

Metsätehon raportti 143
28.2.2003

Tuhkan esikäsittely metsäkäyttöä varten

Antti Korpilahti

Tuhkan esikäsittely metsäkäyttöä varten

Antti Korpilahti

Metsätehon raportti 143
28.2.2003

Konsortiohanke: Fortum Power and Heat Oy, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäteollisuus ry, Pölkky Oy, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj, Vapo Timber Oy

Asiasanat: granulointi, tuhkalannoitus, rakeistus, itsekovetus, pelletointi

© Metsäteho Oy

Helsinki 2003

SISÄLLYS

ALKUSANAT	4
TIIVISTELMÄ	5
1 JOHDANTO	6
2 TUHKAN KOVETTUMISEN TEORIAA	7
3 ESIKÄSITTELYMENETELMÄT	9
3.1 Itsekovetus	9
3.2 Lautasrakeistus.....	11
3.3 Rumpurakeistus.....	13
3.4 Valssaus	15
3.5 Muut menetelmät	16
3.5.1 Kostutus sellutehtaan biolietteellä.....	16
3.5.2 Matriisipuristus.....	17
4 TUHKAN ESIKÄSITTELYN TALOUDESTA	17
KIRJALLISUUS	18

ALKUSANAT

Metsäteollisuusyritykset pyysivät 1995 Metsätehoa selvittämään sitä, mitä tutkimuksia ja kehittämistoimia pitäisi tehdä, jotta luotaisiin edellytykset suurien voimalaitosten tuottaman etupäässä puuperäisen tuhkan laajamittaiselle metsäkäytölle. Selvitystyön johdosta käynnistettiin vuoden 1996 lopulla Metsätehon koordinoimana Biotuhkan hyödyntäminen metsänparannusaineena -hanke. Hankkeessa tutkittiin erityisesti tuhkan metsäkäytön ympäristövaikutuksia, kuten ravinteiden huuhtoutumista ja vaikutusta vesiin, tuhkan vaikutusta marjojen ja sienien raskasmetallipitoisuuksiin sekä maaperän mikro-organismeihin. Teknistaloudellisten tutkimusten ja kokeilujen tehtävänä puolestaan oli tuottaa tietoa mm. tuhkan esikäsittelystä ja hyödyntämisen tekniikoista ja taloudesta.

Hankkeen rahoittivat Fortum Power and Heat Oy, Metsäliitto Osuuskunta, Metsähallitus, Metsäteollisuus ry, Pölkky Oy, Stora Enso Oyj, UPM Kymmene Oyj, Vapo Timber Oy ja TEKES. Hankkeessa tutkimuksia suorittaneet organisaatiot olivat Helsingin yliopisto, Kuopion yliopisto, Oulun yliopisto, Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho Oy ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Tässä raportissa esitellään tuhkan rakeistustekniikoita ja muita esikäsittelymenetelmiä. Selvitys perustuu hankkeen aikana tehtyihin kokeiluihin ja hankittuihin tietoihin. Selvityksen tietojen hankintaan osallistuivat Metsätehossa projektitutkija, DI Paula Anttila ja erikoistutkija, MML Antti Korpi-lahti.

TIIVISTELMÄ

Kun tuhkaa kostutetaan ja sekoitetaan, vesi reagoi tuhkan vapaan kalkin (CaO) kanssa muodostaen karbonaattia ja samalla tuhka rakeistuu. Rakeistumista voidaan lisätä ja hallita varsinaisilla rakeistuslaitteilla. Näin tuhkasta saadaan vähänpölyävää materiaalia, jota voidaan käsitellä irtotavarana. Kovettumisprosessi on nopea. Kun kuljettimet rakennetaan niin pitkiksi ja ajonopeudet säädetään sellaisiksi, että rakeistuksen jälkeinen käsittely kestää noin 30 minuuttia, rakeet eivät sanottavasti tartu toisiinsa ja tavara on varastointikelpoista.

Tuhkan rakeistusmenetelmiä on useita. Itsekovetusmenetelmässä tuhka pelkästään kostutetaan ja se rakeistuu sekoituksen aikana riittävästi esimerkiksi lautaslevitimillä tehtävää metsälevitystä varten.

Varsinaisia rakeistustekniikoita ovat lautas- ja rumpurakeistus. Niissä kostutettu tuhka rakeistuu vierießään pyörivän lautasen tai sylinterin kaltevilla pinnalla. Valssaustekniikassa käytetään puristusvoimaa. Valssien muotoilusta riippuen saadaan levyä tai tuhkanauhoja, jotka palastellaan käsittelyn aikana. Matriisipuristuksessa, jota usein nimitetään pelletoinniksi, kostutettu tuhka puristetaan reikälevyn lävitse. Reikälevy voi olla rei'itetty sylinteri.

Tuhkaa on kostutettu tehtaiden vedenpuhdistuslietteelläkin. Tavoitteina ovat lietteen saaminen hyötykäyttöön ja lietteen sisältämän typen hyödyntäminen metsälannoitteena.

Tuhkan esikäsitteleminen onnistuu käytännössäkin hyvin. Suomessa on tuotantokäytössä erilaisia tekniikoita. Oy Metsä-Botnia Ab:n Äänekosken tehtaalla käytetään itsekovetusmenetelmää, Stora Enso Oyj:n Enocell Oy:n tehtaalla Uimaharjussa on lautasrakeistuslaitos ja M-Real Oyj:n Savon Sellun tehtaalla Kuopiossa tuhka sekoitetaan lietteen kanssa. LT Tuhkimo Oy on yksityinen tuhkan käsittelyyn erikoistunut yritys. Tuotantolaitos sijaitsee Koriällä ja rakeistustekniikkana on valssaus. Yrityksellä on lavetille rakennettu, siirrettävä tuhkan käsittely-yksikkö, joten yrityksen tuhkan käsittely ei ole sidottu pelkästään Koriällä tehtäväksi. UPM-Kymmene Oyj:n Kuusankosken tehtailla on kokeiltu rumpurakeistuslaitosta.

