

Lahden tiedepäivä 14.11.2019

Tuhkat metsäteiden rakennusmateriaalina

Lahden tiedepäivä 14.11.2019

Samuli Joensuu

Tapio Oy

TAPIO 

Taustaa

- Metsätiet ovat pääosin puutavaran kuljetusta varten rakennettuja teitä
- Suomessa on tällä hetkellä arviolta 135 000 kilometriä metsäteitä
- Metsätiet ovat edullisia rakenteita
 - Tien runko on yleensä paikallisesta materiaalista
 - Vain päällysrakenne tuodaan muualta



Mitä hyötyä tuhkasta?

- Kantavuusmittauksissa tuhkakäsitellyillä teillä on saatu parempia kantavuslukuja kuin teillä, joissa pintarakenne on pelkkää kalliomursketta
- Päälysrakenne iskostuu kovaksi, täysin pölyämättömäksi ”päälysteeksi”



Tuhkarakentamisen vaihtoehdot

- Tuhkan käyttöä maarakentamisessa säätelee nk. MARA-asetus, jota on päivitetty viimeksi 1.1.2018
- Tuhkatjarakentaminen
 - Tuhkatjan yhteydessä MARA-asetuksen raja-arvot Väylärakentamisen mukaan
 - Sopivan tuhkan saanti paikalle lähinnä logistinen kysymys
 - Hinta määräytyy tuhkalähteen etäisyyden mukaan
 - Tuhkan tarve kerralla suuri
 - Rakenne sopii myös metsäteiden lisäksi myös yksityisteille peitettynä

Tuhkarakentamisen vaihtoehdot

- Tuhka-murske –seoksen käyttö
 - MARA-asetuksessa on omat haitta-aineiden raja-arvot tuhkalle Tuhka-mursketielle
 - Varmistettava, missä seoksen saa tehdä
 - Yllätyksiin varauduttava!
 - MARA-asetuksessa mainittu välivarastointimahdollisuus ei aina riitä seoksen valmistuspaikan osalta
 - Tuhka-murske –seos vaatii vähemmän tuhkaa kuin tuhkapatja –rakenne
 - Suositus 20 painoprosenttia tuhkaa – maximi 30 %



Tuhka-murske –
seoksen valmistusta



Tuhkan levitys

- Tuhka-murske –seos
 - Levitys samalla tavalla kuin normaali päällysrakenteen levittäminen
 - Ei pölyongelmia levitettäessä

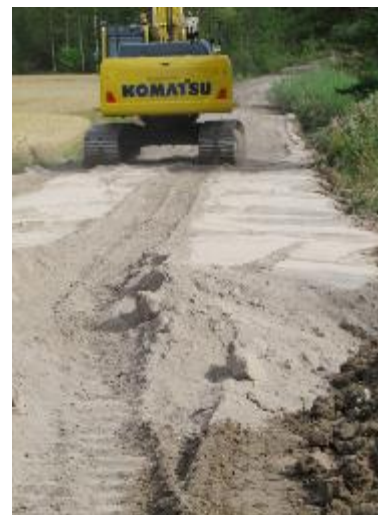


Tuhka-murskeseoksen tasausta



Tuhkapatjarakenne – esimerkkinä UPM:n ratkaisut

- Tuhkapatjarakenteen yhteydessä perusparannettavan- tai uuden tien pintaan höylätään yleensä kaukalo
- Pohjalle voidaan asentaa suodatinkangas
- 50-60 cm tuhkaa tiivistetään teloilla ja tärjyillä 30 cm:n jakavaksi kerrokseksi
- Kovettuu vankaksi tienrungoksi tai pengertäytteeksi päällysrakenteen alle
- Vaatii peitteeksi vähintään 10 cm murskekerroksen



Valmista
tierunkoa syntyy
noin 25 metriä
kaivurityön
jäljeltä yhdellä
kuormallisella



