



DEPARTMENT OF CHEMISTRY

Kaasutus biomassan käsittelyssä

BIOTUHKIEN HYÖTYKÄYTTÖ- MAHDOLLISUUDET

Dosentti Toivo Kuokkanen
Oulun yliopisto, Kemian laitos
HighBio-seminaari, Kokkola, 24.2.2011

Taustatietoja

1. Biotuhkaksi voidaan kutsua biomassan eli metsä- ja peltobiomassan, turpeen sekä niiden seosten poltossa ja biokaasutuksessa syntyviä tuhkia.
2. Suomessa tällä hetkellä syntyy yhteensä noin 600 000 tonnia biotuhkaa (puu-, turve- ja sekatumukaa), mutta määrä uusiutuvan energian käytön lisääntyessä selvässä kasvussa.
3. Oulussa syntyy noin 100000 tn biotuhkaa (Oulun Energia, Stora Enso, Oulu ja Laanilan Voima; turve + puu). Oulussa käynnistettiin TUHKA-YVA v. 2006 (1 milj. tonnia)

MIKSI TUHKATUTKIMUS ON VÄLTTÄMÄTÖNTÄ

- ▶ **Tuhkien kohdalla kyseessä on jätteiden käsittely**
 - hyödyntäminen ja hävittäminen
 - Tulkitaan tuhkot tulevaisuudessa aina jätteeksi ???
- ▶ **Jätteiden käsittely edellyttää aina lupaviranomaisten myöntämää lupaa**
- ▶ **Lupa edellyttää kemiallista tutkimusta**
- ▶ **Hyväksytyt vakiomenetelmät käytön mukaan/menetelmien kehittäminen**
 - Yhdenmukaisia EU-maissa (mm. kokonaispitoisuus, vesiuutto)
 - Lait, asetukset ja päätökset säätelevät; uusiutuvat tiheään
 - Uudet työkalut käyttöön, esim. sekventiaalinen uutto

Jätteiden/tuhkien hyödyntämisen taustaa

- 1. VNp 14.8.2002: Valtioneuvoston hyväksymä Valtakunnallinen jätesuunnitelma ilmoittaa eri jätejakeiden hyödyntämisastetavoitteet.**
- 2. VNp 10.4.2008 Valtioneuvoston hyväksymä Valtakunnallinen jätesuunnitelma, 2-sivuinen liite-esite tavoitteineen => Nykyiset toimenpiteet (jätteenpoltto- ja biokaasutuslaitokset, materiaalitehokkuus, jäteverotus, jne) pohjautuvat tähän**
- 3. Eduskunnalle 15.10.2010 annettu jätelakiehdotus**
 - luokittelu jätteen sijasta sivutuotteeksi**
 - jätteeksi luokittelun päättymisen**