Tuhkan rakeistus ja hyödyntäminen metsänparannusaineena tai lannoitteena on toistaiseksi kokeiluluonteista, koska nykyisiä raskasmetallisäädöksiä pidetään toistaiseksi voimassa olevina. Suomen varsin tiukoista raskasmetallirajoista huolimatta jotkut tuhkat on todettu jopa viljelykasvien lannoitukseen kelvollisiksi, mutta useimmiten kuitenkin rajat ylittyvät. Toistaiseksi raskasmetallirajat eivät koske tuhkan metsä- ja viherrakentamiskäyttöä.

1 JOHDANTO

Metsäteollisuuslaitosten voimalaitoksilla poltetaan pääosin puun kuorta ja muuta puuperäistä polttoainetta. Siitä saadaan suometsien lannoitukseen hyvin soveltuvaa puuntuhkaa yli 100 000 tonnia vuodessa. Myös suuret turvevoimalaitokset tuottavat paljon tuhkaa, noin 150 000 tonnia vuodessa. Vaikka turpeentuhkan ravinnepitoisuus on pienempi kuin puuntuhkan, voi sekin tulla, etenkin yhä lisääntyvän puun sekapolton ansiosta, kyseeseen suometsien lannoitus- ja maanparannusaineena.

Tuhkan pölyäminen on ollut ehkä suurin syy siihen, ettei tuhkan hyödyntäminen esimerkiksi metsätaloudessa ole edennyt, vaikka tuhkan lannoitusvaikutuksista on tietoa (esim. Silfverberg & Huikari 1985, Issakainen ym. 1994, Hakkila & Kalaja 1983). Pölyäminen voidaan kuitenkin estää sopivalla tuhkan esikäsitelyllä. Esikäsitelyksi riittää jopa pelkkä kostutus, mutta mikäli halutaan saada melko tasakokoisia tuhkarakeita, kostutettua tuhkaa pitää käsitellä rakeistuslaitteella (kuva 1).

Esikäsitelyn tarkoitus on muuttaa tuhka käsiteltävään muotoon, ennen muuta pölyämättömäksi. Lisähyötynä pidetään sitä, että tavalla tai toisella rakeistettu tuhka reagoi luonnossa hitaammin kuin käsittelemätön pölytuhka. Käsitelty tuhka muuttaa siten esim. pH-tasoa hitaammin kuin pölytuhka.

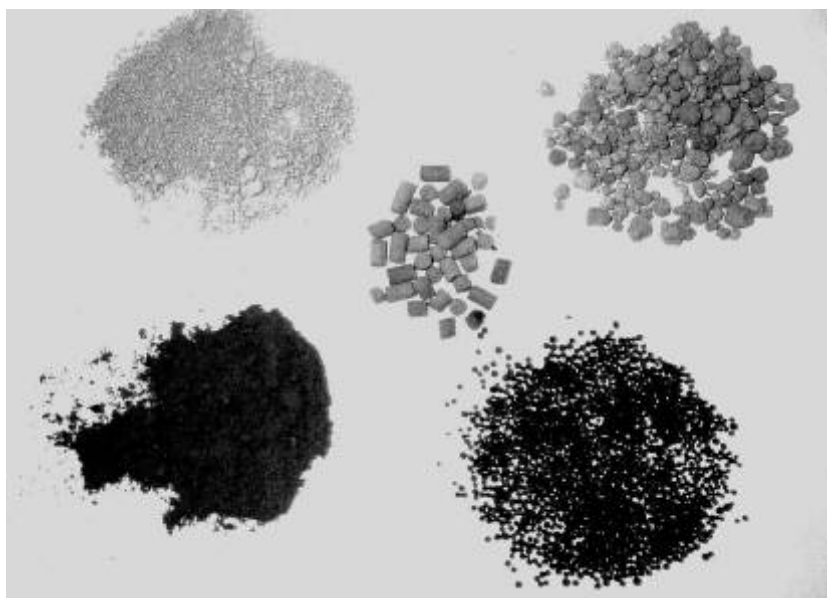
Pelkästään kostutukseen perustuvaa esikäsitelyä on kutsuttu itsekovetusmenetelmäksi. Siinä tuhka kostutetaan vesisuihkuilla ja sekoitetaan. Tulokseksi saadaan savimultamaista, runsaasti hienojakoista ainesta käsiteltävää tuhkaa.

Rakeistukseen on kaksi ratkaisua, lautasrakeistus ja rumpurakeistus. Lautasrakeistuksessa kostutettu tuhka syötetään kaltevassa asennossa olevalle, pyörivälle lautaselle. Tuhka valuu lautasen kaltevalla pinnalla muodostuen pieniksi, pallomaisiksi rakeiksi. Rumpurakeistuksessa tuhkarakeet muodostuvat suurikokoisen, pyörivän sylinterin sisäseinämällä.

Valssauskäsitelyssä kostutettu tuhka ajetaan puristavien sylinterien läpi levyksi, joka sitten murretaan palasiksi. Kun käytetään uritettuja sylintereitä, tuhka muotoutuu nauhoiksi, jotka katkeilevat käsitelyn aikana itsestään tai suorastaan katkotaan pellettimäisiksi nappuloiksi.

