

Metsäteiden tuhkarakentaminen ja -rakenteet

Tuhkan käytön edellytykset metsätien perusparannuksessa

1. Tiesuunnittelija laatii toimeksiannosta metsätienrakentamissuunnitelman tai perusparannussuunnitelman

- Mikäli tuhkan käyttö tienrakennusmateriaalina liittyy hankkeeseen, on asia otettava esille heti suunnittelun alkuvaiheessa pidettävissä kokouksissa.

2. Tiesakkaiden kokouksessa kaikilta osakkailta kysytään suostumus tuhkan käyttöön tienrakennuksen materiaalina

- Tuhkan käyttöön vaikuttavat oleellisesti siitä muodostuvat kustannukset suhteessa hyötyihin
- Suunnittelijan on osattava perustella tuhkan käytöstä aiheutuvat hyödyt, koska käyttö saattaa kohdata vastustusta ja ennakkoluuloja

3. Tuhkantuottaja

- Tiesuunnitelman tekijän saa tietoa lähellä sijaitsevista tuhkan tuotantolaitoksista ja tuhkantuottajista:
 - Biomassa-Atlaksesta
 - Materiaalitorilta
 - Erilaisista tuhkaprojekteista
 - Oman verkoston ja aktiivisuuden kautta

4. Tuhka

- Tuhkaa voidaan täyttää tierakenteissa joko massiivirakenteena rungon päällä tai päällysrakenteessa murskeeseen sekoitettuna
- Jotta tuhkaerä kelpaisi maarakentamiseen, siitä edellytetään MARA-asetuksessa määritellyllä tavalla otettuja ja analysoituja näytteitä
- Tuhka-analyysin tulokset määrittelevät tuhkaerän kelpoisuuden maarakentamiseen
- Tuhka-murske –seoksen aikaansaaminen edellyttää joko seoksen valmistusta murskeyrittäjän murskeasemalla tai väliaikaisella varastopaikalla
- Tuhkan pitkäaikaiseen hyödyntämiseen murskeasemalla pitää olla tuhkan käsittelyyn oikeuttava ympäristölupa
- Mikäli tuhkaa varastoidaan ja käsitellään väliaikaisesti, MARA-asetuksen mukaisessa rekisteröinti-ilmoituksessa ilmoitetaan tarvittavasta välivarastoinnista, sen sijainnista ja kestosta

5. ELY-keskus

- KEMERA –rahoitus edellyttää metsätienrakennuksen yhteydessä ympäristölausuntoa ELY-keskukselta. Omarahoitteisissa teissä tätä ei tarvita.
- Tuhkan käyttö tienrakennuksen materiaalina edellyttää joko MARA-asetuksen mukaista rekisteröinti-ilmoitusta paikalliseen ELY-keskukseen tai kunnalta haettavaa ympäristölupaa
- Tuhka-analyysin tulos ratkaisee, soveltuuko kyseinen tuhkaerä MARA-ilmoituksella käytettäväksi, vai onko haettava ympäristölupaa

- Ilmoituksen tekee normaalisti metsätien suunnittelija. Ilmoituslomake löytyy linkistä: <https://www.suomi.fi/palvelut/lomake/ilmoitus-ja-loppuraportti-jatteiden-hyodyntamisesta-maarakentamisessa-suomen-ymparistokeskus-syke/cb9c0483-7218-41f3-a352-b1fc1167a9ae>
- Ilmoituksen laadintaan on olemassa hyvä ohjeistus https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2018/mara-ilmoituksen-laatiminen_emmi-pajunen_10042018-003.pdf
- Ilmoituksen teko vaatii jonkin verran viitseliäisyyttä ja lisäpanostusta normaaliin tiesuunniteluun verrattuna
- Ilmoitukseen tarvitaan välivarastointiin luvan antaneen tiluksen haltijan suostumus ja allekirjoitus tai valtakirja
- Ilmoituslomakkeen sisältö ohjaa täyttämässä
- Normaali tiehankkeeseen verrattuna ylimääräinen ELY-keskus kierros on otettava huomioon myös toteutuksen aikataulua suunniteltaessa
- Eri ELY-keskusten ratkaisukäytännöissä voi olla eroja – tavoitteena on, että koulutuksella saataisiin toiminta yhtenäistettyä koko valtakunnan tasolla
- Käsittely voi viedä muutamasta päivästä muutamaan viikkoon
- ELY-keskuksessa tuhkan käyttö rekisteröidään paikkatietona tuhkatietojärjestelmään. Tätä varten ilmoituksessa tulee olla muun muassa käyttöpaikan alkua ja loppukoordinaatit

