

# Biopolttoaineiden tuhkaa metsälannoitteeksi

**Metsämaan tuotantokykyä on perinteisesti lisätty tuhkalannoituksella. Myös suurissa voimalaitoksissa syntyvän tuhkan käyttö voi olla sekä ekologista että taloudellisesti kannattavaa. Tässä esitteessä on neuvoja metsätuhkan tuottajille ja käyttäjille.**

Erityyppisissä voimalaitoksissa syntyy erilaisia tuhka-jakeita, jotka pitää jalostaa lannoitekäyttöön sopivampaan muotoon. Metsälannoitteeksi parhaiten soveltuvaa puhdasta puutuhkaa tulee Suomen lämpö- ja voimalaitoksista yli 100 000 tonnia vuodessa. Suurin osa siitä tulee metsäteollisuuden kuorikattiloista.

Turve- tai puu-turve-sekatuhkaa tulee noin 400 000 tonnia vuodessa. Tulevaisuudessa todennä-

Suurin osa metsälannoitukseen sopivasta tuhkasta tulee kaukolämmöntuotannon ja teollisuuden suurista leijukeroskattiloista, joissa poltetaan puuta, turvetta ja peltobiomassaa.

koisesti yhä suurempi osa tuhkasta on sekatumhkaa, koska puun käyttö energiantuotannossa lisääntyy kattiloissa, joissa ennen on käytetty lähes yksinomaan turvetta. Tietty turpeen osuus puukattiloissa on kuitenkin suositeltavaa, sillä turve auttaa pitämään kattilan puhtaampana.

Turvetuhkassa on vähemmän ravinteita, joten sitä on terästettävä joko puutuhkalla tai muilla lisäaineilla, ja sitä on myös levitettävä enemmän kuin puutuhkaa.

Tuhkaa käytetään tällä hetkellä lannoitukseen vain noin 10 000 tonnia vuosittain, mutta sitä voitaisiin käyttää nykyistä paljon runsaammin. Tuhkaa käytetään jonkin verran myös muun muassa maanrakennukseen.

Kuva: VTT



Sopivilla kasvupaikoilla tuhkalannoituksella on saatu hehtaarille keskimäärin noin kolmen kuution lisäkasvu vuodessa, ja kasvunlisäys on kestänyt jopa kymmeniä vuosia.

Metsien tuhkalannoituksesta on runsaasti käytännön kokemuksia. Laajoja koneellisia kuivan turve- ja puutuhkan metsälevityksiä tehtiin jo 1980-luvun alkupuolella Oulun ja Kajaanin seuduilla. Metsäntutkimuslaitos tutki samaan aikaan Joroisissa, miten kosteuden lisääminen Varkauden tehtaiden arinatuhkaan parantaisi irtotuhkan levitettävyyttä Silva-lannoitelevittimellä.

Ojitettujen soiden tuhkalannoituskokeita on tehty Metsäntutkimuslaitoksessa jo yli 70 vuoden ajan ja kokeista on julkaistu runsaasti tutkimustuloksia.

### Lannoitekäyttöön sopivan tuhkan ominaisuudet

Lannoitekäyttöön sopiva tuhka on enimmäkseen suurten laitosten sähkösuotimilta tulevaa lentotuhkaa. Näissä laitoksissa saa käyttää poltossa raaka-aineena vain puuta, turvetta ja peltobiomassaa. Lentotuhkan osuus on noin neljä viidesosaa laitosten koko tuhkamäärästä. Myös arinakattiloiden tuhka saattaa olla käyttökelpoista, joskin siinä on palamatonta hiiltä ja erilaista arinalle kertyvää materiaalia toisin kuin lentotuhkassa. Leijukerroskattiloiden pohjatuuhkaa ei pidetä lannoitekäyttöön sopivana muun muassa sen suuren hiekkapitoisuuden vuoksi.

Suomen olosuhteissa puhdas puutuhka sopii erinomaisesti turvemailla kasvavien metsien lannoitteeksi. Puutuhkassa on fosforia (P), kaliumia (K) ja muita ravinteita puustolle sopivassa suhteessa. Tuhkan sisältämä rauta tekee siitä lisäksi hidasliukoisena, mikä pienentää ravinnepiikkiä, vähentää ravinteiden huuhtoutumista ja pidentää lannoituksen vaikutusta. Rautaa lisätään nykyään myös eräaseen PK-keinolannoitteeseen samasta syystä.