Matriisipuristuksessa kostea tuhka puserretaan reikälevyn läpi. Laite voi koostua pyörivistä teloistakin, joista yksi on rei'itetty. Tätä menetelmää koskevissa esityksissä on usein käytetty termiä pelletointi.

Kun rakeistuksessa käytetään puristusvoimaa, kuten pelletoinnissa ja valssauksessa, tuhkaa ei tarvitse kostuttaa paljoa, noin 10 % riittää. Silloin lopputuotteen kosteuspitoisuus on pienempi kuin esimerkiksi itsekovetustuhkan, jossa lähtökosteus on 30 – 35 %. Mitä pienemmällä kostutuksella päästään, sitä vähemmän tuhkan mukana tarvitsee rahdata vettä. Sillä on merkitystä painorajoitteisessa toiminnassa kuten autokuljetuksessa ja helikopterillä levityksessä.



Kuva 1. Ylhäällä itsekovetettua, matriisipuristettua ja rumpu-
rakeistettua tuhkaa, alhaalla käsittelemätöntä ja lautasrakeistet-
tua tuhkaa.

Tuhka pyritään käsittelemään irtotavarana. Sitä on säkitetty vain tutkimuskäyttöä ja muita kokeiluja varten. Käsittelemätön, kuiva tuhka pölyää ja se on siksi kuljetettava umpinaisessa, tiiviissä kontissa. Esikäsitelty tuhka sen sijaan on helpompaa käsitellä. Se lastataan varastokasasta pyöräkuormaajalla tai lasketaan siilosta kuljetusautoon. Metsäpäässä kuorma kipataan maahan, josta se lastataan levityskoneen omalla kahmarilla. Esikäsitellyt tuhkat ovat raskaita, 800 – 1 200 kg/kuutio. Niiden levityksessä käytetään lautaslevittimiä ja helikopterilevityksessä suppilosäiliöitä jopa ilman erityistä levitinlaitetta.

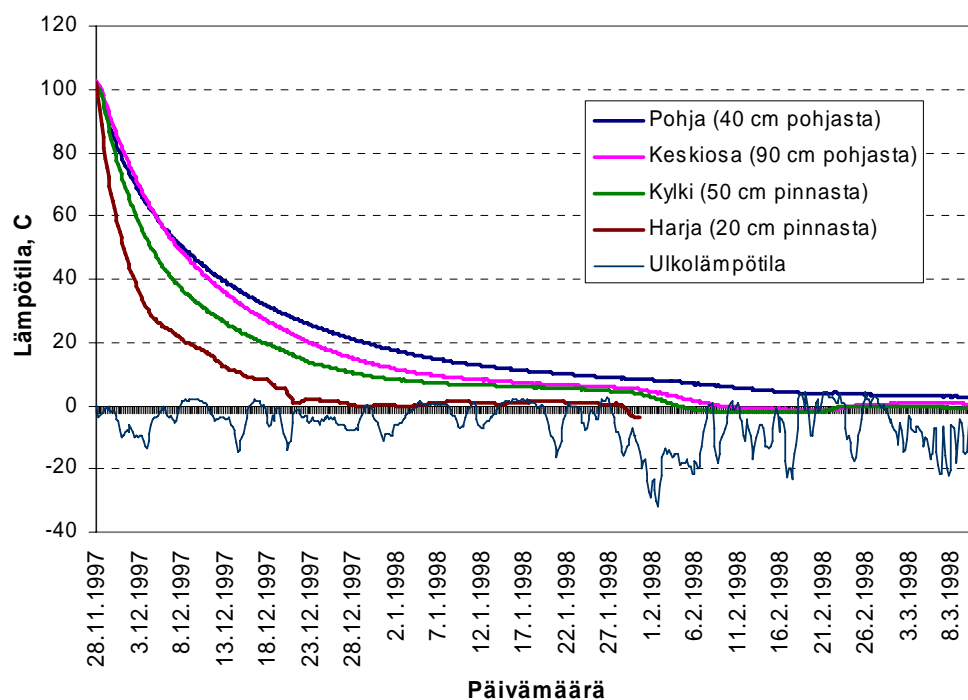
Tuhkan raekoolle ei ole täsmällisiä vaatimuksia, mutta rakeistuksessa voidaan pyrkiä metsälevityskalustolle (esimerkiksi lautaslevittimet ja helikopterien suppilosäiliöt) sopivaan melko pieneen raekokoon. Rakeiden tulee olla sopivan suuria ja raskaita, jotta ne lentävät levittimestä riittävän etäälle ja tasaisesti. Kun metsälannoituksessa lannoitusvaikutus (fosforin liukenemisaika) on pitkä ja helppoliukoiset aineet (kalium) vapautuvat joka tapauksessa verraten nopeasti, raekoolla ei ehkä ole suurta merkitystä lannoitusvaikutukseen.

2 TUHKAN KOVETTUMISEN TEORIAA

Tuhkan kovettumisprosessi muodostuu kemiallisten reaktioiden sarjasta, johon vaikuttavat mm. tuhkan kemiallinen koostumus, lämpötila, ilman hiilidioksidi, vesi/kiinteäfaasiolosuhteet (Isännäinen ym. 1997). Suurten voimalaitosten leijupetikattiloissa palaminen tapahtuu noin 850 °C:ssa ja niissä

biopolttoaineista syntyvissä tuhkissa esiintyy liukoisia aineita, kuten CaO, CaCO₃, CaSO₄, Ca₃Al₂O₆, Ca₂Al₂SiO₇, Ca₂SiO₄, KCl, K₂SO₄ sekä ei-reaktiivisia maasälpämineraaleja, kuten KAlSi₃O₈ ja NaAlSi₃O₈. Jos palaminen tapahtuu korkeammassa lämpötilassa, kuten on asian laita arinapoltoissa tai pölypoltoissa, pii- ja alumiinioksidit sulavat muodostaen jäähtyesään lasia. Sellaisen tuhkan reaktiivisuus on heikohko ja aineiden liukeneminen erittäin hidasta.

