

Kestävät metsälannoitteet

VaMeLa väliseminaari 28.4.2022

Kirsi Korpijärvi & Eliisa Järvelä

26/04/2022 VTT – beyond the obvious

Kestävät metsälannoitteet VaMeLa-hankkeessa

Tavoitteet ja tehtävät

- Kerätään uusinta tietoa metsätalouteen soveltuvista lannoitteista.
- Arvioidaan metsiin soveltuvien kierrätyslannoitteiden saatavuutta
 - Tuhkat – Määrä ja laatu tulevaisuudessa
 - Tuhkien jalostaminen epäorgaanisilla kierrätysravinteilla
 - Ravinnelähteiden ja tarvittavien jalostus/käsittelytekniikoiden tunnistaminen
- Kartoitetaan metsälannoituksen ilmasto- ja ympäristövaikutuksia (mineraali & kierrätyslannoitteet).



Tuhkaskenaario

Biomassan polton tuhkat lannoitteina

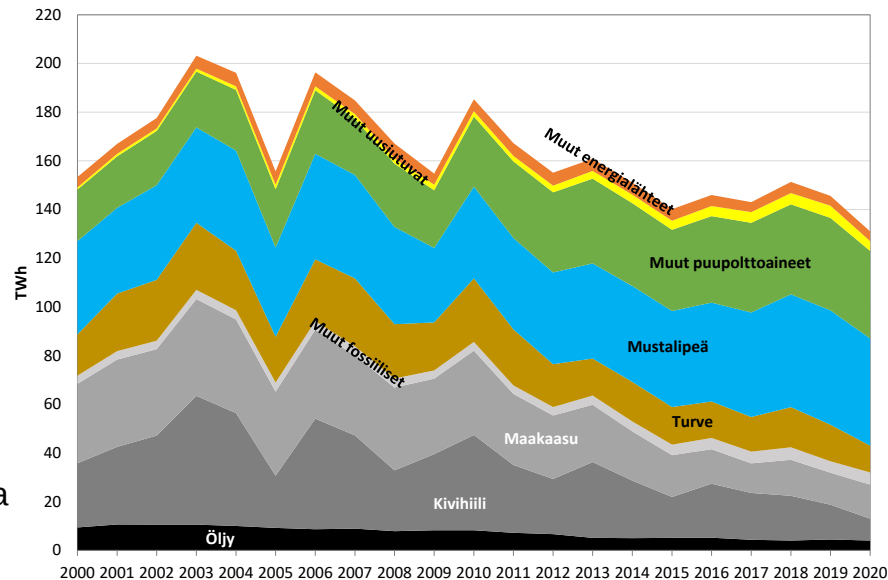
- Suomessa on muodostunut vuosittain noin 500 000 tonnia tuhkia biomassan poltosta.
- Tuhkia muodostuu eri kokoluokan laitoksilla ympäri Suomen – suuria ja pieniä määriä.
- Kattilatekniikalla suuri vaikutus muodostuvien tuhkien laatuun.
- Biomassan polton tuhkia hyödynnetään lähinnä maarakentamisessa sekä lannoitevalmisteina metsä- ja maataloudessa.



- Vain osa muodostuvista tuhista täyttää lannoitelainsäädännön vaatimukset.
- Lainsäädäntö uudistumassa
 - EU:n uusi lannoiteasetus
 - Suomen lannoitelainsäädännön kokonaisuudistus

Sähkön- ja lämmöntuotannon polttoaineet murroksessa

- Kivihiilen käyttö kielletty sähkön- ja lämmöntuotannossa 1.5.2029 alkaen.
- Turpeen käyttö vähenee nopeasti ilmastosyistä, päästöoikeuden hinta on noussut voimakkaasti.
- Kuinka kivihiili ja turve korvataan energiantuotannossa?
 - Kuinka paljon puupolttoaineiden käyttö lisääntyy?
 - Kuinka suureen rooliin muu uusiutuva energiantuotanto nousee?
 - Tuleeko puun käytölle sähkön- ja lämmöntuotannossa rajoituksia?
 - Lisääntykö rinnakkaispoltto?



Polttoaineiden käyttö sähkön- ja lämmöntuotannossa
(Tilastokeskus 2021)

Kuinka paljon biomassan polton tuhkia muodostuu tulevaisuudessa?

