

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Energiatekniikka / Automaatio- ja prosessitekniikka

Ari-Jukka Raivio

KUITUSAVEN JATKOKÄSITTELYVAIHTOEHDOT

Opinnäytetyö 2013

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

RAIVIO, ARI-JUKKA

Insinööri

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Marraskuu 2013

Avainsanat

Kuitusaven jatkokäsittelyvaihtoehdot

40 sivua + 4 liitesivua

Erkki Ristola, lehtori

Anna Halinen, JVP-Eura Oy

kuituliete, kuitusavi, teollisuuden sivuvirrat

JVP-Eura Oy:n kuitusavi on Kauttuan paperiteollisuuden jätevesien linkokuivattua lietettä. Kuitusavi kuljetetaan Hallavaaran jäteasemalle välivarastoon, jossa jätettä voidaan säilyttää kolme vuotta verottomasti. Jätepenkkaan ajon lisäksi ei ole selvästi kartoitettua vaihtoehtoa, eikä penkkaan ajo ole taloudellisesti kannattavaa. Lisäksi orgaanisen ja biohajoavan jätteen penkkaan ajoa rajoitetaan jätelain uudistuessa vuonna 2016. Kuitusaven kosteus ja tuotteen parantamisen rajalliset resurssit pakottavat paikalliseen käsittelyyn, jotta kuljetuskustannukset pysyvät kohtuullisina.

Välivarastossa oleva kuitusavi saadaan käytettyä jäteaseman vanhan osan jätetäytön peittomateriaalina. Tuotteen hyvät käsittelyominaisuudet ja vähäinen vedenläpäisevyys tekevät siitä erinomaisen materiaalin tiivistekerrokseen, johon tuotetta on jatkossakin markkinoitava. Rajoitteita käyttöön syntyy lähinnä varastoinnissa. Suositeltu kerrospaksuus on noin puoli metriä, joten kuitusavea tarvitaan erittäin paljon.

Jos tuotteen puhtaus saadaan varmistettua, soveltuva jatkosijoitus on Biolan Oy, joka on kiinnostunut tuotteesta mullan raaka-aineeksi. Vaihtoehtoa puoltavat paikallisuus ja tuotteen hyvä soveltuvuus, mutta lannoitevalmistelain puhtausvaatimukset estävät tuotteen käytön toistaiseksi.

Polttaminen on soveltuva jatkokäsittelyvaihtoehto, jos se saadaan toteutettua ilman suuria siirtokustannuksia ja ilman jätedirektiivin vaatimia velvollisuuksia. Tämä tarkoittaisi tuotteen polttamista Fortumin Kauttuan voimalaitoksella, jonka kanssa yhteistyö ei vielä ole mahdollista. Kuitusaven käyttö maarakentamisessa tai lannoitteena ovat Euran seudulla kiinnostavia vaihtoehtoja lupaavien markkinoiden ansiosta. Vaihtoehto vaatii lisätutkimuksia tuotteen ominaisuuksista.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

RAIVIO, ARI-JUKKA

Options for Further Treatment of Fiber Clay

Bachelor's Thesis

40 pages + 4 pages of appendices

Supervisor

Erkki Ristola, lecturer

Commissioned by

Anna Halinen, JVP-Eura Oy

November 2013

Keywords

fiber clay, fiber sludge, industrial side streams

The fiber clay of JVP-Eura Oy consists of centrifugated waste waters from paper industry. The clay is transferred to a waste disposal site to an intermediate storage, where it can be held for three years without taxes. Alternative options for disposal of clay have not been fully charted. Disposal of clay in a landfill is not economical. The amount of organic and biodegradable material will be strongly restricted in the upcoming waste act in 2016. The moisture and the limited resources to improve the product force the handling to be executed locally to maintain reasonable costs of transportation.

The intermediate storage can be used to cover a part of the waste disposal site. The formability and water tightness of the product makes it an excellent material for the sealing layer, for which purpose it should therefore be further marketed. Limitations arise from storing. The recommended thickness for the use is nearly half a meter. Therefore the amount of clay to be used should be massive.

If the purity of the product can be ensured, a suitable option for further treatment can be found from Biolan Oy, which is interested in the use of fiber clay as a raw material of soil products. Suitable characteristics and regional aspects support the option. The requirements of the level of purity set by the law in materials used in fertilizers prevent the use at the moment.

Burning would be a suitable form of further treatment if it could be conducted without major costs in transportation and obligations determined by the directive of refuse incineration. This is not possible at the moment due to unwillingness to co-operate by the power plant of Fortum in Kauttua. The uses of fiber clay locally in soil mechanics and as a fertilizer are interesting options due to the promising markets. The options require further research on the product.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 1.1 | Tausta ja tavoitteet | 6 |
| 1.2 | Tehtävänannon resurssit ja rajoitteet | 7 |
| 2 | JVP-EURA OY | 8 |
| 2.1 | Yritysesittely | 8 |
| 2.2 | Jätevedet | 8 |
| 2.3 | Prosessi | 9 |
| 2.3.1 | Esikäsittely | 9 |
| 2.3.2 | Ilmastus | 10 |
| 2.3.3 | Jälkiselkeyty | 11 |
| 2.3.4 | Flotaatio | 11 |
| 2.3.5 | Veden hygienisointi | 12 |
| 3 | KUITUSAVI | 12 |
| 3.1 | Kuitusaven ominaisuudet ja riskianalysointi | 13 |
| 3.2 | Jäte vai sivutuote? | 15 |
| 3.3 | Paperitehtaan jätevedet | 15 |
| 3.4 | Kuitusaven synty ja käsittely jätevedenpuhdistamolla | 15 |
| 3.4.1 | Teollisuuden jäteveden välppäys | 15 |
| 3.4.2 | Esiselkeyty ja sakeutus | 16 |
| 3.4.3 | Linkous | 17 |
| 3.4.4 | Vaihtoehtoisia kuivausmenetelmiä | 18 |
| 3.5 | Puhdistamoliete | 19 |
| 4 | KUITUSAVEN PENKKAAN AJO | 20 |
| 5 | KUITUSAVEN POLTTO | 21 |
| 5.1 | Kuitusavi polttoaineena | 21 |
| 5.2 | Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta | 21 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.3 | Kuitusaven polttamiseen soveltuvat polttotekniikat | 22 |
| 5.4 | Kuitusaven vaikutus rikki-kloori-indeksiin | 23 |
| 5.5 | Yhteenveto kuitusaven polttamisesta | 24 |
| 5.6 | Kuitusaven polttaminen Fortumin Kauttuan voimalaitoksella | 24 |
| 5.7 | Kuitusaven polttaminen Rauman Biovoima Oy:llä | 25 |
| 6 | KUITUSAVEN KOMPOSTOINTI MULLAN RAAKA-AINEEKSI | 26 |
| 6.1 | Kuitusavi mullan raaka-aineena | 26 |
| 6.2 | Kuitusaven käyttö Biolan Oy:llä Eurassa | 27 |
| 6.3 | Kuitusaven käsittely Biolan Oy:llä Eurassa | 29 |
| 7 | KUITUSAVEN KÄYTTÖ KAAKOPAIKAN PEITTOATERIAALINA | 29 |
| 7.1 | Kaatopaikan peitto | 30 |
| 7.2 | Kuitusaven käyttö kaatopaikan sulkemisessa Hallavaaran jäteasemalla | 31 |
| 8 | MUITA VAIHTOEHTOJA | 33 |
| 8.1 | Biolietteen ja kuitusaven käyttö lannoitteena | 33 |
| 8.2 | Mädättäminen | 35 |
| 8.3 | Viherrakentaminen ja maisemointi | 35 |
| 8.4 | Kuitusaven ja biolietteen sekoitus | 36 |
| 8.5 | Hyödyllisten komponenttien talteenotto | 36 |
| 9 | JATKOTOIMET | 36 |
| 10 | YHTEENVETO | 37 |
| | LÄHTEET | 39 |
| | LIITTEET | |
| | Liite 1. Kuitulietteen polttoanalysointi | |
| | Liite 2. Kuitulietteen kaatopaikkakelpoisuustutkimuksen liite 1 (osa asiantuntija-arviota) | |
| | Liite 3. JVP-Eura Oy:n kuitusaven käsittelyn prosessi- ja instrumentointikaavio | |
| | Liite 4. Karttaote JVP-Eura Oy:n lähialueelta | |

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Euroopan unionin alueella jätettä tuotetaan jatkuvasti enemmän ja enemmän. Jätteiden hyödyntämiseen ja loppusijoitukseen kiinnitetään entistä suurempaa huomiota. Tätä tukemaan on luotu direktiivi jätteistä (2008/98/EY). Se määrittelee viisiportaisen jätehierarkian, jossa noudatetaan seuraavaa ensisijaisuusjärjestystä:

- jätteen synnyn ehkäiseminen
- jätteen valmistelu uudelleenkäyttöön
- jätteen kierrätys
- muu hyödyntäminen
- loppukäsittely

Jätelain (646/2011) mukaan kaikessa toiminnassa on noudatettava direktiivien mukaista etusijajärjestystä, jonka mukaan ensisijaisesti jätteen haitallisuutta ja määrää on pyrittävä vähentämään. Jos jätteen syntyä ei pystytä ehkäisemään, se on ensisijaisesti pyrittävä hyödyntämään alkuperäiseen käyttötarkoitukseen. Jos uudelleenkäyttö ei ole järkevästi mahdollista, jäte on kierrätettävä. Jos kierrätys ei ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä muulla tavoin, kuten energiana. Jos hyödyntäminenkin on mahdotonta, jäte on loppukäsiteltävä.

Tällä hetkellä JVP-Eura Oy:n kuitusavi ajetaan välivarastoon Hallavaaran jätekeskukseen ja säilötään toistaiseksi väliaikaisella varastoimisalueella. Jos jätettä säilytetään yli kolme vuotta, määrätään jätteestä jäteverolain (1126/2010) mukainen jätevero. Jätteen penkkaan ajo ei ole Suomen jätelain suositusten mukaista eikä taloudellisesti kannattavaa.

Kuitusaven regenerointi paperin valmistukseen ei ole taloudellisesti kannattavaa eikä sen muodostumista pystytä järkevin keinoin enempää hillitsemään, joten lietteen sijoitukseen on etsittävä ratkaisu ensisijaisuusjärjestyksen mukaisesti joko kierrätyksestä tai muusta hyödyntämisestä.

Jätelain uudistuessa vuonna 2016 esikäsittelemätöntä orgaanista jätettä, biohajoavaa jätettä tai biojätettä saa viedä kaatopaikalle enää 35 % vuoden 1994 määrästä. Se on arviolta noin 25 % tuolloin syntyvästä biohajoavasta yhdyskuntajätteestä. Direktiivi

jätteistä (2008/98/EY) on hieman epäselvä tulkittaessa, milloin jäte on biohajoavaa, mutta kuitusaven korkeiden orgaanisen hiilen arvojen vuoksi se lukeutuu varmasti biohajoavaksi jätteeksi. Kaatopaikoille sijoittamista pyritään vähentämään vaiheittain, joten jatkossa on odotettavissa vieläkin tiukempia rajoituksia. (Wahlström, Laine-Ylijoki & Jormakka 2012.)

Työn tavoitteena on löytää konkreettinen ratkaisu nimenomaisesti Euran jätevedenpuhdistamon kuitusaven jatkosijoittamiselle. Tässä työssä ei oteta kantaa ongelman ratkaisuun yleisemmin.

1.2 Tehtävänannon resurssit ja rajoitteet

Jätevedenpuhdistamolla suoritetaan vuosien 2013 ja 2014 aikana mittava saneeraustyö. Saneeraussuunnitelman kapasiteettilaskelmat perustuvat tulevan ympäristöluvan arvoihin. Vuodenvaihteeseen mennessä on tarkoitus ottaa käyttöön uusi selkeytysallas ja tiivistämö. Vuonna 2014 käyttöön otetaan uusi 3-linjainen ilmastusallas ja laitteisto, jolla mahdollistetaan metanolin syöttö denitrifikaatiovaiheeseen. Lisäksi rakennetaan uudet valvomo- ja sosiaalitulat sekä automaatio- ja sähköpääkeskus. Investoinnin kustannusarvio on viisi miljoonaa euroa. (JVP-Eura Oy 2013.)

Saneerauksen vuoksi jäteveden käsittelyhintaa on jo jouduttu nostamaan. Merkittäviä investointeja ei siis ole lähivuosina odotettavissa kuitusaven ja biolietteen käsittelyyn. Niinpä kalliimmat parannusehdotukset, kuten suunnitelmat jatkuvatoimisesta kuitusaven ja biolietteen käsittelystä tai kuiva-aineosuuden korottamisesta, ovat taloudellisista syistä poissuljettuja. Pakollisia investointeja on kuitenkin odotettavissa. Nykyiset biolietteen ja kuitusaven kuljetuslavat alkavat kulua puhki, ja vanha siirtolaitteisto on kallis ja työläs kunnossapidettävä. Suunnitelmissa on kilpailuttaa biolietteen ja kuitusaven kuljetus uudelleen sisällyttäen lavat alihankkijan vastuulle, jotta merkittäviä investointeja ei tarvitsisi tehdä.

Käsittelystä kuitusavesta suurin osa on vettä. Kuitusaven kuljetusetäisyydet on pidettävä mahdollisimman alhaisina, sillä veden kuljettaminen kuorma-autoilla ei ole taloudellisesti järkevää. Lisäksi lingotun biolietteen ja kuitusaven määrä saattaa vaihdella huomattavasti, mikä on puhdistamon prosessin kannalta erittäin merkittävää.

Jätevedenpuhdistamolla ei siis pystytä takaamaan päivittäistä liete- ja savimäärää, ja toisinaan liete- ja savilavat tulisi noutaa vain muutaman tunnin varoitusaajalla.