Jätelakiehdotuksen (15.10.10) tuomia mahdollisuuksia

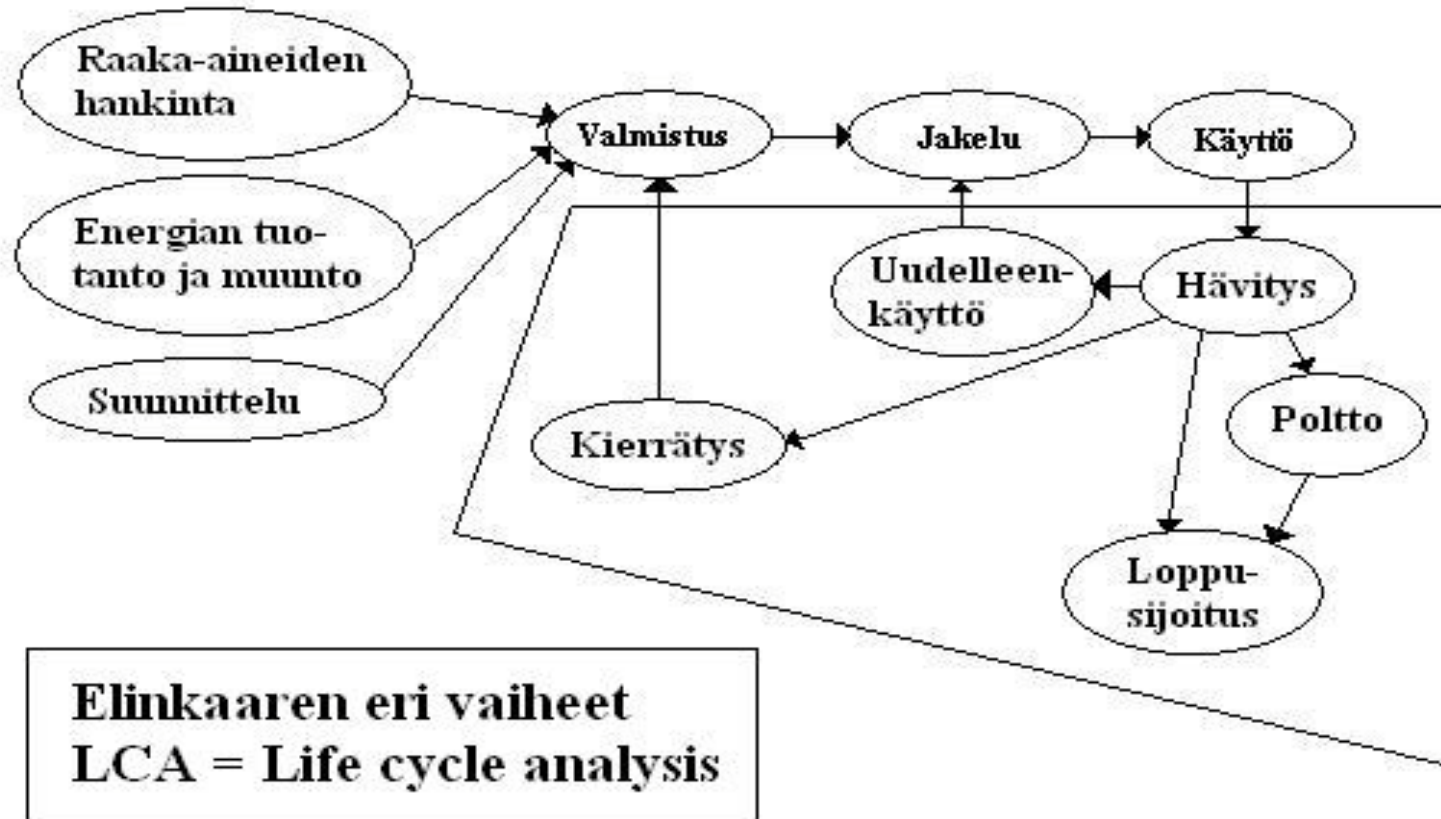
1. SIVUTUOTEET Uusi jätelakiehdotus 15.10.11

- ▶ Tuotannosta poistunut aine tai esine voidaan **luokitella jätteen sijasta sivutuotteeksi, mikäli:**
- ▶ a) aineen tai esineen jatkokäyttö on varmaa
- ▶ b) ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan ilman muuta kuin tavalliseksi katsottavaa teollista lisäkäsittelyä
- ▶ c) aine tai esine syntyy olennaisena osana tuotantoprosessia
- ▶ d) jatkokäyttö on laillista **eikä se aiheuta haitallisia kokonaisvaikutuksia** ympäristölle tai ihmisten terveydelle

