänhetkisten laskelmien mukaan kyseisessä tehtaassa olisi mahdollista vähentää sakan määrää lähes 60 %. Lisäksi jäljellä olevaa virtaa on mahdollista käsitellä edelleen pidemmälle, mutta siihen on kehitettävä uusia prosesseja.

Laitteisto olisi teknisesti yksinkertainen ja siinä olisi hyvin vähän liikkuvia osia. Myös tilankäyttö pysyisi kohtuullisissa rajoissa.

4.1 Jatkotutkimustarpeita

Tässä hankkeessa keskityttiin prosessin toimivuuden selvittämiseen, eikä kattavia kemiallisia analyysejä ollut mahdollista tehdä. Mahdollisessa jatkohankkeessa olisi keskityttävä

prosessin kemiaan ja tutkittava erityisesti raskasmetallien käyttäytymistä. Raskasmetallit ym. hivenaineet esiintyvät sulfideina, oksideina, karbonaateina ja hydroksideina sekä kiinteinä liuoksina muissa mineraaleissa. On todennäköistä että eri yhdistetyypit esiintyvät erikokoisina partikkeleina, ja että eri raskasmetallit siksi liittyvät tiettyihin hiukkaskokoihin. Tämä saattaa tarjota mahdollisuuden erottaa ne toisistaan. Myös happoliuotus antaa mahdollisuuden liuottaa karbonaatteihin sidotut metallit.

Lopputuotteen mineraalikoostumusta syrjäytyspesun jälkeen olisi hyvä selvittää. Muun muassa pirssoniitin hajoaminen, jossa muodostuu liuennutta natriumkarbonaattia ja kiinteää kalsiumkarbonaattia, jäi tässä työssä selvittämättä.

VIITTEET

1. Nieminen, M. Suomen Soodakattilayhdistys, henkilökohtainen tiedonanto (2015).
2. Bredenberg, M. Waste to product – improving the utilization potential of green liquor dregs by using froth flotation, Master thesis, Aalto University School of Chemical Technology, 2014.

LIITE 2

**Viherlipeäsakan syrjäytyspesun jatkotyöehdotus,
Oy Sirra Ab**

VIHERLIPEÄSAKKALIETEEEN SYRJÄYTYS PESU**OSA 2**

Tausta: Syrjäytyspesun tarkoituksena on pestä viherlipeä, eli liukoiset alkalisuolat, pois viherlipeäsakasta ilman meesaa, ja siten vähentää kaatopaikalle menevän sakan määrää noin puolella. Arvioiden mukaan Suomessa syntyy noin 80 000 tonnia viherlipeäsakkaa vuodessa. Kaatopaikkajätteen määrää voidaan siten vähentää merkittävästi, kuten myös siihen liittyviä kustannuksia.

Syrjäytyspesussa sakka pestään vedellä pystysuorassa putkijärjestelmässä vastavirta-periaatteella. Vuonna 2015 toteutetussa hankkeessa ”Viherlipeäsakan syrjäytyspesu” kokeiltiin syrjäytyspesumenetelmän toimivuutta. Todettiin että menetelmä toimii, ja että sakasta voidaan poistaa natrium- ym. vesiliukoiset suolat tällä tavalla. Pää tarkoituksen ollessa toimivuuden selvittäminen, kattavia analyysejä tuotteista ei vielä tehty.

Tavoite: Tämän hankkeen tarkoituksena on selvittää viherlipeäsakan raskasmetallipitoisuudet syrjäytyspesun jälkeen, ja mitkä haitalliset aineet mahdollisesti kulkeutuvat takaisin kemikaalikiertoon tuotelipeän mukana. Verrataan myös pitoisuudet pre-coat suodatetun sakan pitoisuuksien kanssa.

Toteutustapa: Analysoidaan hankkeessa ”Viherlipeäsakan syrjäytyspesu” osa 1 otettuja näytteitä erityisesti raskasmetallien osalta. Erityisen tärkeitä ovat kadmium ja lyijy. Muut hivenaineet ovat mahdollisen hyötykäytön kannalta merkitseviä, ajatellen ensisijaisesti metsä- tai muu lannoitekäyttöä.