2 JVP-EURA OY

2.1 Yritysesittely

Puhdistamo on alkujaan Euran kunnan vuonna 1975 käyttöön ottama kaksilinjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos. Vuonna 1996 puhdistamoon lisättiin kemiallinen esisaostus ja kolmas ilmastusallas. Vuosien 2003 ja 2004 aikana puhdistamo saneerattiin keskusjätevedenpuhdistamoksi, jossa voidaan käsitellä myös teollisuuden jätevesiä. (Halinen 2013.)

Jätevedenpuhdistamo yhtiöitettiin vuonna 2003, jolloin Euran kunnan ohella omistajiksi tulivat paperiteollisuuden Jujo Thermal Oy ja Ahlstrom Tampere Oy sekä elintarvikeyritys HK-Ruokatalo Oy. Euran kunta on yhtiön suurin osakas 55 prosentin osuudellaan. Jujo Thermal Oy on toiseksi suurin 30 prosentin osuudellaan ostettuaan Ahlstrom Tampere oy:n 15 prosentin osuuden. HK-Ruokatalo Oy omistaa yrityksestä 15 prosenttia. (Halinen 2013.)

JVP-Eura Oy:n päätoimialana on harjoittaa jätevesien, jätevesilietteiden ja -jakeiden puhdistusta ja käsittelyä. Yhtiö voi suorittaa myös muuta jäte- ja ympäristöhuoltotoimintaa sekä tähän liittyvää tuotekehittelyä ja tuotteiden kauppaa.

2.2 Jätevedet

Puhdistamon osakkaiden eli Euran kunnan, HK-Ruokatalot Oy:n ja Jujo Thermal Oy:n lisäksi puhdistamolle toimitetaan myös Ahlstrom Tampere Oy:n paperitehtaiden ja Amcor Flexibles Finland Oy:n Kauttuan paperinjalostustehtaan esikäsitellyt prosessivedet, Satakierto Oy Hallavaaran jätekeskuksen suoto- ja valumavedet sekä biokaasulaitoksen rejektivedet, Länsi-Suomen prosessivesi Oy:n lietteenkäsittelylaitoksen rejektivedet sekä yhdyskunnan saostus- ja umpikaivolietteet. Euran kunnan omistaman viemäriverkoston huonon kunnon vuoksi puhdistamolle johdetaan myös paljon hule- ja vuotovesiä. Viemäriverkoston mittava peruskorjaus on aloitettu vuonna 2013 jätevedenpuhdistamon tulokuorman hillitsemiseksi.

Kunnan osuus puhdistamolle ohjatusta tulokuormasta vuonna 2012 oli 34 %. Siihen sisältyy myös saostus- ja umpikaivolietteet, Amcor Flexibles Finland Oy:n, Satakierto Oy Hallavaaran jätekeskuksen ja biokaasulaitoksen sekä Länsi-Suomen prosessivesi Oy:n lietteenkäsittelylaitoksen jätevedet. Paperitehtaiden osuus oli 56 %. Siihen sisältyy sekä Jujo Thermal Oy:n että Ahlstrom Tampere Oy:n Kauttuan tehtaat. HK-Ruokatalo Oy:n osuus oli 11 %. (JVP-Eura Oy 2012.)

2.3 Prosessi

Jätevedet tulevat laitokselle kahta eri linjaa. Kuntalinjaan ohjataan kunnan jätevesien lisäksi merkittävimpänä HK Ruokatalot Oy:n jätevedet. Teollisuuslinjaan ohjataan paikallisen paperiteollisuuden tehtaiden Jujo Thermal Oy:n ja Ahlstrom Tampere Oy:n jätevedet. Laitoksen jätevedenpuhdistusprosessi on kolmivaiheinen. Siihen kuuluvat mekaaninen, biologinen ja kemiallinen osuus, joiden jälkeen vesi puretaan puhdistettuna Eurajokeen.

Dokumentointi prosessin kuvauksesta on osin puutteellinen, joten prosessin esittely perustuu käyttöhenkilökunnan haastatteluihin ja prosessinohjausjärjestelmän ajokaavioihin.

2.3.1 Esikäsittely

Jäteveden käsittelyprosessi alkaa välppäyksellä, jossa vesi ohjataan terässäleikön läpi. Välppä erottaa jätevedestä suurimmat roskat. Välppän jälkeen yhdyskuntalinjan jätevesi johdetaan hiekanerotukseen, jossa ruuvi kerää kaduilta viemäreihin kulkeutuneen hiekan hiekanerottimen pohjalta ruuvikuljettimella edelleen hihnakuljettimelle. Sillä se kuljetetaan välppälavalle. Erotettu hiekka ja teollisuus- sekä yhdyskuntavälppäjäte kuljetetaan Hallavaaran jätekeskukseen jätepenkkaan.

Paperiteollisuuden esikäsitelty jätevesi ohjataan teollisuuslinjassa esiselkeyttimen kautta denitrifikaatioon ja jälki-ilmastukseen. Esiselkeytyksessä laskeutunut kuitusavi ohjataan sakeutuksen jälkeen lingolle. Yhdyskuntalinjan jätevesi ohjataan hiekanerotuksen jälkeen ilmastukseen.

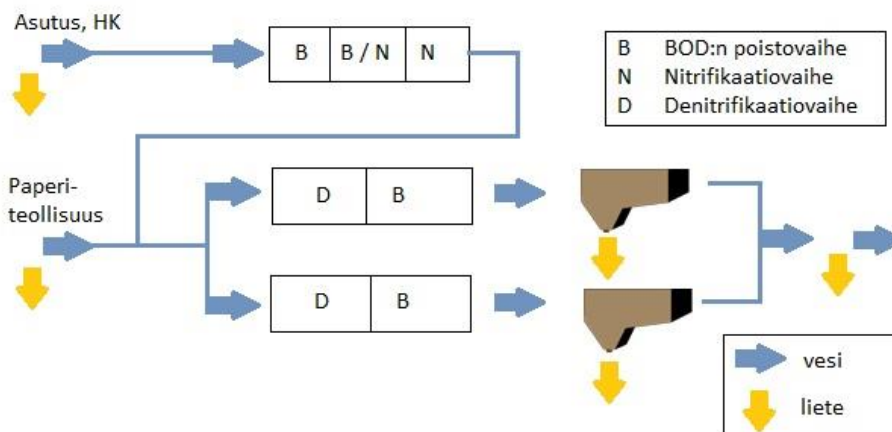
Linjoilla on erilliset sakeuttimet. Esiselkeyttimet ja sakeuttimet toimivat painovoimaisesti. Vettä raskaammat kiintoaineet laskeutuvat pohjalle, josta ne pumpataan lietteenkäsittelyyn ja ylitevesi ohjataan pinnalta ilmastusaltaille.

2.3.2 Ilmastus

Ilmastus on jätevedenpuhdistusprosessin biologinen vaihe. Biologinen jätevedenpuhdistus muodostuu aerobisista ja anoksisista olosuhteiden muutteluista. Aerobisissa olosuhteissa happea tarvitsevat mikro-organismit hajottavat orgaaniset yhdisteet ja ammonium-typpi nitrifioituu. Anoksisissa olosuhteissa tapahtuu denitrifikaatio, jossa typpi vapautuu ilmakehään.

Eurassa käytössä on Metson toimittama FlooBed[®]-biofilmiprosessi, jossa suuri osa biomassasta on kiinnittyneenä kantoainekappaleisiin. Biofilmivaiheiden välissä on aktiivilietevaihe, jossa biomassa kasvaa vapaasti sekoittuneena. Jälkiselkeytyksessä erotettu aktiiviliete kierrätetään ja kiintoainepitoisuus pidetään halutun suuruisena.

Euran puhdistusprosessi on monivaiheinen. Siinä on yhdistelty runsas- ja vähähappisia sekä anaerobisia vyöhykkeitä, jotta ravinteiden poisto olisi mahdollisimman tehokasta. Kunnan ja HK-Ruokatalon ravinnepitoiset jätevedet johdetaan ilmastuksen nelivaiheiseen 1-linjaan, jossa on myös nitrifikaatiovaihe. Vähäravinteiset paperiteollisuuden jätevedet ohjataan suoraan 2-linjaan, johon ohjataan myös 1-linjan vedet (Kuva 1). Teollisuuden jätevesien runsas hiilipitoisuus korvaa neutraalin hiilen lähteen denitrifikaatiovaiheessa. (Metso 2003a.)



Kuva 1. Ilmastuksen periaatekaavio

2.3.3 Jälkiselkeytyks

Jälkiselkeytyksessä puhdistettu vesi ja liete erotetaan toisistaan. Orgaanisia aineita sisältävä aktiiviliete erotetaan laskeuttamalla ja keräämällä se pohjalla olevilla lietelaahoilla. Suurin osa biomassasta palautetaan takaisin prosessiin bakteeritoiminnan ylläpitämiseksi ja puhdistustulos saadaan pysymään tasaisena. Tätä jälkiselkeytyksestä erotettua aktiivilietettä kutsutaan palautuslietteeksi. Ylijäämäliete pumpataan lietteenkäsittelyyn.

Jälkiselkeytyksestä poistuva vesi on jo hyvin puhdasta. Puhdistettu jätevesi pumpataan välipumppaamolta flotaatioon.

2.3.4 Flotaatio

Vuonna 2004 puhdistusprosessia tehostettiin lisäämällä flotaatiokäsittely jälkiselkeytyksen perään. OptiDaf-mikroflotaatiolaitteistolla varmistetaan veden laatu ennen sen johtamista vesistöön. Hienojakoisen kiintoaineen ja jäännösfosforin poistamisen tehostamiseksi käytetään kemikaaleja. Välipumppaamosta flotaatioon pumpattavaan veteen lisätään polyalumiinikloridia, joka saostaa fosforia. Saostunut fosfori ja hienojakoinen kiintoaine muodostavat mikroflokkeja. Veteen lisätään polymeeriä, joka yhdistää muodostuneet mikroflokkit suuremmiksi flokeiksi. (Metso 2003b.)

Kemikaaleilla käsitelty vesi jaetaan tasaisesti altaan etuosaan, jotta veden virtausprofiili olisi mahdollisimman tasainen. Syöttövedeen sekoitetaan dispersiovesi ennen varsinaista flotaatioallasta. (Metso 2003b.)

Dispersiovesi valmistetaan liuottamalla paineistettua ilmaa veteen. Kun dispersiovesi sekoittuu tulevaan jätevedeen, sen paine vapautuu. Ilma vapautuu mikrokuplina, jotka nostavat kiintoainepartikkelit pinnalle. Pinnalle muodostuva liete kerätään pintalietterullilla lietelokeroon. Pohjalle laskeutuva liete kerätään pohjalietekaavinlaitteistolla pohjalietelaatikkoon, josta se pumpataan lietelokeroon. Lietelokerosta liete pumpataan lietteenkäsittelyyn. (Metso 2003b.)

Flotaation jälkeen puhdistettu vesi pumpataan Eurajokeen.

2.3.5 Veden hygienisointi

Jätevedenpuhdistamolla joudutaan pienen laitospäiväkapasiteetin johdosta toisinaan turvautumaan välipäätyn jäteveden ohitukseen tulokuorman piikeissä ja laitoksen poikkeustilanteissa. Keväällä 2013 jätevedenpuhdistamolla aloitettiin ohitusvesien hygienisointi. Ohitusvesiin ohjataan permuraahaishappoa (Kemira DEX-135), joka koostuu vetyperoksidista (Hydrogen peroxide 49,5 %) ja muuraahaishaposta (Formic acid, disinfection grade 7512). Permuuraahaishappo annostellaan suoraan ohitusveteen. Yhdiste hajoaa nopeasti, joten yhdiste ehtii hajoamaan täysin jo purkuputkessa. Nopean hajoamisen vuoksi yhdiste on valmistettava puhdistamolla. Hajoamattoman yhdisteen joutuminen Eurajokeen ei ole mahdollista. (Savolainen 2013.)

Hygienisoinnin tulokset ensimmäisen kesän ajalta ovat erittäin lupaavia. Eurajoen uimakielto saatiin kesän aikana poistettua ja vesi kelvannee ensi keväänä jälleen myös peltojen kasteluvedeksi. Hyviä tuloksia ovat tukeneet laitoksen vähäinen tarve jätevesien ohituksille. Puhdistamon jätevesien vastaanottokapasiteetti nostetaan vuosien 2013 ja 2014 saneerauksissa tasolle, jolla ohitukseen ei tarvitse turvautua. (Halinen 2013.)

3 KUITUSAVI

Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) on luettellonut yleisimmät jätteet ja vaaralliset jätteet erilliseen jäteluetteloon (179/2012, liite 4). Jäteluettelon mukaisesti kuitusaven jätenimike on 03 03 10. Kuusinumeroisen jätenimikkeen kaksi ensimmäistä numeroa kertovat yleisemmin jätteen synnystä ja alkuperästä ja jälkimmäiset numerot ovat tarkentavia (Kuva 2).

| | |
|----------|--|
| 03 | puun käsittelyssä sekä levyjen ja huonekalujen, massan, paperin ja kartongin valmistuksessa syntyvät jätteet |
| 03 03 | massojen, paperin ja kartongin valmistuksessa ja jalostuksessa syntyvät jätteet |
| 03 03 10 | mekaanisessa erotuksessa syntyvät syntyvät kuitujätteet sekä kuitu-, täyteaine-, ja päällystysainelietteet |

Kuva 2. Kuitusaven jätenimikkeen osat selityksineen.