Tyypeä tuhkassa ei ole, mutta turvemailla sitä ei välttämättä tarvita, koska turpeessa on kasvien käyttöön soveltuvaa tyyppiä riittävästi. Edellytyksenä on kuitenkin, että paikka on olosuhteiltaan sopiva metsänkasvatukselle – karuilla turvemailla tuhkakaan ei takaa kasvua.

Sopivilla kasvupaikoilla tuhkalannoituksella on saatu hehtaarille keskimäärin noin kolmen kuution lisäkasvu vuodessa, ja kasvunlisäys on kestänyt jopa kymmeniä vuosia.

Maa- ja metsätalousministeriön maaliskuussa 2007 voimaan tulevassa asetuksessa lannoitevalmisteista (12/07) on määritelty muun muassa ainoastaan metsässä lannoitevalmisteena käytettäväksi tarkoitettulle ”metsätuhkalle” tyyppinimi ja vaadittavat vähimmäis- ja enimmäispitoisuudet sen sisältämille ravinteille ja haitallisille raskasmetalleille. Raja-arvot ovat nähtävissä asetuksen tultua voimaan maa- ja metsätalousministeriön verkkosivuilla, [www.mmm.fi](http://www.mmm.fi), sekä Elintarviketurvallisuusviraston verkkosivuilla, [www.evira.fi](http://www.evira.fi).

Myös ruotsalaiset ovat määritelleet tuhkalannoitevalmisteiden raja-arvoja (ks. taulukko). Taulukossa on myös esimerkit puu- ja turvetuhkan ravinnepitoisuuksista.

Turvemaille suositellaan terveyslannoituksissa yleisluontoisesti levitettäväksi 45 kg fosforia ja 70 kg kaliumia hehtaarille. Taulukon lukujen perusteella puutuhkaa pitäisi levittää fosforiksi laskettuna ja kuiva-aineena mitattuna lähes 8 tonnia hehtaarille ja kaliumiksi laskettuna reilu 3 tonnia hehtaarille. Tässä esimerkkinä olevassa tuhkassa on kuitenkin keskimääräistä vähemmän fosforia. Käytännössä puutuhkan levitysmäärä turvemailla on noin 3–4 tonnia kuiva-ainetta hehtaarille. Jos seassa on turvetuhkaa, on levitysmäärää lisättävä ravinnepoistuman ja maaperän ravinneanalyysointien perusteella, sekä tuhkan raskasmetallipitoisuuksien, kuten kadmiumin (Cd), perusteella. Jokaisessa toimitettavassa metsätuhkaerässä on oltava mukana tuoteseloste, jossa ilmoitetaan tuotteen ravinnesisältö ja sen sisältämät haitallisten aineiden pitoisuudet.

Turvetuhkassa on vähän kaliumia. Lisäämällä maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (12/07) laatuvaatimukset täyttävään tuhkaan esimerkiksi kaliumpitoista biotiittia, saadaan turvetuhkasta kelvollinen metsälannoitevalmiste. Seoksen levitysmäärän hehtaaria kohti on kuitenkin oltava puu-



Itsekovetetun tuhkan kuormausta Ruotsissa.

Rakeita siirrettävän rakeistimen koelaitteella.

tuhkan verrattuna noin kaksinkertainen saman lannoitusvaikutuksen aikaansaamiseksi. Tällä hetkellä turvetuhka-biotiittiseosta ei kuitenkaan vielä saa käyttää lannoitevalmisteena metsässä, koska sillä ei ole lannoitevalmistelain (539/2006) mukaista tyyppinimeä.

Kangasmetsissä puuston kasvua lisääisi ennen kaikkea typpilannoitus. Tuhkassa ei tyyppiä ole, mutta Metsäntutkimuslaitoksen kokeissa on todettu tuhka-typpilannoiteseoksen lisäävän kasvua pidempään kuin pelkän typpilannoituksen.

### Tuhka on stabiloitava ennen levitystä

Kuiva lentotuhka on erittäin hienojakoista, pölyävää ja reaktiivista. Se aiheuttaa voimakkaan shokkivaikutuksen pintakasvillisuudelle nostamalla jyrkästi pH-arvoa. Tuhka on siksi stabiloitava ennen levitystä.