6. Urakoitsija, 7. Murskeyrittäjä, 8. Tuhkan jalostaja

- Tuhka-murske -seoksen käyttöön on urakoitsijan kannalta useita vaihtoehtoja
1. Urakoitsija itse on aktiivinen ja kehittää omaan toimintaansa liittyväksi toimenpiteeksi tuhkan sekoittamisen paikan päällä murskeen joukkoon
 - Sekoittaminen kauhakuormaajalla välivarastolla
 - ”kultivaattoriratkaisu” eli sekoittaminen tien pinnalla
 - muu kehittyneempi tapa levittää ja sekoittaa tuhka murskeen joukkoon
 2. Urakoitsija tuottaa valmiin tuhka-murske seoksen alaan vihkiytyneeltä murskeyrittäjältä, joka on hankkinut ympäristöluvan tuhkan käsittelyä varten murskeasemallaan
 - Toiminnan kehittyminen vaatii innovaatiota tuhka-murske seoksen valmistamiseen
 - Nykyiset sekoitusmenetelmät ovat hitaita eivätkä kovin tarkkoja tai liiketoiminnan kannalta taloudellisia
 - Kaikissa tapauksissa tarvitaan tuhkan varastointia varten joko MARA-asetuksen mukaiseen rekisteröinti-ilmoitukseen liittyvä väliaikaista varastointia varten tehtävä ilmoitus tai ympäristöluva
 3. Tuhkan jalostaja on ketjussa yksi mahdollisuus saada tierakenteisiin laadultaan testattua materiaalia
 - Tuhkan jalostajalla on yleensä prosessit kunnossa ja myös ammattimainen ote tuhkan käsittelyssä

Tuhka-murske -seos

Tuhka-murske -seos muodostaa tuhkan kovenemisreaktiosta ja liikenteen tiivistävästä vaikutuksesta johtuvan iskostuneen päällystettä muistuttavan päällysrakenteen, jolle on mitattu hyviä kantavuuksia Tapio Oy:n vetämässä Tuhkatieprojektissa. Tuhkakäsittelyillä teillä kantavuus paranee rakentamisesta kuluneen ajan myötä.

Tuhka-murske -seoksen käytössä on tärkeää etukäteen tutkia sekä tuhkan että murskeen koostumus. Murskeen rakeisuuskäyrän perusteella selvitetään sideaineena käytettävän tuhkan tarve, jotta päästään jakavan tai kulutuskerroksen materiaalilta edellytetyille rakeisuuskäyrälle. Tuhkan analysointi taas on välttämätöntä paitsi MARA-ilmoitusta varten myös tuhkan rakeisuuden selvittämiseksi, jotta lopputuotteessa päästään oikealle rakeisuuskäyrälle.

Tuhka-murske -seoksella käytetään samoja kerrospaksuuksia kuin normaalilla murskerakenteella. Kerrospaksuuteen vaikuttavat murskepäällysrakenteen tavoin pohjamaan kantavuusluokka, tien käyttötarkoitus ja liikenteen määrä. Myös tuhkapitoisuutta tulee vaihdella käyttökohteen ja murskeen raekoon mukaan. Oikea seossuhde ja murskeen raekoko määritetään pohjamaan kantavuuden ja odotettavissa olevan liikenteen perusteella. Taulukoissa 1-4 kuvataan suositeltavat tuhka-murskeseokset ja massiivituhkarakenteen kerrospaksuudet kussakin tavoitekantavuusluokassa. Kunnossapidossa ja etenkin vilkasliikenteisten teiden perusparannuksessa, missä on yleistäkin liikennettä, on hyväksi osoittautunut 0-16 mm:n murske 15–20 %:n tuhkasekoituksella.