Kuitusavella on runsaasti hyviä ominaisuuksia, jotka ovat ohjanneet sen hyötykäyttöä etenkin maarakennuksessa. Kuitusavi on helposti työstettävä ja muokattava eikä se liety. Se kestää hyvin erilaisia sääolosuhteita ja muutoksia, parantaa vedenpidätyskykyä ja vastustaa tehokkaasti pintavesieroosiota. Kuitusaven tutkimista, käyttämistä ja markkinointia on Suomessa edistänyt etenkin Finncao Oy, jonka toimialana metsäteollisuuden ja energiantuotannon sivutuotteiden ympäristöhuolto. Finncao on toimittanut kuitusavea ensisijaisesti kaatopaikkarakentamiseen, liikuntapaikkarakentamiseen sekä käytettäväksi maanparannusaineena ja kasvualustoissa. (Finncao Oy 2010.)

Valitettavasti teollisuuden sivutuotteita ei ole toistaiseksi määritetty ns. MARA-asetuksen eli Valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakennuksessa piiriin (VNa 591/2006). Asetuksen nojalla joidenkin jätteiden käyttö maarakentamisessa voidaan suorittaa pelkällä ilmoituksella valvontaviranomaiselle. Asetuksen ulkopuolelle jäävien jätteiden hyödyntäminen maarakennuksessa vaatii aina ympäristösuojelulain (86/2000) mukaisen ympäristöluvan.

3.1 Kuitusaven ominaisuudet ja riskianalysointi

Suuresta kosteudesta huolimatta kuitusavi ei silmämääräisesti vaikuta märältä. Puristettaessa tuoreeltaan siitä kuitenkin saa rutistettua vettä. Se on tuoksultaan mieto ja hieman savimainen. Koostumus muistuttaa kastunutta paperimassaa, jonka väri on yleensä harmaa (Kuva 3). Väri voi olla myös mm. vaaleanpunaista, sinistä, vihreää ja turkoosia. Väri vaihtelee paperitehtaan väriaineiden mukaisesti. Väriaineet ovat sinistä lukuun ottamatta elintarvikevärejä, jotka maatuvat nopeasti. Laadultaan savi on laitoksen normaalisti toimiessa hyvin tasaista.



Kuva 3. Kuitusavi

Toistaiseksi jätevedenpuhdistamo ei pysty takaamaan kuitusaven täydellistä puhtautta, sillä teollisuuslinjaan sekoittuu ennen esiselkeytintä pieniä määriä yhdyskuntalinjan jätevettä. Määrät ovat kuitenkin hyvin vähäisiä, ja testijaksoissa voidaan käyttää poikkeusluvalla suoraan paperitehtaalla lingottua kuitusavea, joten puhtaus voidaan taata. Jätevedenpuhdistamolla ja paperitehtailla ollaan mahdollisesti valmiita investoimaan puhtauden varmistamiseen, jos saven tuleva jatkokäsittelytapa sen vaatii. (Halinen 2013.)

Laitokselta jatkokäsittelyyn kuljetettava kuitusavi on sopimatonta tavanomaiseksi jätteeksi vain orgaanisen kokonaishiilen eli kemiallisesti orgaaniseen aineeseen sitoutuneen hiilen (TOC) sekä liunneen orgaanisen hiilen arvojen vuoksi (DOC). On kuitenkin otettava huomioon, että esikäsittelemätön biohajoava tuote ei kuulu Valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (202/2006) piiriin, joten kuitusaven kaatopaikkakelpoisuudesta teetetty tutkimus (Liite 2) ei ole aukoton. Tutkimuksen pohjalta voidaan kuitenkin todeta, ettei kuitusavi aiheuta vaaraa ihmisille tai ympäristölle.

Kuitusavea syntyy laitoksella noin 10 tonnia lingottua päivää kohden. Kuitusavea ja biolietettä kuivataan yleensä viitenä arkipäivänä viikossa.

3.2 Jäte vai sivutuote?

Suomen jätelain (646/2011) mukaan aine ei ole jäte vaan sivutuote, jos se syntyy tuotantoprosessissa, jossa sen valmistaminen ei ole ensisijaisena tarkoituksena ja jatkokäytöstä on varmuus. Muut sivutuote-kriteerit ovat, että ainetta on voitava käyttää sellaisenaan tai sitä on muunnettu vain tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti, aine syntyy tuotantoprosessissa olennaisena osana sekä täyttää käyttöön liittyvät asetukset eikä aiheuta vaaraa tai haittaa (1 luvun 5§). Jätelakia sovelletaan kuitenkin sivutuotteisiin, jotka on tarkoitettu poltettaviksi, kaatopaikalle sijoitettaviksi tai käsiteltäviksi biologisessa käsittelylaitoksessa (1 luvun 3§).

3.3 Paperitehtaan jätevedet

Euran jätevedenpuhdistamon kuitusavi syntyy Kauttuan paperiteollisuuden jätevesistä linkoamalla. Kauttuan paperitehtaissa valmistetaan sellupohjaisia erikoispapereita, kuten lämpöherkkää ja krepattua paperia sekä tarra- ja märkäliimattavia etikettipapereita. Pääraaka-aineena on koivu- ja mäntysellu. Muita raaka-aineita ovat erilaiset täyteaineet, kemikaalit sekä vesi. (Rauman Kauppakamari 2013.)

Jätevesistä suuri osa on puukuitua ja muita puupitoisia aineksia. Päällystettävissä papereissa on jonkin verran pastaa ja päällystyspigmentejä. Puukuitujen ohella jätevedet sisältävät merkittävän määrän täyteaineita, kuten kaoliinia, talkkia ja kalsiumkarbonaattia. Kaikki väriaineet sinistä lukuun ottamatta ovat elintarvikevärejä. Ravinnepitoisuus kuitusavessa on tyypillisesti hyvin vähäinen. (Finncao 2001.)

Kuitusavi on paperinvalmistuksen sivutuote. Puhdas kuituliete ei ominaisuuksiltaan merkittävästi poikkea erittäin märän paperimassan ominaisuuksista.

3.4 Kuitusaven synty ja käsittely jätevedenpuhdistamolla

3.4.1 Teollisuuden jäteveden välppäys

Kauttuan paperitehtaista teollisuuden jätevesi pumpataan JVP-Eura Oy:lle erillistä teollisuuslinjaa pitkin. Laitokseen saapuva jätevesi välpätään eli ohjataan säleikön läpi. Säleikkö nostaa suurimmat kiintoaineet kuljettimelle ja edelleen lavalle, jolla ne kuljetetaan jäteasemalle loppusijoitukseen. Välpätyn materiaalin määrä on hyvin

vähäinen ja suurimmaksi osaksi vettä, joten toistaiseksi välppäjätteelle ei ole taloudellisesti järkevää keksiä vaihtoehtoisia jatkokäsittelymenetelmiä.

3.4.2 Esiselkeytys ja sakeutus

Välpätty teollisuuden jätevesi ohjataan esiselkeyttimeen (Kuva 4), jossa jätevedessä olevat vettä raskaammat kiintoaineet laskeutuvat pohjalle. Esiselkeytyksestä pohjalle laskeutunut kuitusavi kerätään lietelaahalla ja pumpataan kahdella pumpulla edelleen sakeutukseen. Pinnalle noussut liete ohjataan lietekaivoon, josta se kaivon täytyttyä imetään säiliöautoihin ja kuljetetaan jäteasemalle. Pintalietteen määrä on hyvin vähäinen pohjasaveen nähden. Altaan yläreunoilta valuva pintavesi jatkaa biologiseen vedenpuhdistukseen ilmastusaltaalle suoraan denitrifikaatiovaiheeseen. Paperitehtaan jätevesi sisältää paljon hiiltä. Denitrifikaatiovaiheessa se korvaa neitseellisen hiilen lähteen.



Kuva 4. Esiselkeytin

Sakeutus tapahtuu painovoimaisesti. Kiintoaine laskeutuu pohjalle, josta lietepumput pumppaavat pohjalietteen lingoille kuivaukseen. Sakeuttimen pinnalla kulkevat kourut, jotka keräävät yliteveden jatkokäsittelyä varten. Sakeuttimessa liikkuu hämmennin, joka pitää seoksen juoksevana lietepumppuja varten ja ehkäisee lietteen nousua pinnalle.

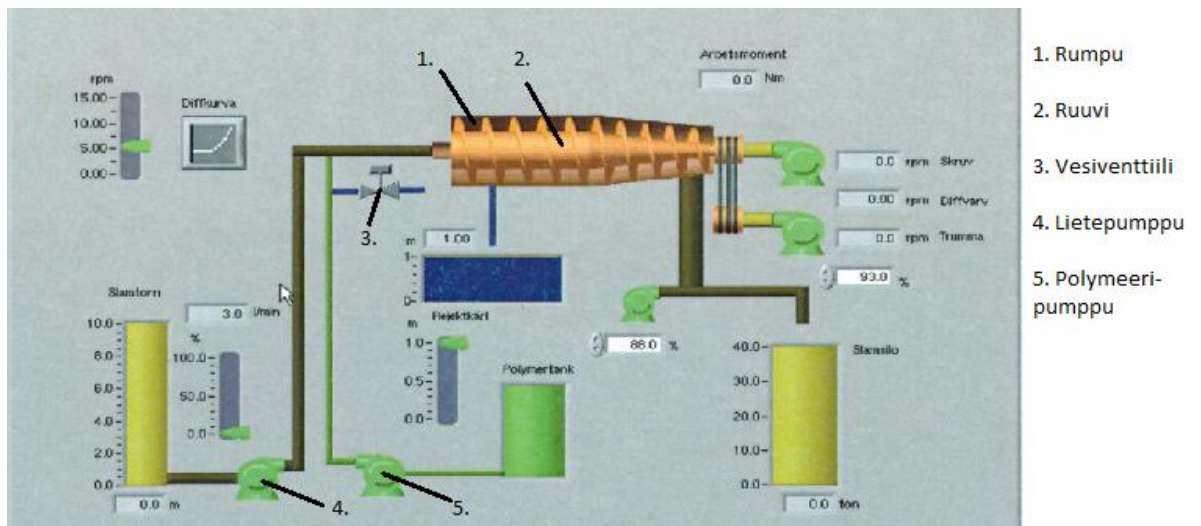
3.4.3 Linkous

Kuitusaven kuiva-ainepitoisuutta parannetaan vielä Noxonin DC20EL-lingolla (Kuva 5). Kuitusavi syötetään pumpuilla syöttöputken kautta sekoituskammioon. Jos kuitusavi on liian märkää, sekoituskammioon voidaan lisätä polymeeriä, jotta kuitusavi paakkuuntuisi eli flokkaantuisi. Kuitusavi lingotaan sekoituskammion reikien kautta kohti rummun ulkoseinämiä ja veden poisto alkaa. Ruuvikuljetin kuljettaa kuitusaven ulos, ja rejektivesi painautuu rejektiputken kautta ilmastuksen linjoille 2 ja 3. Prosessivettä eli puhdistamon puhdistamaa vettä voidaan lisätä kuitusaveen, jotta se kuljettuisi helpommin pumpuilta lingolle, jos savi on liian paksua. (Slamex 2010.)



Kuva 5. Noxon DC20EL

Kuvassa 6 on kuitusaven ajokaavionäyttö, josta näkyy lingon rakenne ja pääkomponentit. Vedenpoistoperiaate on myötävirtainen, joten lingon käyttäminen onnistuu myös hyvin pienellä erokierrosluvulla. Erakerroslukua eli rummun ja ruovin kierroslukujen erotusta muuttamalla voidaan säädellä lietteen tai saven oloaikkaa lingossa. Alhainen erokierrosluku merkitsee pidempää oloaikkaa lingossa ja lietteestä tulee kuivempaa. Liian kuiva liete tai savi varsinkin kuitusavessa tarkoittaa usein tukkeutumista. (Slamex 2010.)



Kuva 6. Lingon ajokaavionäyttö (Slamex 2010.)

Erozierrosluvun määrittää laitteen oma lietteensäädin, joka reagoi lietteen laadun muuttumiseen. Käyttäjä säätelee linkoa yleensä vain kierroslukua, lietteen syöttöä tai polymeerin syöttöä säätämällä. Lingon käynnistämisen jälkeen linkoa voidaan käyttää miehittämättömänä, sillä hälytystoiminnot pysäyttävät lingon ja aloittavat automaattisen huuhtelun. (Slamex 2010.)

Myös bioliete linkokuivataan. Bioliete ja kuitusavi lingotaan erillisille 12 m³:n liotelavoille, joilla ne kuljetetaan jatkokäsittelyyn. Kuitusaven linkouksen jälkeen päästään keskimäärin jo noin 35 %:n kuiva-ainepitoisuuteen (Liite 1). Kuitusaven käsittely ei merkittävästi muuta käsiteltävän aineen laatua tai ominaisuuksia kosteutta lukuun ottamatta.

3.4.4 Vaihtoehtoisia kuivausmenetelmiä

Yksinkertaisin tapa kuivata lietettä on lietteen levittäminen sorapatjan päälle, jotta osa vedestä haihtuu ja osa suodattuu patjan läpi. Vesi pumpataan takaisin jätevedenkäsittelyyn ja liete kerätään talteen patjan päältä. **Lavakuivattaminen** on mahdollista vain hyvin pienillä lietemäärillä. Kuitulietteen kuivattamiseen lavakuivattaminen ei sovellu, koska pintakuivumisen jälkeen lietteen vedenläpäisy on hyvin vähäistä. Lisäksi liotelavat vaativat kuivattavaan lietemäärään suhteutettuna suuren tilan ja lietteen siirtokoneiston. (Lohiniva, Mäkinen & Sipilä 2001.)