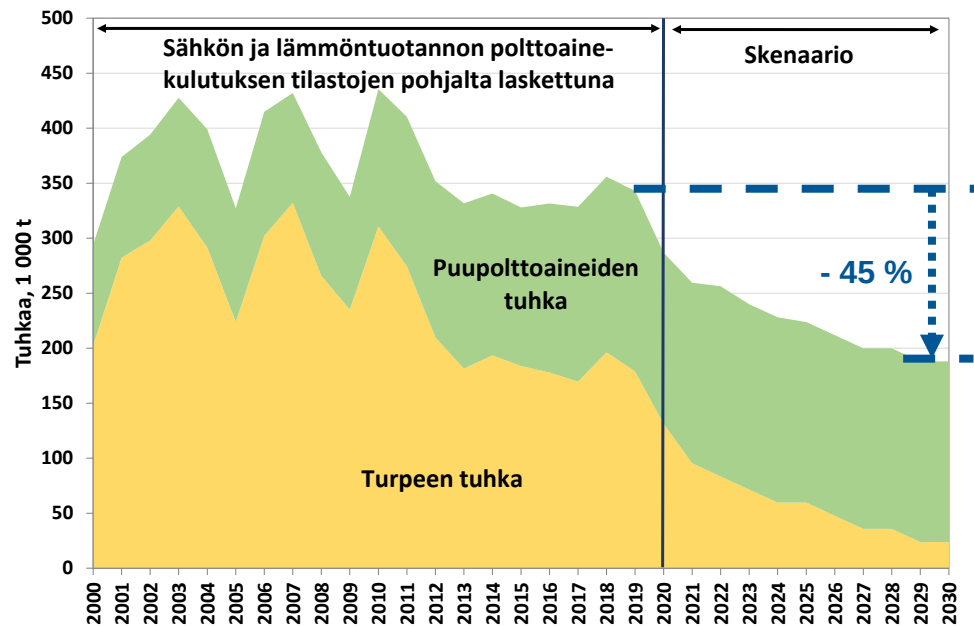
- Turpeen tuhkapitoisuus on paljon puupolttoaineita suurempi
→ Tuhkien kokonaismäärä laskee.
- Puupolttoaineissa luonnostaan enemmän ravinteita
→ Lannoitekäyttöön soveltuvien tuhkien määrä teoriassa kasvaa, mikäli turvetta korvataan puupolttoaineilla.
- Vanhemmissa kattiloissa saatetaan joutua käyttämään lisäaineita likaantumisen ja korroosion hallintaan, kun puupolttoaineiden osuus kasvaa → Esimerkiksi alkuainerikin vaikutusta tuhkan laatuun ei täysin tunneta.



Puu-turvetuhkaskenaario 2030

Oletukset: Vuonna 2030

- Turpeen käyttö vain huoltovarmuuspolttoaineena 11 TWh (v. 2020) → 2 TWh
- Puupolttoaineiden käyttö pysyy nykyisellä tasolla 38...40 TWh
 - Puun energiakäyttö, ennakkotilasto v. 2021 ~45 TWh
- Puupolttoaineista muodostuvien tuhkien määrä pysyy suurin piirtein nykyisellä tasolla.
- Puu-turvetuhkien kokonaismäärä vähenee lähes puoleen.



Huom! Kuvassa esitetyt lukuarvot tuhkalle ovat teoreettisia, eivätkä huomioi esimerkiksi petihiekkaa tai tuhkapitoisten lietteiden polttoa. Todellisuudessa biomassatuhkia muodostuu noin 1,5-kertainen määrä.