Tuhka-murske -seosta käytettäessä tulee muistaa, että tuhkan ominaispaino on noin puolet murskeen painosta, joten tonnilla tuhka-murske -seosta saadaan enemmän päällysrakennetta kuin pelkällä murskeella. Mittauksilla juuri ja juuri havaittavan haitta-aineiden liukenemisen ja näköhavaintoihin perustuvan pölyämättömyyden takia alla olevissa päällysrakennetaulukoissa tuhka-murske -seosta ei ole esitetty peitettäväksi MARA-asetuksessa.

Tuhkan hankinta

Maarakennuksessa käytettävä tuhka on aina analysoitava ja varmistettava, että sen haitta-aineet eivät ylitä sallittuja rajoja. Tuhkaa tulee antaa seistä tuulelta suojatussa varastossa, jotta se ehtii vetää kosteutta ja on siten helpommin käsiteltävää varsinkin puhtaana tuhkakerroksena massiivirakenteessa.

Myös käytettävän sora- tai kalliomurskeen tutkiminen on tärkeää oikean sekoitussuhteen saamiseksi. Tulos voi olla, että murskeesta ei puutu hienompia jakeita, jolloin tuhkan lisäystä ei välttämättä tarvitakaan. Tuhkaa voidaan tällöinkin käyttää kovan iskostuneen pinnan saamiseksi. Vaikka lentotuhkat sisältävät pääsääntöisesti hienoimpia jakeita, tuhkastakin kannattaa ottaa rakeisuuskäyrät, koska myös tuhkan koostumuksella on vaikutusta seosmateriaalien asettumiselle rakeisuuskäyrille. Tuhkan analysointi on siten yhtä tärkeää kuin murskeen tutkiminen etukäteen.

Tuhkan kaukokuljetus

Tuhkan paikalle tuomisessa tulisi hyödyntää tuhkan kuljetukseen riittävän kokoista kalustoa esim. lämpölaitokselle menevän turpeen tai hakkeen paluukuljetuksia. Näissä ajoneuvoyhdistelmät on lisäksi varustettu tuhkan kuljetukseen soveltuvilla ketjupurkaimilla. Tuhkan kuljetus vaatii kuljettajalta korkeaa ammattitaitoa.

Tuhkan sekoittaminen murskeeseen

Ensisijainen vaihtoehto on hankkia tuhka-murske -seos valmiiksi sekoitettuna, jos sitä on saatavilla paikkakunnalla. Tällöin toimittaja vastaa tuhkan käsittelyn ja sekoittamisen järjestelyistä ja että materiaali on sitä mitä on tilattu. Tuhka on tällöin mahdollista sekoittaa jo murskausprosessissa. Sekoittaessa itse tulee varata riittävän suuret varastointitilat ja huolehtia, ettei tästä aiheudu haittaavaa pölyämistä. Ihannetapauksissa tuhkan ja murskeen sekoittaminen voi MARA-asetuksen mukaisesti tapahtua välivarastolla. Tämä välivarastointi tulee muistaa ilmoittaa MARA-ilmoituksessa. Ellei käytössä ole seulakauhaa tai muuta sekoituslaitetta, tuhka ja murske saadaan sekoitetuksi riittävällä tarkkuudella levittämällä kuormainvaa'alla varustetulla pyöräkuormaajan kauhalla kerroksittain tuhkaa ja mursketta ja siirtämällä seos tästä kuormaajan kauhalla toiseen kasaan, jolloin aineet sekoittuvat riittävästi. Menetelmä on tehokas ja nopea. Sekoittamalla tuhka ja murske omalla varastolla, voidaan tehdä tarvittava määrä päällysrakennemateriaalia kerralla, jolloin ei tarvita suuria varastotiloja.