Stabilointiin on erilaisia menetelmiä, mutta kaikissa niissä on peruslähtökohtana tuhkan kostuttaminen. Tällöin tuhkan kalsium reagoi aluksi veden ja myöhemmin ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia ja -karbonaattia, jotka kovettavat tuhkan suuremmiksi kokkareiksi. Reaktio on sama kuin betonin kovettumisessa. Kokonaisuudessaan prosessi on hidas. Suurin osa kovettumisesta tapahtuu stabiloinnin jälkeen ensimmäisen kahden viikon aikana.

Yksinkertaisin metsätuhkan stabilointimenetelmä on itsekovetus, jossa kostutettu tuhka vain ajetaan varastokasaan ja annetaan sen kovettua siinä. Näin saavutetaan 15–40 % kosteus.

Ennen levitystä suurimmat kokkareet rikotaan esimerkiksi seulakauhalla. Itsekovetettu tuhka muistuttaa hienojakoista multaa, jonka seassa on satunnaisia hieman suurempia paakkuja. Se pölyisee

levitettäessä, mutta on kuitenkin selvästi parempi vaihtoehto kuin kuivan pölytuhkan levittäminen. Suomessa suurin menetelmän käyttäjä on tällä hetkellä Äänevoima Oy. Ruotsissa tällä menetelmällä tuotetaan lähes kaikki metsään levitettävä tuhka.

Koska pölyämistä on syytä edelleen vähentää ja liukoisuutta hidastaa, on tuhka rakeistettava. Se voi tapahtua rummussa, lautasella tai muulla vastaavalla menetelmällä. Yhteisenä piirteenä eri rakeistusmenetelmille on se, että kostutettua tuhkaa sekoitetaan, jolloin muodostuu rakeita. Sopiva rakeen koko vaihtelee jonkin verran. Kuten itsekovetettua tuhkaa, myös rakeistettua tuhkaa on hyvä varastoida muutamia viikkoja, jotta se kovettuu riittävästi ennen käyttöä. Loppukosteus on yleensä hieman pienempi kuin itsekovetetulla tuhalla, mikä pienentää kuljetus- ja levityskustannuksia.

Teollisen mittakaavan kiinteitä rakeistamoja on Suomessa kolme: Enocell Oyn sellutehtaan yhteydessä Uimaharjussa, FA Forest Oy:llä Liperissä ja uusimpana Lannox Oy:llä Koriolla.

Rakeistaminen on kalliimpi menetelmä kuin itsekovetus, mutta koska pölyäminen ja reaktiivisuus vähenevät sen ansiosta, menetelmä on työturvallisempi levittäjälle ja parempi pintakasvillisuudelle.

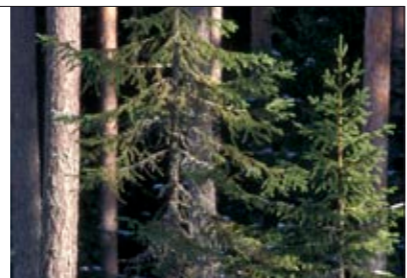
Parhaillaan kokeillaan myös metsätuhkan ja metsäteollisuuden biolietteen rakeistamista kangasmetsien lannoitteeksi. Bioliete syötetään rakeistimeen ensin ja syntynyt rae kuorutetaan tuhalla. Tällaiselle lannoitevalmisteelle ei ole tällä hetkellä lannoitevalmistelain vaatimaa tyyppinimeä, joten sitä ei voida markkinoida metsäkäyttöön.

Tuhkaa voidaan myös puristaa pelleteiksi. Ongelmana on tällöin pelletointimatriisien voimakas kuluminen tuhkan toimiessa hioma-aineena. Menetelmä sopii lähinnä pienimuotoiseen tuotantoon.

### Ravinnepitoisuuksien raja-arvoja (mg/kg)

Ravinne	Ruotsin suosituks	Puutuhka	Turvetuhka
Kalium (K)	> 30 000	17 000–26 500	2 800
Kalsium (Ca)	> 125 000	150 000–295 000	44 000
Fosfori (P)	> 10 000	11 000–25 000	6 700

Lähteet: Recash-projekti ja VTT



Kuva: Jouni Klinga/LKA/Kuvaliiteri





Kuvat: VTT, Vesa Greis/LKA/Kuvaliiteri

Tuhkanlevitystä.

