

TAPIO 

Tuhkan hyötykäyttö metsätaloudessa



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



metsäkeskus

Sisältö

- [Tuhka kiertotalouden materiaalina](#)
- [Tuhkan laatu](#)
- [Tuhkalannoitus](#)
 - [Lannoitekäyttöön soveltuvat tuhkat](#)
 - [Enimmäispitoisuudet](#)
 - [Sopivat tuhkalannoituskohteet](#)
 - [Tuhkalannoituksen hyödyt](#)
 - [Tuhkalannoituksen toteutus 1/2](#)
 - [Tuhkalannoituksen toteutus 2/2](#)
- [Tuhka maarakennuksessa](#)
 - [Tuhkan hyödyt maarakennuksessa](#)
 - [Maarakennukseen soveltuvat tuhkat](#)
 - [Tuhkatierakentamisen toteutus 1/2](#)
 - [Tuhkatierakentamisen toteutus 2/2](#)
 - [Metsätien laskurit](#)
- [Tuhkan ympäristövaikutukset](#)
 - [Kasvihuonekaasupäästöt](#)
 - [Raskasmetallit](#)
 - [Pintakasvillisuus](#)
 - [Vesistövaikutukset](#)
- [Tuhkan toimitusketjut](#)
- [Tuhkan tuotannon ja käytön kohtaaminen](#)
- [Tuhkan laatuluokittelu Materiaalitorissa](#)
- [Lisätiedon lähteitä](#)
- [Vastuullista liiketoimintaa tuhkasta -hanke](#)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO

Tuhka kiertotalouden materiaalina

- Metsä- ja energiateollisuudessa syntyy vuosittain keskimäärin lähes 600 000 tonnia puu- ja turvetuhkaa.
- Kaikkiaan erilaisia tuhkia arvioidaan syntyvän lähes 1,5 miljoonaa tonnia vuodessa.
- Puu- ja turveperäinen tuhka sisältää hyödyllisiä ravinteita, joiden palauttaminen metsään on sekä metsänkasvatuksellisesti että ekologisesti perusteltua.
- Tuhka soveltuu hyvin myös metsätienrakennuksen materiaaliksi.
- Vastuullinen hyötykäyttö edistää kiertotaloutta.
- Metsien tuhkalannoitukseen voidaan myöntää tukea.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Tuhkan laatu

Tuhkan laatuun vaikuttavat poltettava raaka-aine, mistä osasta kattilaa tuhka on kerätty sekä polttoprosessi.

Nimike		Määritelmä
Keräyspaikka	Pohjatuhka	Kattilan pohjalle kerääntyvä tai poistettavan leijupetimateriaalin mukana poistuva tuhka
	Lentotuhka	Savukaasuista erotettava tuhka
Polttaine-koostumus	Kivihiilen poltto	Kivihiilen polton lentotuhka
	Seospoltto	Tavanomaisten polttoaineiden seospoltto
	Rinnakkaispoltto	Jätteen ja tavanomaisten polttoaineiden rinnakkaispoltto



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Tuhkalannoitus

- Tuhkalannoituksesta on monia hyötyjä metsien hoidon, ympäristön ja ilmaston kannalta.
- Tuhkalannoitus lisää metsänkasvua ja hiilensidontaa
- Tuhkalannoitusta tehdään tällä hetkellä koko Suomessa noin 10 000– 15 000 hehtaaria vuodessa.
- Tavoite on kolminkertaistaa tuhkalannoituksen määrä 30 000 hehtaariin vuodessa.
- Potentiaalisia tuhkalannoituskohteita on runsaat 2,3 miljoonaa hehtaaria
- Tuhkalannoitukseen on mahdollista saada kestävän metsätalouden rahoituslain mukaista (Kemera) tukea.
- Tuhkalannoitus sopii erityisesti turvemaille sekä entisten turvetuotantoalueiden ja muiden aiemmin puuttomien alueiden metsittämisen yhteyteen.