2. JÄTTEEKSI LUOKITTELUN PÄÄTTYMINEN

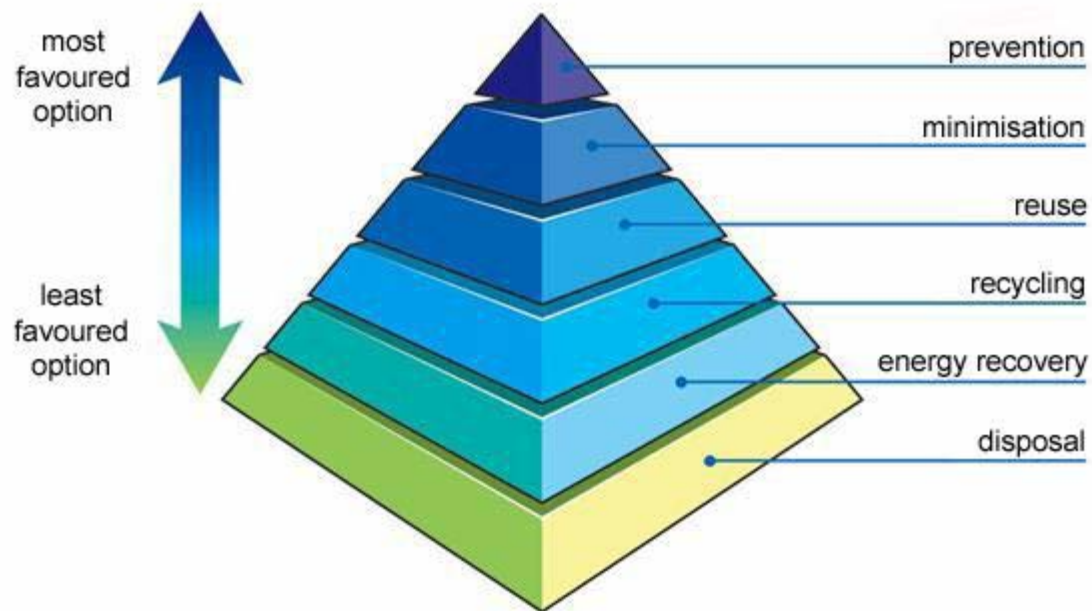
- ▶ Jäte **lakkaa olemasta jätettä**, kun se on läpikäynyt hyödyntämistoimen kierrätys mukaan lukien ja se täyttää seuraavat edellytykset:
- ▶ a) ainetta tai esinettä käytetään yleisesti tiettyihin tarkoituksiin
- ▶ b) aineelle tai esineelle on olemassa markkinat tai kysyntää
- ▶ c) aine tai esine täyttää käyttötarkoitukselleen esitetyt tekniset vaatimukset ja on tuotteisiin sovellettavien olemassa olevien säännösten ja standardien mukainen
- ▶ d) aineen tai esineen käyttäminen **ei aiheuta haitallisia kokonaisvaikutuksia** ympäristölle tai ihmisten terveydelle

JÄTTEET/TUHKAT OLENNAINAISENA OSANA LCA-AJATTELUA



Jätehierarkia

lähde: www.wasteonline.org.uk



Jätetutkimuksen toimintamuodot

- 1. Hyödyntämismenetelmien kehittäminen**
- 2. Hävitysmenetelmien kehittäminen**
- 3. Ympäristöanalytiikan kehittäminen**
- 4. Teknologian kehittäminen**
- 5. Kemiallisen asiantuntijan tehtävät**
 - kemian asiantuntijana pilot- ja laitosmittakaavan kokeissa
 - julkaisutoiminta: kv. tiedelehdet, ammattilehden, symposiumit
 - opiskelijatöiden (LuK, FM, FT/TkT) ohjaus

Jätealan tutkimuksen mahdollisuudet eli Laajuusvisio:

”Jäte on tuotannon ja toiminnan peilikuva”