Tuhkien kovettumisen kannalta tärkein tekijä vaikuttaa olevan niissä esiintyvä vapaa kalkki eli kalsiumoksidi (CaO). Se reagoi kostutuksessa veden kanssa muodostaen hydroksidia (Ca(OH)₂), joka ilman hiilidioksidin (CO₂) kanssa muodostaa karbonaattia (CaCO₃). Reaktiossa vapautuu vesihöyryä ja lämpöä. Koska reaktio on eksoterminen ja melko nopea, tuhkan käsittely onnistuu talvella (kuva 2). Rakeistuksen jälkeen noin 30 minuuttia riittää kovettumisajaksi ennen varastointia.



Kuva 2. Lämpötilan kehittyminen kostutetun tuhkan varastoau-
massa talvella.

Kalsiumoksidi reagoi myös tuhkan alumiiniyhdisteiden kanssa muodostaen kalsiumalumiinaattimineraalia (Ca₃Al₂O₆), tai kun tuhkassa on myös liukoista sulfaattia, ettringiittimineraalia (Ca₆Al₂(SO₄)₃(OH)₁₂). Sekä kalsiumalumiinaatti että ettringiitti ovat sementtimäisiä aineita. Saostuessaan tuhka-
hiukkasten sisäisiin vesihuokosiin ne tiivistävät hiukkasia ja sitovat tuhka-
hiukkaset tiiviiksi partikkeleiksi. Näiden mineraalien muodostuminen on hitaampaa kuin karbonaatin, mutta niillä voi olla merkittävä vaikutus tuotteen loppukovuuteen.

Kalsiumoksidin ja kalsiumkarbonaatin välillä vallitsee poltto-olosuhteissa termodynaaminen tasapaino. Mikäli polttolämpötila laskee alle 800 °C, on todennäköistä, että CaO reagoi palamiskaasujen hiilidioksidin kanssa muodostaen CaCO₃:a. Tällöin tuhkan itsekovettumispotentialiaali laskee huomattavasti. On myös huomattava, että tuhka voi pitkään säilytettäessä reagoida ilman hiilidioksidin kanssa, jolloin karbonaatioreaktio tapahtuu mutta tuhka jää rakeistumattomaksi. Näin reagoituneiden tuhkien kovettumispotentialiaali on luonnollisesti huono.

3 ESIKÄSITTELYMENETELMÄT

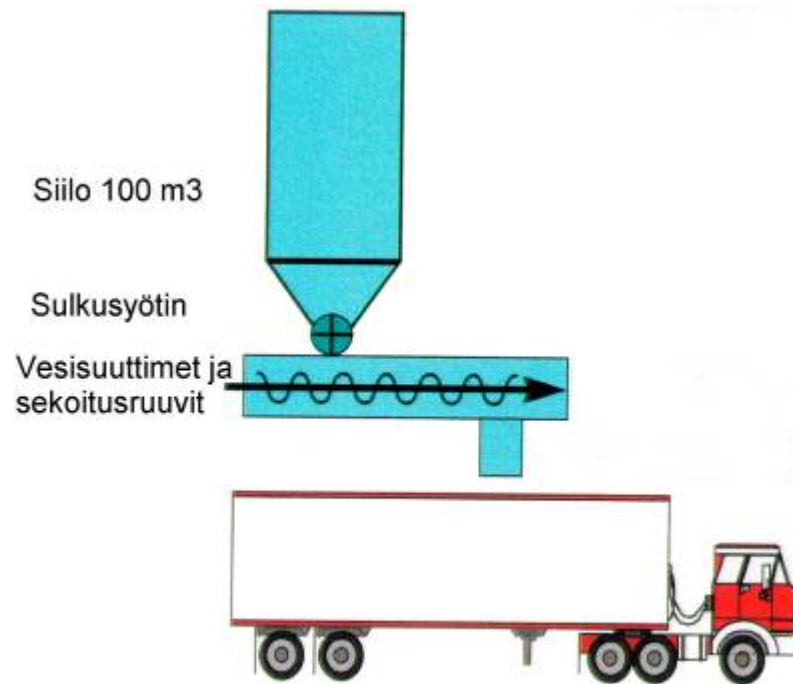
3.1 Itsekovetus

Itsekovetuksessa tuhka vain kostutetaan ilman varsinaista rakeistamista. Sopiva veden annostusmäärä on 30 - 35 % veden ja tuhkan yhteenlasketusta massasta. Koska reaktio on eksoterminen, kostutuksen vettä alkaa haihtua välittömästi.

Suomessa itsekovetusmenetelmää kokeiltiin keväällä 1997 Oy Metsä-Botnia Ab:n Äänekosken tehtaan voimalaitoksella. Kokeilu onnistui ja siitä lähtien voimalaitoksen tuhka on otettu metsäkäyttöön lukuun ottamatta tehtaan läjitysalueen teiden rakentamiseen käytettyä tuhkaa. Myös kostutetun tuhkan läjityspaikka tehdasalueella pohjustettiin itsekovetetulla tuhalla.

