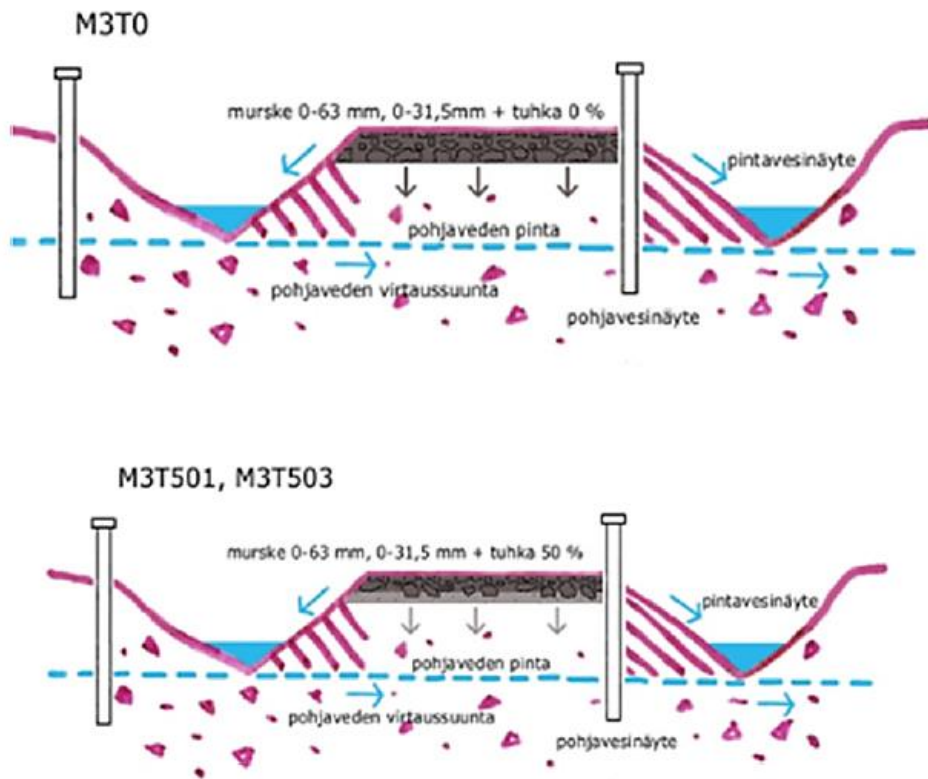


Kohteen sijainti ja kuvaus	Karstula, metsäautoteiden perusparannus, Tuhkatie-hanke 2011-2014, Tapio, Helsingin yliopisto
Toteutusajankohta	Rakennettu 2011, kantavuusmittaukset 2012-2013, pohjavesianalyysit 2011-2014.
Uusiomateriaalien hyödyntäminen	Lentotuhkaa käytettiin päällysrakenteessa massiivirakenteena ja tuhkamurskerakenteena metsäautotien perusparannuksessa. Massiivituhkarakenteessa tiivistetyn tuhkerakkeen paksuus on 30-40 cm (kuva 1). Tuhkerakkeen päällä on n. 10 cm murskerakenteen, joka on murskeiden #0/63 ja #0/32 seos. Muissakin massiivituhkatierakenteissa on osoittautunut toimivaksi rakenne, jossa on noin 30 cm tiivistetty tuhkatietä ja sen päällä 0-32 mm mursketta 10 cm kerros. Kohteessa käytettiin myös tuhkamurskerakenteita, joissa tuhkan osuus oli 15, 30 tai 50 %.
Kohteen erityispiirteitä	Tuhkerakkeen alapuolinen pohjamaa hiekkamoreenia.
Kohteen laajuus	Massiivituhkatierakennetta n. 600 m. Yhteensä 4,4 km tuhkatietä massiivirakenteen lisäksi tuhkamursketeitä eri rakeisuudeltaan erilaisilla murskeilla ja tuhkan eri seossuhteilla.
Lupatarve	Hankkeelle haettiin ympäristölupa, koska tuhkatiet eivät kuuluneet aikaisemman (2006) MARA-asetuksen piiriin. Hanke toteutettiin ympäristövaikutusten selvittämiseksi. Tuhkan ja kohteen täyttäessä MARA-asetuksen (843/2017) vaatimukset, riittää rekisteröinti-ilmoitus.
Hyödynnetty uusiomateriaali 1	Kasavarastoitu lentotuhka, UPM Jämsänkoski massiivirakenteessa n. 800 tn, koko hankkeessa yhteensä n. 2000 tn.
UUMA-rakentamiseen liittyvät tutkimukset	
- ennakkoon	Tuhkan hyötykäyttökelpoisuusanalyysit
- rakentamisvaiheessa	Pohjavesianalyysit (tässä hankkeessa)
- rakentamisen jälkeen	Kantavuusmittaukset ja pohjavesimittaukset, päällysrakenteen toimivuuden ja pölyämisen aistinvarainen seuranta.
- jatkotutkimustarpeet	Teiden kuntoinventointi
UUMA-rakentamisen vaikutukset	Puun- ja turpeenpolton tuhalla korvattiin luonnonmateriaaleja, lähinnä kalliomursketta. Tuhkerakkeet toimii routimattomana eristyskerroksena ja soveltuu mm. pehmeikkörakentamiseen keventämään metsäteille tyypillisiä suon päällä "kelluvia" penkereitä. Pohja- ja pintavesiseurannassa todettiin, että tuhkan käyttö ei merkittävästi muuta vesien laatua. Tuloksia on hyödynnetty päivitetessä MARA-asetusta ja Metsätieohjeita eli metsätienormeja (Metsätieho Oy): tuhkan hyödyntäminen metsäteissä on mukana MARA:n ilmoitusmenettelyssä ja metsätienormeissa.
Havaintoja ja kokemuksia UUMA-rakentamisesta	Asetettu kantavuusvaatimus 60-70 MPa saavutettiin massiivirakenteissa. Sorateihin verrattuna tuhkatiet kestävät paremmin eri vuodenaikojen vaikeita olosuhteita, ja niiden kantavuus parani kahden vuoden mittausjakson ajan.