Nykyiset tärkeimmät yhteistyötahot / dos. Toivo Kuokkasen tutkimusryhmä

- ▶ Kokkolan yliopistokeskus (HighBio hanke), prof. Ulla Lassi
- ▶ Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, osastopäällikkö J. Kaakinen
- ▶ Cewic, Oulu (tutk.joht. S. Pehkonen ja erik.tutk. J. Rämö)
- ▶ FA Forest (tuhkatutkimus), keh.pääll./MMT M. Räisänen
- ▶ Metla (Muhos/E-R. Hämäläinen ja Kannus/R. Kolppanen)
- ▶ Itä-Suomen yliopisto (prof. P. Pelkonen, prof. A. Pappinen, "pellettiprof." L. Sikanen/tutkija T. Vilppo)
- ▶ Oulun AMK, OAMK, luonnonvara-alan yksikkö (pellettitutkimus)
- ▶ StoraEnso Veitsiluoto (ymp.pääll. H. Nurmesniemi)
- ▶ Kemin kaupunki, ympäristöosasto (dos. R. Pöykiö)
- ▶ Lassila & Tikanoja Oyj (Kello ja Lahti)
- ▶ Shaman Spirits Ltd (bioetanoli)
- ▶ Suomen Ympäristöpalvelu Oy (lab.pääll. I. Välimäki)
- ▶ Oulun yliopisto, Pros.- ja ympäristötekn. Osasto (prof:t ja dos.)

Biotuhkan käyttö on ekoteko. *Miksi?*

Kts. HighBio Info 38

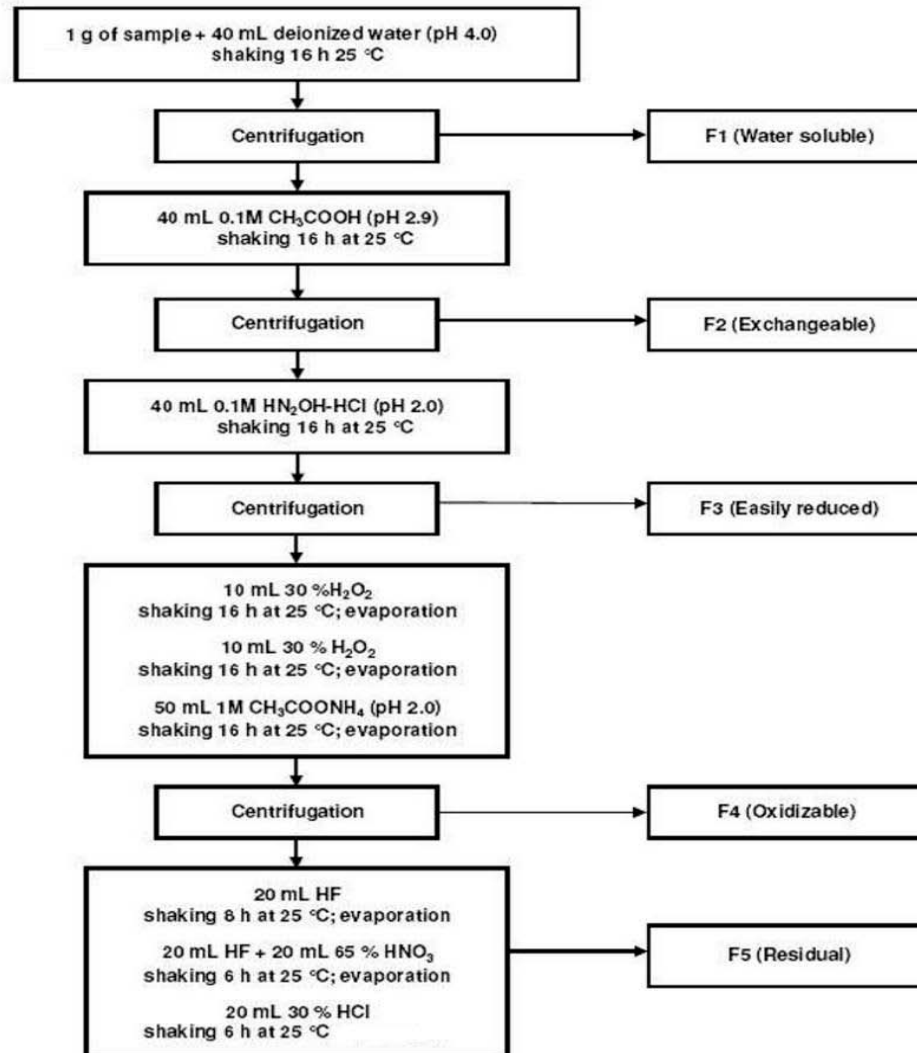
- 1. Säästetään uusiutumaton kalkkia sen todellisiin käyttötarkoituksiin**
- 2. Kalkin käyttö edistää kasvihuoneilmiötä useassa vaiheessa:**
 - 1. louhinta, 2. murskaus ja 3. kuljetus**
- 3. Kalkin valmistus edistää kasvihuoneilmiötä ($\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ yli 400 m³/t**
- 4. Biotuhkalla työllistävä vaikutus, tärkeää etenkin työttömyysalueilla**
- 5. Tavoite tuhkapohjaisten tuotteiden kehittäminen erilaisiin käyttökohteisiin**
- 6. Kiihdyttää biomassan kasvua, lisäten näin tavoiteltua uusiutuvan energian tuotantoa**