Mekaaniset kuivausmenetelmät perustuvat yleensä puristukseen. Metsäteollisuuden lietteiden kuivaamiseen yleisesti käytetty menetelmä on **suotonauhapuristus**, jossa

suodatus tapahtuu painovoiman ja telojen puristus- ja leikkausvoimien yhteisvaikutuksesta. Liete syötetään yläviiran päälle, jossa vesi suodattuu painovoimaisesti. Liete ohjataan alemmalle viiralle puristusvaiheeseen, jossa liete puristuu viirojen välissä. Suotonauhapuristuksella päästään varsinkin kuitulietteen kanssa kustannustehokkaasti vähäisellä tehon tarpeella hyviin tuloksiin. Viiran kestoikä on kuitenkin lyhyt, ja viira on herkkä tulevan lietteen laadulle. Toinen metsäteollisuudessa yleisesti käytetty puristukseen perustuva kuivausmenetelmä on **ruuvipuristus**, jossa ruuvi puristaa lietettä reikälevyä vasten. Paine suodattaa veden seinämien läpi. Ruuvipuristusta voidaan tehostaa syöttämällä ruuviakseliin höyryä. (Lohiniva ym. 2001.)

Muita puristukseen perustuvia menetelmiä ovat **kiekkopuristin**, jossa eri akseleilla olevat kiekot puristuvat toisiaan vasten sekä **kammiosuotopuristin**, jossa suodatinkankaalla päällystetyt levyt muodostavat kammioita. Suodatinlevyjä puristetaan toisiaan vasten, jolloin syntyy suotokakku. Kammiopuristin on hyvin harvinainen sen kalliin hinnan, suuren tilantarpeen ja runsaan huollon tarpeen johdosta. (Lohiniva ym. 2001.)

Termisessä kuivauksessa vettä haihdutetaan lietteestä lämmöllä. Lämpö voidaan tuoda lietteeseen joko johtamalla, konvektiolla tai säteilemällä. Termisellä kuivauksella voidaan päästä hyvin korkeisiin kuiva-ainepitoisuuksiin. Liete voidaan termisellä käsittelyllä saattaa jopa stabiiliin tilaan. Lietteiden terminen kuivaus ei useinkaan ole taloudellisesti kannattavaa, jollei siihen saada hyödynnettyä jonkin toisen prosessin osan ylijäämälämpöä. (Lohiniva ym. 2001.)

3.5 Puhdistamoliete

Puhdistamoliete on jätevesien käsittelyssä syntyvää lietettä, joka koostuu kotitalouksien, yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesistä. Käsiteltynä liete voitaisiin hyödyntää viherrakentamisessa ja maatalouskäytössä. Ennen hyötykäyttöä käsitellyn lietteen on täytettävä asetetut laatuvaatimukset ja hygieniakriteerit. Liette voidaan käsitellä biologisesti kompostoinnin lisäksi mädättämällä. Lisäksi voidaan käyttää kemiallisia ja fysikaalisia tapoja kuten kalkkistabilointia tai kuumennusta. (Vuorinen 2013.)

JVP-Eura Oy:n puhdistamoliete käsitellään Satakierron biokaasutus- ja kompostointilaitoksessa. Laitoksen käsittelemä mädätysjäännös täyttää tavanomaisen jätteen vaatimukset. Mahdollisesta hyötykäytöstä huolimatta puhdistamolietteen mädätysjäännöksen kysyntä lähialueilla on kuitenkin hyvin vähäistä, joten se loppusijoitetaan jäteasemalle. Kaasutuksesta syntyvä metaani ohjataan turbiinille, jolla siitä saadaan sähköä tai poltetaan soihdussa. (Matinsalo 2013.)

4 KUITUSAVEN PENKKAAN AJO

Toistaiseksi kuitusavi on kuljetettu jätevedenpuhdistamolta Hallavaaran jäteasemalle. Siellä ne on ajettu yhteen muista jätteistä erotettavissa olevaan kasaan. Penkkaan ajaminen on huonoin vaihtoehto sekä taloudellisesti että ympäristön kannalta. Lisäksi esikäsittelemättömien, orgaanista ainetta sisältävien jätteiden läjitystä kaatopaikalle rajoitetaan merkittävästi seuraavassa jätelain uudistuksessa 2016 (Wahlström ym. 2012).

Vaikka nykyinen lainsäädäntö mahdollistaisi loppusijoituksen, kuitusavea ei käsittelemättömänä voida ajaa penkkaan suuria määriä. Se on liian pehmeää ja tiivistä. Tiiveyden vuoksi vesi ei läpäise sitä eikä jätetäyttöön saisi muodostua tällaisia vettä läpäisemättömiä linssejä. Pehmeiden vuoksi kaatopaikkajyrä ei pääse liikkumaan kuitusavessa. Kuitusavessa on runsaasti orgaanista ja biohajoavaa ainesta, jonka hajoaminen heikentää rakennuskerrosten kestävyyttä. Näistä syistä kuitusavi penkassa estää turvallisen kulkemisen työkoneella. Kuitusaven kompostointi Hallavaaran jäteasemalla ei kuitenkaan ole mahdollista nykyisillä lupaehdoilla. (Matinsalo 2013.)

JVP-Eura Oy:ltä ja Jujo Thermal Oy:ltä on toukokuun 2010 jälkeen toimitettu noin 5000 tonnia lingottua kuitusavea. Se on toimitettu välivarastoon, jossa sitä voidaan varastoida kolme vuotta verottomasti. Kuitusaven läjittämisen nykyhintana on sopimuksen mukaan verottomana 18 €/t ja verollisena 68 €/t. Loppusijoittamisen yhteydessä toimitetusta kuitusavesta lankeaisi jätevero takautuvasti.

Loppusijoituksessa kuitusavesta voi jatkossa joutua maksamaan teollisuusjätteen hinnan, joten sen kustannukset tulisivat nousemaan. Toistaiseksi kuitusavet on toimitettu Hallavaaran jäteasemalle verottomana. (Halinen 2013.)

Välivarastossa olevat kuitusavet saadaan uudelleen hyödynnettyä Hallavaaran jäteasemalla peittomateriaalina, joten jäteveroa ei tarvitse maksaa, koska kuitusavi

saadaan hyötykäyttöön. Välivarastossa olevat kuitusavet ovat omassa kasassaan, joten ne saadaan vielä eroteltua riittävällä tarkkuudella kaatopaikan peitemateriaaliksi.

5 KUITUSAVEN POLTTO

5.1 Kuitusavi polttoaineena

Kuitusaven hyödyntäminen energiana sopii Suomen jätelain (646/2011) mukaisen etusijajärjestyksen neljännelle asteelle jätteen muuna hyödyntämisenä. Todellinen energiansaanti saven polttamisessa jää kuitenkin hyvin vähäiseksi, sillä tuotteen tehollinen lämpöarvo on 1,22 MJ/kg. VTT Energian tutkimuksen (Pipatti, Hänninen, Vesterinen, Viheraari & Savolainen 1996) mukaan savea tai lietettä voidaan polttaa ilman tukipolttoaineita, jos kuiva-ainepitoisuus on yli 35 - 45 % ja kuiva-aineen kalorimetrinen lämpöarvo on luokkaa 8-14 MJ/kg. Teetetyn polttoanalyysin mukaan (Liite 1) JVP-Eura Oy:n kuitusavi täyttää nämä kriteerit (35,1 %, 8,65 MJ/kg).

Käytännössä tukipolttoainetta on kuitenkin oltava. Tukipolttoaineena on käytettävä polttoainetta, johon kuitusavi voidaan sekoittaa tasaisesti. Varsinkin pienille voimalaitoksille suuren savimäärän samanaikainen pääsy kattilaan voi aiheuttaa rajun muutoksen tulipesän paineessa ja lämpötilassa. Tämä vaikeuttaa voimalaitoksen käytettävyyttä ja voi pahimmillaan aiheuttaa tahattoman alasajon.

Toimitetusta määrästä kuitusavesta vettä on noin 65 %. Tuhkaa jäljelle jäävästä kuiva-aineesta muodostaa lähes 60 %. Tuhkaa syntyy poltossa siis noin viidennes toimitetun määrän saven määrästä. Poltosta jäänyt tuhka on voimalaitostuhkaksi erittäin hyvälaatuista kuitusaven vähäisten raskasmetallipitoisuuksien takia. Kuitusaven polttaminen siis parantaa usein tuhkan laatua. Kuitusaven lisääminen pääpolttoaineen ohelle ei merkittävästi lisää päästöjä.

5.2 Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta

Valtioneuvoston asetusta (151/2013) jätteen polttamisesta ei sovelleta, jos kyseessä on *'ensiömassan tuotannon tai massasta valmistettavan paperin tuotannon yhteydessä syntyvä kuituainetta sisältävä kasviperäinen jäte, jos jäte poltetaan tuotantopaikalla jätteen rinnakkaispolttolaitoksessa ja syntyvä lämpö hyödynnetään'*. Tämä tarkoittaa siis sitä, että kuitusavea voidaan polttaa metsäteollisuuden monipolttoainekattiloissa

ilman ylimääräisiä raja-arvoja ja mittausvelvoitteita. Muualla kuin tuotantopaikalla poltettu kuitusavi lukeutuu jätteen poltoksi.

5.3 Kuitusaven polttamiseen soveltuvat polttotekniikat

Kuitusaven polttamisessa käytetään yleensä seospolttoa, jossa kuitusaven osuus on alle 10 %. Mahdollista on myös polttaa kuitusavea ainoana polttoaineena, mutta silloin tarvitaan yleensä polttoarvoltaan hyvää kuitusavea. Kuitusaven polttoarvon nostaminen riittävälle tasolle ei yleensä ole taloudellisesti kannattavaa.

Yleinen tapa metsäteollisuuden kuitusavien polttamiseen on seospoltto leijukerroskattiloissa. BFB-kattiloissa voidaan teknisesti polttaa kuitusavea, jonka kuiva-ainepitoisuus on 31 – 35 % ilman tukipolttoaineita. CFB-kattiloissa suuren leijutusnopeuden vuoksi kuiva-ainepitoisuuden on oltava hieman korkeampi, noin 38 – 45 %. Kuitusavea poltetaan yleensä pieninä osuuksina pääpolttoaineeseen sekoitettuna. Kuuman petimateriaalin varaama lämpö edesauttaa petilämpötilan tasaisuutta. Lämpöarvoltaan huonon eli yleensä kostean kuitusaven pääsy tulipesään saattaa huonontaa palamisolosuhteita. Jos polttaminen lukeutuu jätteenpolttodirektiivin alaiseen toimintaan, direktiivin vaatima 850 °C kahden sekunnin ajan kaikissa oloissa ei välttämättä toteudu. (Lohiniva ym. 2001.)

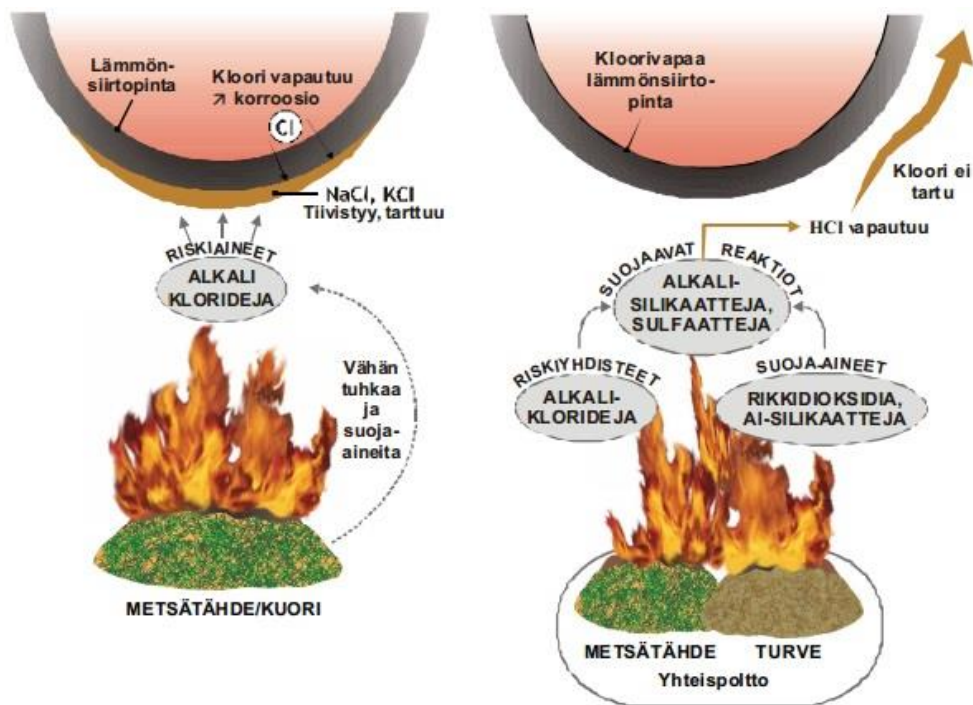
Arinakattiloissa palaminen on usein epätäydellistä, mutta lämpötilat korkeita. Palamisen täydellisyys huononee vielä märkiä polttoaineita käytettäessä. Tästä syystä poltettavan kuitusaven suositeltava kuiva-ainepitoisuus arinapoltossa on 10 – 15 %. (Lohiniva ym. 2001.)

Soodakattiloissa kuitusaven käsittely ennen polttoa vaihtelee laitoskohtaisesti. Yleinen tapa on sekoittaa mekaanisesti kuivattu kuitusavi laihaan mustalipeään. Seos konsentroidaan normaalisti haihduttamossa. Soodakattiloissa palaminen tapahtuu erittäin valvotusti ja hallitusti. (Lohiniva ym. 2001.)

Kuitusavi voidaan polttaa myös MSW- ja 100 % REF-laitoksilla. Kuitusaven lisääminen polttoaineisiin ei juuri lisää päästöjä, mutta lisää savukaasuvirtoja. Kyseisissä laitoksissa voidaan polttaa myös jätteenpolttodirektiivin alaiset yhdyskuntalietteet, sillä laitoksilla on siihen tarvittavat luvat ja mittauslaitteisto. (Lohiniva ym. 2001.)