	<p>Rakenteessa käytetään vähintään 2-4 vko taivasalla kasavarastoitua tuhkaa. Pohjamaa muotoillaan kaukaloksi massiivituhkarakenteen alle (ks. liite).</p> <p>Pehmeikkörakentamisessa tuhkakeros on eristettävä hyvin märästä pohjamaasta ja katkaistava kapillaarinen vedenousu esim. pohjatuhkakerroksella.</p> <p>Massiivituhkakeros on tiivistettävä hyvin ja peitettävä vähintään 10 cm murskekerroksella. Huonosti tiivistetty tuhkatatja ei muodosta riittävän lujaa perustaa murskekerrokselle ja pursuu helposti murskeen läpi.</p>
Organisaatio	<p>Tuhkatie-hanke 2011-2014, Tapio Oy, Helsingin yliopisto</p> <p>Tilaaaja, rakennuttaja, suunnittelija: Tapio Oy, Samuli Joensuu</p> <p>UPM, Pekka Rantala</p>
Liitetiedot	<p>Liite 1: Rakennekerrokset</p> <p>Liite 2: Kohteen sijainti</p> <p>Liite 3: Kantavuusmittaukset</p> <p>Liite 4: Kuvia tuhkatien rakentamisesta</p>
Kohteen raportointi	<p><i>Seospolttotuhkan käyttö metsäteissä</i>, Kandidaatintyö 26.11.2014, Tinka Kajander, Aalto-yliopisto.</p> <p><i>Tuhkatie-hanke 2011-2014, Hankkeen tuloksia</i>, 27.4.2015, H. Vanhanen, Helsingin yliopisto, S. Joensuu, Tapio Oy.</p> <p><i>Tuhkan käyttö tienrakennuksessa ja metsänlannoituksessa</i>, 25.4.2018, Samuli Joensuu, Tapio Oy.</p> <p><i>Metsäteiden tuhkarakentaminen ja -rakenteet</i>. Tekninen ohje 20.3.2020, Tapio Oy. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/03/Mets%C3%A4teiden-tuhkarakenteiden-suunnittelu-ja-toteutus.pdf</p>
Kohdekortin laatija, organisaatio, pvm.	Riikka Silmu, UPM R&D, 28.5.2020 (päiv. 12.8.2020)

Huom! Kortin numero muutettu 5.7.2022 4-101 => 4-11

Liite 1. Rakennekerroksien poikkileikkaukset ja tuhkan sijainti rakenteessa, massiivirakenteet 8 (M3T501) ja 9 (M3T503), kontrolli 10 (M3T0)



Alla rakenne, jota UPM käyttää metsäautoteiden rakentamisessa vuosittain. Massiivituhkarakenne, jossa on 30-40 cm tiivistettyä tuhkaa ja sen päällä n. 10 cm murskekerros (0/32), on osoittautunut toimivaksi muissakin toteutetuissa kohteissa.