13.12.2019



ecolan

OTSO

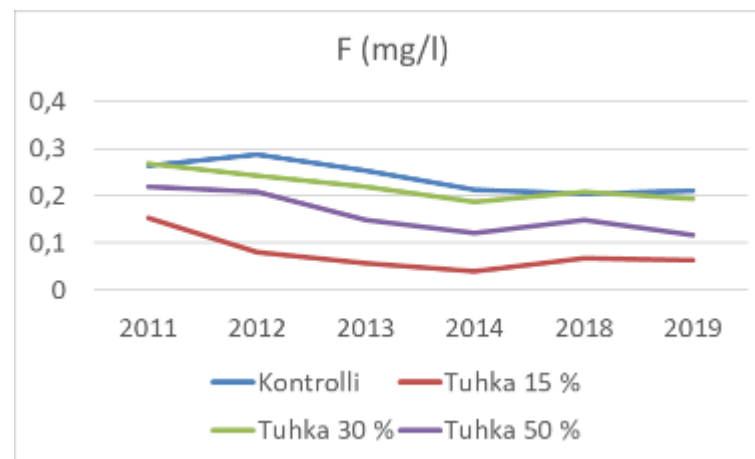
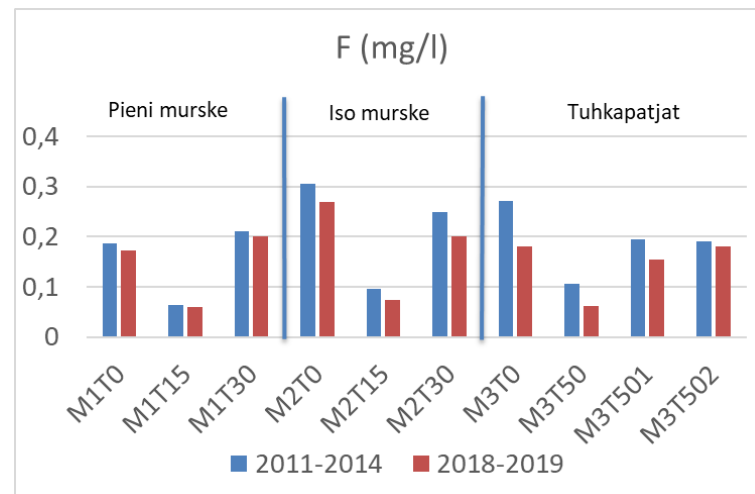
TAPIC

Pohjaveden laadunseuranta

- Pohjavedenlaadun seuranta tehty Karstulassa Tuhkatie-hankkeessa 2011-2014; jatkettu ARVO-TUHKA -hankkeella
 - Tuhka-murskeseosrakenteiden ympäristövaikutukset ja tekninen soveltuvuus 18:lla testitiepätkällä (yht. 4,4 km) Karstulassa
- Pohjavesinäytteitä otettu 25.9. ja 12.11.2018 sekä 14.5. ja 4.9.2019
- Vuosien 2018-2019 keskiarvoja on verrattu vuosien 2011-2014 keskiarvoihin
 - Vertailu myös STM asetuksen 683/2017 talousveden laatuvaatimuksiin
- Aineisto testattu repeated measures ANOVAlla
 - Merkitsevyytaso 0,05
 - Näytteenottoajankohdan (n=19), tuhkan (n=4) ja murskeen (n=3) vaikutus
 - HUOM! Patjat yhdistetty testauksessa (50, 501, 502)

Tulokset 2011-2014 vs. 2018-2019 - fluoridi

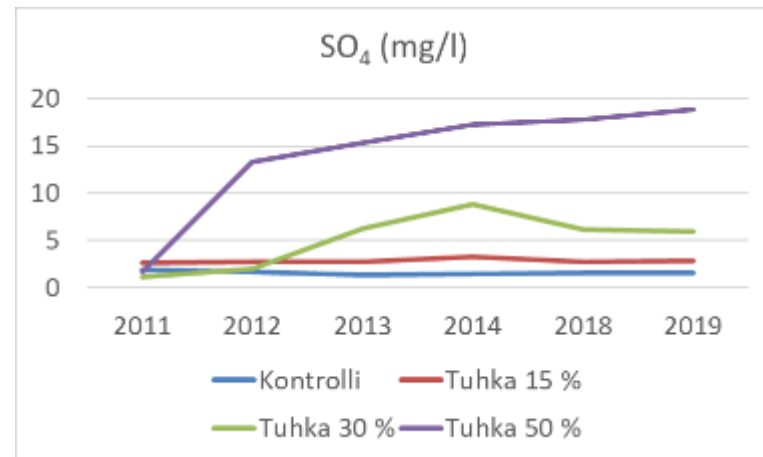
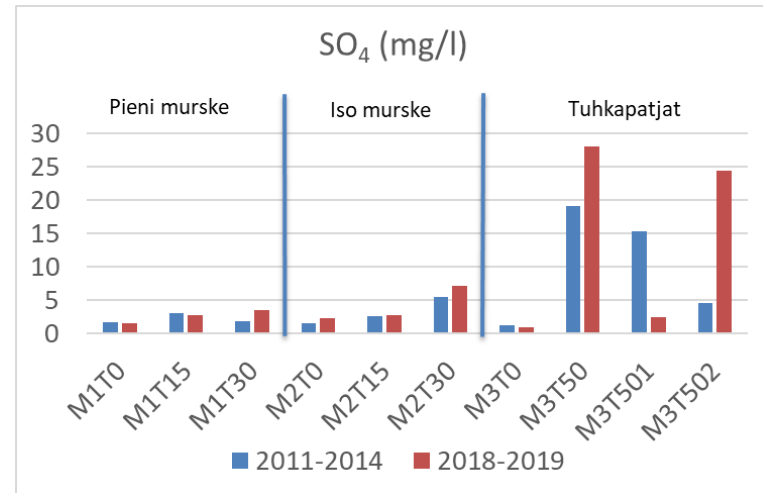
- Fluoridia luontaisesti kallio- ja maaperässä
 - Ihmistoiminnalla ei suurta vaikutusta pohjaveden pitoisuuksiin
- STMa 683/2017 laatuvaatimus <1,5 mg/l
 - Täyttyi kaikilla koealoilla
- Pitoisuudessa vähittäistä laskua ison murskeen ja tuhkatatjien koealoilla
 - Pitoisuuskeskiarvo laskenut kaikilla tuhkakäsittelyillä
 - **Näytteenottopäivällä tilastollisesti merkitsevä vaikutus** (MANOVA, $p < 0,05$)
 - **Tuhkalla merkitsevä vaikutus** (MANOVA, $p < 0,05$) → selittyy koealojen eroavaisuuksilla. Kontrolli eroaa merkitsevästi tuhka 15% -koealoista.
 - Murskeella ei merkitsevää vaikutusta