Jos tuhka on vietävä voimalaitokselta erilliseen rakeistuslaitokseen, se on kuljetettava kuivana halitsemattoman kovettumisen välttämiseksi. Tähän tarkoitukseen sopivat jauhemaisten aineiden kuljetuksiin tarkoitettut kuorma-autot.

### Levitys maasta tai helikopterista

Rakeistettu tai itsekovettunut tuhka kuljetetaan nykyisin suurilla kuorma-autoilla levityskohteisiin. Autojen kuormakoko on noin 35 tonnia, joten täysillä kuormilla ajettaessa levitysalueen tulisi olla kooltaan vähintään 7 hehtaaria, jos levitettävä määrä on esimerkiksi 5 tonnia/hehtaari. Jos kohteet ovat kovin pieniä, kuljetuskustannukset kasvavat. Tulevaisuudessa tuhkaa voidaan ajaa myös meno-paluukuormina metsätähd- tai turveautoilla, jolloin kuljetus on edullisempaa.

Levityksessä välittömiltä kustannuksiltaan edullisin keino on metsätraktori varustettuna keskipakolevittimellä ja 4–10 m<sup>3</sup> siilolla. Levityskapasiteetti tällaisella yhdistelmällä on 5–10 tonnia tunnissa tavallisilla, alle 500 metrin matkoilla tienvarsivarastokasalta levitysalueelle. Helppoissa maastoissa voidaan käyttää myös maataloustraktorin vetämiä kalkinlevitysvaunuja. Suhteellisen suuri kustannus aiheutuu koneen siirtämisestä alueelta toiselle, sillä siihen saattaa pienillä palstoilla kulua yhtä paljon aikaa kuin itse työhön. Levitysalueiden sijainti lähellä toisiaan vähentää kustannuksia.

Helikopterilevityksen kustannukset voivat olla moninkertaiset maalevitykseen verrattuna. Ilmasta levitettäessä pehmeä maasto, vuodenaika tai ajoerien puute eivät kuitenkaan haittaa ja työn organisointi helpottuu. Levitystyö tehdään helikopterilla siten, että käytössä on kaksi noin 500 kg vetävää levitintä, joista toista täytetään esimerkiksi seulakauhalla varustetulla pienkuormaajalla sillä välin kun helikopteri levittää tuhkaa toisella. Tukkeutumien välttämiseksi ja työn tarkkuuden varmistamiseksi levitettävän materiaalin tulee olla rakeistettua. Helikopterilla riittävän suuri levitysalueen koko on eri-

tyisen tärkeää kustannusten pitämiseksi kohtuullisena. Vaikka siirtyminen alueelta toiselle on nopeaa, on se myös varsin kallista.

### Oikein suoritettu lannoitus parantaa tulosta

Tavallisimmassa tapauksessa eli suometsään tuhkaa levitettäessä tuhkalannoitus on luontevimmillaan osa laajempaa toimenpiteiden ketjua. Ensimmäisenä vaiheena on harvennushakkuu, jonka yhteydessä tehdään ajourat. Seuraavaksi tehdään tuhkalannoitus, jota edeltää neulasnäytteiden otto ja ravinneanalyysi. Viimeisimpänä tässä ketjussa on kunnostusojitus. Toimenpiteiden tulisi olla kuvattuna jo metsäsuunnitelmassa.

Terveyslannoitukseen, jota suometsän lannoitukset yleensä ovat, myönnetään tukea noin 50 % kustannuksista. Metsäkeskukselta haettavan tuen edellytyksenä on neulasanalyysin avulla todettu ravinteiden puutostila.

Tuhkalannoituksen veroton hinta ilman tukea on noin 150–200 euroa/hehtaari eli suurin piirtein saman verran kuin keinolannoituksen. Lannoitus tuo parhaimmillaan seuraavan hakkuun yhteydessä 20–30 vuoden kuluttua lisätuloja nykyhinnoilla laskettuna reilusti yli 1 000 euroa hehtaarilta.



Motiva Oy  
Urho Kekkosen katu 4–6 A  
PL 489  
00101 Helsinki  
Puh. 0424 2811  
Faksi 0424 281 299  
www.motiva.fi