Lannoitekäyttöön soveltuvat tuhkat

- Lannoitukseen soveltuvia tuhkia ovat pääasiassa vain turpeen ja käsittelemättömän puun poltossa syntyvä lentotuhka sekä puun tai turpeen poltosta (rinnakkaispoltossa) syntyvät pohjatuhkat.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (24/11) määrittelee lannoitteeksi soveltuvien tuhkien vähimmäisravinnepitoisuudet sekä haitallisten aineiden enimmäispitoisuudet.
- Metsälannoitteena käytettävässä tuhkassa on myös vähimmäisvaatimukset ravinteille, kaliumin (K) osalta 2,0 % ja fosforin (P) osalta 6,0 % – Kalium (K) + Fosfori (P) 2,0 % – Kalsium (Ca) 6,0 %



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahas-
to: Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Metsätaloudessa käytettävien tuhkalannoitteiden tai niiden raaka- aineena käytettävien tuhkien haitallisten metallien enimmäispitoisuudet

Arseeni (As)	40 mg/kg ka
Elohopea (Hg)	1,0 mg/kg ka
Kadmium (Cd)	25 mg/kg ka
Kromi (Cr)	300 mg/kg ka
Kupari (Cu)	700 mg/kg ka
Lyijy (Pb)	150 mg/kg ka
Nikkeli (Ni)	150 mg/kg ka
Sinkki (Zn)	4500 mg/kg ka

Maa- ja metsätalousministeriön asetus
lannoitevalmisteista (24/11)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Sopivat tuhkalannoituskohteet

- Tuhkaa suositellaan erityisesti ojitettujen, runsastyyppisten turvemaiden lannoitukseen, jossa puun kasvua rajoittavat kaliumin ja fosforin saatavuus.
- Lannoituskohteiden valinnassa on olennaista tunnistaa runsastyyppiset turvekangastyypit ja puiden ulkoiset ravinnepuutosoireet. Tarvittaessa metsikön lannoitustarve voidaan varmistaa neulasnäytteillä.
- Lannoitettaviksi valitaan sellaisia kohteita, joissa kuivatus toimii eikä liika vesi rajoita puiden kasvua. Lannoitettava alue kunnostusojitetaan tarvittaessa lannoituksen yhteydessä.
- Tuhkaa voidaan käyttää kivennäismaiden lannoitukseen, joilla typpeä on riittävästi.
- Tuhkalannoitus soveltuu myös vanhojen turvetuotannosta poistettujen alueiden metsityslannoitukseen joissa esiintyy ravinnetalouden häiriöitä.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Tuhkalannoituksen hyödyt

- Puhdas puutuhka sisältää typpeä lukuun ottamatta käytännössä kaikki puiden tarvitsemat ravinteet oikeissa suhteissa.
- Tuhkalannoitus parantaa puuston ravinnetilaa pitkäaikaisesti. Sen vaikutusaika fosforilla on parhaimmillaan jopa 50 vuotta.
- Tuhka parantaa puuston kasvua ja hiilensidontakykyä.
- Tuhkalannoituksessa metsän luonnolliset ravinteet kiertävät takaisin metsään.
- Tuhka pitää yllä ravinnetasapainoa ja parantaa maaperän mikrobiston elinolosuhteita.
- Puutuhkalla korvataan synteettisten lannoitteiden käyttöä ja se soveltuu myös luomusertifioidun metsän lannoitteeksi.

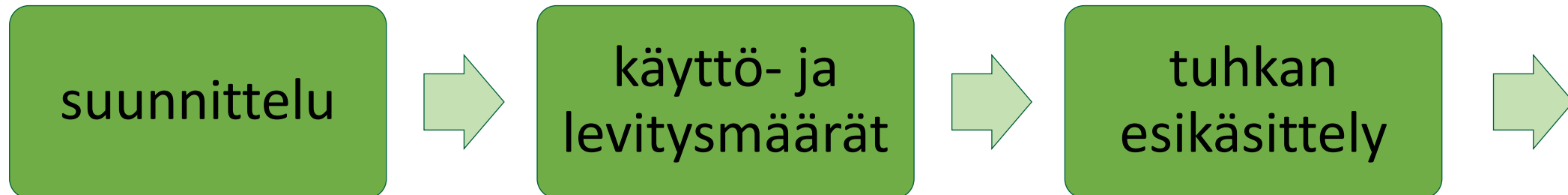


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Tuhkalannoituksen toteutus 1/2

- Tuhkalannoitus kannattaa usein toteuttaa usean tilan yhteishankkeena, jolloin lannoituskohteet sijaitsevat lähellä toisiaan ja lannoituspinta-alat ovat riittävän suuret.
- Tuhkaa suositellaan levitettäväksi 3 000 kg – 5 000 kg / ha TAI lannoitusmäärä lasketaan lannoitettavan kohteen ravinteisuuden mukaan.
- Tuore tuhka on erittäin hienojakoista ja pölyävää. Pölyämisen estämiseksi tuhka voidaan esikäsitellä itsekovettamisella, rakeistuksella tai pelletöinnillä.