Kostutustekniikkaa ei ole erityisemmin kehitetty, vaan käytössä on tavanomaisia ruuvikostuttimia. Äänekoskella kaksoisruuvikostutin on sijoitettu tuhkasiilon alle. Tuhka puretaan siilosta sulkusyöttimellä ja vesi sumutetaan 12 suuttimella tuhkaruuviin (kuva 3). Tuhkan purkautumisnopeus on mitattu ja on vakio, vesimäärä säädetään rotametrin avulla.

Kun kosteus on säädettävä melko tarkasti, tuhkan tai veden virtaamamuutokset muuttavat kosteutta helposti. Tuhka voi hieman holvautua siiloon, joten siilon rakenteella ja muodolla on merkitystä. Myös tuhkan lämpötilan muuttuminen siilon tyhjetessä vaikuttaa kostutukseen, kun veden haihtumisnopeus muuttuu. Kun siilo tyhjennetään noin kerran viikossa, alussa tuhkan lämpötila on noin 75 ja lopussa 100 °C. Tuhkan kostutuksen hoitaa automies, joka siirtää tuhkan läjitysalueelle.



Kuva 3. Periaatekuva tuhkan kostutuksesta itsekovetusmenetelmässä.

Vaikka itsekovetuksen tuhkassa on runsaasti hienojaetta, tuhka on kuitenkin niin pölyämätöntä, että sitä voidaan kuormata, kuljettaa kuorma-autolla ja levittää maassa kulkevilla koneilla. Sitä ei ole levitetty helikopterilla, ja todennäköisesti se pölyäisi liikaa. Toisaalta itsekovetuksessa muodostuu suuria kokkareita niin, että tuhka on syytä murskata ennen levitystä. Murskaus hoituu kuljetukseen lastauksen yhteydessä, kun käytetään seulakauhalla varustettua kuormaajaa (kuvat 4 ja 5). Tuhkan loppukosteus on ollut 25 %:n luokkaa.



Kuva 4. Itsekovetustuhkan kuormauksessa käytetty seulakauha. Taustalla lannoitustutkimuksia varten säkitettyä tuhkaa.

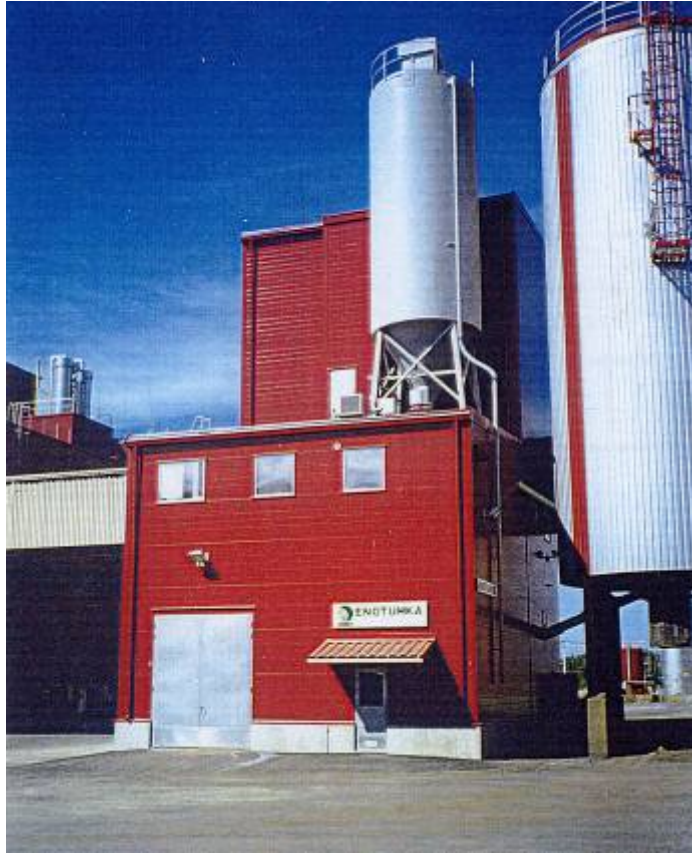


Kuva 5. Oy Metsä-Botnia Ab:n Äänekosken tehtaassa itsekoveutusmenetelmällä käsiteltyä tuhkaa tuodaan varastolle metsälevitystä varten.

Tuhkan ruuvikostutin maksaa asennuksineen noin 50 000 €. Kun laitteiston käyttö hoituu siirtokuljetuksen yhteydessä, kustutuksessa ei tarvita erillistä työntekijää. Kostutuksen kustannukset ovat silloin 4 000 tonnin vuosimäärällä noin 2,40 €/t (kuivaa tuhkaa) ja 7 000 tonnin vuosimäärällä kustannukset ovat 1,50 €/t. Kuljetus läjitysalueelle kestää noin puoli tuntia/kuorma, ja sen kustannus on noin 3,00 €/t (autokuorma 7 t kuiva-aineena, tuntikustannus 42 €).

3.2 Lautasrakeistus

Enocell Oy:n Uimaharjun tehtaalla tuhka rakeistetaan lautasrakeistimella. Laitteiston on toimittanut Tecwill Oy, jonka päätuotteita ovat betoniasemat. Rakeistuslaitoksessa onkin sovellettu betoniaseman rakenteita ja komponentteja (kuva 6).



Kuva 6. Tuhkan rakeistuslaitos Enocell Oy:n sellutehtaalla Uimaharjussa. Oikealla käsitellyn tuhkan varastosiilo.