5.4 Kuitusaven vaikutus rikki-kloori-indeksiin

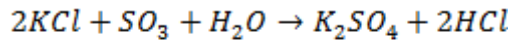
Kuitusaven polton on havaittu parantavan savukaasujen rikki-kloori-indeksiä (Pitkänen 2013). Puuperäiset polttoaineet muodostavat palaessaan likaavia ja syövyttäviä yhdisteitä kuten alkaliklorideja. VTT:n teettämän tutkimuksen mukaan turpeen sisältämät rikki ja alumiinisilikaatit tuhoavat kloorin alkalikloridit ennen niiden kerrostumista tulistimien pintaan (Kuva 7). Samoja suoja-aineita on myös kuitulietteessä, sillä kuituliete sisältää rikkiä ja paperin täyteaineena käytetty kaoliini on alumiinisilikaatti. Paperinvalmistuksen sivuvirtoja on tahattomasti hyödynnetty kattilan suoja-aineena jo ennen niiden hyödyn havaitsemista. (Aho 2012.)



Kuva 7. Kloorin tarttumisen ehkäiseminen tulistinputkiin suoja-aineiden avulla (Aho 2012.)

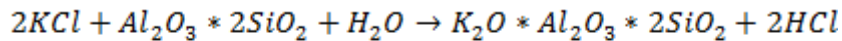
Yksi mooli rikkiä voi hajottaa kaksi moolia alkaliklorideja, joten teoreettinen S/Cl-suhde olisi 0,5. On kuitenkin otettava huomioon, että suurin osa poltosta syntyvästä rikistä on rikkidioksidia, jonka reaktioaika on alkalikloridien kanssa turhan hidasta tapahtuakseen tulipesässä. Yhtälö vaatii siis rikkitrioksidia, josta osa kuluu myös muihin reaktioihin. Todellinen suhdeluku on siis huomattavasti suurempi. (Aho 2012.)

Alkalikloridien sulfatoitumisen esimerkkiyhtälö on seuraava:



Aluminisilikaateista vain happamat yhdisteet voivat toimia tehokkaasti. Jos reaktioaika olisi rajaton, riittävä Al/Cl-suhde olisi 1. (Aho 2012.)

Esimerkkiyhtälö alumiinisilikaattireaktiosta on tällainen:



5.5 Yhteenveto kuitusaven polttamisesta

Kuitusavea ei voida polttoanalyysin perusteella pitää kovin hyvänä polttoaineena, ja odotettavissa onkin, että se tulee jätelain entisestään kiristyessä kyseenalaiseksi jatkokäsittelyvaihtoehdoksi. Vaikka kuitusaven poltossa voidaan todeta olevan myös voimalaitoksen kannalta hyviä puolia, on sitä kuitenkin pidettävä kustannustekijänä. Polttamalla saadaan kuitenkin kuitusaven määrää pienennettyä ennen jäteasemalle kuljettamista eli säästetään jätemaksuissa ja saadaan lopputuote, joka kelpaa tavanomaiseksi jätteeksi.

5.6 Kuitusaven polttaminen Fortumin Kauttuan voimalaitoksella

Fortumin Kauttuan voimalaitos sijaitsee paperiteollisuuden vieressä. Se on entinen paperitehtaan voimalaitos ja toimittaa vieläkin prosessihöyryä paperitehtaille. Se tuottaa myös kaukolämpöä Euran kunnalle ja sähköä valtakunnan verkkoon. Kuljetuskustannukset voimalaitokselle pysyisivät kohtuullisina, sillä etäisyyttä jätevedenpuhdistamolle on alle 10 km (Liite 4).

Polttoaineena kattilassa käytetään pääasiassa erilaisia puu-, paperi- ja muovipohjaisia energiakäyttöön sopivia kierrätyspolttoaineita. Lisäksi käytetään turvetta sekä vähän kivihiiltä ja raskasta polttoöljyä (Heikkilä 2013). Laitoksen kiertoleijukattila (CFB) soveltuu erinomaisesti epätasalaatuisille polttoaineille. Kiertoleijukattilatekniikassa käytettävä hiekkapeti mahdollistaa hetkittäiset muutokset polttoaineen lämpöarvossa. (Huhtinen, Korhonen, Pimiä & Urpalainen 2008).

Pieneksi ongelmaksi tulee kuitusaven syöttö tulipesään. Alhaisen polttoarvonsa vuoksi kuitusavi tulisi sekoittaa johonkin tukipolttoaineeseen. Voimalaitoksen polttoaineen massavirta ei ole kovinkaan suuri. Kesällä polttoaineen massavirta on noin 1 – 2 kg/s, ja huippukulutuksen aikana massavirta kaksinkertaistuu. Polttoaineen äkilliset laatumuutokset saattavat aiheuttaa ongelmia tulipesän paineeseen ja lämpötilaan. Laitoksella ei ole tehokasta sekoituskoneistoa, mutta kuitusaven vähäisen määrän takia sen sekoittaminen kauhakuormaajalla puuperäiseen polttoaineeseen ei aiheuttaisi kohtuutonta työtä tai uusia investointeja. Kesällä 2013 voimalaitokselle saapunut erä erittäin kosteaa puuperäistä polttoainetta kuitenkin aiheutti petilämpötilan hallinnassa suuria ongelmia. Kuitulietteen ottaminen edes koepolttoon ei ongelmien vuoksi ole toistaiseksi mahdollista. (Heikkilä 2013.)

Fortumin Kauttuan voimalaitos on rakennettu tuottamaan alueen paperitehtaille niiden tarvitsema energia. Alkuperäinen käyttötarkoitus, sijainti ja nykyinen yhteistyö Jujo Thermal Oy:n ja Ahlstrom Tampere Oy:n kanssa puoltavat tulkintaa, jonka mukaan paperintuotannossa syntyvä kuituainetta sisältävä jäte poltetaan tuotantopaikalla eikä näin ollen Valtioneuvoston jätteenpoltoasetukseen (151/2013) liittyviä käytäntöjä ja sovelluksia tarvitsisi soveltaa.

Voimalaitoksella on ollut pieniä ongelmia voimalaitostuhkan raskasmetallipitoisuuksien kanssa. Kuitusaven poltosta syntyvä tuhka on hyvin puhdasta, joten kuitusaven lisääminen polttoainevalikoimaan saattaisi parantaa tuhkan laatua.

5.7 Kuitusaven polttaminen Rauman Biovoima Oy:llä

Rauman teollisuusalueella sijaitseva yhteispuhdistamo ottaa vastaan sekä kaupungin yhdyskuntavedet että Rauman paperiteollisuuden teollisuusvedet. Laitoksessa muodostuville lietteille ei ole erillisiä käsittelylaitteistoja. Laitoksesta poistuva liete on siis bio- ja kuitulietteiden yhdistelmää, sekalietettä. (Pitkänen 2013.)

Rauman UPM:n teollisuusalueella sijaitseva Rauman Biovoima Oy tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon, prosessihöyryä paperitehtaille sekä kaukolämpöä Rauman Energialle, joka jakaa sitä Rauman kaupungin kaukolämpöverkkoon. Rauman Voima oy:n voimalaitoksilla sekaliete on ollut osana kattiloiden polttoaineita yli kymmenen vuotta. (Pohjolan Voima 2013.)

Voimalaitoksen polttoaineen massavirta on niin suuri, ettei JVP-Eura Oy:n kuitusaven lisäämistä polttoaineisiin käytännössä huomaisi laitoksen toiminnassa.

Vähimmilläänkin voimalaitoksien polttoaineen kulutus on noin 15 kg/s, ja talven huippukulutuksen aikaan se voi olla jopa 50 kg/s. (Raivio 2013.)

Energiaosaston pääkattilat ovat Tampella Powerin toimittama CYMIC[®] CFB -kiertoleijukattila ja Aker Kvaernerin toimittama HYBEX[®] BFB -leijupetikattila. Molemmat ovat hiekkapetinsä ansiosta erinomaisia vaihteleville polttoaineille, koska ne sietävät suuriakin hetkellisiä polttoainetehon heittäilyjä. Liete ohjataan mekaanisen kuivauksen lisäksi biopolttoaineen kuivaamoon yhdessä kuoren kanssa. Biokuivuri saa kuivauslämpönsä jäteveden lämmöstä, joten tarve jätevesien erillisjäähdytykselle vähenee ja polttoaineen polttoarvo nousee. Biokuivurin hyötysuhde ei kuitenkaan olisi riittävän hyvä, jollei se samalla valmistaisi jätevettä puhdistusprosessiin.

JVP-Eura Oy:n kuitusaven polttaminen Rauman Biovoima Oy:n kattiloissa lukeutuisi todennäköisesti valtioneuvoston jätteenpolttoasetuksen (151/2013) mukaisesti jätteenpoltoiksi, joten laitoksen tulee täyttää asetuksen mukaiset vaatimukset. Rauman Biovoima Oy täyttää kyseiset vaatimukset monipolttoainekattiloille, mutta ympäristöluvassa poltettavien jätteiden määrää on rajoitettu. Rauman Voima Oy ei siis ole kovinkaan halukas polttamaan JVP-Eura Oy:n kuitusavea ilman merkittävää taloudellista hyötyä. (Pitkänen 2013.)

Raumalle toimitettuna JVP:n kuitusavi ei aiheuttaisi uusia investointeja. Myös asianmukainen kalusto ja pitkä kokemus puoltaisivat kuitusaven sijoittamista sinne. Huonoina puolina on mainittava suhteellisen pitkä toimitusmatka (n.40 km) ja kallis hinta.

6 KUITUSAVEN KOMPOSTOINTI MULLAN RAAKA-AINEEKSI

6.1 Kuitusavi mullan raaka-aineena

Mullan pääraaka-aineena käytetty turve on usein liian hienojakoista ja kevyttä. Kuitusaven käyttö mullan raaka-aineena tuo rakenteeseen kaivattua kiinteyttä ja kuohkeutta. Ravinneaineita kuitusavessa on vähän, joten sen soveltuvuus mullan raaka-aineeksi perustuu nimenomaan siihen, että se parantaa koostumusta. Lisäksi se

on varsinkin tuoreeltaan helppo käsitellä. Kuitusaven kovettuessa sen sekoittaminen vaikeutuu ja vie enemmän aikaa. (Lätti 2013.)

Muutamit mullan valmistajat käyttävät jo kuitusavea mullan raaka-aineena. Se soveltuu kaikenlaisten multien ainesosaksi, jos raskasmetalliarvot käytön sallivat. Sen osuus valmiista lopputuotteesta vaihtelee suuresti lähinnä reseptin, kosteuden ja raekoon mukaan. Voidaan kuitenkin todeta, että sen osuus suurimmillaankin on alle 10 % pussitetusta mullasta. (Lätti 2013.)

6.2 Kuitusaven käyttö Biolan Oy:llä Eurassa

Kuitusaven merkittävän vesiosuuden (Liite 1) vuoksi sen logistiset kustannukset olisi pidettävä mahdollisimman pienenä. Niinpä sen käyttöä kauempänä sijaitsevien mullan valmistajien raaka-aineena ei ole järkevää edes harkita. Etäisyyttä JVP-Eura Oy:n tai Kauttuan paperitehtaiden ja Biolan Oy:n välillä on alle kymmenen kilometriä (Liite 4).

Biolanilla kuitusavi on ollut osana mullan valmistuksen reseptiä jo kymmenisen vuotta, joten lupa viranomaisilta eli Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralta on jo olemassa. Kuitusavea on tullut Metsä Board Kyron paperi- ja kartonkitehtaalta Kyrökoskelta Hämeenkyrön kunnasta. Kyrön kuitusavi on hieman Kauttuan paperitehtaiden kuitusavea puhtaampaa, mutta koostumuksiltaan tuotteet ovat hyvin lähellä toisiaan. (Lätti 2013.)

Kuvassa 8 on Biolanille juuri toimitettua kuitusavea. Biolan pystyisi vastaanottamaan kuitusavea noin kymmenenkertaisen määrän paperitehtaalta tulevaan nähden. Toimitusten vastaanottokapasiteetille ei ole merkittävää vuodenaikaan sidonnaista poikkeamaa, joten kuitusavi voitaisiin toimittaa Biolanille täysimääräisenä.



Kuva 8. Biolanille juuri toimitettua kuitusavea

Biolanille on toimitettu noin 200 tonnin kokeiluerä keväällä 2013 (Kuva 9), jonka perusteella voidaan jo todeta, että JVP:n kuitusavi on käyttökelpoinen mullan raaka-aineeksi. Koe-erä otettiin suoraan paperitehtaalta puhtauden varmistamiseksi. Koe-erä oli otettava mahdollisimman suurena, jotta tulokset olisivat totuudenmukaisia. Liian pienellä koe-erällä tulokset eivät olisi luotettavia reunailmiön vuoksi. Reunailmiöllä tarkoitetaan, että kasan keskellä olevat jakeet käyttäytyvät eri tavalla kuin reunoilla olevat. Pienessä kasassa reunaosien suhteellinen osuus on huomattavasti suurempi kuin suuressa kasassa.



Kuva 9. Kuitusaven kompostoinnin kokeiluerä

JVP-Eura Oy:n kuitusaven lopullinen kelpoisuus mullan raaka-aineeksi ratkeaa kuitenkin vasta vuosien kuluttua. Ensimmäisten lopputuotteiden synnyn jälkeen sekoitussuhteita voidaan tarkasti arvioida. Tämänkin jälkeen sekoitussuhteet ja viipymääjat muokkautuvat kohti parasta mahdollista lopputulosta.

Haasteeksi muodostuu tuotteen kierrättäminen yhteispuhdistamon kautta. Jäteveden puhdistamo ei pysty takaamaan yhdyskuntalinjan ja teollisuuslinjan täydellistä eristämistä toisistaan. Eristäminen olisi periaatteessa mahdollista, mutta vaatisi kohtuuttoman kalliita investointeja. Eviran kanta yhdyskuntajäteveden sisältämien suolistoperäisten bakteerien osalta on ehdoton. Tästä syystä kuitusaven toimittaminen olisi toteutettava suoraan paperitehtailta. (Halinen 2013.)

