



## Puutuhkalannoituksen vaikutukset marjoihin ja sieniin

Nanna Tuovinen Tapio Oy

Raimo Heikkilä SYKE

Tapio Lindholm SYKE

Hannu Ilvesniemi LUKE



# Aiheuttaako tuhkalannoitus vaaraa ihmisen terveydelle?



## Ovatko marjojen ja sienten raskasmetallien pitoisuudet ensimmäisinä vuosina tuhkalannoituksen jälkeen liian korkeita?

Nanna Tuovinen, Raimo Heikkilä, Hannu Ilvesniemi & Tapio Lindholm

Tapio Oy

Suomen ympäristökeskus

Luonnonvarakeskus



Käytännön tietoa raskasmetallien kerääntymisestä marjoihin ja ruokasieniin on varsin rajallisesti:

Silfverberg ja Issakainen (1991), Rühling (1996), Levula ym. (2000), Nilsson & Eriksson (2001), Lodenius ym. (2002), Moilanen ja Issakainen (2003), Perkiömäki ym. (2003), Moilanen ym. (2006) ja Norström ym. (2012)

# Puolukka ja mustikka



Puutuhkalannoituksella ei ole tutkimusten mukaan ollut merkittävää vaikutusta puolukan ja mustikan marjojen raskasmetallipitoisuuksiin ensimmäisinä vuosina lannoituksen jälkeen. Raskasmetallipitoisuudet säilyivät ennallaan ja joissain tapauksissa jopa alenivat.

Raskasmetallit kertyvät marjoihin siten, että juurissa on kadmiumia keskimäärin 10-kertainen määrä versoihin verrattuna.

Marjat < lehdet < verso < juuret.



Kadmiumpitoisuudet olivat korkeammat lannoitetuilla alueilla, mutta ero pitoisuuksissa oli merkitsevä ainoastaan yhden lajin kohdalla (tulipunahapero *Russula emetica*).

Tuhkalannoitettujen alueiden ja kontrollialueiden vertailu osoittaa, että makrosienten kadmiumpitoisuudet nousevat tuhkalannoituksen jälkeen, mutta kahden vuoden jälkeen on nousu tasoittunut.

Kadmiumpitoisuudet pulkkosienissä (*Paxillus involutus*) ja kangasrouskuissa (*Lactarius rufus*) laskivat 4 vuotta lannoituksen jälkeen merkitsevästi. (Moilanen ym. 2006). Tämä on todennäköistä seurausta tuhkalannoituksen aiheuttamasta humuskerroksen pH:n noususta.



Arseeni- ja nikkelpitoisuudet olivat toisinaan hyvin korkeat 2-14 kuukautta lannoituksen jälkeen johtuen todennäköisemmin tuhkan aiheuttamasta suorasta pintakontaminaatiosta kuin varsinaisesta aktiivisesta metallien otosta (Moilanen ym. 2006).

# Sienten raskasmetallipitoisuuksista yleisesti 🌲

Tuhkalannoituskokeiden yhteydessä mitatut sienten raskasmetallipitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin pitoisuudet muissa sienten raskasmetallipitoisuuksia selvittäneissä tutkimuksissa.

Pienimmät kadmiumpitoisuudet ovat vahveroissa, rouskuissa ja haperoissa ja suurimmat herkkusienissä, herkkutateissa, korvasienissä ja kehnäsienissä.

Korkeimmat kadmiumpitoisuudet on tavattu kuusenherkkusienissä (mediaanipitoisuus 29,70 mg/kg d.w.), herkkutateissa (mediaanipitoisuus 4,51 mg/kg d.w.) ja korvasienessä (mediaanipitoisuus 2,74 mg/kg d.w.)

Myös kehnäsienessä on mitattu korkeita kadmiumpitoisuuksia.

# Sienten raskasmetallipitoisuuksista yleisesti

Kuusenherkkusienen syöntiä tulisi välttää korkeiden kadmium-, lyijy- ja arseenipitoisuuksien vuoksi (Pelkonen ym. 2006).