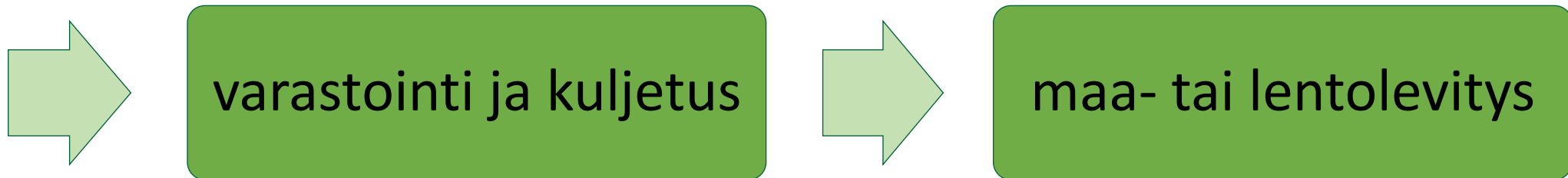


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Tuhkalannoituksen toteutus 2/2

- Tuhkan varastointi kasassa tai aumassa voi aiheuttaa runsasta pölyämistä. Kasa voidaan peittää tai kastella pölyämisen vähentämiseksi. Tuhkaa varastoimalla ns. ikäännyttämällä voidaan vähentää tuhkan haitta-aineiden liukoisuutta.
- Teiden kunto tulee huomioida kuljetettaessa tuhkaa levityskohteeseen.
- Tuhkan maalevitys kannattaa toteuttaa harvennus- ja ojalinjahakkuun jälkeen talvella roudan aikaan. Kantavilla kohteilla se voidaan tehdä myös kesällä. Lentolevitys on maalevitystä kalliimpaa, mutta sitä voidaan tehdä kaikkina vuodenaikoina eikä se ole sidottu metsänkäsittelytoimenpiteisiin.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Tuhka maarakennuksessa

- Tuhkia ja kuonia voidaan käyttää maarakentamisessa korvaamaan luonnonkiviainesta.
- Tuhkaa voidaan käyttää joko sellaisenaan, tiivistettynä, seostettuna tai sideaineena.
- Tuhkat soveltuvat tie-, katu- ja kenttärakenteiden eri kerroksiin tuhkan laadusta riippuen.
- Tuhka soveltuu hyvin metsäteiden ja yksityisteiden rakentamiseen.
- Seurantakohteilla ei ole todettu haitallisia ympäristövaikutuksia.



Tuhkan hyödyt maarakennuksessa

- Tuhka sitoo kiviaineksia, tekee tienpohjista kestäviä ja vakaita ja parantaa samalla teiden kantavuutta.
- Tuhkakerros sopii keveytensä takia hyvin käytettäväksi myös pehmeikköjen ylitykseen.
- Tuhkan käyttö maarakentamisessa ja teiden pohjissa vähentää neitseellisten kivi- ja maa-aineisten tarvetta.
- Tuhkarakentamisella voidaan saavuttaa ekologisempia ratkaisuja.
- Tuhkan kuljettamisessa on vähemmän kantavuusongelmia, koska tuhka on mursketta kevyempää.



Maarakennukseen soveltuvat tuhkat

- Maarakennukseen soveltuvat kivihiilen poltossa syntyvä lentotuhka, pohjatuhka, kuona ja kattilatuhka, eräät rinnakkaispoltossa syntyvät pohjatuhkat sekä leijupetihiekka.
- Jätteiden, öljyjen, kaasujen tai vaarallisten aineiden poltossa syntyviä tuhkia ei ilman kalliita puhdistusprosesseja voida hyödyntää maarakennukseen.
- MARA-asetus VNA 843/2017 määrittelee maarakennukseen soveltuvien tuhkien haitta-ainepitoisuuksien raja-arvot. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>
- Lentotuhkien haitta-aineiden liukoisuudet voivat muuttua erilaisilla käsittelyillä, kuten tuhkan vanhentamisella varastoimalla, stabiloimisella, saostamisella ja tiivistämisellä ja lujittumisella maarakennuksessa.