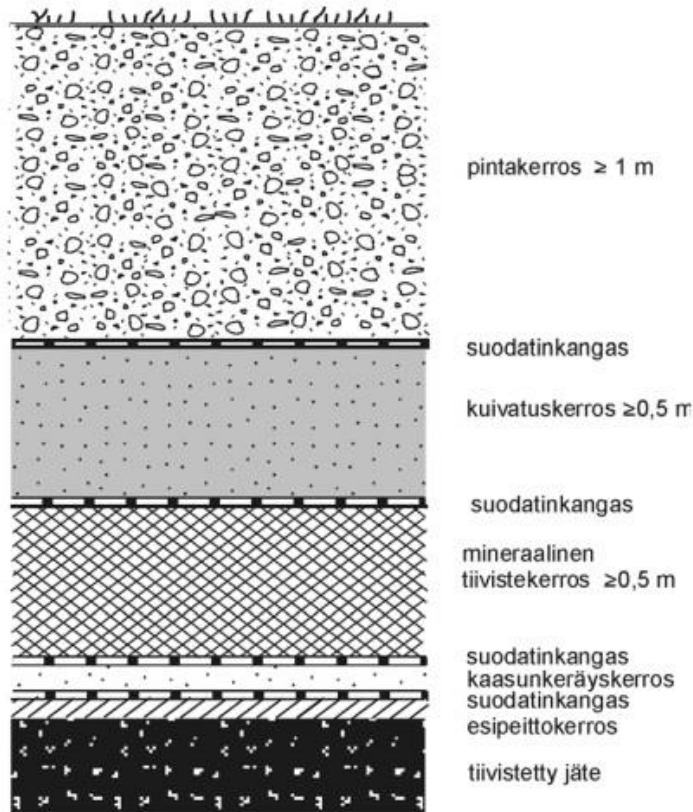
6.3 Kuitusaven käsittely Biolan Oy:llä Eurassa

Kuitusavi sekoitetaan muihin kompostoitaviin materiaaleihin. Sekoitukseen lisätään muita materiaaleja, kuten haketta ja valmista kompostia, jotta rakenne monipuolistuisi ja kompostoituminen olisi mahdollisimman tehokasta. Kasasta tehdään mahdollisimman suuri ja korkea. Sen annetaan kompostoitua vähintään kuukausi rauhassa, jotta sen lämpötila kasvaisi tehokkaan kompostoitumisen vaatimalle tasolle. Sisälämpötila kasan sisällä on noin 50 - 60 °C. Kuukauden kuluttua korkea kasa levitetään noin metrin korkuiseksi patjaksi, jossa viipymä on vähintään kolme kuukautta. Patjaa käännellään Vertimix-laitteella kesäisin joka toisena päivänä ja talvisin noin kerran viikossa. Tämän jälkeen kasa kuljetetaan suureen aumaan, jossa kompostoitavia tuotteita kypsytetään noin vuosi. Aumassa kypsynyt materiaali sekoitetaan turpeen ja hiekan kanssa sopivin suhtein. Tuote on seulonnan jälkeen valmis pussitukseen. (Lätti 2013.)

7 KUITUSAVEN KÄYTTÖ KAASTOPAIKAN PEITTOMATERIAALINA

Kaatopaikan asianmukainen sulkeminen ehkäisee kaatopaikoista aiheutuvia ympäristövaikutuksia kuten pinta- ja pohjaveden, maaperän sekä ilman pilaantumista. EU:n neuvosto on antanut 26. huhtikuuta 1999 direktiivin kaatopaikoista (1999/31/EY), jonka tarkoituksena on ohjata, kehittää ja yhtenäistää EU:n jätehuoltopolitiikka. Kaatopaikan toimintaa ohjaa kaatopaikkakohtainen ympäristölupa, jonka lupaehdot ovat direktiivin mukaisia. Ympäristöluvassa on määritetty ohjeet myös kaatopaikan käytöstä poistoon ja jälkihoitoon. Penkan sulkemista varten on anottava kuitenkin erikseen myös työlupa, jossa tarkastetaan, että sulkemiseen käytettävä suunnitelma ja materiaalit ovat ympäristöluvan mukaisia.

Kaatopaikan peiton rakenteet vaihtelevat tapauskohtaisesti ja lopullisen rakenteen määrittelee työlupa. Kuvassa 10 on esimerkki kaatopaikan peiton rakennekerroksista.



Kuva 10. Esimerkki kaatopaikan rakennekerroksista (Wahlström ym. 2004.)

7.1 Kaatopaikan peitto

Kun jäteaseman osa on saavuttanut riittävän korkeuden, se tasataan, tiivistetään ja muotoillaan reunoilta kaatavaksi. Kallistuskulma on tapauskohtainen, mutta suositeltu vähimmäiskaltevuus on 5 %. **Tiivistetyn jätteen** pinnan kaltevuus on määritettävä siten, että tehokas pintakuivatus on mahdollinen painumisenkin jälkeen. Pinnalle ei siis saa jäädä painanteita, joihin vesi, lumi tai jää voi kerääntyä. Liiallinen jyrkkyys heikentää kuitenkin pinnan stabiliteettia, joka lisää sortumisia. (Suomen ympäristöhallintokeskus 2008.)

Tasatun jätteen päälle tehdään **esipeittokerros**, jonka tehtävänä on muodostaa työstämiskelpoinen, tasainen ja kantava pinta. Esipeittomateriaaliksi kelpaa lievästi pilaantunut maa-aines. Esipeittokerros tasoitetaan huolellisesti, jotta sen päälle tulevan kerrosten tekeminen olisi mahdollisimman helppoa ja materiaalikustannukset olisivat mahdollisimman pienet. (Matinsalo 2013.)

Esipeittokerroksen päälle tulee **kaasunkeräyskerros**, jonka tehtävänä on kerätä muodostuva kaasu, johtaa kaasu keräilyverkostoon ja lisätä kantavuutta. Sen päälle

tulee **tiivistekerros**, jonka tehtävänä on vähentää vesien imeytymistä jätetäyttöön ja ohjata kaasun purkautumista. Tiivistysmateriaalina voidaan käyttää useita eri materiaaleja. Ne korvataan usein kuitenkin bentoniittimatolla (Kuva 11), joka on hyvin kaasutiivis eikä läpäise paljoa vettä. (Wahlström, Laine-Ylijoki, Eskola, Vahanne, Mäkelä, Vikman, Venelampi, Hämäläinen & Frilander 2004.)

Tiivistekerrokseen kohdistuvat vesimassat ohjataan pois jätekasasta **kuivatuskerroksella**. Kuivatuskerrokseksi soveltuvat salaojamatot (Kuva 11) tai rengasrouhe. Kuivatuskerroksen päälle on laitettava **suodatinkerros**, joka ehkäisee kuivatuskerroksen tukkeutumista. Suodatinkankaita ja suodatinkerroksia voidaan joutua asettamaan myös muiden kerrosten väliin materiaaleista riippuen. (Matinsalo, 2013)



Kuva 11. Salaojamattoa bentoniittimatton päällä (kuivatus- ja tiivistekerros)

Viimeiseksi kasa peitellään **pintakerroksella**. Se on kasvukerros, joka suojaa alempia kerroksia kasvillisuuden juurilta, mutta luo kasvillisuudelle hyvät kasvuolosuhteet. Pintakerros suojaa alempia kerroksia roudalta, halkeamiselta ja kuivumiselta. (Wahlström ym. 2004.)

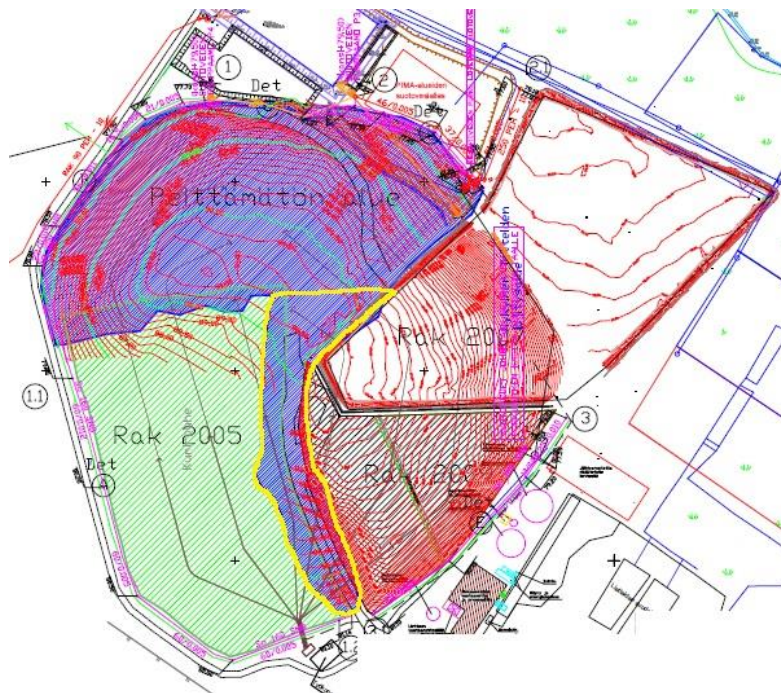
7.2 Kuitusaven käyttö kaatopaikan sulkemisessa Hallavaaran jäteasemalla

Teollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen kaatopaikkarakentamisessa on kestävä kehityksen periaatteiden mukaista. Ylijäämämateriaalien käyttö vähentää luonnonmateriaalien tarvetta. Kuitusavi olisi peittomateriaaliksi tiivistekerrokseen teknisesti soveltuva helpon käsiteltävyyden, puhtauden ja

vedensuodatusominaisuuksien ansiosta, mutta se on yleisesti kiinnostava myös massamääränsä ansiosta.

Jätteen hyötykäytöstä lopullisen päätöksen tekee aina jätehuoltoviranomainen (Direktiivi kaatopaikoista 1999), joka on Hallavaaran jätepenkan käytöstä poiston työluvassa hyväksynyt kuitulietteen käytön pintapeiton tiivistekerroksessa. Käyttö olisi mahdollista myös välipeitorakenteena, mutta sen korkea k-arvo ei puolla sen käyttöä. (Matinsalo 2013.)

Hallavaarassa peitettävän jätetäytön osan laajuus on noin 2,5 ha, josta kuitusavea on tarkoitus käyttää 0,5 ha mittaisen alueen tiivistekerrokseen (Kuva 12). Loppuosassa tiivistekerroksessa käytetään bentoniittimattoa. Bentoniittimatto on suhteellisen kallista, mutta laajoilla ja selkeillä levityspaikoilla erittäin nopeaa ja helppo asentaa. Ongelmaksi koituvat kuitenkin epämääräisen muotoiset alueet, joilla mattoa joudutaan leikkelemään ja lomittamaan runsaasti. Se lisää hukkapaloja ja saumakohtia sekä hidastaa ja vaikeuttaa työtä.



Kuva 12. Hallavaaran jäteaseman peitettävä alue on merkitty sinisellä pohjalla. Keltaisella rajatulla alueella on tarkoitus käyttää kuitulietettä tiivistekerroksena.

Kuitusavi muuttaa koostumustaan pitkäaikaisen varastoinnin aikana. Se kovettuu ja kuivuu ajan kuluessa (Kuva 13). Peittomateriaalina käytettävässä massassa sekoitetaan eri-ikäisiä kuitusavia, jotta niistä saadaan koostumukseltaan ja

ominaisuuksiltaan tasaista ja käyttöön soveltuvaa massaa. Tarvittaessa saveen voidaan sekoittaa myös voimalaitokselta toimitettua tuhkaa stabiloimaan lopputuote.

Jäteasemalle toimitettu tuhka tulee pääosin Fortumin Kauttuan voimalaitokselta ja täyttää tavanomaisen jätteen kriteerit. Kuitusavea on käytettävä tiivistekerrokseen vähintään 500 millimetriä. Hallavaaraan toimitettu kuitusavi saadaan siis kaikki käytettyä peittomateriaalina.



Kuva 13. Kolme vuotta välivarastossa ollut kuituliete

Kuitusaven käyttö peittomateriaalina on erittäin hyvä vaihtoehto kohteissa, joissa se on kohtuullisella kuljetusetäisyydellä ja sitä voidaan peitettävän alueen läheisyyteen varastoida riittävän tehokkaasti.

8 MUITA VAIHTOEHTOJA

8.1 Biolietteen ja kuitusaven käyttö lannoitteena

Biolietteen ja kuitusaven käyttö lannoitteena tai maanparannusaineena paikallisesti on Euran seudulla mielenkiintoinen vaihtoehto. Viljelymaiden ja istutettujen metsien runsaus lähialueella takaisi runsaan kysynnän. Puhdas kuitusavi kelvannee sellaisenaan lannoitteeksi ja maanparannusaineeksi, mutta lannoitevalmistuslain edellyttämät tutkimukset on suoritettava ennen tuotteen markkinointia.

Yhdyskuntalietteet sisältävät huomattavasti enemmän ravinteita kuin metsäteollisuuden lietteet. Kuitusaven hyödyt perustuvatkin enemmän orgaanisen

aineen maaperän humuskerrosta parantaviin vaikutuksiin. Biolietteen sekoitus kuitusaveen lisäksi ravinteiden kierrätystä lannoitekäytössä ja vähentäisi sekä keinotekoisten että neitseellisten ravinteiden tarvetta. Sekoituksesta syntynyt sekaliete ei kuitenkaan sovellu käsittelemättömänä lannoitekäyttöön. Käyttö lannoitteena vaatisi lisäinvestointeja, jotka ovat taloudellisista syistä poissuljettuja.