=> Jo osittain toteutunut tavoite: Uusi biotuhkan status => uudet hyödyntämismahdollisuudet

Huom! Kyseessä ei ”pyörän keksimisestä uudelleen”, sillä esi-isämme hyödynsivät vuosisatoja kaskeammalla saatavaa tuhkaa luonnonmukaisena lannoitteena.

5-vaiheinen sekventiaalinen uutto

Mallinnetaan olosuhteiden vaikutusta aineen sisältämien alkuaineiden liukoisuuteen



Biokaasutus- ja polttotuhkan fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia

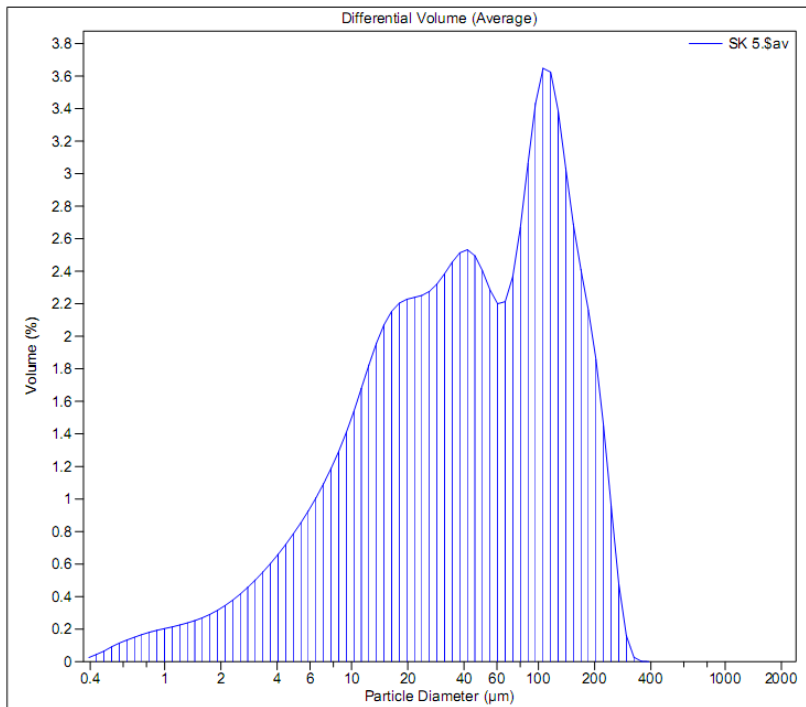
Esimerkkitapaus: S. Kilpimaa, T. Kuokkanen, U. Lassi, poster + julkaisu Philadelphia 2011

Parametri	Yksikkö	Biokaasutustuhka	Polttotuhka
pH		10,7	12,4
Johtokyky	mS cm ⁻¹	1,03	7,87
Kuiva-ainepit.	%	18,7	99,8
Hehkutushäviö (550 °C)	%	94,8	8,7
DOC	mg/kg	649	0,84
Kokonaishiili (TC)	mg/kg	89,4	2,6
Neutralointikyky	% Ca	3,8	13,3
Nopeavaik.neutr.kyky	% Ca	1,6	10,0
Kalkituskyky	t/t	10,0	2,9
Ominaispinta-ala	m ² /g	100	29,8
Huokoskoko	nm	3,91	3,18