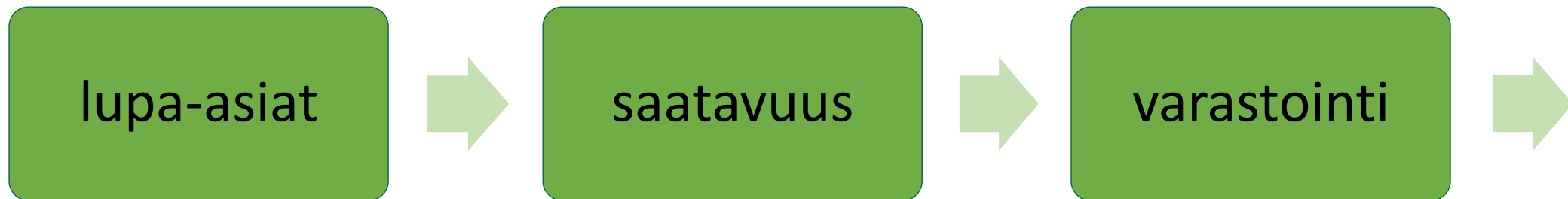


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Tuhkatierakentamisen toteutus 1/2

- Tuhkalla tulee olla on MARA-asetuksen mukainen laadunvarmistusjärjestelmä.
- Tuhkaa voidaan sijoittaa maaperään MARA-asetuksen rajoissa (ilmoitus paikalliselle ELY:lle) tai ympäristöluvalla. Tuhkan käyttäminen maarakentamiseen edellyttää aina kiinteistön omistajan luvan.
- Tuhkan saatavuus tulee varmistaa hyvissä ajoin. Voimalaitoksissa muodostuu tuhkaa yleensä enemmän talvella kuin kesällä, johon tienrakentaminen keskittyy.
- Tuhkan varastointi on useimmiten välttämätön vaihe. Tuhkaa tarvittaessa suuria määriä, varastoidaan se kosteana aumoissa tai läjittämällä suuriin kasoihin.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Tuhkatierakentamisen toteutus 2/2

- Tuhkaa kuljetettaessa tulisi hyödyntää riittävän kokoista kalustoa, esimerkiksi lämpölaitoksille menevien turpeen ja hakkeen paluukuljetuksia.
- Metsäteissä tuhkaa voidaan käyttää murskekerroksen alla (massiivituhkarakenne) tai sekoitettuna murskeeseen. Pelkkä tuhka levitetään nuppiautolla tai traktorilla. Tuhka tasataan kuorma-auton alusterällä, lanalla tai tiehöylällä. Tuhka tiivistetään ajamalla levityskalustolla rakenteen yli tai kaivinkoneen teloilla.
- Tien rungon kuivana pito on tärkeää, sillä liian kosteana tuhkamurskeseos menettää kantavuutensa. Tuhkamurskeseos vaatii oletettavasti vähemmän lanaamista ja höyläämistä kuin puhdas kiviaines. Massiivituhkarakenteen päällä olevaa murskekerrosta on hoidettava säännöllisesti, ettei tuhkakerros pääse paljastumaan.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 



Metsätien laskurit

Metsätien materiaalilaskuri

- Metsätien materiaalilaskurilla voi laskea tiehen tarvittavan päällysrakenteen tilavuus. Lähtötietoina tarvitaan tien pituus sekä päällysrakenteen luiskan kaltevuus, leveys ja kerrospaksuus.
- Lataa [→ Metsätien materiaalilaskuri](#)

Tuhkamurskelaskuri

- Tuhkamurskelaskurilla voidaan laskea tien päällysrakenteeseen tarvittavien tuhkan ja murskeen massat tonneina. Lähtötietoina tarvitaan päällysrakenteen tilavuus, murskeen ja tuhkan tiheydet tiivistettynä rakenteena sekä haluttu tuhkan osuus massaprosentteina. Mikäli tiedetään tuhkan ja murskeen hinnat kaikkine kustannuksineen, voidaan laskurilla laskea myös syntyvän tuhkamurskeen yksikköhinta euroa/tonni.
- Lataa [→ Tuhkamurskelaskuri](#)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO

Tuhkan ympäristövaikutukset

Kasvihuonekaasupäästöt

- Tuhkalannoitus vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöihin (hiilidioksidi, metaani, typpioksiduuli) maaperän mikrobitoimintojen muutosten kautta.
- Tuhkalla ei ole merkittäviä vaikutuksia turvemaiden typpioksiduuli- ja metaanipäästöihin. Tuhkalla on potentiaalia jopa vähentää näiden kasvihuonekaasujen muodostumista.
- Tuhkalannoitus lisää metsän kasvua ja hiilinielua.
- Kasvupaikka, tuhkan ominaisuudet, kasvupaikan maankäyttöhistoria sekä tuhkan levitysmäärät vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Tuhkan ympäristövaikutukset