Jatkokäsittelyvaihtoehdon sulkee pois myös puutteellinen varastointitila, sillä lannoitteita voidaan levittää vain muutaman kerran vuodessa. Tulevaisuudessa lannoitekäyttö on kuitenkin vartenotettava vaihtoehto, etenkin bioliettele. Samalla sekä kuitusaven että sekalietteen mahdollisuudet on kartoitettava. (Lohiniva ym, 2001)

Suomessa voidaan käyttää pelkästään sellaisia lannoitteita, jotka ovat joko kansallisessa tyyppinimiluettelossa (Kuva 14) tai EY-asetuksen mukaisessa lannoitetyyppien luettelossa. Kuitusavi kuuluu ryhmään 3A5 eli *maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet*. Ryhmän kohdasta 5 löytyy kuituliete. Yhdessä biolietteen kanssa sekaliete voisi kuulua ryhmään 3A2 eli *orgaaniset maanparannusaineet*, joten tuotteistamisessa syntyneet rejektivedet voisivat kuulua ryhmään 1B4 eli *orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet*. (Evira 2013.)

| Nro | Tyyppinimi / voimaan tulo | Valmistusmenetelmä ja siihen liittyvät vaatimukset sekä käyttörajoitukset | Ravinteiden ja muiden ominaisuuksien vähimmäispitoisuus | Tuoteselosteessa ilmoitettavat tiedot | Viranomaisvalvonnan analyysimenetelmä |
|----------|---|---|--|---|---|
| 3A5 4 | Kuituliete MMMa 12/07 | Kateaineena sellaisenaan käytettävä puuteollisuuden kuituliete. Ei sisällä merkittävästi ravinteita. | | Johtokyky Kosteus Orgaaninen aines | SFS-EN 13038 SFS-EN 13040 SFS-EN 13039 |
| 3A2 1 | Maanparannuskomposti MMMa 12/07 | Kompostoimalla tai mädättämällä ja riittävästi jälkikompostoimalla lannasta, puhdistamolietteestä, kasvijätteestä, ruokajätteestä, elintarviketeollisuuden orgaanisista jätteistä tai muusta vastaavasta aineksesta valmistettu tuote, joka soveltuu sellaisenaan käytettäväksi maanparannukseen ja eroosion estoon. | Orgaanisen aineksen määrä (hehikutushäviö) 25 % kuiva-aineesta Kypsytyksen arviointikriteerit: juurenpituusindeksi yli 80 % NO ₃ -N/NH ₄ -N suhde yli 1 CO ₂ tuotto alle 3 mg CO ₂ -C/g VS/vrk | Raaka-aineet Kokonaistyyppi (N) Vesiliukoinen tyyppi Tyyppien eri muodot voidaan ilmoittaa Kokonaisfosfori (P) Vesiliukoinen fosfori Kokonaiskalium (K) pH Johtokyky Kosteus Orgaaninen aines Kationinvaihtokapasiteetti voidaan ilmoittaa Haitallisten metallien pitoisuudet | SFS-EN 13654-2 SFS-EN 13652 SFS-EN 13650 SFS-EN 13652 SFS-EN 13650 SFS-EN 13037 SFS-EN 13038 SFS-EN 13040 SFS-EN 13039 SFS-EN 13039 Commun. Soil Sci, Plant Anal. (1996) 27:2917-2923 SFS-EN 13650 |
| 1B4 4 | Rejektivesi MMMa 12/07 MMMa 19/09 muutettu MMMa 24/11 muutettu | Hyväksytyssä ainoastaan orgaanisiin lannoitevalmisteisiin soveltuvia raaka-aineita mädättävän biokaasulaitoksen kiintoaineksesta erotettu nestemäinen sivutuote. Tuoteselosteessa ilmoitettava raaka-aineista mahdollisesti aiheutuvat käytön rajoitukset, varoitukset pilaantumisalttiudesta (käyttöikä enintään 12 kk), valmistusaika sekä nitraattidirektiivin ja muun ympäristölainsäädännön levyitykselle asettamat rajoitteet. | <i>Yhteensä 1 % NPK</i> | Kokonaistyyppi (N) Kokonaisfosfori (P) Kokonaiskalium (K) Kuiva-ainepitoisuus Orgaaninen hiili tai orgaaninen aines | AOAC 1975, Evira 8118 muun SFS-EN 13650 SFS-EN 13650 SFS-EN 13040 ISO 10694 SFS-EN 13039 |

Kuva 14. Otteita kansallisesta tyyppinimiluettelosta (Evira 2013.)

8.2 Mädättäminen

Puhdistamon läheisellä Hallavaaran jätekeskuksella sijaitsee biokaasulaitos. Biokaasutuslaitoksella voidaan korvata kompostointitoiminta ja käsitellä jätettä laitosmaisesti. Laitosmainen käsittely vähentää jäteaseman lintu- ja hajuhaittoja ja helpottaa prosessin hallintaa. Laitoksessa mädättämällä saatu metaani ohjataan mikroturbiinille, jolla siitä saadaan sähköä. Turbiinin ollessa epäkunnossa metaani poltetaan soihdussa. Metaanin epäpuhtauksien takia tuote ei sovellu kaupalliseen käyttöön eikä sitä ole järkevää varastoida. Höyryn- ja sähköntuotantoon se soveltuu kuitenkin erinomaisesti.

Kuitusavea on kokeiltu biokaasulaitoksessa. Kuitusaven sisältämä kaoliini kertyy kaasutettaessa putkistojen pinnoille tukkien ne hyvin nopeasti. Lisäksi kuitusavesta tulee hyvin vähän kaasua. (Matinsalo 2013.)

Biokaasulaitoksen lopputuote eli mädätysjäännös ei sisällä merkittäviä määriä orgaanisia aineita, joten se voidaan luokitella tavanomaiseksi jätteeksi. Mädätysjäännös voidaan loppusijoittaa jäteasemalle. Mädätysjäännöksen muu hyötykäyttö ja kysyntä lähialueella on vähäistä. (Matinsalo 2013.)

8.3 Viherrakentaminen ja maisemointi

Viherrakentamiseen ja maisemointiin käytetään yleensä kompostimultaa, jonka raskasmetallipitoisuudet ovat liian korkeita viljelykäyttöön. Kuitusavea voidaan käyttää samaan tarkoitukseen. Käytössä on kuitenkin muistettava, että kuitusaven biohajoaminen on vielä kesken. Se ei siis sovellu pohjaksi alueille, joille rakennetaan kiinteitä rakennuksia tai teitä. Tiiveytensä ja muokattavuutensa ansiosta se soveltuu erinomaisesti esimerkiksi meluvallien ja pengerten rakentamiseen. Kestävän kehityksen kannalta luonnonmateriaalien korvaaminen teollisuuden sivutuotteilla tämän tapaisissa ns. toissijaisessa maanrakentamisessa on ehdottomasti suotavaa.

Metsä Tissue Oyj markkinoi aktiivisesti sivutuotteitaan omistuksessaan olevan Finncao Oy:n kautta. Kaatopaikkarakentamisen lisäksi kuitusaven on todettu soveltuvan erinomaisesti liikuntapaikkarakentamiseen. Hyvin toteutettuna rakenteet ovat kestäviä, helppohoitoisia ja helposti muokattavia. Rinnerakentamiseen kuitusaven on todettu olevan tavanomaisia maa-aineksia parempaa sen erinomaisen

pintavesieroosion vastustuskyvyn ansiosta. Ulkoilureiteille ja golfkentän maanrakenteisiin kuitusavi soveltuu erityisesti sen helpon muokattavuuden ja tasaisen lopputuloksen vuoksi. Finncao sekoittaa kuitusaveensa usein myös muita teollisuuden sivutuotteita, kuten tuhkaa. Toimitetun materiaalin seossuhteet määritellään aina tapauskohtaisesti. (Finncao Oy 2010.)

Vastaavan kaltainen jatkokäsittelyvaihtoehto Eurassa vaatii suurempaa varastointikykyä, suurempaa sivutuotteen massavirtaa, tuotteen tutkimusta ja aktiivista markkinointia.

8.4 Kuitusaven ja biolietteen sekoitus

Kuitusaven ja biolietteen sekoittaminen ja jatkokäsittely sekalietteenä sotisi kestävä kehityksen periaatteita vastaan, sillä tuotteiden vahvuudet ja käyttömahdollisuudet poikkeavat vahvasti toisistaan. Lisäksi kuitusavea olisi mahdollista tuotteistaa sellaisenaan, jos puhtaus voitaisiin taata. Biolietettä sisältävä tuote tulisi todennäköisesti esikäsitellä ennen jatkosijoittamista. Sekoitus kuitenkin helpottaisi tuotteiden käsittelyä laitoksella etenkin kuivauksessa eikä erillään pitoon tarvitsisi kiinnittää huomiota.

8.5 Hyödyllisten komponenttien talteenotto

Lietteet sisältävät hyödyllisiä komponentteja, kuten fosforia ja orgaanista ainetta. Hyödyllisten komponenttien erotukseen jätevesilietteistä on kehitetty erilaisia prosesseja, kuten Krepro. Erotusprosessit ovat hyvin monimutkaisia ja kalliita. Prosessin lopputuotteille tulee olla kysyntää. Hyödyllisiä komponentteja on lähinnä kuitusavea ravinnepitoisimmissa lietteissä, kuten yhdyskuntalietteissä. Kuitusavi on hyvin ravinneköyhää, joten pelkän kuitusaven käsittely ei ole taloudellisesti kannattavaa. Yhdyskuntalietteenkin prosessoinnin kannattavuus vaatisi erinomaiset markkinat. (Lohiniva ym. 2001.)

9 JATKOTOIMET

Ennen suurempaa markkinointia ja lopullisia päätöksiä kuitusavea on tutkittava enemmän. Ainakin lannoitevalmistelaisissa edellytetyt tutkimukset on tehtävä. Lisäksi

maanrakennusominaisuudet kuten lujuus- ja kokoonpuristuvuus on tutkittava ennen markkinointia.

Koska Euran kunta on yrityksen suurin osakas, sitä on aktivoitava kuitusaven käyttökohteiden löytämisessä. Euran kunta on seudulla merkittävä rakennuttaja ja hyötykäyttökohteita voisi löytyä maanrakennuksesta. Kuitusaven tuotanto on niin vähäistä, että vuositasolla ei tarvittaisi montaa sijoituspaikkaa. Varastointia on kuitenkin kehitettävä, jotta määrät olisivat maanrakentamisen kannalta riittäviä.

Taloudelliset panostukset ovat toistaiseksi poissuljettuja. Jos määrärahoja kuitusaven tuotteistamiseen kuitenkin löytyy, ne on edellä mainittujen tutkimusten lisäksi ohjattava kuitusaven ja biolietteen täydellisen erottamisen varmistamiseksi. Käyttökohteita löytyy, jos tuote on puhdasta. Tämä tarkoittaa investointien ohjaamista paperitehtaan kuitusaven tuotantoon. Jätevedenpuhdistamolla tuotteen täydellisen puhtauden saavuttaminen on lähes mahdotonta.

10 YHTEENVETO

Kuitusavea on jatkossakin käsiteltävä erillään puhdistamolietteestä. Merkittäviin investointeihin ei ole resursseja, mutta jos tulevaisuudessa resursseja löytyy kuitusaven ja lietteen käsittelyyn, ne on suunnattava kuitusaven puhtauden varmistamiseen. Jos mahdollista, edes osa kuitusavesta voitaisiin tuottaa jo paperitehtaalla, jotta puhtaus voidaan taata.

Puhtaan tuotteen kanssa parhaalta yhteistyökumppanilta vaikuttaisi Biolan Oy. Vaihtoehtoa puoltavat paikallisuus, tuotteen uusiokäyttö ja kohtuulliset kustannukset. Nyt yhteistyö onnistuu vain suoraan paperitehtaalla linkoamalla. Tiukkojen lannoitevalmistämääräysten vuoksi jätevedenpuhdistamolla linkottua kuitusavea ei voida toimittaa Biolanille.

Penkkaan ajaminen ei ole kestävä kehityksen mukaista, sillä silloin käyttökelpoista tuotetta käsiteltäisiin jätteenä. Nykyinen tuote on tutkittava perusteellisemmin, jotta sen täysi potentiaali saadaan selvitettyä. Tutkimukset tulee suunnata maarakentamiseen liittyviin ominaisuuksiin. Kuitusaven markkinointi tulee jatkossa suunnata maarakentamiseen, ja olisi aktivoitava myös Euran kuntaa.

Polttaminen ei vaikuta järkevältä vaihtoehdolta Fortumin yhteistyöhaluttomuuden vuoksi. Tämän hetkiselä laitteistolla Fortum ei mielestään pysty hallitsemaan kuitusaven syöttöä kattilaan riittävällä tarkkuudella. Kauemmas kuitusavea ei kannata kuljettaa, sillä kuljetuskustannukset kasvaisivat merkittävästi ja kuitusavea jouduttaisiin todennäköisesti polttamaan jätteenä. Se rajoittaa muun jätteen polttoa ja nostaa polttoaineen vastaanottohintaa.

LÄHTEET

Aho, M. 2012. Indeksilukujen soveltaminen likaantumisen ja korroosion alun ennustamiseen puu/turve-seoksilla, Osa 1: Sama turve, erilaiset puubiomassat. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/VTT-R-06472-12.pdf>.

Evira. 2013. Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo. Saatavilla: http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/lannoitevalmisteet/raportit/kansallinen_lannoitevalmisteiden_tyyppinimiluettelo_id316528.pdf Viitattu: 18.11.2013.

Finncao Oy. 2001. Saatavilla: http://www.finncao.fi/pdf/suunnittelu_ja_mitoitusohje.pdf.