Tulokset 2011-2014 vs. 2018-2019

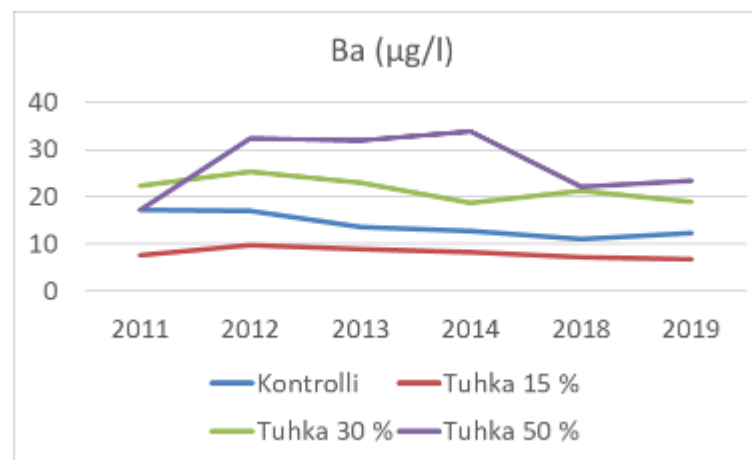
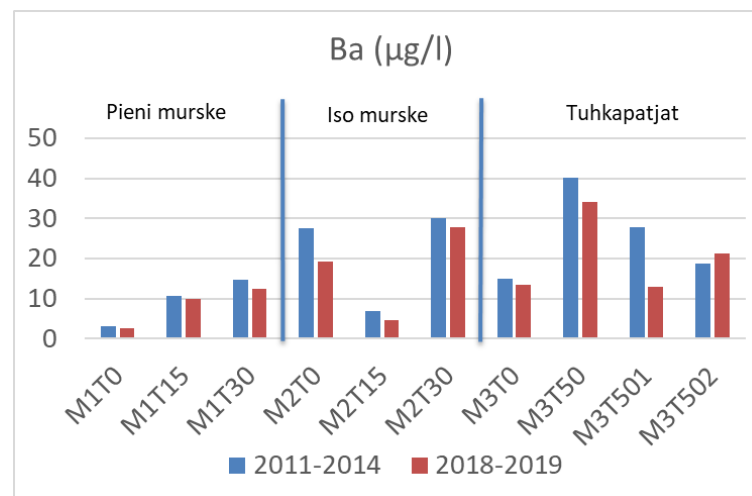
- sulfaatti