Tuhkankäsittelyssä tuhka ja vesi punnitaan ja kostutetaan betonin tasekoittimesta tehdyllä sekoittimella. Kosteaa tuhkaa syötetään halkaisijaltaan noin 3-metriseen, kaltevassa asennossa olevaan pyörivään lautaseen. Lautasessa on lisäksi vastakkaiseen suuntaan pyörivä lapa. Tuhka yksinkertaisesti vierii kaltevaa tasoa ja muotoutuu palloiksi, jotka sitten menevät lautaseen reunan yli hihnakuuljettimelle (kuva 7).



Kuva 7. Lautasrakeistimella tuotettuja tuhkarakeita hihnakuuljetimella Enocellissa.

Käsittelyyn voi sisältyä seulonta, jossa erotetaan isot ja pienet jakeet pois. Enocellissa on tuhkarakeiden tavoitekooko on 8 – 10 mm. Sitä isommat rakeet murskataan ja murske syötetään käyttöön menevien rakeiden joukkoon. Rakeet varastoitii aluksi siiloon, mutta kun esiintyi holvautumista, tuhkaa on sittemmin varastoitu kentälle. Rakeiden kosteuspitoisuus on eräissä analyyseissa ollut noin 12 %.

Lautasrakeistuksen kapasiteetti on noin 7,5 t/h eli 60 t päivä (1-vuorossa). Vuosisuorite olisi 12 000 – 14 000 t. Enocellin tuhkamäärä on 6 000 – 7 000 t/a, joten laitoksella on kapasiteettia käsitellä ulkopuoleltakin tulevaa tuhkaa.

Rakeistuslaitoksen investointikustannukset siiloiheen ja aputiloiheen ovat noin 1 milj. € 15 vuoden poistoajalla ja 25 %:n jäännösarvolla pääomakustannukset ovat 80 000 €/vuodessa. Laitosta hoitamaan tarvitaan mies/vuoro, jolloin työkustannukset ovat noin 50 000 €/a. Muut käyttö- ja korjauskustannukset ovat noin 25 000 €/vuodessa, kun tuhkaa rakeistetaan 10 000 t/a. Rakeistus maksaa silloin noin 15 €/t.

3.3 Rumpurakeistus

Rumpurakeistuksessa kostutettu tuhka rakeistuu, kun se valuu suuriläpimittaisen sylinterin pyöriessä seinämältä pohjalle. Sylinteri on hieman kaltevasa asennossa, jotta tuhka kulkeutuu sen läpi.

Rumpurakeistimeen perustuvaa laitosta ei tiettävästi ole käytössä, vaikka ruotsalainen Svedala Ab on sellaisen kehittänyt. Svedalan laitteistoa kokeiltiin UPM-Kymmenen Kymin Paper Oy:ssä Kuusankoskella kesällä 1996.

Tuhka kostutetaan ja rakeistetaan rummussa, joka on halkaisijaltaan noin kaksi ja pituudeltaan noin kolme metriä. Laitteisto käsittää hihnakuljettimia niin paljon, että tuhka ehtii riittävästi kovettua (kuvat 8 ja 9). Valmistaja mainostaa rumpurakeistusta lähes miehittämättömästi toimivaksi. Svedalan hintapyyntö rumpurakeistuslaitokselle on ollut lähes kaksinkertainen em. Tecwillin laitokseen nähden. Rumpurakeistuksen kapasiteetti olisi todennäköisesti lautasrakeistusta suurempi.



Kuva 8. Tuhkan rumpurakeistusta kokeillaan UPM-Kymmenen Kuusankosken tehtailla kesällä 1996.



Kuva 9. Tuhkarakeet kovettuvat hihnakuljettimilla siirron aikana varastointikelpoisiksi.

Suomessa on rakennettu muutamia pienikokoisiakin rumpurakeistimia. Useimmiten yksittäiset keksijätyyppiset henkilöt ovat niitä kehittäneet omaan käyttöön. Koska tuhkan metsäkayttöä ei ole voitu lähinnä sitä koskevien säädösten ja viranomaismääräysten epävarman tulevaisuuden vuoksi aktiivisesti markkinoida, laitteitakaan ei ole alettu valmistaa myyntiin.

3.4 Valssaus

Tuhkan valssausta eli puristusvoiman käyttöä tuhkan rakeistamiseen on kehitelty jo pitkään. Tekniikka on melko yksinkertainen toteuttaa. Valssauksessa voidaan tuottaa sileää levyä, joka rikotaan murusiksi. (Kemiran suometsien PK-lannos on juuri sellaista). Kun käytetään uritettuja valsseja, saadaan pötköjä tai tuhkanauhoja. Ne katkotaan erityisellä laitteella tai tyydytään siihen, että riittävä mureneminen tapahtuu jatkokäsittelyn aikana.

Kun valssauksessa käytetään puristusvoimaa, tuhkaa ei tarvitse kostuttaa paljoa; lopputuotteen kosteus voi olla vain 3 – 5 %. Oletettavasti puristusvoiman avulla ikääntynytkin tuhka saadaan rakeistumaan. Silloin voidaan varastoida ja kerätä pientenkin laitosten tuhkat hyötykäyttöön.

Suomessa LT Tuhkimo Oy on ottanut käyttöön puristusvoimaa soveltavan rakeistustekniikan. Laitos toimii Koriolla entisen rehutehtaan tiloissa. Aluksi kostutus ja rakeistusyksikkö rakennettiin hinattavalle alustalle ja tuhkan varastointi ja jatkokäsittely tehdään rehutehtaan tiloissa. Siirrettävä rakeistusyksikkö mahdollistaa toiminnan eri paikkakunnilla.