Herkkutatteja ja korvasieniä tulisi syödä vain harvoin korkeiden kadmiumpitoisuuksien takia.

Sienet pystyvät keräämään rihmastonsa avulla suuriakin määriä metalleja maaperästä ja monien alkuaineiden pitoisuuksien onkin todettu olevan kertaluokkaa suurempia sienissä kuin kasveissa.

Kadmium-, elohopea- ja lyijypitoisuudet ovat suurempia lahottajasienissä kuin mykorritsasienissä.



# Kadmiumin ja lyijyn sallituista enimmäismääristä sienissä ja marjoissa säädetään asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 629/2008.

Kadmiumin enimmäismäärä sienissä on 1,0 mg/kg (tuorepaino) ja marjoissa 0,05 mg/kg (tuorepaino).

Lyijyn enimmäispitoisuus on säädetty vain marjoille; 0,2 mg/kg (tuorepaino).

# Hankkeen tavoitteet



Kerätään marja- ja sieninäytteet seuraavasti:

2017 tuhkan levityksen jälkeen

2018 vuosi tuhkan levityksen jälkeen

Ongelmia!!

2017 vuonna ei näytealoilla ollut kuin muutama sieni

2018 ei ollut marjoja

Mustikan ja puolukan varpuja on kuitenkin molemmilta vuosilta.

Tänä vuonna saatiin paljon sieniä.

# Kokeessa käytettyjen tuhkien raskasmetallipitoisuuksia



|    | Ecolan     | Selkueen lämpölaitos |
|----|------------|----------------------|
|    | mg/kg k.a. | mg/kg k.a.           |
| As | 9,7        | 6,5                  |
| Cd | 6,7        | 6,5                  |
| Cr | 43         | 25                   |
| Cu | 78         | 89                   |
| Hg | 0,16       | <0,1                 |
| Ni | 33         | 41                   |
| Pb | 42         | 29                   |
| Zn | 1470       | 1500                 |