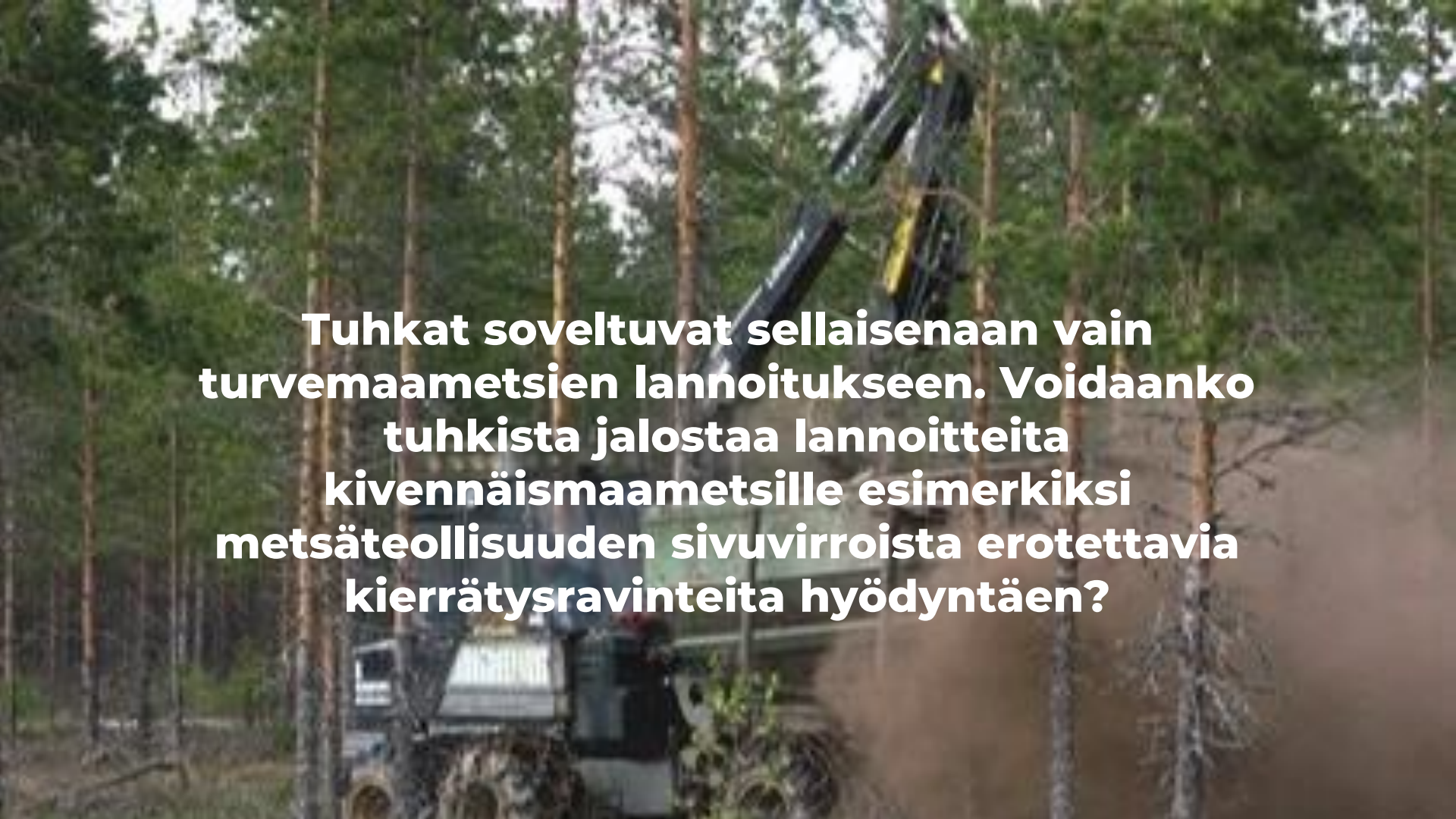
Riittääkö tuhkaa metsälannoitukseen?

- Oletetaan, että tuhkalannoitteen levitysmäärä on 4 t/ha.
 - 10 000 ha = 40 000 t tuhkaa, 20 000 ha = 80 000 t tuhkaa, 30 000 ha = 120 000 t tuhkaa
- Oletetaan, että 50 % tuhkaskenaarion 2030 mukaan muodostuvista biomassatuhkista täyttää lannoitelainsäädännön vaatimukset ja ohjautuu lannoitekäyttöön
 - $[188\,000 \cdot 1,5 \cdot 0,5] \approx 140\,000$ t tuhkaa vuodessa lannoitekäyttöön
 - Vertailuna: Vuonna 2020 Suomessa valmistettiin 159 000 t tuhkalannoitteita, korkeimmillaan tuotanto on ollut 180 000 t vuonna 2017. (Lähde: Ruokavirasto)
- Lannoitekäyttö kilpailee biomassatuhkista maarakentamisen kanssa. Tuhkien hyötykäyttö maarakentamisessa ilmoitusmenettelyllä on usein tuhkan tuottajalle lannoitekäyttöä edullisempaa.