- Sulfaatti yleisin meriveteen liuennut suola
- Suomen pohjavesissä on sulfaattia keskimäärin noin 10 mg/l
- Sulfaatin yleisin ihmistoimintaperäinen lähde rikkihappo
 - Käytetään teollisuudessa väriaineiden, pigmenttien ja lannoitteiden valmistuksessa, terästeollisuudessa ja bensiinin jalostuksessa
- STMa 683/2017 laatuvaatimus <250 mg/l
 - Täyttyi reilusti kaikilla koealoilla
- Kohonnut joillakin tuhkapatja-aloilla
 - **Näytteenottopäivällä ei tilastollisesti merkitsevää vaikutusta** (MANOVA, $p > 0,05$)
 - **Tuhkalla tai murskeella ei tilastollisesti merkitsevää vaikutusta** (MANOVA, $p > 0,05$)



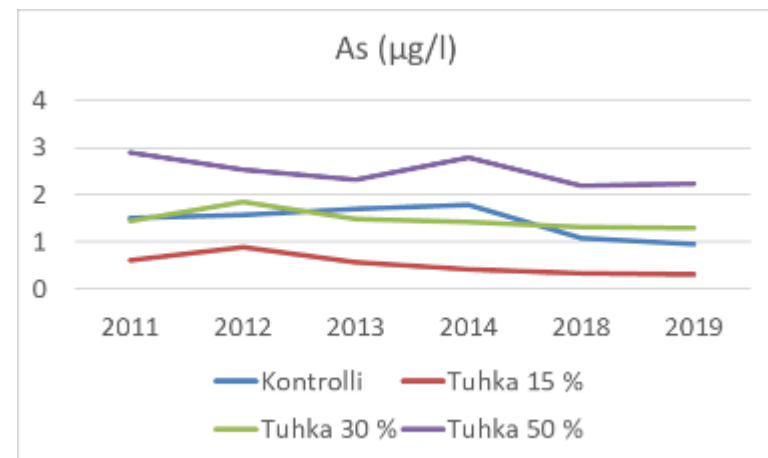
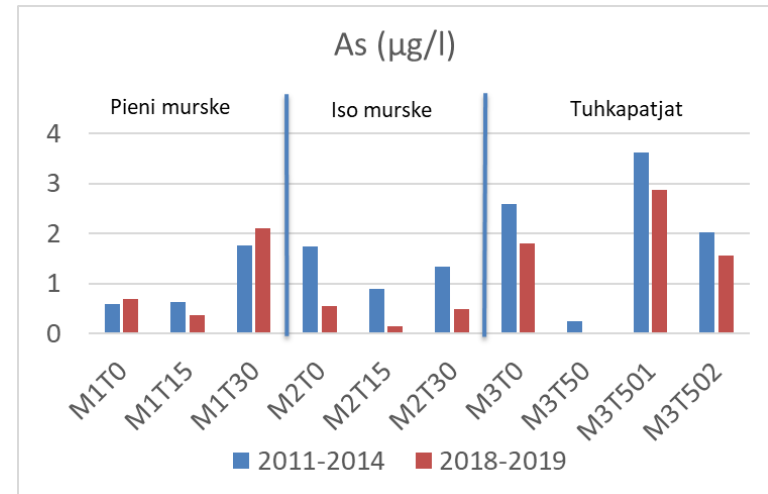
Tulokset 2011-2014 vs. 2018-2019 - barium

- Bariumia luontaisesti kallio- ja maaperässä
- STMa 683/2017 ei laatuvaatimusta bariumille
- **Näytteenottopäivällä merkitsevä vaikutus** (MANOVA, $p < 0,05$), pitoisuus keskimäärin laskenut teiden perustamisesta
- **Tuhkalla tai murskeella ei merkitsevää vaikutusta** pitoisuuteen (MANOVA, $p > 0,05$)
 - Pitoisuudet keskimäärin korkeampia isoilla murskeilla ja suuremmilla tuhkapitoisuuksilla