# Koejärjestely, menetelmät ja tulokset



## Koealueiden sijainti

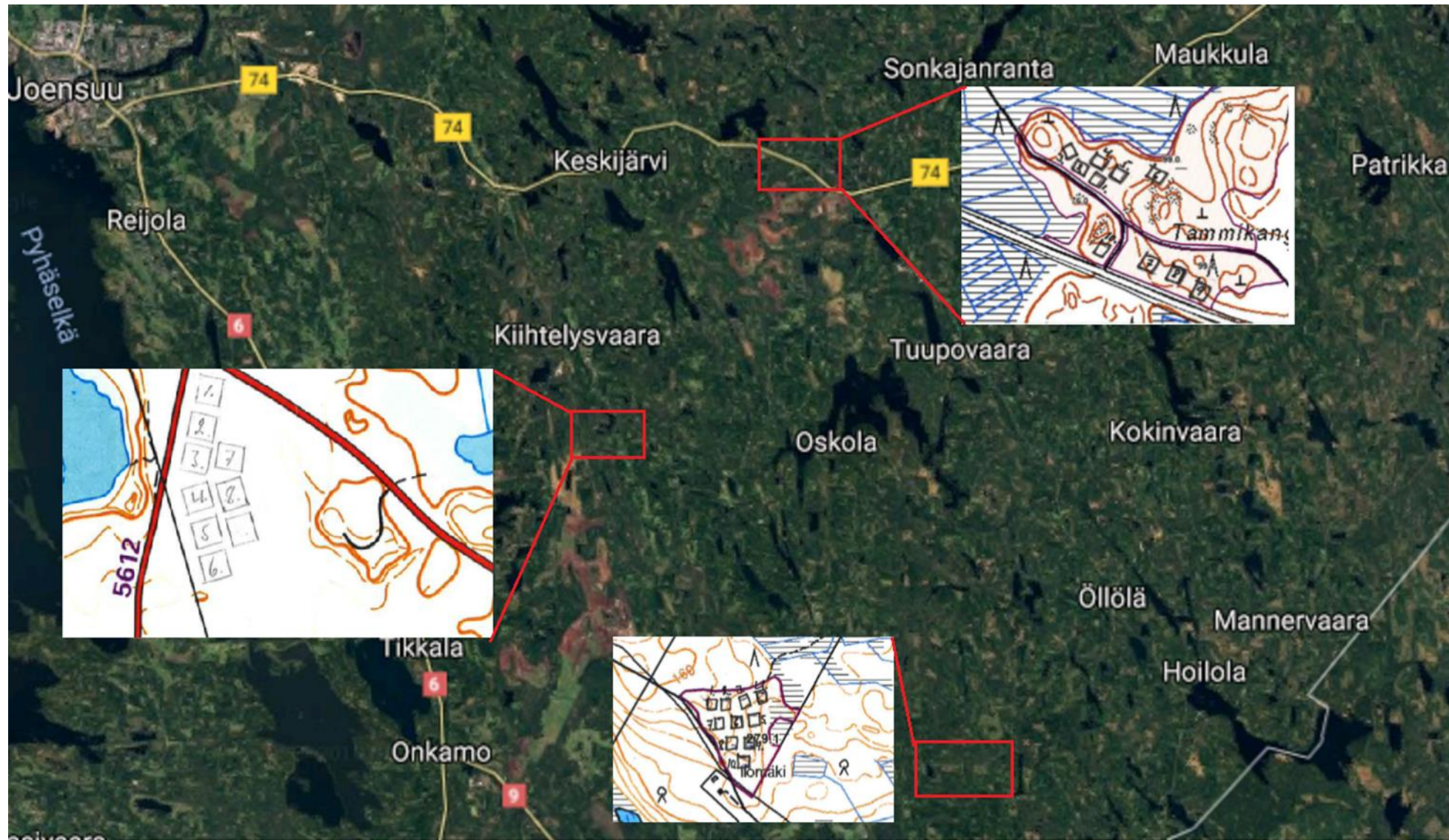
Pilotointialueet toteutettiin yhteistyössä Valerie-hankkeen kanssa. Ne sijaitsivat Kiihtelysvaarassa ja Tohmajärvellä lähellä Joensuuta.

Pilotointialueet oli alustavasti valittu syksyllä 2015. Ensimmäiset koealueet valittiin keväällä 2016 ja rajattiin maastoon syksyllä 2016.

## Lannoituskokeet vuonna 2016

Lannoituskäsittelyt männikössä ja kuusikossa sisältävät kolme käsittelyä, kolmena toistona. Työ toteutettiin metsäkonelevityksenä harvennusvaiheen metsiköissä 28.-29.12.2016 seuraavilla kohteilla: a) VT-männikkö (UPM), b) OMT-kuusikko (UPM),