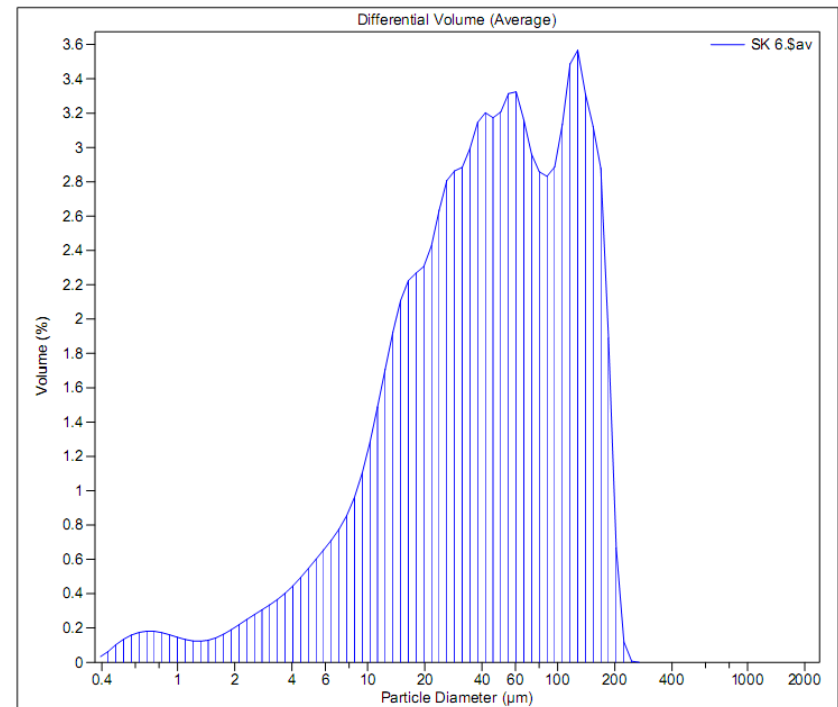
Biokaasutus- ja polttotuhkan partikkelikokojakaumat

Esimerkkitapaus: S. Kilpimaa, T. Kuokkanen, U. Lassi, julkaisun käsikirjoitus (seulottu tuhka)

=> *Jakeistuksen hyödyntäminen avainsanoja tulevaisuudessa?*



Biokaasutustuhka



Polttotuhka

Biokaasutus- ja polttotuhkan helposti liukenevat ravinteet

Esimerkkitapaus: S. Kilpimaa, T. Kuokkanen, U. Lassi, posterit + julkaisu Philadelphia 2011

Ravinne	Yksikkö	Biokaasutustuhka	Polttotuhka
S	mg/kg (d.w)	50,5	627
P	mg/kg (d.w)	131	152
K	mg/kg (d.w)	3133	11925
Mg	mg/kg (d.w)	1617	5154
Ca	mg/kg (d.w)	8489	46387
Na	mg/kg (d.w)	<101	121
Mn	mg/kg (d.w)	768	<10,1
Cu	mg/kg (d.w)	<10,1	<10,1
Zn	mg/kg (d.w)	15,2	37,5

Raskasmetallien kokonaispitoisuudet 1.1.2011

Esimerkkitapaus: S. Kilpimaa, T. Kuokkanen, U. Lassi, poster + julkaisu Philadelphia 2011

Alkuaine	Raja-arvo metsänlannoitus mg/kg d.w.	Raja-arvo viljelykäyttö mg/kg d.w.	Biokaasutus- tuhka mg/kg d.w.	Polttotuhka mg/kg d.w.
Cd	17,5 (tuhka)	1,5	< 0,3	5
Cu	700	600	15	83
Pb	150	100	< 3	27
Cr	300	300	7	82
Zn	4500	1500	85	380
As	30	25	< 3	19
Ni	150	100	3	36
Hg	1,0	1,0	<0,04	0,56