Lannoitelainsäädäntö muutoksessa

- EU:n uusi lannoiteasetus tulee voimaan 16.7.2022
 - CE-merkityt lannoitevalmisteet, joilla on vapaa liikkuvuus EU:n alueella. Ensimmäistä kertaa yhtenäisiä raja-arvoja haitallisten aineiden pitoisuuksille.
 - Tuhkat hyväksytty lannoitevalmisteiden raaka-aineiksi, ainesosaluokka CMC 13 ”Termisessä hapetuksessa muodostuvat materiaalit ja niiden johdannaiset”.
 - EU:n lannoiteasetus ei määrittele lannoitevalmisteiden käyttökohteita.
- Suomen lannoitevalmistelain kokonaisuudistus menossa
 - Luonnos uudesta lannoitelaista on eduskunnan käsittelyssä. Tavoite saada voimaan samaan aikaan EU:n lannoiteasetuksen kanssa.

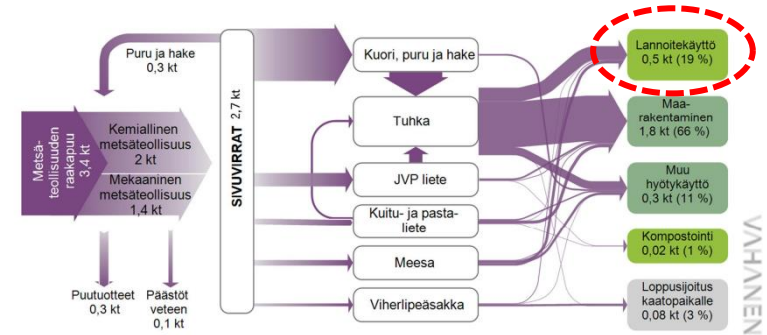
Mahdollisuuksista tuhkan jalostukseen kierrätysravinteilla

A tracked forestry machine, possibly a harvester or skidder, is shown in a forest. The machine has a long, articulated hydraulic arm with a yellow and black boom, which is extended upwards. The machine is dark-colored with yellow accents. It is positioned on a dirt path or clearing, surrounded by tall, thin trees. The background is a dense forest of green trees.

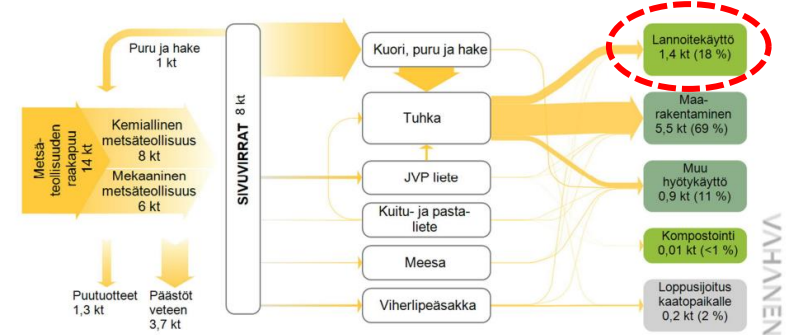
**Tuhkat soveltuvat sellaisenaan vain
turvemaametsien lannoitukseen. Voidaanko
tuhkista jalostaa lannoitteita
kivennäismaametsille esimerkiksi
metsäteollisuuden sivuvirroista erotettavia
kierrätysravinteita hyödyntäen?**

Fosfori ja kalium metsäteollisuuden sivuvirroissa

- Lähteet: Tuhka, meesa, jätevesilietteet, viherlipeäsakka
- Käyttöä rajoittaa sivuvirtojen koostumus tai haitta-ainesisältö, erityisesti raskasmetallit.
- Pääasiassa tuhkan mukana noin 20 % fosforista ja kaliumista ohjautuu lannoitekäyttöön, mutta lähes 70 % maarakentamiseen!
- Fosforin ja kaliumin kierrätystä sivuvirroista voitaisiin tehostaa lisäämällä tuhkien lannoitekäyttöä.
- Saattaa vaatia uusia käsittelyprosesseja tuhkillle.