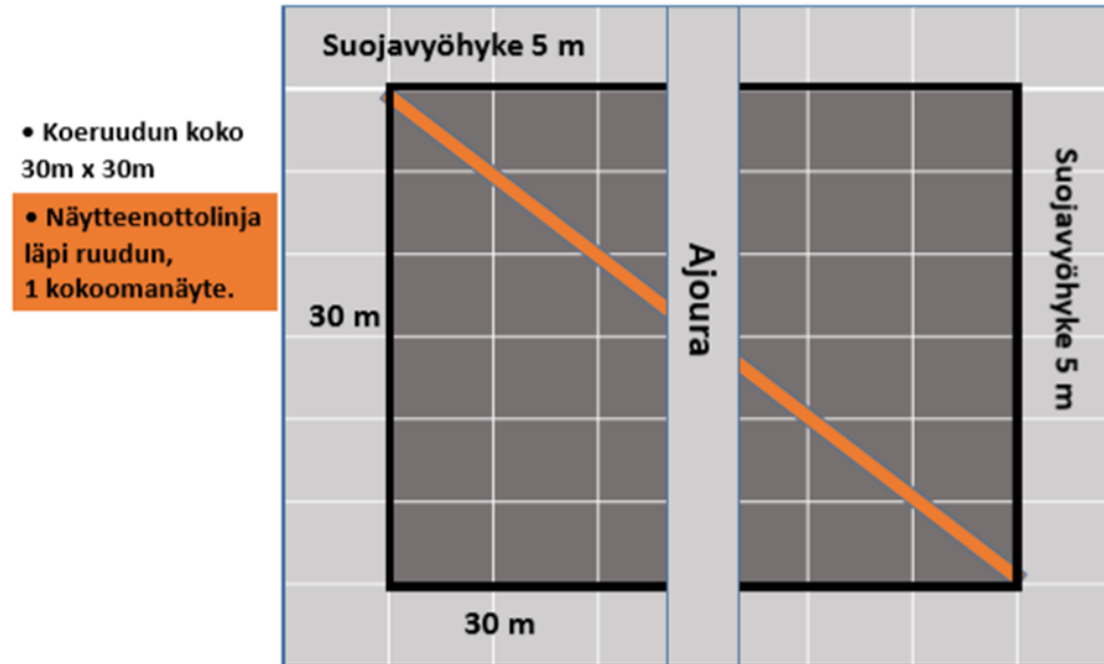
# Koealueet





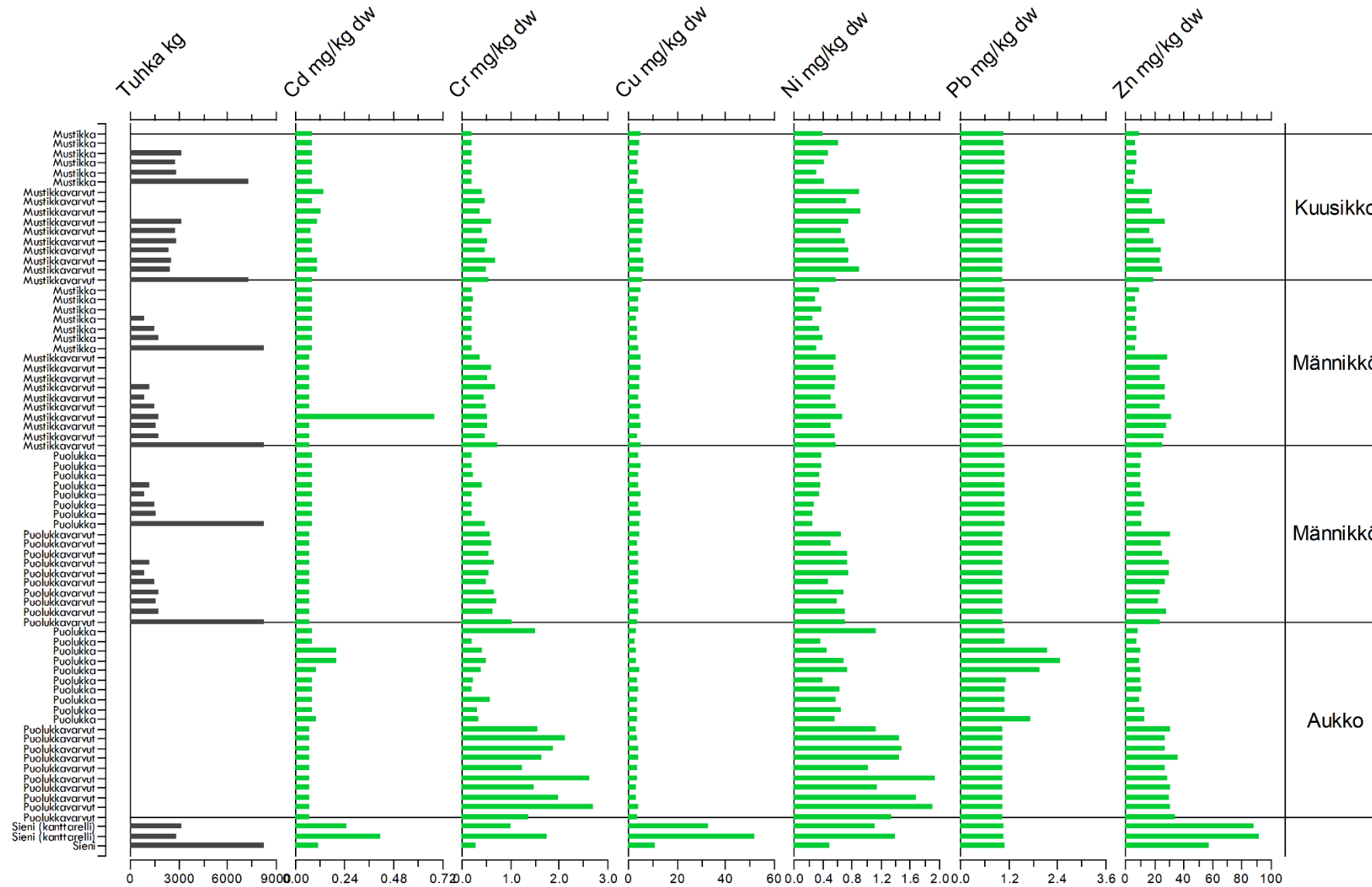