Raskasmetallit

- Tuhkan haitalliset raskasmetallit, kuten kadmium ja lyijy, ovat tuhkan korkean pH:n vuoksi erittäin hidasliukoissa muodossa.
- Tuhkalannoitteille asetetuilla raskasmetallien raja-arvoilla estetään haitallisten raskasmetallien liiallinen kertyminen maaperään.
- Tuhkalannoituksesta ei todennäköisesti kulkeudu raskasmetalleja merkittäviä määriä marjoihin ja sieniin. Marjojen ja sienien keräämistä tulisi kuitenkin välttää tuhkan levitystä seuraavana kesänä erityisesti, jos on käytetty pölyävää irtotuhkaa.

Pintakasvillisuus

- Lannoituksella voi olla voimakkaatkin vaikutukset aluskasvillisuuteen, riippuen levitetyn tuhkan määrästä sekä kasvupaikan alkuperäisestä ravinteisuudesta.
- Ruohojen ja heinien peittävyys lisääntyy samalla kun sammal- ja jäkälälajit taantuvat tai kuolevat.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Tuhkan ympäristövaikutukset

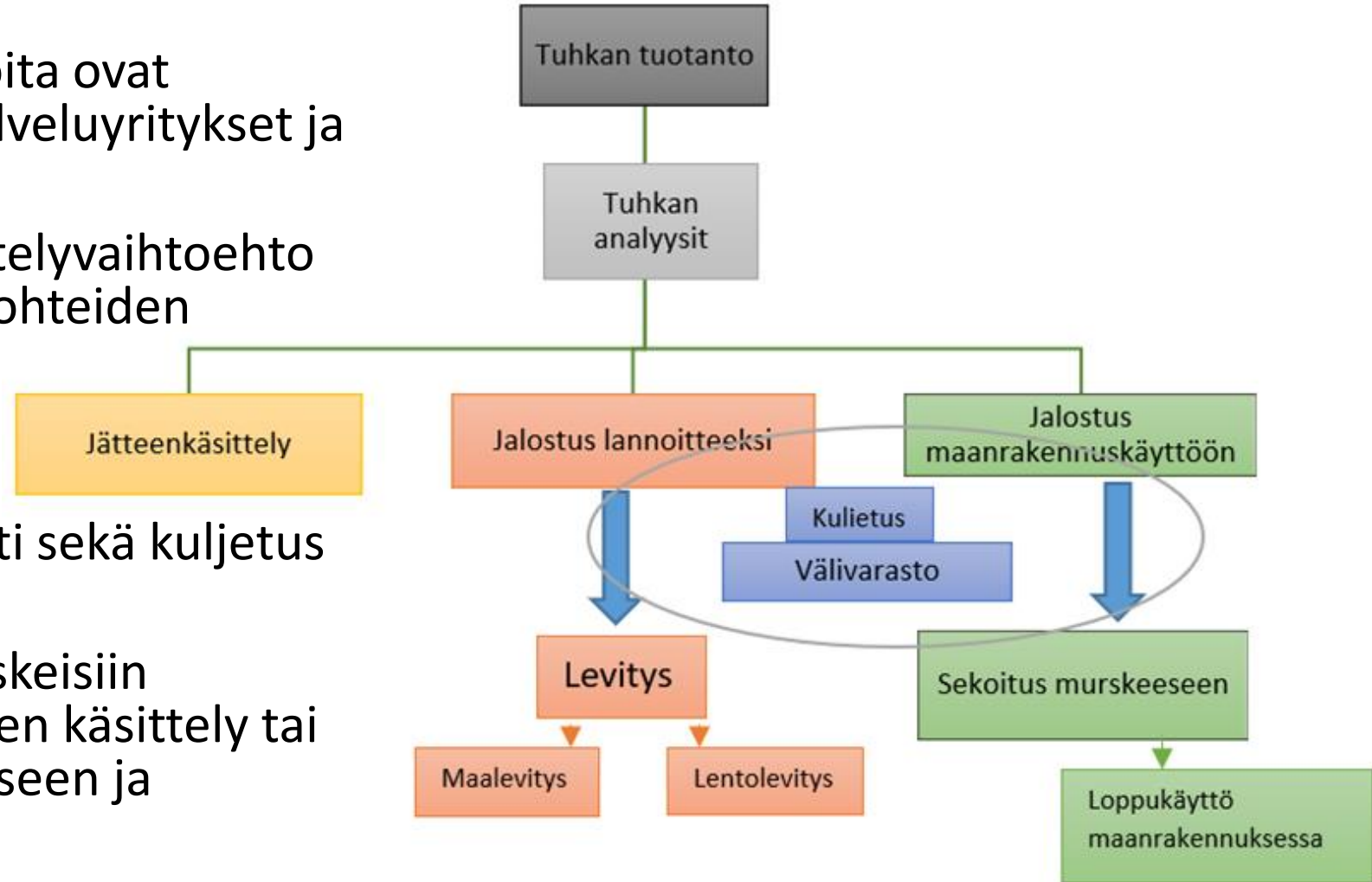
Vesistövaikutukset

- Fosforin huuhtoutuminen vesistöihin tuhkalannoitetuilta alueilta on ollut hyvin vähäistä. Myöskään talvilevitys ei lisää merkittävästi vesistöille haitallisen fosforin huuhtoumia.