Finncao Oy. 2010. [Viitattu 6.11.2013] Saatavilla: http://www.finncao.fi/kuitusavi_sovellukset.htm.

Halinen, A. 2013. JVP-Eura Oy. Keskustelut kesällä 2013.

Heikkilä, J. 2013. Fortum Oyj. Keskustelu 12.8.2013.

Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, T. & Urpalainen, S. 2008. Voimalaitostekniikka.

JVP-Eura Oy. 2012. Selvitys jätevesistä. Ei saatavilla.

JVP-Eura Oy. 2013. Saneeraussuunitelma 2013. Ei saatavilla.

Jätelaki (646/2011).

Jäteverolaki (1126/2010).

Lohiniva, E., Mäkinen, T., Sipilä, K. 2001. Lietteiden käsittely; Uudet ja käytössä olevat tekniikat. VTT:n tiedotteita. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>.

Lätti, J. 2013. Biolan Oy. Keskustelu 26.9.2013.

Matinsalo, S. 2013. Satakierto Oy. Keskustelu 4.10.2013.

Metso paper. 2003a. JVP-EURA OY Floobed, biologinen puhdistus; Käyttö ja huolto-ohjeet.

Metso paper. 2003b. JVP-EURA OY OptiDaf-mikroflotaatio; Käyttö- ja huolto-ohjeet.

Neuvoston direktiivi jätteistä (2008/98/EY).

Neuvoston direktiivi kaatopaikoista (1999/31/EY).

Ojanen, P. 2001. Sellu- ja paperitehtaiden lietteiden käsittely ja hyötykäyttö sekä niitä rajoittavat tekijät. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74361>.

Pipatti, R., Hänninen, K., Vesterinen, R., Vihersaari, M. & Savolainen, I. 1996. Jätteiden käsittelyvaihtoehtojen vaikutus kasvihuonepäästöihin. VTT:n julkaisuja 811. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. ISBN 951-38-4520-6. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/1996/J811.pdf>. Viitattu 27.8.2013.

Pitkänen, T. 2013. Rauman Biovoima Oy. Keskustelu 7.8.2013.

Pohjolan Voima. 2013. Voimalaitoksen esite: Rauman Voiman voimalaitos.

Raivio, R. 2013. UPM Rauma. Keskustelu 30.9.2013.

Rauman Kauppakamari. 2013. Saatavilla: <http://www.rauma.chamber.fi/suhone/ahljujo.phtml>. Viitattu: 20.11.2013.

Savolainen, J. 2013. Kemira Oyj. Euran jätevedenpuhdistamon hygienisointilaitteiston käyttökoulutus.

Slamex. 2010. JVP-Eura, Lietelinko NOXON DC20EL Käyttö-, hoito- ja huolto-ohjeet.

Suomen ympäristökeskus. 2008. Kaatopaikkojen käytöstä poistaminen ja jälkihoito. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2008. Saatavilla: http://www.ymparistoyritykset.fi/files/yy1/pdf/kaatopaikkojen_jalkijhoito.pdf.

Vuorinen, A. 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Saatavilla: http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/6J01EpdSu/Puhdistamolietteen_kaytto_maataloudessa.pdf.

Wahlstrom, M., Laine-Ylijoki, J., Eskola, P., Vahanne, P., Makelä, E., Vikman, M., Venelampi, O., Hämäläinen, J., Frilander, R. 2004. Kaatopaikkojen tiivistysrakennemateriaaleina käytettävien teollisuuden sivutuotteiden ympäristökelpoisuus. VTT:n tiedotteita. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2246.pdf>.

Wahlstrom, M., Laine-Ylijoki, J., Jormakka, J. 2012. Taustamuistio kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamista varten. Ympäristöministeriön raportteja (Ymra/11/2012).

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa (591/2006).

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (151/2013).

Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012).

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta (202/2006).

Ympäristönsuojelulaki (4.2.2000/86).

Liite 1. Kuitulietteen polttoanalyysi

Ramboll Analytics
Tutkimustodistus
 Projekti: 1510004108/1

Pvm: 8.3.2013
 1/1



JPV-Eura Oy
 Anna Halinen
 Harjavallantie 138
 27510 EURA

| | | | |
|--------------------|---------------------------|------------------------|-----------|
| Tutkimuksen nimi: | Kuitulietteen analysointi | Näytteenottopvm: | 18.2.2013 |
| Näytteenottopiste: | Kuituliete/Eura | Näyte saapui: | 22.2.2013 |
| Näytteenottaja: | | Analysointi aloitettu: | 22.2.2013 |

Polttoaineet

| Määrittäminen | 13YF00191 | Yksikkö | Menetelmä |
|--|-----------|---------|---|
| Kokonaiskosteus | 64,9 | m-% | SFS-EN 14774-2 |
| Analyysikosteus | 1,7 | m-% | SFS-EN 14774-3 |
| Tuhka 550°C, vedetön | 59,3 | m-% | SFS-EN 14775 |
| Hilsi, C vedetön | 21,7 | m-% | SFS-EN 15104 |
| Vety, H vedetön | 3,1 | m-% | SFS-EN 15104 |
| Typpi, N vedetön | 0,43 | m-% | SFS-EN 15104 |
| Rikki (S), vedetön | 0,14 | m-% | ASTM D4239 modif., SFS-EN 15289/15408 |
| Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön | 8,65 | MJ/kg | SFS-EN 14918 |
| Tehollinen lämpöarvo, vedetön | 7,98 | MJ/kg | SFS-EN 14918 |
| Tehollinen lämpöarvo, saapumistila | 1,22 | MJ/kg | SFS-EN 14918 |
| Toimitettu energiamäärä (saapumistila) | 0,34 | MWh/t | RA1001 |

Ramboll Analytics

Niina Nyman
 laboratoriolainsinööri, ins. (AMK), +358 400 759 657

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Liite 2. Kuitulietteen kaatopaikkakelpoisuustutkimuksen liite 1 (osa asiantuntija-arviota)



Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry
Laboratorio
PL 265
33101 Tampere

Taulukko 1. JVP-Eura Oy:n toimittaman jätteen kaatopaikkakelpoisuustestaus. Haitta-aineiden kokonaispitoisuudet (näytenumero 35582), sekä yksivaiheisessa ravistelutestissä liuenneiden haitta-aineiden pitoisuudet (näytenumero 35583; L/S 10-tulokset). Pitoisuudet laskettu kuiva-ainetta kohti. Kaatopaikkakelpoisuuskaatopaikkakriteerit VNa 202/2006 mukaisesti.

| | Yksikkö | Kaatopaikkakelpoisuuskaatopaikkakriteerit | | | Näytenumerot | | Yksikkö | |
|-----------------|---------|---|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------|-----------------|
| | | VNa 202/2006 | | | 35582 | 35583 | | |
| | | pysyvä jäte L/S 10 | tavanomainen jäte, L/S 10 | ongelmajäte L/S 10 | kokonaispitoisuudet | L/S 10 | | |
| Antimoni | mg/kg | 0,06 | 0,7 | 5 | <0,1 | <0,05 | mg/kg | Antimoni |
| Arseeni | mg/kg | 0,5 | 2 | 25 | 1,2 | <0,05 | mg/kg | Arseeni |
| Barium | mg/kg | 20 | 100 | 300 | 18 | 7,3 | mg/kg | Barium |
| Kadmium | mg/kg | 0,04 | 1 | 5 | 0,13 | <0,02 | mg/kg | Kadmium |
| Kromi | mg/kg | 0,5 | 10 | 70 | 30 | <0,05 | mg/kg | Kromi |
| Kupari | mg/kg | 2 | 50 | 100 | 71 | <0,05 | mg/kg | Kupari |
| Lyijy | mg/kg | 0,5 | 10 | 50 | 2,8 | <0,05 | mg/kg | Lyijy |
| Molybdeeni | mg/kg | 0,5 | 10 | 30 | 0,38 | <0,05 | mg/kg | Molybdeeni |
| Nikkeli | mg/kg | 0,4 | 10 | 40 | 12 | 0,08 | mg/kg | Nikkeli |
| Seleeni | mg/kg | 0,1 | 0,5 | 7 | <0,2 | <0,05 | mg/kg | Seleeni |
| Sinkki | mg/kg | 4 | 50 | 200 | 110 | 1,5 | mg/kg | Sinkki |
| Vanadiini | mg/kg | - | - | - | 14 | <0,05 | mg/kg | Vanadiini |
| Elohopea | mg/kg | 0,01 | 0,2 | 2 | <0,1 | <0,01 | mg/kg | Elohopea |
| Pii | mg/kg | | | | 190 | 13 | mg/kg | Pii |
| Natrium | mg/kg | | | | 520 | 140 | mg/kg | Natrium |
| Kalsium | mg/kg | | | | 21 000 | 1 400 | mg/kg | Kalsium |
| Kalium | mg/kg | | | | < 400 | 1,3 | mg/kg | Kalium |
| Magnesium | mg/kg | | | | 1 200 | 29 | mg/kg | Magnesium |
| Typpi (tot) | g/kg | | | | 4,6 | | g/kg | Typpi (tot) |
| Fosfori (tot) | g/kg | | | | 0,76 | | g/kg | Fosfori (tot) |
| Kloridi | mg/kg | 800 | 15 000 | 25 000 | | 190 | mg/kg | Kloridi |
| Fluoridi | mg/kg | 10 | 150 | 500 | | epävama tulos | mg/kg | Fluoridi |
| Sulfaatti | mg/kg | 1 000 | 20 000 | 50 000 | | 1 000 | mg/kg | Sulfaatti |
| DOC | mg/kg | 500 | 800 | 1 000 | | 1 600 | mg/kg | DOC |
| pH | | | ≥ 6 | | | 7,7 | | pH |
| Sähkönjohtokyky | mS/m | - | - | - | | 76,9 | mS/m | Sähkönjohtokyky |
| TOC | g/kg | 30 | 50 | 60 | 220 | | g/kg | TOC |

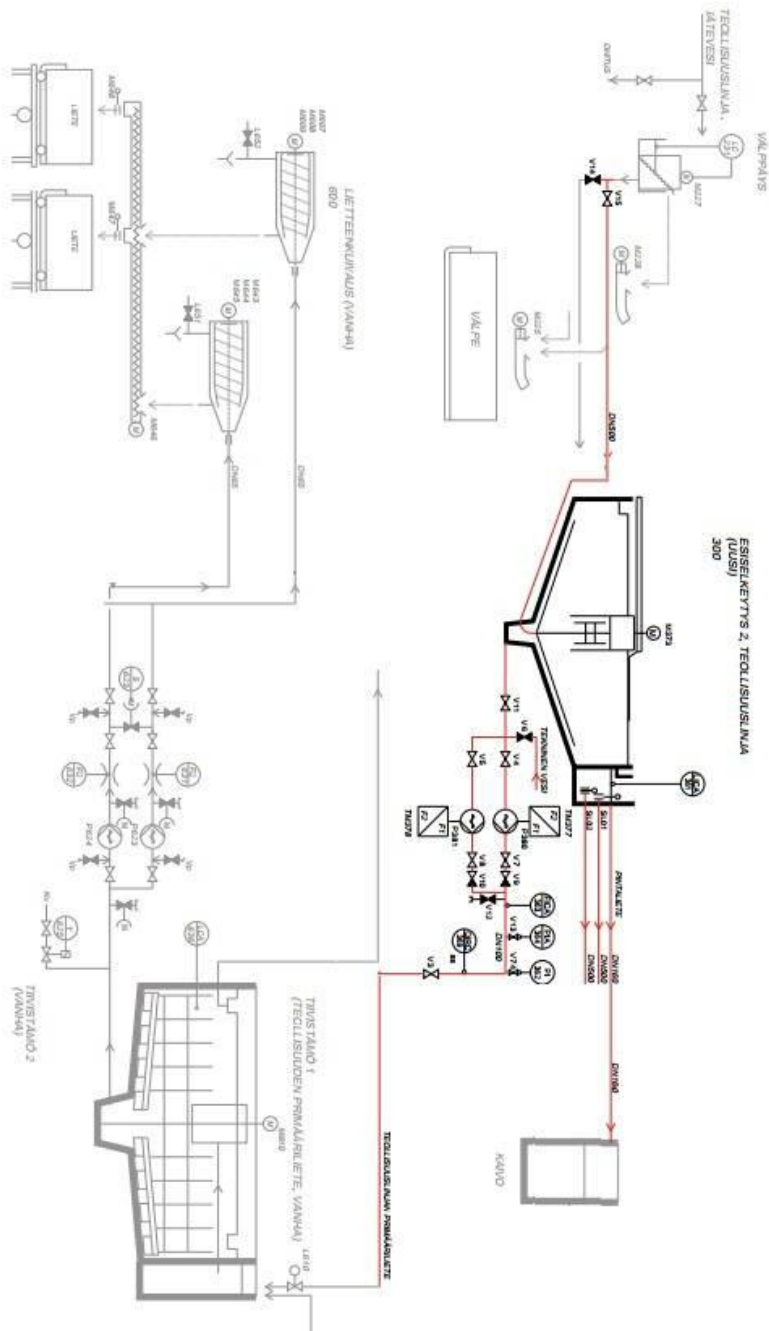
Tässä tutkimuslosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tutkimuslosteen saa kopioida vain kokonaan. Testausloste, menetelmätiedot ja menetelmien akkreditointi on esitetty erillisessä liitteessä.

Päivämäärä: Tampereella

14.1.2013

Raportoiija: *Marika Kaasalainen*
Marika Kaasalainen, kemisti. Puh. 040 714 6319.

Liite 3. JVP-Eura Oy:n kuitusaven käsittelyn prosessi- ja instrumentointikaavio



Liite 4. Karttaote JVP-Eura Oy:n lähialueelta



1. JVP-Eura Oy
2. Jujo Thermal Oy
3. Biolan Oy