# Koeruutu

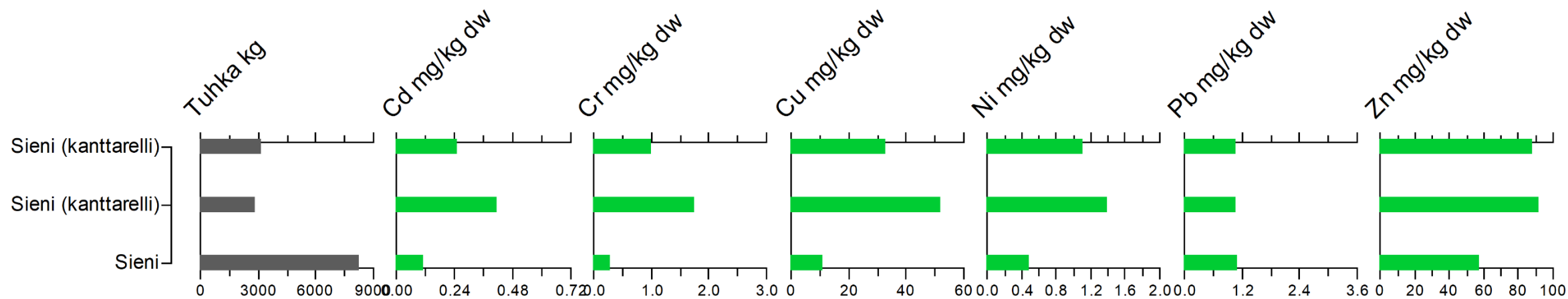


Kuva 7. Koeruutukohtainen otanta. Näytteenotanta tehdään myös ajouralta.