- Tuhkalannoitus ei aiheuta typen huuhtoutumista tuhkalannoitetuilta alueilta, mikä selittyy typen pidättymisellä kasvillisuuteen.
- Ravinteiden liukoisuutta voidaan vähentää tuhkan itsekovettamisen, rakeistuksen tai pelletöinnin avulla.
- Huuhtoutumista voidaan vähentää merkittävästi välttämällä tuhkan päätymistä ojiin tai vesistöihin levityksen yhteydessä



Tuhkan toimitusketjut

- Tuhkan hyödyntämisen toimijoita ovat lannoitejalostajat, lannoituspalveluyritykset ja maarakentajat.
- Ketjussa tarvitaan jätteenkäsittelyvaihtoehto tuhkan laadun ja hyötykäyttökohteiden saatavuuden vaihdellessa.
- Lannoitusketjun keskeiset toiminnot ovat jalostus, tuotteen markkinointi ja myynti sekä kuljetus ja levitys metsään.
- Maarakennuskäytön ketjun keskeisiin toimintoihin kuuluu mahdollinen käsittely tai jalostus, kuljetus käyttökohteeseen ja rakentaminen.
- Ketjujen kannattavuuteen vaikuttavat erityisesti tuhkan varastointipaikka ja kuljetusetäisyydet.



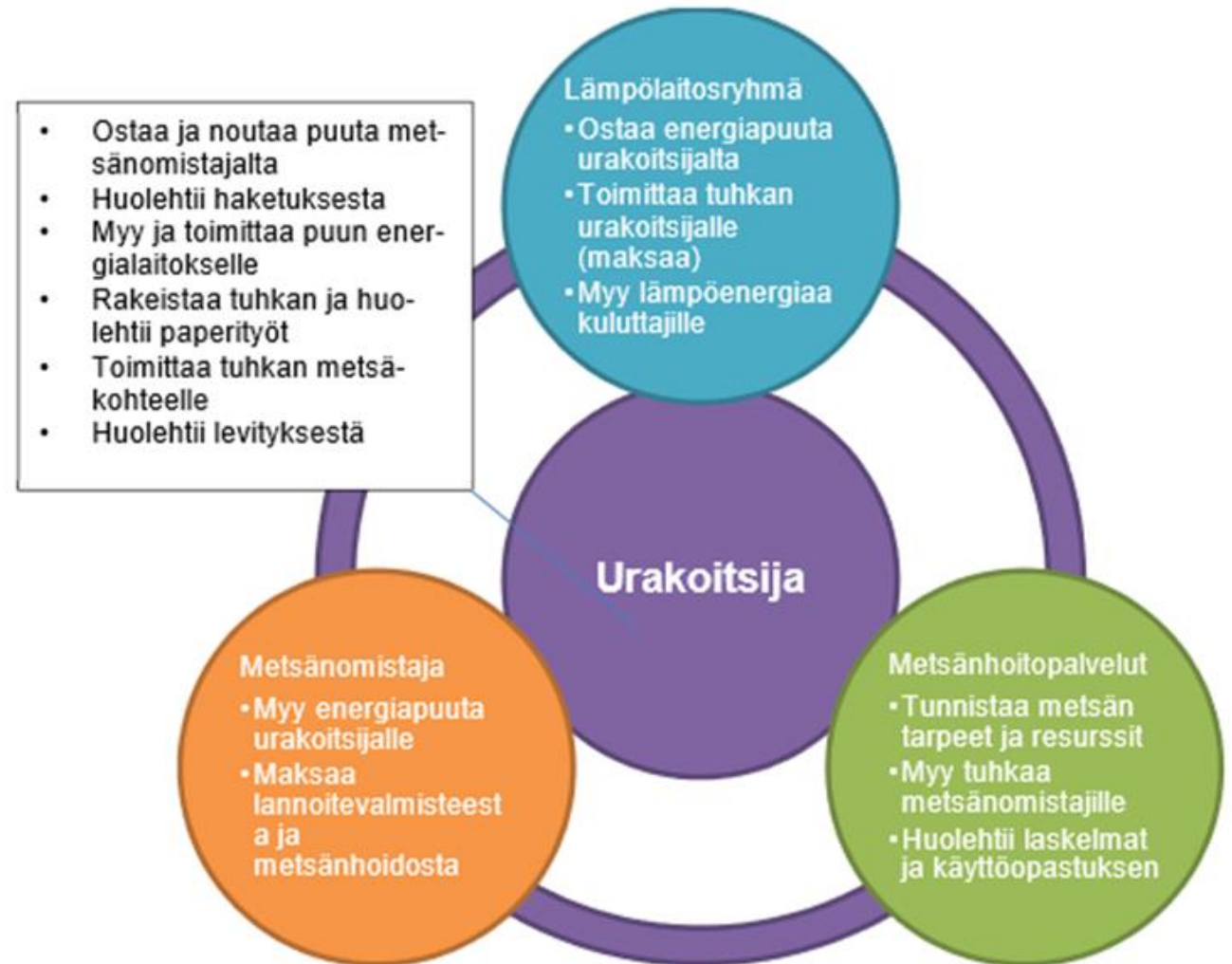
Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO

Tuhkan toimitusketjut

Esimerkkejä urakoitsijan palveluista tuhkaliiketoiminnassa

- Tuhkan hankinta ja välitys
- Kuljetus- ja noutopalvelu
- Varastointi
- Jalostus
- Hyötykäyttökohteiden kartoitus
- Markkinointi ja myynti
- Tuhkan toimitus
- Tuhkan levitys ja rakennus

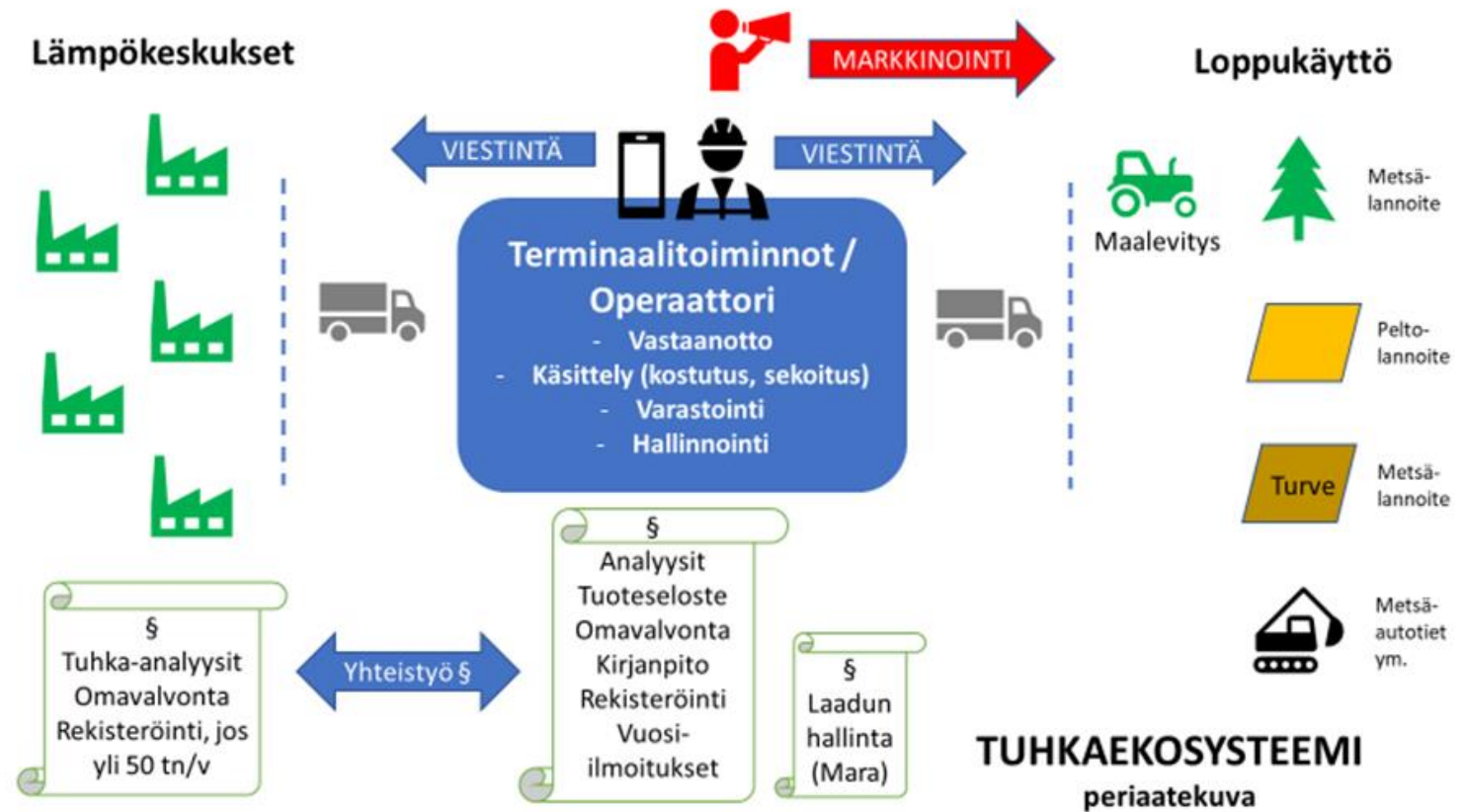


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO

Tuhkan toimitusketjut

- Hajallaan sijaitsevien lämpölaitosten tuhkien hyödyntäminen edellyttää kustannustehokasta kuljetuslogistiikkaa.
- Yhteinen terminaalialue tehostaa tuhkien kokoamisen, käsittelyn ja varastoinnin hallinnointia.
- Terminaali tarvitsee operaattorin, joka koordinoi tuhkaekosysteemin toimintaa ja toimii yhteyshenkilönä eri osapuolten välillä.



Lähde: Valkonen, M. 2019.

Tuhkan tuotannon ja käytön kohtaaminen

Materiaalitori

Materiaalitori –palvelussa tuhkan tuottajat voivat ilmoittaa tuhkaeränsä ja hyödyntäjät etsiä oman tarpeensa mukaista tuhkaa. Materiaalitorissa voi myös etsiä ja tarjota tuhkaan liittyviä palveluja. Materiaalitorin käyttäminen on maksutonta ja avointa alan toimijoille.

Tuhkan luokittelu on lisätty Materiaalitoriin. Luokittelu parantaa tuhkan hyödyntämismahdollisuuksia lannoituksessa ja maarakentamisessa.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Tuhkan laatuluokittelu

Materiaalitori-palvelussa

Käyttö lannoituksessa

1. maa- ja puutarhataloudessa
2. maisemoinnissa ja viherrakentamisessa
3. metsätaloudessa

Käyttö maarakentamisessa