Syrjäytyspesun lopullinen tarkoitus on käsitellä viherlipeäsakka kokonaan tai lähes kokonaan hyötykäyttökelpoiseksi, ja siten eliminoida jätevirta mahdollisimman pitkälle. Pesu antaa paremman lähtökohdan jatkokäsittelymenetelmille kuin perinteinen pre-coat suodatus, meesan jäädessä pois. Tuote on myös likimain neutraali, mikä helpottaa sen käsittelyä edelleen esim. vaahdotuksella tai happokäsittelyllä.

Työt:

1. Jo olemassa olevista näytteistä määritetään MS-ICP:llä tai OES –ICP:llä raskasmetallit tai hivenaineet. Suuri joukko aineita saadaan yhdellä ajolla, ja tätä pyritään hyödyntämään.

Selvitettäviä seikkoja ovat itse pitoisuudet, mutta myös syrjäytyspesuprosessin tase, eli raskasmetallivirta sisään sakkalietteen (viherlipeäselkeyttimen alitteen) mukana ja virta

ulos pestyn sakan mukana, sekä lipeävirran mukana takaisin tehtaan lipeäkiertoon. Vertailuksi tehdään myös samat määritykset pre-coat suodatetusta sakasta, näytteestä joka otettiin samanaikaisesti kun haettiin sakkalietettä tehtaalta ensimmäisen osahankkeen yhteydessä.

Samassa yhteydessä tehdään myös samat määritykset happokäsittelystä näytteestä. Näyte saatiin syrjäytyspesuhankkeen ensimmäisestä osasta, jossa tehtiin suuntaa antava happokäsittelykoe. Analyysillä saadaan esille jos happo on poistanut merkittäviä määriä esim. kadmiumia ja lyijyä. Analyysin tarkoituksena on antaa viitteitä siitä, millainen jatkokäsittelyprosessi voisi olla. Vaahdotus on osoittautunut vaikeaksi, kun happokäsittely taas on noussut mahdolliseksi vaihtoehdoksi, kun hapon kulutus näyttää melko pieneltä.

2. Pestystä sakasta tehdään röntgendiffraktiomääritys. Selvitetään mineraalikoostumus, ja erityisen mielenkiinnon kohteena on pirssoniitti, $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, joka sitoo natriumia ja samalla kasvattaa jätteen määrää. Mineraalikoostumus antaa myös viitteitä siihen, millainen jatkokäsittelyprosessi voisi olla.
3. Tuloksien kokoaminen, tarkastelu ja raportointi.

Mietittävä tuloksien perusteella: jatkokäsittelyvaihtoehtoja, joiden tarkoituksena on hyötykäyttö ja haitallisten aineiden poistaminen, ja kaatopaikkajätteen mahdollisimman pitkälle eliminointi.

Kustannukset ja aikataulu

Raskasmetallianalyysit (1lipeä +
Röntgendiffraktio

XXX + alv
800 + alv

Tuloksien käsittely ja raportointi, yleistyöt

5000,- + alv

Työ tehdään kevään ja kesän 2016 aikana.

LIITE 3

Muiden työryhmien kuulumiset



YTR:n kokous 1/2016

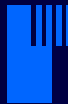
16.2.2016 Pöyry-talo, Vantaa



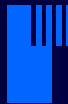
Muut työryhmät



Projekti	<u>KTR: Vauriot</u>
Tavoite	Vaurioinformaation keräys, analysointi ja tiedon levittäminen. Tarkoituksena olisi oppia muiden vaurioista ja välttää niitä.
Tekijä	KTR
Tilanne / Aikataulu	Edellisen kokouksen jälkeen raportoidut vauriot: • 11/2015, Oulu K-17442, nuohoimen sisäputken irtoaminen
Johtopäätökset Toimenpiteet	



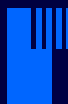
Projekti	<u>KTR: Soodakattilalaitoksen suojaussuosituksen päivitys</u>
Tavoite	Päivittää vuonna 1997 tehty soodakattilan suojaussuositus vastaamaan nykytilannetta ja -tarvetta
Tekijä	KTR/Inspecta/VTT
Kustannus (bud. / tot.)	5000 eur / 780 eur (+alv)
Tilanne / Aikataulu	Suosituksesta puuttuu vielä osasta 1 päällehitsauskappale, sihteeri kirjoittanut alustavan tekstin, jota käsitelty ja korjailtu edellisessä KTR:n kokouksessa. Valmistuu helmikuussa 2016.
Johtopäätökset Toimenpiteet	