- | | | |
|---|---|---|
|  | = murske, 10 cm | <p>1 Runko muotoillaan "kaukalon" muotoon
 2 Tuhka levitetään ja tiivistetään kerrokseksi rungon yläosaan niin, että se on tulva-aikanakin ojavesien yläpuolella
 3 Rakenne peitetään 10 cm murskekerroksella</p> |
|  | = tuhka, 30-40 cm | |
|  | = runko, ojamaista tai lähialueelta saatavasta kivennäismaasta; moreeni, sora, hiekka | |



Liite 2. Kohteen sijainti, massiivirakenteet 8 ja 9, kontrolli 10

KARTTALIITE

Tapion Tiet ja Ojat OY/13.07.2011

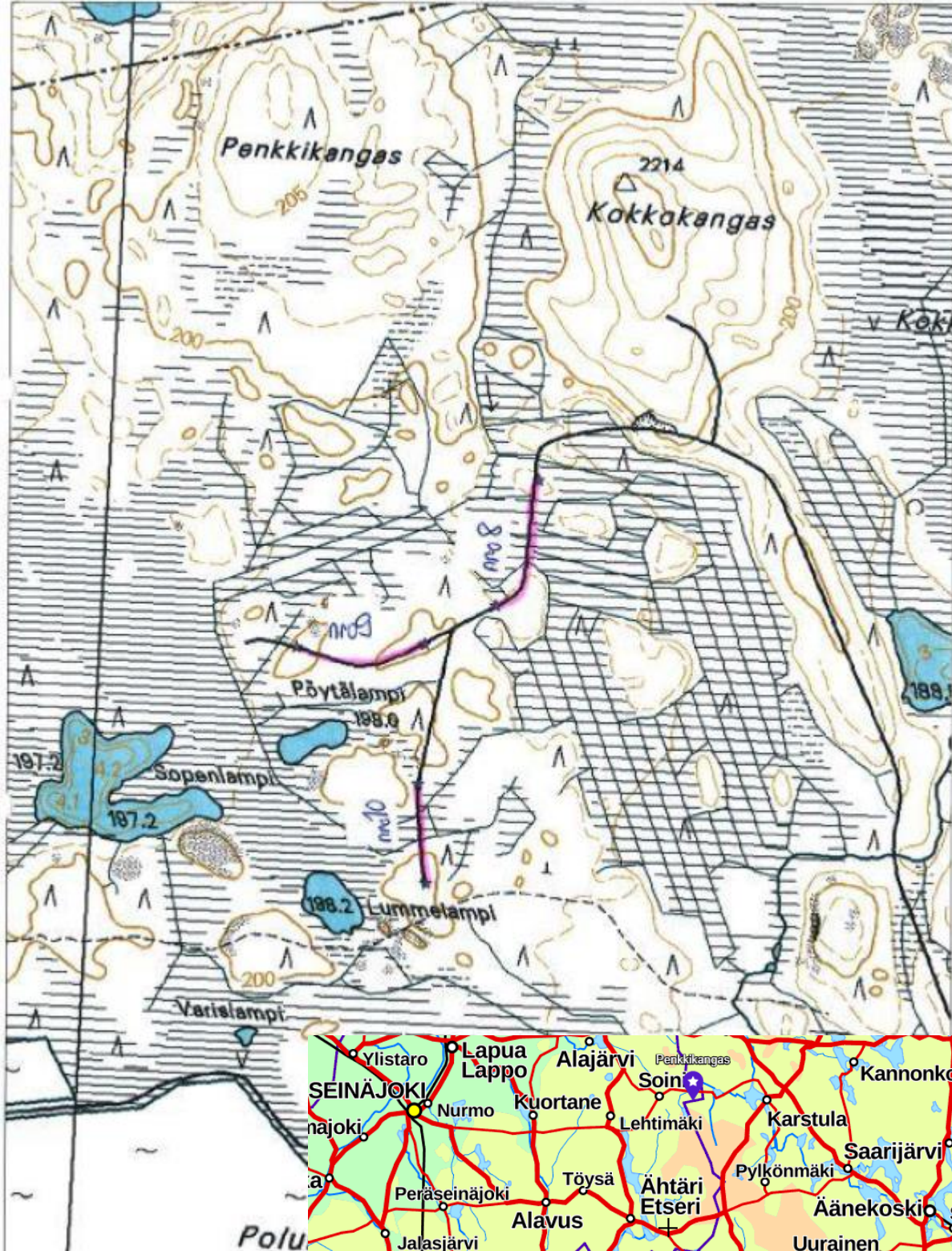
nrot: 8-10

Kunta:
Kylä:
Tila:

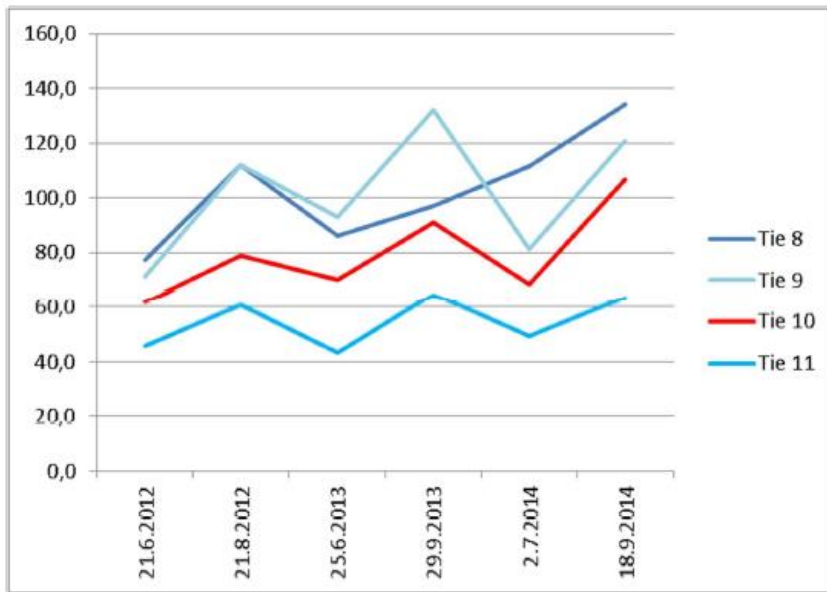
© Maanmittauslaitos, lupa nro

Kp: 2520723, 6972389 Karttalehti: 224209

1:10000



Liite 3. Kantavuusmittaukset, massiivituhrakarakenteet 8 ja 9, kontrolli 10



Kantavuusmittausten keskiarvoja MPa koeteillä 8, 9 ja 10 (Tie 11 tuhrakarakenteen vastaavista materiaaleista)

		21.6.2012	21.8.2012	25.6.2013	29.9.2013	2.7.2014	18.9.2014
TIE	ETÄISYYS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS
8	10	135	170	107	140	172	195
8	35	75	92	75	97	86	103
8	60	77	94	79	90	81	103
8	85	71	129	80	95	138	182
8	110	46	103	75	108	88	110
8	135	63	96	64	93	77	103
8	160	67	76	57	79	94	105
8	185	97	135	91	119	145	148
8	210	73	120	119	67	111	158
8	235	68	103	114	83	123	136

Tie nro 8, kantavuusmittausten tulokset, kantavuudet annettu yksikössä MPa

		21.6.2012	21.8.2012	25.6.2013	29.9.2013	2.7.2014	18.9.2014
TIE	ETÄISYYS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS
9	10	78	117	98	130	86	133
9	35	73	117	113	135	110	116
9	60	82	190	132	198	95	154
9	85	75	97	76	160	94	123
9	110	56	80	93	57	78	121
9	135	59	141	102	174	96	158
9	160	68	127	74	174	98	169
9	185	68	76	64	96	59	104
9	210	78	80	88	107	35	57
9	235	79	118	103	118	81	93
9	260	67	91	81	106	64	100

Tie nro 9, kantavuusmittausten tulokset, kantavuudet annettu yksikössä MPa

		21.6.2012	21.8.2012	25.6.2013	29.9.2013	2.7.2014	18.9.2014
TIE	ETÄISYYS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS	KANTAVUUS
10	10	93	117	94	133	99	149
10	35	54	89	59	94	70	101
10	60	47	53	32	48	48	63
10	85	44	68	43	75	38	73
10	110	54	72	80	72	67	105
10	135	52	73	111	113	86	136
10	160	68	62	59	88	58	116
10	180	84	98	82	104	82	112

Tie nro 10, kantavuusmittausten tulokset, kantavuudet annettu yksikössä MPa

Liite 4. Kuvia tuhkatien rakentamisesta



Kuva 1. Tie ennen parannusta.



Kuva 2. Pohjan muotoilu kaukaloksi.



Kuva 3. Tuhkan levitys.



Kuva 4. Tuhkan tiivistäminen.



Kuva 5. Tiivistetty tuhkerakros.



Kuva 6. Murskeen levitys tuhkerakrosen päälle.



Kuva 7. Valmis tuhkatie.



Kuva 8. KUAB-painonpudotuslaitteisto.