BIOTUHKIEN HYÖTYKÄYTTÖVAIHTOEHTOJA LÄHDEAINEISTOA

1. WSP/Metla Kooste: *Tuhkien hyödyntämisessä tehdyt ja käynnissä olevat tutkimukset*, 2010, 49 s.
2. Laura Karvonen: *Oulun alueen puu- ja turvepohjaiset tuhkat ja niiden hyötykäyttömahdollisuudet*, Oulun yliopisto, kemian laitos, LuK-tutkielma, 34 s.
3. T. Kuokkanen ja K. Kujala: *Laanilan Voima Oy:n, Stora Enso Oyj:n Oulun Tehtaan ja Oulun Energia voimalaitostuhkien loppusijoittamisen YVA-ohjelmaan kuuluva tutkimusraportti*, YVA-ohjelmaan tutkimusraportti, 2006, 31 s.
4. www.ecolan.fi: FA Forest Oy:n Ecolan Ecolan® tuhkatuotteita maa- ja metsätalouteen.
5. M. Kuokkanen ja T. Kuokkanen: *Biotuhkan käyttö on ekoteko*, HighBio Projekti Info 38, 2009, 2 pp.
6. M. Kuokkanen and T. Kuokkanen: *Koillismaan alueen puupellettien sekä hakkeen lämpökeskus- ja pienpoltossa syntyvien tuhkien hyötykäyttöön liittyvä tutkimus*, HighBio, Projekti Info 37, 2009 2 pp.
7. M. Kuokkanen ja T. Kuokkanen: *Puu- ja turvepellettien sekä hakkeen lämpö-keskus- ja pienpoltossa syntyvien tuhkien hyötykäyttöön liittyvä tutkimusraportti*. - University of Oulu, Report Series in Chemistry, Report No. 74, 2009, 45 s.
8. S. Kilpimaa, T. Kuokkanen ja Ulla Lassi: *Physical and chemical properties of wood ash from burning and gasification processes*. - *The 26rd International Conference on Solid Waste Technology and Management*, Philadelphia, PA, U.S.A., on March 27-30, 2011, proceedings (painossa), 9 s ja posterit.

Biotuhkan potentiaaliset hyödyntämismenetelmät

Hyödyntämiskohde	Tutkimusmenetelmä	Polttotuhka	Biokaasutuhka
1. Metsälannoitus Viljelylannoitus	MMMa 12/2007 Kok.pitoisuus	Ekotehokasta Ei tällä hetkellä	Todella sopiva Ei kannattavaa
2. Kalkitus	MMMa 12/2007 Kok.pitoisuus	Todella sopiva	Mahdollista
3. Tierakentaminen ja maisemointi	VNa 591/2006 Vesiuutto	Voi olla mahdollista, kannattaako	Voi olla mahdollista, kannattaako
4. Poltto	Polttolaitos	Ei lämpöarvoa	Soveltuu
5. Adsorbentti, jätevesien käsittely	Lupaehto	Kuuma aihe	Kuuma aihe
6. Betoniteollisuus	Betoninormit	Jo käytetty	Soveltunee
7. Uudet sovellukset	Tuhkapohjaiset tuotteet	Kuuma aihe	Kuuma aihe

Biotuhkien hyödyntämisen tulevaisuudennäkymät

1. Biotuhkien **statuksen muuttuminen** luo uusia mahdollisuuksia
2. Hyötykäytön edistäminen edellyttää **lisää tutkittua tietoa** ja uusia tutkimusmenetelmiä
3. Tuhkien **jakeistuksen** (fraktioinnin) tuomat mahdollisuudet
4. Uusien **tuhkapohjaisten tuotteiden** innovatiivinen **kehittäminen**: monella taholla jo menossa (myös meillä esim. patentti)

Kestävän kehityksen mukaisesti pitkän aikavälin tavoitteena voidaan pitää vain tilannetta, jossa metsä- ja peltobiomasaa hyödynnetään eri tavoin, minkä jälkeen **biotuhka osana hajautettua tuotantoa palautetaan luonnon kiertokulkuun.**

=> BIOTUHKAN KÄYTTÖ ON EKOTEKO!