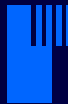
Projekti	<u>KTR: Sularännien laadunvarmistus ja tarkastusohjeistus</u>
Tavoite	Yhdistyksen vauriotietokantaan on raportoitu useita sularännivauriota viimeisen kahden vuoden aikana. Koska vaurioita on ollut normaalia enemmän, kestoisuustyöryhmän päätti käynnistää projektin jonka tavoitteena tehdä sularännien laadunvarmistus- ja tarkastusohjeistus.
Tekijä	KTR
Kustannus (bud. / tot.)	
Tilanne / Aikataulu	Ensimmäisessä vaiheessa kerätään tiedot tapahtuneista vaurioista kyselyn avulla. KTR:n • Kyselylomakkeet lähetetty tehtaille kesällä
Johtopäätökset Toimenpiteet	



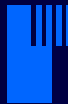
Projekti	<u>KTR: Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa</u>
Tavoite	Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää hitsauspinnoitettujen putkien käytettävyyttä soodakattilan tulipesässä (alaosassa) ja tulistinalueella.
Tekijä	VTT
Kustannus (bud. / tot.)	12 000 eur / - (+alv)
Tilanne / Aikataulu	Osio A – Kirjallisuusselvitys, kattilavalmistajien kokemukset toteutetaan vuoden 2015 loppuun mennessä Osio B – Karakterisointitutkimukset, tilauksesta 6 kk sisällä (keston vaikuttavat näytemäärä sekä laajuus, jotka päätetään kirjallisuusselvityksen johtopäätösten perusteella) Osio C – Hitsauspinnoitettujen putkien jännityskorroosiokokeet
Johtopäätökset Toimenpiteet	



Projekti	<u>LTR: Black Liquor Evaporation Book</u>
Tavoite	The book provides introductory text to the basic principles of black liquor evaporation for young engineers in chemical recovery and detailed black liquor properties and scaling chapters which will serve as both a reference, and as a guide to troubleshooting and resolving scaling problems.
Tekijä	Åbo Akademi, Nikolai DeMartini Table Mountain Consulting, Jim Frederick
Kustannus (bud. / tot.)	14750 eur / - eur (+alv)
Tilanne / Aikataulu	Kommentoitava versio valmis maaliskuussa 2016, lopullinen työ 6/2016
Johtopäätökset Toimenpiteet	Projektia käsitellään LTR:n kokouksessa maaliskuussa



Projekti	<u>ATR: Valvomohälytykset – hyvät käytännöt hälytysten laatimiseksi</u>
Tavoite	Laatia ohje johon kerätään hyvät käytännöt hälytysten laatimiseksi ja jossa kuvataan menetelmä turhien hälytysten karsimiseksi.
Tekijä	ATR
Kustannus (bud. / tot.)	- eur (+alv)
Tilanne / Aikataulu	Sihteeri / Taneli Mutikainen tekevät yhteenvedon olemassa olevista oppaista seuraavaan ATR:n kokoukseen vuonna 2016
Johtopäätökset Toimenpiteet	



Projekti

OTR: Vuosikokous

Tavoite

Tekijä

SKY

Kustannus (bud. / tot.)

Pääsymaksut (bud. / tot.)

Tilanne / aikataulu

20.4.2016 Radisson Blu Plaza/ Casino Helsinki

Johtopäätökset

Toimenpiteet

Päätökset

Projekti

OTR: Soodakattilaoperaattoreiden kokemustenvaihtopäivät

Tavoite

Tarkoituksena järjestää koulutustilaisuus, jossa paneudutaan asiantuntijoiden ja avoimen keskustelun kautta vallitseviin soodakattilan käytön ongelmiin ja tulevaisuuden haasteisiin, kun tavoitellaan pidentyviä ajojaksoja. Päivien aikana käydään läpi käytännön esimerkkien avulla soodakattiloissa tapahtuneita vaurioita sekä ajossa syntyneitä ongelmatilanteita.

Tekijä

SKY/LMW Consulting/POHTO

Kustannus (bud. / tot.)

Osallistumismaksu 1200 e/hlö + alv.

Pääsymaksut (bud. / tot.)

Tilanne / aikataulu

16.-17.3.2016, Sokos Hotel Vantaa

Johtopäätökset

Toimenpiteet

Päätökset