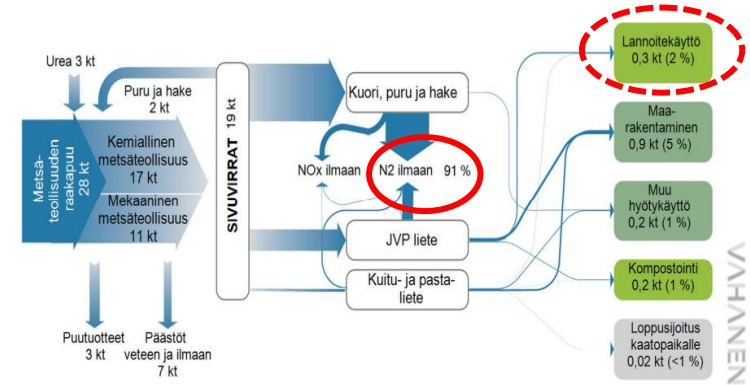
Kuva 5. Suomen metsäteollisuuden vuoden 2019 fosforitase. Nuolien paksuus kuvastaa sivuvirtojen sisältämän fosforin määrää. Kokonaisfosforin määrä on ilmoitettu kilotonneina (kt). Eri hyötykäyttökohteisiin päätyvän fosforin osuus (%) on laskettu sivuvirtojen sisältämästä kokonaisfosforin määrästä (2,7 kt).



Kuva 6. Suomen metsäteollisuuden vuoden 2019 kaliumtase. Nuolien paksuus kuvastaa sivuvirtojen sisältämän kaliumin määrää. Kokonaiskaliumin määrä on ilmoitettu kilotonneina (kt). Eri hyötykäyttökohteisiin päätyvän kaliumin osuus (%) on laskettu sivuvirtojen sisältämästä kokonaiskaliumin määrästä (8 kt).

Typpi metsäteollisuuden sivuvirroissa

- Lähteet: kuori, puru, hake, bioliete, kuitu- ja pastalietteet
- Suurin osa tyypestä ohjautuu polttoon kuoren, purun, hakkeen ja lietteiden mukana, josta typpi vapautuu ilmaan.
- Tyypeä voitaisiin ottaa talteen erilaisista kaasuvirroista
- Vaatii uusia prosessivaiheita ja uutta teknologiaa – todennäköisesti kallista. Vaatii tutkimusta.



Kuva 4. Suomen metsäteollisuuden vuoden 2019 tyyppitase. Nuolien paksuus kuvastaa sivuvirtojen sisältämän tyyten määrää. Kokonaistyyten määrä on ilmoitettu kilotonneina (kt). Eri hyötykäyttökohteisiin päätyvän tyyten osuus (%) on laskettu sivuvirtojen sisältämästä kokonaistyyten määrästä (19 kt).

Lähde: Vahanen Environment Oy, Metsäteollisuuden tehdasprosessien ravinnetase ja –kädenjälkiselvitys, Metsäteollisuus ry. 2021

Typpi sellutehtaan kaasuvirroissa

- Eniten ammoniakkia on väkevissä hajukaasuissa
 - Pitoisuuksissa suurta vaihtelua tehdaskohtaisesti.
 - Noin 0,05 - 1 til-%, 10 - 40 m³n ilma kuivattua sellutonna kohti.
- Merkittäviä pitoisuuksia on soodakattilan ja kaustisoinnin kaasussa.
 - Tuotekaasun typpipitoisuus 48 % (N₂-muodossa)
- Ammoniakki haihtuu mustalipeästä haihdutuksen alkuvaiheessa
 - Päätty metanoliin ja tiivistymättömiin kaasuihin (NCG)

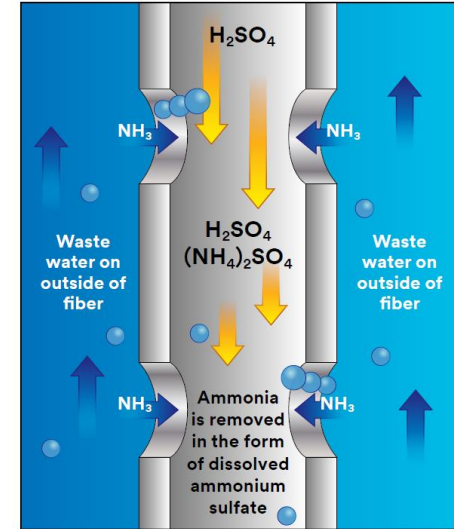
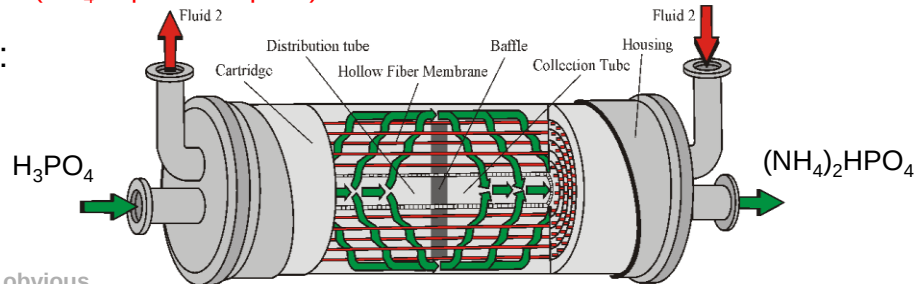
Ideatason esimerkki
typen talteenotosta
hajukaasuista
membraanikontaktorilla:

Syöte:

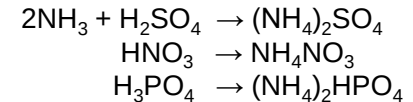
NH₃ >500 ppm
esisuodatus <10 µm
lämpötila ~ 40°C
pH>10

Hajukaasut H₂SO₄
valmistukseen
(NH₄-N pitoisuus pieni)

NH₃ sisältävät
hajukaasut



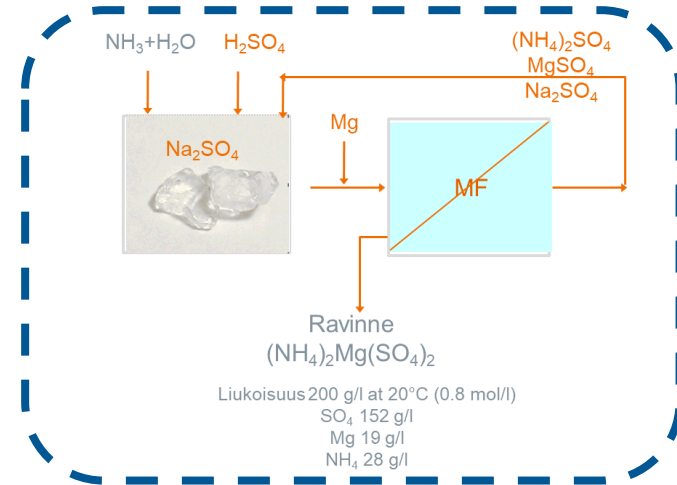
Käytettävästä haposta riippuen saadaan erilaisia tuotteita lannoitteiden raaka-aineiksi:



Mahdollisia erotus- ja käsittelytekniikoita ravinteiden jalostamiseksi sivuvirroista

Esimerkiksi:

- Konsentroidiin perustuva kiteytys
- Jäähdytyskiteytys
- Saostus kaksoissuolana
- Konsentroidi
 - Nanosuodatus (NF)
 - Haihdutus
 - Membraanitislaus (MD)
- Arvonnosto, muokkaus
 - Elektrodialyysi (ED)
- Puhdistus
 - NF, ED,
 - Membraanikontaktori (MC)
 - Ultrasuodatus (UF)



Ideatason konsepti $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$ eli Tutton suolan valmistukseen. Saman kaltaisella kiteytyksellä voidaan valmistaa myös struviittia, NH_4MgPO_4 , jos sulfaatin sijaan lisätään fosfaattia ja kiteytys tehdään alkalisisissa olosuhteissa.

Johtopäätökset ja seuraavat askeleet

Johtopäätökset ja seuraavat askeleet

- Puutuhkien määrä pysynee jatkossa nykyisellä tasolla, mutta puu-turvetuhkien kokonaismäärä laskee.
- Tuhkia riittänee tulevaisuudessakin metsälannoitukseen. Paljon ravinnepitoisia tuhkia ohjautuu tällä hetkellä maarakennukseen.
- Suurin osa metsäteollisuuden sivuvirtojen sisältämästä tyyestä vapautuu poltossa ilmaan. Kierrätysravinteiden valmistus ottamalla talteen tyyestä kaasuvirroista vaatisi uusia prosessivaiheita ja teknologiaa.
- Laaditaan yhteenveto potentiaalisimpien jalostustekniikoiden mahdollisuuksista tuottaa kierrätysravinteita, sekä niiden soveltuvuuden/kelpoisuuden arviointi metsälannoitukseen.
- Tarkastellaan metsälannoituksen ympäristö- ja ilmastovaikutuksia (LCA).
- Seurataan lannoittelainsäädännön uudistusta, erityisesti mahdollisia vaikutuksia metsälannoitevalmisteisiin.



Kiitos!

Kysymyksiä?

bey⁰nd

the obvious

Kirsi Korpijärvi
kirsi.korpjarvi@vtt.fi
+358 40 529 8464

@VTTFinland

www.vtt.fi