# Näyttteet vuosi 2017

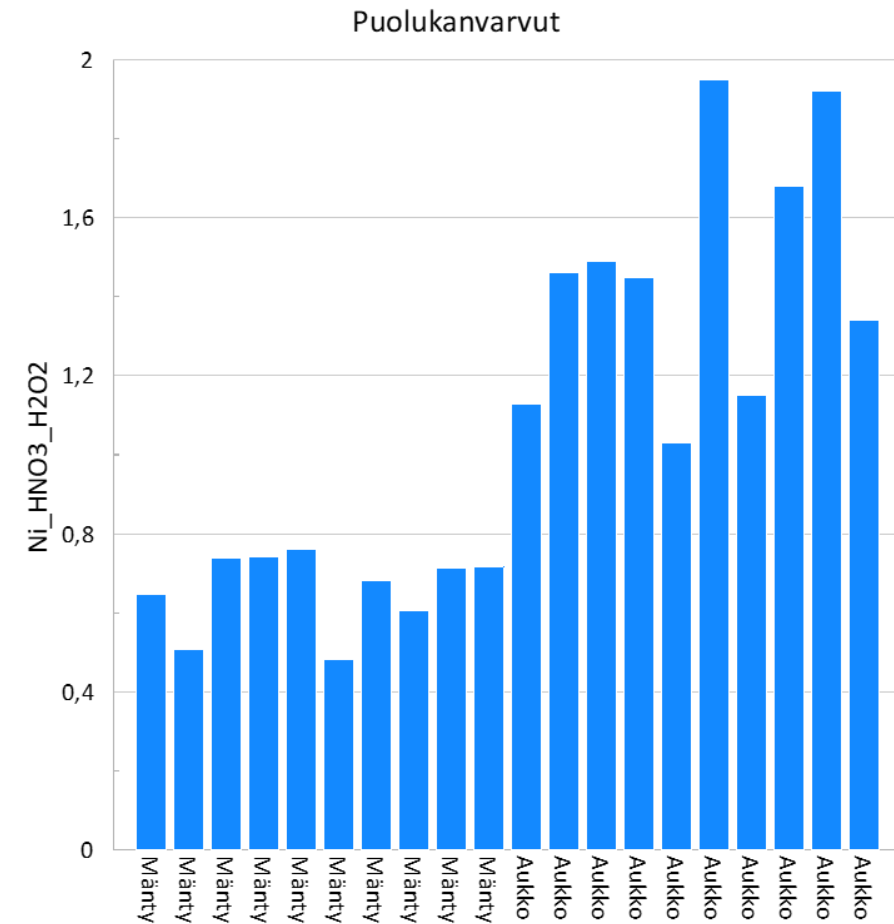
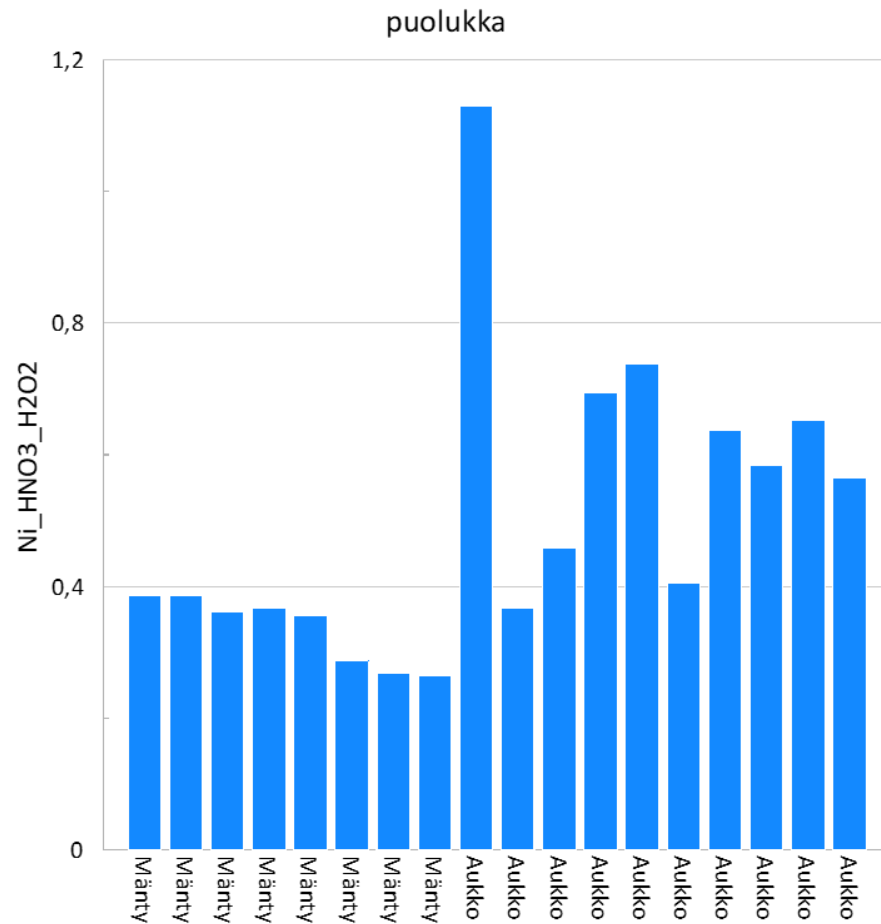