Tuhkan tai seosmurskeen kuljettaminen ja levittäminen metsätiekohteelle

Kuljetettaessa tuhkaa tai tuhka-murske -seosta läheltä, voidaan käyttää joko traktoria tai kuorma-autoa. Tuhka ja tuhka-murske ovat kevyitä, joten tila saadaan täysin käyttöön eikä teiden kantavuusongelmia ole niin paljon kuin puhtaiden maa-ainesten kanssa. Kasetin käyttö on kannattavaa tuhkan ja seosmurskeen kuljetuksessa yli 10 km matkalla. On huomattava, että jos seosmurskeen tuhkapitoisuus ylittää 30 p-%, se alkaa holvaantua lavalle. Tuhka tyhjenee tällöin huonosti lavalta ja voi pahimmassa tapauksessa kaataa kippaavan tai mattoa vetävän auton. Kuorma-autosta ja erityisesti kasetista seosmurskeen levitys vaatii kuljettajalta erityistä osaamista. Pelkän tuhkan levitys on syytä tehdä nuppiautolla tai traktorilla.

Tuhka-murskerakenteen tasaaminen ja tiivistäminen

Tuhka-murske tulee saada leviämään tasaisesti. Tasaamisessa ja osittain myös tiivistämiseen soveltuu hyvin kuorma-auton alusterä. Jos tällaista ei ole käytettävissä, tulee rakenne muotoilla lanalla tai tiehöylällä. Tiivistäminen onnistuu riittävän hyvin päällysrakenteen ajon aikana ajamalla levityskalustolla eri raiteissa. Tämä onnistuu sitä paremmin mitä leveämpi tie on.

Massiivinen lentotuhkarakenne

Massiivinen tuhkakerros – tuhkatatja - päällysrakenteen alla lisää mittausten mukaan metsätien kantavuutta ja toimii routaeristeenä. Massiivituhkarakenteella on saatu erittäin hyviä kantavuustuloksia koemittakaavassa. Myös tällä rakenteella on havaittu kantavuustulosten parantumista tien rakentamisesta kuluneen ajan myötä. Tuhkakerros sopii keveytensä takia hyvin käytettäväksi myös pehmeikköjen ylityksessä, jos veden nousu tuhkarakenteeseen on estetty. Tuhkatatjarakenteen rakentamisessa seuraava menettely on suositeltava:

- Tuhkatatjarakenteen yhteydessä perusparannettavan- tai uuden tien pintaan höylätään yleensä kaukalo
- Pohjalle voidaan asentaa suodatinkangas
- Suodatinkankaan päälle voidaan ajaa mattona ohut tuhkakerros suojaksi
- Tämän jälkeen tuhkaa kipataan kasalle rungon päälle ja levitetään kaivurilla 50-60 cm paksuiseksi kerrokseksi
- Tuhkakerros tiivistetään kaivurin teloilla ja jyrällä 30 cm:n paksuiseksi jakavaksi kerrokseksi
- Tuhkakerros kovettuu vankaksi patjaksi päällysrakenteen alle
- Tuhkatatjan päälle levitetään taulukkojen 1-4 mukaisesti yleensä vähintään 10 cm murskekerros tien käyttötarkoituksen ja pohjamaalajien kantavuusluokkien mukaisesti

Kantavalla kivennäismaalla tuhkakerros toimii jakavana kerroksena. Keskimääräisellä liikenteellä ja maapohjalla tähän riittää 30 cm:n kerrokseksi hyvin tiivistetty tuhkakerros. Tuhkatatjan paksuutta voidaan vielä lisätä tästä pohjamaan kantavuuden ja odotettavissa olevan liikenteen mukaan. Tuhkakerros peitetään käytännössä vähintään 10 cm:n murskekerroksella.

Päällysrakenneluokka 1 — Runkotiet

Taulukko 1. Tavoitekantavuus keväällä 80—90 MPa (80—150 puutavara-autoa).