Yrittäjien mukaan tarkoituksena on rakeistaa tuhkaa erilaisiin käyttötarkoituksiin, esimerkiksi runsaasti ravinteita sisältäviä tuhkia metsänlannoitukseen ja vähäravinteisia maanrakennukseen. Maanrakennuskäytössä partikkelikoko voi olla jopa senttejä. Mahdollisesti tuhkan lannoitusominaisuuksia parannetaan lisäravintein tarpeen mukaan. Rehutehtaan lukuisat varastosiilot antavat oivan mahdollisuuden erilaatuisten tuhkien erillään pitoon.

Ruotsissa metsäyhtiöt AssiDomän ja Stora Enso kehittivät yhdessä valssaustekniikka soveltavan, verraten pienikokoiseen laitteistoon perustuvan tuhkan käsittelyjärjestelmän (Lövgren ym. 2000, kuva 10). Laitteiston on patentoinut Gert Nordström, AB Nordströms konstruktionsbyrå, Uumaja. Laitteisto on sijoitettu 20 jalan konttiin ja on siten helposti siirrettävissä. Laitteisto käsittää täydellisen ohjausjärjestelmän. Laitteistolle on haettu CE-hyväksyntä.



Kuva 10. Ruotsissa kehitetty tuhkan valssausyksikkö. Kuvassa taaempi rumpu on uritettu ja se tiivistää ja muotoilee tuhkan nauhoiksi, etummainen rumpu on varustettu langoilla, jotka pätkivät tuhkanauhat.

Tuhkaa liikutetaan hinnakuljettimilla. Puristusvalssit ovat 550 mm leveitä ja halkaisijaltaan 220 mm. Alapuolinen valssi sijaitsee kuljetushihnan alapuolella. Puristusvoiman suuruutta ei raportissa (Lövgren ym. 2000) ilmoiteta. Kontti, jossa laitteisto sijaitsee, voidaan nostaa jopa 2,5 m:n korkeuteen. Silloin pelletoitu tuhka voidaan purkaa kuljetushihnalta pudottamalla alla olevaan lavaan. Kokeiluvaiheessa tuhkaa on kostutettu varsin runsaasti, sillä levitysvaiheessa tuhkarakeiden kosteus on ollut yli 20 %.

Laitteiston kapasiteetti on noin 5 t/h pelletoitua tuhkaa vastaten 10 000 t vuosituotantoa 1-vuorotyössä. Täydellisen kokoonpanon investointikustannuksiksi on Ruotsissa esitetty 1,7 – 2 milj. Kr, mikä vastaa 185 000 – 220 000 € Laitos vaatii jatkuvan miehityksen. Laitteiston tekninen kehittäminen jatkuu.

3.5 Muut menetelmät

3.5.1 Kostutus sellutehtaan biolietteellä

Tuhkan kostutusta biolietteellä kokeiltiin SIHTI-ohjelmassa muutama vuosi sitten ja kehitystyö jatkuu (esim. Isännäinen & Pirkonen 1999, Isännäinen & Huotari 1994, Lindh & al. 2001). Tavoitteena on oikeastaan biolietteen saaminen hyötykäyttöön tuhkan avulla. Kun liete sisältää tyypeäkin, tavoitellaan sitä, että tuhka-lieteseoksella olisi lannoitusvaikutusta myös kangasmetissä. Kun biolietteen kuiva-ainepitoisuus on 12 %, saavutettaisiin nykysuositusten mukainen lannoitetypen määrä 15 – 17 tonnin lietemäärällä. Liete-tuhkaseoksen kehittämisen arvioidaan olevan potentiaalinen mahdolli-

suus näiden sivutuotteiden hyödyntämiseksi. Tarvittaessa seokseen voitaneen lisätä hidasliukoista tyyppiä.

Laboratoriomitassa lietettä ja tuhkaa rakeistettiin tavanomaisella pienellä betoninsekoittajalla. Tuotantolinjan kokoa olevaa rakeistusta demonstroitettiin betoniautolla. Myös siinä seos rakeistui hyvin osoittaen käytännön tuotantolaitteiden olevan helposti kehitettävissä. Puun taimilla tehdyt kasvukokeet osoittivat liete-tuhkarakeille selvää lannoitusvaikutusta. Analyysit osoittivat myös mineraalityypen, samoin kuin eräiden muidenkin pääravinteiden vapautumisen kasvien käyttöön voimistuneen (Lindh & al. 2001).

Käytännön mitassa lietettä on käytetty tuhkan kostutukseen Savon Sellu Oy:ssä. Siellä lietettä on ajettu läjitysalueelle ja sekoitettu tuhkan kanssa pyöräkuormaajalla. Osa lietteestä on ollut läjitysalueella kompostoitunutta ja sen kompostoitumistakin on tutkittu. Koska kyseisen tehtaan voimalaitoksen polttoaineesta noin puolet on turvetta, tuhka-lieteseos sisältää runsaasti turpeentuhkaa. Tuloksena on saatu kukkamultamaista seosta, jonka kosteus on 40 – 50 %. Turpeentuhkan vuoksi seoksen ravinnesisältö on vähän huonompi kuin pelkään puupolttoainetuhkan. Näiden seikkojen vuoksi tätä seostuhkaa on levitetty noin 10 t/ha, kun kuivemmalla puuntuhkalla vastavaan ravinteiden määrään päästään 4 – 7 tonnilla/ha.

3.5.2 Matriisipuristus

Matriisipuristuksessa kostutettu tuhka puristetaan reikälevyn läpi. Laite voi olla toimintaperiaatteeltaan kuin ”lihamylly” tai muodostua toisiaan vastaan pyörivistä rei’itetyistä sylintereistä, tai ainakin toinen sylinteri on rei’itetty. Puristusvoima valssaa tuhkan reikien kautta sylinterin seinän läpi.