# Sienet 2017





# Puolukan ja puolukanvarpujen nikkelipitoisuudet



# Yhteenveto



Tuhkalannoituksessa ekosysteemiin kulkeutuvia raskasmetalleja ei todennäköisesti kerry suuria määriä sieniin ja marjoihin. Kaikki havaitut pitoisuudet jäivät alle riskirajojen.

Raskasmetallit kertyvät marjoihin siten, että juurissa on kadmiumia keskimäärin 10-kertainen määrä versoihin verrattuna.

Marjat < lehdet < verso < juuret.

Sienten osalta huomio pitää tulevaisuudessa kiinnittää mahdollisuuksien mukaan hajottajasienten raskasmetallipitoisuuksiin.



Levula, T., Saarsalmi, A. & Rautavaara, A 2000. Effects of ash fertilization and prescribed burning on macronutrient, heavy metal, sulphur and <sup>137</sup>Cs concentrations in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea*). Forest Ecology and Management 126, 269–279.

Lodenius, M., Soltanpour-Gargari, A. & Tulisalo, E. 2002. Cadmium in Forest Mushrooms After Application of Wood ash. Bulletin of Environmental Contamination and toxicology 68, 211–216.

Moilanen, M. ja Issakainen, J. 2003. Puu- ja turvetuhkien vaikutus maaperään, metsäkasvillisuuden alkuainepitoisuuksiin ja puuston kasvuun. Metsätehon raportti 162.

Moilanen, M., Fritze, H., Nieminen, M., Piirainen, S., Issakainen, J. & Piispanen, J. 2006: Does wood ash application increase heavy metal accumulation in forest berries and mushrooms? Forest Ecology and Management 226, 153–160.

Nilsson, T. & Eriksson, H.M. 2001. Concentration of mineral elements in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruit after wood ash application. Teoksessa: Nilsson, T. 2001. Wood ash application effects on elemental turnover in a cutover peatland and uptake in vegetation. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 208. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Soils. Uppsala 2001. ISBN 91-576-6092-1. 17 s.

Norström, S. H., Bylund, D. Vestin, J. L. K. ja Lundström, U. S. 2012. Initial effects of wood ash application to soil and soil solution chemistry in a small, boreal catchment. Geoderma 187–188, 85–93.

Pelkonen, R., Alfthan, G. & Järvinen, O. 2006. Cadmium, lead, arsenic and nickel in wild edible mushrooms. The Finnish Environment 17.

Pelkonen, R., Alfthan, G. & Järvinen, O. 2008: Element Concentrations in Wild Edible Mushrooms in Finland. The Finnish Environment 25.

Perkiömäki, J., Kiikkilä, O., Moilanen M, Issakainen, J., Tervahauta, A. & Fritze, H. 2003. Cadmium-containing wood ash in a pine forest: effects on humus microflora and cadmium concentrations in mushrooms, berries and needles. Canadian journal of Forest research 33, 2443–2451.

Silfverberg, K. ja Issakainen, J. 1991. Tuhkalannoituksen vaikutukset metsämarjoihin. Folia Forestalia 769, 23 sivua.)

Rühling, Å., 1996. Uptag av tungmetaller i svamp och bär samt förändringar i florans sammansättning efter tillförsel av aska till skogsmark. Slutrapport till Ramprogram Askåterföring.

# Kiitos!