Pohjamaan kantavuusluokka	A—F	A	B	C	D	E	F	
Kulutuserros * (kallio- tai sora murske, 0—16..25 mm) <i>tai</i> <i>(tuhka 20 p-% murske 0-32 mm) **</i> <i>(tuhka 15p- % murske 0-16 mm) ***</i>	cm i-m ³ /jm	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	5 0,3	
Jakava kerros (kallio- tai sora murske, 0—32..55 mm) <i>tai</i> <i>(tuhka 20 p- % murske 0-60 mm)</i> <i>tai hyvin tiivistettyä lentotuhkaa</i>	cm i-m ³ /jm	15 1,0	— —	10 0,6	30 2,0	60 4,0	20 1,3	50 3,3
	cm	30	—	30	30	30	30	30
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka)	cm i-m ³ /jm	— —	— —	— —	— —	— —	80 4,7	— —

Samuli Joensuu, Ilppo Greis, Arto Sorsamäki, Maija Kauppila ja Tommi Tenhola

Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	KL3	KL3	KL3
Penger (E-luokan mater.)	cm	—	—	—	—	—	—	50
Yhteensä	cm	20	5	15	35	65	105	105
	i-m ³ /jm	1,3	0,3	0,9	2,3	4,2	6,3	6,3
Kantavuus tien pinnassa, MPa	Kevät	270	200	125	95	80	80	80
	Kesä	285	245	155	125	115	115	115

** Ympäristölupapäätöksissä on edellytetty massiivituikkakerroksen peittämistä 10 cm:n kiviaineskerroksella*

*** vain metsäliikennettä *** paljon kevyttä liikennettä*

Päällysrakenneluokka 2 — Runko- ja aluetiet

Taulukko 2. Tavoitekantavuus keväällä 60–70 MPa (20–40 puutavara-autoa).

Pohjamaan kantavuusluokka	A—F	A	B	C	D	E	F		
Kulutuskerros * (kalloi- tai soramurske, 0—16..25 mm) <i>tai</i> <i>(tuhka 20 p- %+ murske 0-32 mm) **</i> <i>(tuhka 15 p- %+ murske 0-16 mm) ***</i>	cm	5	5	5	5	5	5	5	5
	i-m ³ /jm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Jakava kerros (kallio- tai soramurske, 0—32..55 mm) <i>tai</i> <i>(tuhka 20 p- %+murske 0-60 mm)</i> <i>tai hyvin tiivistettyä lentotuhkaa</i>	cm	15	—	5	15	40	15	40	20
	i-m ³ /jm	1,0	—	0,3	1,0	2,6	1,0	2,6	1,3
	cm	30	—	30	30	30	30	30	
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka)	cm	—	—	—	—	—	45	—	75
	i-m ³ /jm	—	—	—	—	—	3,0	—	4,9
Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	KL3	KL3	KL3	KL3
Penger (E-luokan mater.)	cm	—	—	—	—	—	—	40	—
Yhteensä	cm	20	5	10	20	45	65	85	100
	i-m ³ /jm	1,3	0,3	0,6	1,3	2,9	4,3	5,6	6,6
Kantavuus tien pinnassa, MPa	Kevät	270	200	110	75	70	60	70	65
	Kesä	285	245	140	95	110	90	100	120

** Ympäristölupapäätöksissä on edellytetty massiivituikkakerroksen peittämistä 10 cm:n kiviaineskerroksella*

*** vain metsäliikennettä *** paljon kevyttä liikennettä*

Päällysrakenneluokka 3 — Aluetiet

Taulukko 3. Tavoitekantavuus kesällä 60—70 MPa (20—40 puutavara-autoa), luokissa E ja F ei raskasta liikennettä kelirikkoaikana.

Pohjamaan kantavuusluokka	A—F	A	B	C	D	E	F	
Sorastuskerros * (kallio- tai soramurske, 0—32..55 mm) <i>tai</i> <i>(tuhka 20 p-%+ murske 0-32 mm)</i>	cm	15	0—5	5	10	20	45	30
	i- m ³ /jm	1,0	0—0,3	0,3	0,6	1,2	3,0	2,0
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka) <i>tai</i> <i>tai hyvin tiivistettyä lentotuhkaa</i>	cm	—	—	—	—	—	—	15
	i- m ³ /jm	—	—	—	—	—	—	1,2
	cm	30	—	30	30	30	30	30
Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	(KL3)	(KL3)	(KL3)
Yhteensä	cm	15	0—5	5	10	20	45	45
	i- m ³ /jm	1,0	0—0,3	0,3	0,6	1,2	3,0	3,0
Kantavuus tien pinnassa, MPa	Kevät	245	200	105	65	40	35	35
	Kesä	255	245	135	85	65	65	60