4. väylällä peitettynä rakenteena
5. väylällä päällystettynä rakenteena
6. kenttänä peitettynä rakenteena
7. kenttänä päällystettynä rakenteena
8. vallina peitettynä rakenteena
9. teollisuus- ja varastorakennuksen pohjarakenteena
10. tuhkamursketiessä



Lisätiedon lähteitä

- [Vastuullista liiketoimintaa tuhkasta](#) – opas, esite, laskurit
- [Tuhkan maanrakentamisen uudet arvoketjut -hanke](#) – 2018-2020
- UUMA hanke <https://www.uusiomaarakentaminen.fi/>
- Materiaalitori <https://materiaalitori.fi/>
- [Tuhkarakentamisen käsikirja](#) – Ramboll, 2010
- Lainsäädäntö
 - [Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa \(MARA\) 843/2017](#)
 - [Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista \(24/11\)](#)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO

Vastuullista liiketoimintaa tuhkasta -hanke

- Tavoitteena saada tuhka hyötykäyttöön kustannustehokkaasti ja parantaa tuhkan tuottajien ja hyötykäyttäjien liiketoimintamahdollisuuksia
- Toteuttajina [Tapio Oy](#), [Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu](#) ja [Suomen metsäkeskus](#)
- Hankkeen toteutusaika 2019-2021
- Rahoitus Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto ja maa- ja metsätalousministeriö
- <https://tapio.fi/vastuullista-liiketoimintaa-tuhkasta/>



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

TAPIO 

Vastuullista liiketoimintaa tuhkasta

TAPIO



metsäkeskus



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