Tulokset 2011-2014 vs. 2018-2019 - arseeni

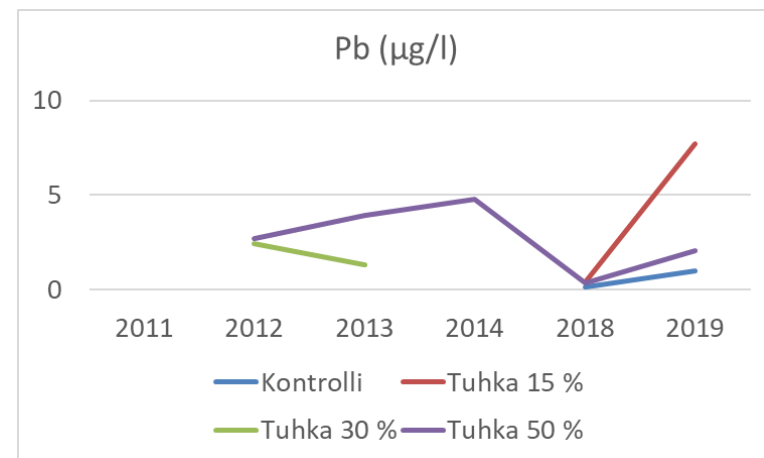
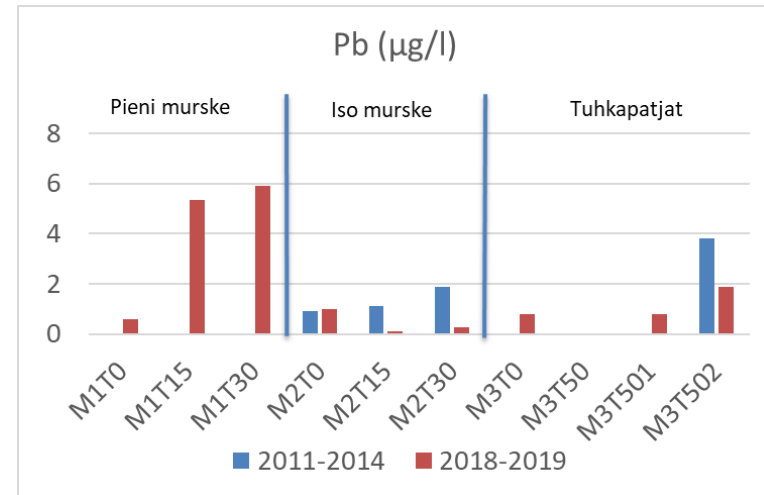
- Arseeni maaperässä luonnostaan esiintyvä terveydelle haitallinen raskasmetalli
- STMa 683/2017 laatuvaatimus $<10 \mu\text{g/l}$
 - Täyttyi kaikilla koealoilla
- Tyhjät arvot alle määrittäysrajan ($<0,2 \mu\text{g/l}$)
- **Näytteenottopäivällä merkitsevä vaikutus** (MANOVA, $p < 0,05$), pitoisuus keskimäärin laskenut teiden perustamisesta
- **Tuhkalla tai murskeella ei merkitsevää vaikutusta** pitoisuuteen (MANOVA, $p > 0,05$)
 - Pitoisuudet keskimäärin korkeampia isoilla murskeilla ja suuremmilla tuhkapitoisuuksilla



Tulokset 2011-2014 vs. 2018-2019

- lyijy, elohopea, kadmium

- Lyijyn osalta STMa 683/2017 laatuvaatimus $<10 \mu\text{g/l}$
 - Täyttyi kaikilla koealoilla
 - Vuosina 2011-2014 suurimmassa osassa näytteitä pitoisuus alle määrittäysrajan ($<0,8 \mu\text{g/l}$)
 - Vuosien 2018-2019 aikana enemmän mitattavia pitoisuuksia
 - **Näytteenottopäivällä merkitsevä vaikutus** (MANOVA, $p < 0,05$)
 - Vuoden 2019 pitoisuudet jostain syystä korkeampia
 - **Tuhkalla tai murskeella ei merkitsevää vaikutusta** lyijypitoisuuteen (MANOVA, $p > 0,05$)
 - Pitoisuudet keskimäärin korkeampia isoilla murskeilla ja suuremmilla tuhkapitoisuuksilla
- Elohopean ja kadmiumin osalta pitoisuudet olivat valtaosassa näytteistä alle määrittäysrajojen
 - $\text{Hg} < 0,02 \mu\text{g/l}$
 - $\text{Cd} < 0,08 \mu\text{g/l}$
 - Ei viitteitä siitä, että tuhka olisi nostanut elohopean tai kadmiumin pitoisuuksia



Tuhkasta ei liukene haitta-aineita

- Pohjavesi- ja maaperäanalyysissä ei ole havaittu haitallisten aineiden liukenemista



Koeteiden seuranta 2018 - 2019

- Seuranta 8 vuotta rakentamisesta
- Koeteiden kautta ajettu puuta 50 - 3000 m³
 - Urautumista 3-8 cm
 - Lanaustarvetta
- Paikoin puutteita kuivatuksessa
 - Sivuojat ja vesakko perkaamatta
- Käyttäjät ovat kehuneet teiden kantavuutta ja toimivuutta
- Tuhkakäsiteltyt tiet lanattavissa samalla tavalla kuin normaalit metsätiet
- Mittaustulokset osoittavat, että kantavuudet pysyneet samalla tasolla 2012-2019



Kiitos!

ecovin



TAPIO