Mikäli aluetiellä on runsaasti kevyttä liikennettä, voidaan sorastuskerroksen päälle lisätä varsinainen kulutuskerros (murske, 0—16..25 mm). *tai tuhka 15 p-%+ murske 0-16 mm*

** Ympäristölupapäätöksissä on edellytetty massiivituikkakerroksen peittämistä 10 cm:n kiviaineskerroksella*

Päällysrakenneluokka 4 — Varsitiet

Taulukko 4. Tavoitekantavuus kesällä 50—60 MPa (10—20 puutavara-autoa), luokissa E ja F ei raskasta liikennettä kelirikkoaikana.

Pohjamaan kantavuusluokka	A—F	A	B	C	D	E	F	
Sorastuskerros * (kallio- tai soramurske, 0—32..55 mm) <i>(tuhka 20 p-%+ murske 0-32 mm)</i>	cm	10	0	0—5	5	15	35	20
	i- m ³ /jm	0,6	0	0—0,3	0,3	1,0	2,3	1,3
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka)	cm	—	—	—	—	—	—	25
	i- m ³ /jm	—	—	—	—	—	—	1,6
<i>tai hyvin tiivistettyä lentotuhkaa</i>	cm	20	—	20	20	20	30	30
Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	(KL3)	(KL3)	(KL3)
Yhteensä	cm	10	0	0—5	5	15	35	45
	i- m ³ /jm	0,6	0	0—0,3	0,3	1,0	2,3	3,0

Samuli Joensuu, Ilppo Greis, Arto Sorsamäki, Maija Kauppila ja Tommi Tenhola

Kantavuus tien pinnassa, MPa	Kevät	265	200	105	55	35	30	30
	Kesä	275	240	130	75	55	55	60

** Ympäristölupapäätöksissä on edellytetty massiivituhkakerroksen peittämistä 10 cm:n kiviaineskerroksella*

Pohjamaan kantavuusluokitus

Pohjamaan kantavuusluokka	Maa-aines	Routivuus
A	kallio, louhe, murske, murskesora	routimaton
B	sora	routimaton
C	soramoreeni, karkea hiekka	routimaton
D	keskihiekka, hieno hiekka (kosteaa)	routimaton
E	soramoreeni (kosteaa), hiekkamoreeni (kosteaa), hieno hiekka (kosteaa)	routiva
F	hiekkamoreeni (märkä), hieno hiekka (märkä), siltti ja silttimoreeni (kosteaa)	routiva
G	siltti ja silttimoreeni (märkä), pehmeä savi, turve ja lieju	routiva

Tuhkarakenteen kunnossapito

Sekä seos- että pelkän tuhkarakenteen kunnossapidossa on perinteistä päällysrakennetta tärkeämpää pitää tien runko kuivana. Tuhkapäällysrakenne menettää kantavuutensa, jos tierunko on liian kostea. Ojien ja rumpujen kuntoon on siksi kiinnitettävä erityistä huomiota. Hyvin iskostunut tuhka-murske -päällysrakenne on helppohoitoinen ja on oletettavaa, että sen lanaamiseen tai höyläämiseen ei ole niin suurta tarvetta kuin puhtailla kiviainespäällysrakenteilla. Rakennetta voi kuitenkin lanata samalla tavalla kuin pelkkää murskepäällysrakennettakin. Tuhkatjarakenteen päällä olevaa murskekerrosta on lanattava ja muotoiltava säännöllisesti ja ajattava tarvittaessa uutta kulutus pintaa, ettei tuhkerros pääse paljastumaan. Tuhka-murske -päällysrakenne voi olla sateella liukas, jos tuhka-murskeseoksen tuhkapitoisuus on 30 % tai suurempi.