Tekniikan toimivuudessa on kaksi ongelmaa. Tuhka on kuluttavaa ja syövyttävää ainetta, mikä merkitsee tässä voimakkaassa puristuksessa reikälevyjen ja muidenkin osien kulumista. Toisaalta tuhka kovettuu sementin tapaan ja levyjen reiät tukkeutuvat.

Matriisipuristusta soveltaa tuhkan rakeistustekniikka on kehitetty mm. Metsäntutkimuslaitoksessa (Takalo 1997). Tuloksena on ollut siirrettäviä, pienen kokoluokan laitteita.

4 TUHKAN ESIKÄSITTELYN TALOUDESTA

Tuhkan esikäsittelyn kannattavuutta hyötykäyttöä varten voidaan arvioida esimerkiksi vertaamalla esikäsittelyn ja käsittelemättömän tuhkan läjityksen tai kaatopaikalle toimittamisen kustannuksia. Tosin esikäsittely on vain osa koko hyödyntämisketjussa, eikä johtopäätöksiä voida tehdä pelkästään sen perusteella.

Tuhkan sijoittaminen voimalaitosten ja tehtaiden omille kaatopaikoille on edullista. Pelkät siirtokustannukset ovat esimerkiksi 3 – 5 €/t ja kaatopaikan hoitokustannukset mukaan lukien 5 – 10 €/t.

Kaatopaikkakustannukset tulevat suurenemaan merkittävästi, kun kaatopaikkojen tulee täyttää EU-direktiivien vaatimukset. Uudet ympäristölupahakemukset on jätettävä viimeistään vuoden 2004 aikana. Uusien säädösten mukaisten kaatopaikkojen perustamiskustannukset ovat suuret, noin 1,0 milj. €/ha. Ne merkitsevät noin 10 - 15 €/t kaatopaikalle tuotua jätettä. Kun omalle kaatopaikalle toimitettavasta materiaalista ei makseta jäteveroa, kokonaiskustannukset ovat kuljetus- ja kaatopaikan hoitokustannukset mukaan lukien noin 20 – 30 €/t.

Kunnalliset kaatopaikat ovat maksullisia ja lisäksi sinne viety tavara on jäteveron alaista. Eräällä suurella, uudet vaatimukset täyttävällä jätteenkäsittelypaikalla jätteenkäsittelymaksu tuhkalalle on noin 108 €/t ja jätevero 23 €/t. Jätevero nousee vuonna 2005 30:een €/t.

Uusien kaatopaikkojen kustannusten perusteella tuhkan rakeistus metsäym. hyötykäyttöä varten on taloudellisestikin järkevää. Tuhkan ja lietteen hyötykäyttöön velvoittaa jätelain periaatekin. Lisäksi orgaanisia aineita, kuten vedenpuhdistuslietettä, ei jatkossa saa viedä kaatopaikoille, vaan ne on kompostoitava tai hyödynnettävä muulla tavoin.

KIRJALLISUUS

- Silferberg, K. & Huikari, O.** 1985. Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turve-
mailla. Folia Forestalia 633.
- Hakkila, P. & Kalaja, H.** 1983. Puu- ja kuorituhkan palauttamisen tekniik-
kaa. Folia Forestalia 552.
- Issakainen, J., Moilanen, M. & Silferberg, K.** 1994. Turvetuhkan vaikutus
männyn kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla rämeillä. Metsäntutki-
muslaitoksen tiedonantoja 499.
- Isännäinen, S. & Huotari, H.** 1994. Tuhkan ja metsäteollisuuden muiden
jätejakeiden prosessointi lannoitekäyttöön soveltuvaksi. Esiselvitys.
VTT Energia. Jyväskylä. 70 s. + liitt.
- Isännäinen, S., Huotari, H. & Mursunen, H.** 1997. Lentotuhkan itsekove-
tus. Tutkimusselostus VTT Energiassa tehdyistä laboratoriokeis-
ta. Metsätehon raportti 30, 10.11.1997.
- Isännäinen, S. & Pirkonen, P.** 1999. Tuhkan ja metsäteollisuuden muiden
jätejakeiden prosessointi hyötykäyttöön soveltuvaksi. Teoksessa:
Thun, R. & Korhonen, M. SIHTI 2. Energia- ja ympäristöteknolo-
gia. Tutkimusohjelman vuosikirja 1998. Projektiesittelyt. Espoo:
Valtion teknillinen tutkimuskeskus. S. 411 – 432. (VTT Symposi-
um 191).
- Lindh, T., Isännäinen, S., Mursunen, H., Rantala, P.-R., Ollila, S. &
Kaunisto, S.** 2001. Metsäteollisuuden tuottaman tuhkan ja bioliet-
teen käsittely metsälannoitteeksi. VTT Energian raportteja 10/2001.

- Lövgren, L., Lundmark, J-E. & Jansson, C.** 2000. Kretsloppsanpassning av bioaskor. Utvärdering av ny teknik för pelletering av bioaska med avseende på dels driftsegenskaper, dels miljöeffekter i skogen av askåterföring. Rapport Etapp 1. Statens energimyndighet, projekt P11647-1.
- Takalo, S.** 1997. Tuhka ja jätteet pelleteiksi lieriöpuristimella. Teoksessa: Nurmi, J., Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) Energiapuusta puutuhkaksi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 660: 59-62.
- Österbacka, J.** 2001. Esikäsittelyn vaikutuksesta puu- ja turvetuhkien ominaisuuksiin ja ravinteiden liukenemiseen. Metsätehon raportti 109, 30.5.2001.