

Alkuaineiden taustapitoisuudet Pirkanmaan ja Satakunnan moreeniaineksessa

Päivi Niemistö
Turun yliopisto

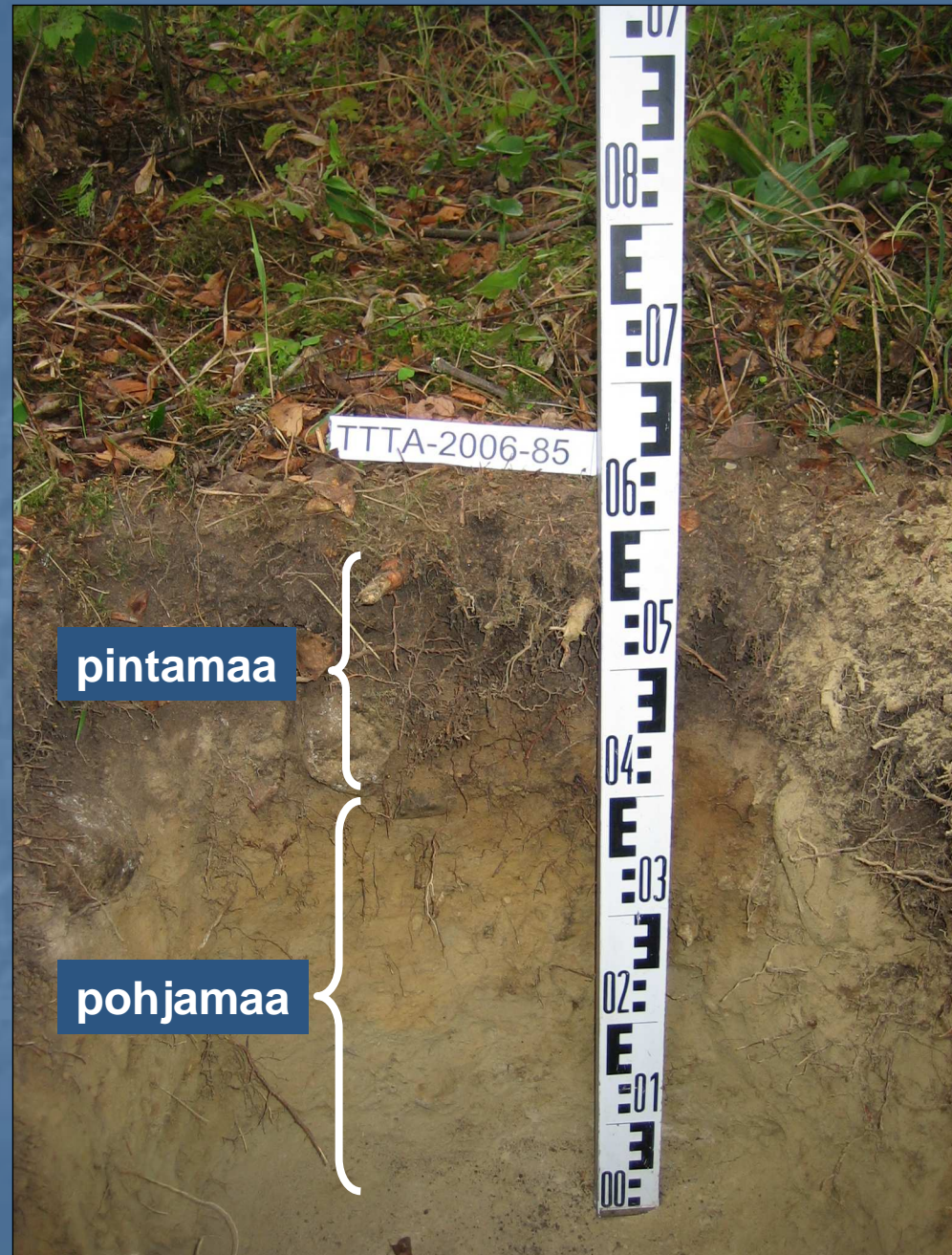
Tutkimuksen tavoitteet

1. Kuvata Pirkanmaan ja Satakunnan moreenin geokemialliset yleispiirteet
2. Tarkastella kallioperän vaikutusta moreenin geokemiallisiin ominaisuuksiin
3. Tarkastella onko valtakunnallisen moreenigeokemiallisen kartoituksen (1 näyte / 4 km²) (GTK) tuloksista mahdollista tuottaa pistemäistä taustapitoisuustietoa

Aineisto

- Näytteenotto 5-9/2006. Osa Geologian tutkimuskeskuksen taajamageokemiallista kartoitusta
- Näytepaikat valittiin siten, että ihmistoiminnan vaikutus alueen moreenin geokemiallisiin ominaisuuksiin olisi mahdollisimman vähäistä
- Moreenimaihien kaivettiin 39 profiilia
- Jokaisesta näytestä otettiin pinta- ja pohjamaanäyte

- Pintamaanäytteet ylimmästä 0-25 cm humuskerroksen alta
- Pohjamaanäytteet muuttumattomasta pohjamaasta (C-horisontti) 50-100 cm syvyydeltä
- Pohjamaasta otetut näytteet edustavat alueen kallioperän geologista vaihtelua ja pintamaanäytteistä näkyy ihmistoiminnan ja maannostumisen vaikutus



Analyysit

- Kaikki määritykset tehtiin kuivatusta <2 mm raekokoon seulotusta aineksesta
- Alkuaineiden pitoisuudet määritettiin kuningasvesiuutolla (AR)
 - Tulokset edustavat suurinta alkuaineiden pitoisuutta, mikä äärimmäisen happamissa olosuhteissa maaperästä voi luonnossa liueta

1. Pintamaan ja pohjamaan pitoisuudet Satakunnassa ja Pirkanmaalla

- Useimmissa näytepisteissä maannoksen pintaosiin rikastunut lyijy, rikki ja elohopea
 - Seurausta ihmistoiminnan vaikutuksesta
 - Korreloivat orgaanisen aineksen määrän kanssa
- Pintamaa köyhtynyt kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja natriumin suhteen
 - Herkkäliukoisia emäskationeja
- Syitä alkuaineiden köyhtymiseen pintamaassa:
 - Huuhtoutuminen syvemmälle maaperään
 - Mineraalien korkeampi rapautumisaste maannoksen pintaosissa
 - Kasvien ravinteiden otto
 - Ehkä myös tuulieroosio jos humuskerros puuttuu
 - ...
- Useimpien alkuaineiden osalta pintamaan ja pohjamaan alkuainepitoisuudet eivät poikenneet toisistaan merkittävästi, joten pitoisuudet johtuvat moreeniaineksen geologisesta alkuperästä.

Aikaisempia geokemiallisia tutkimuksia alle 2 mm raekoosta Porvoon

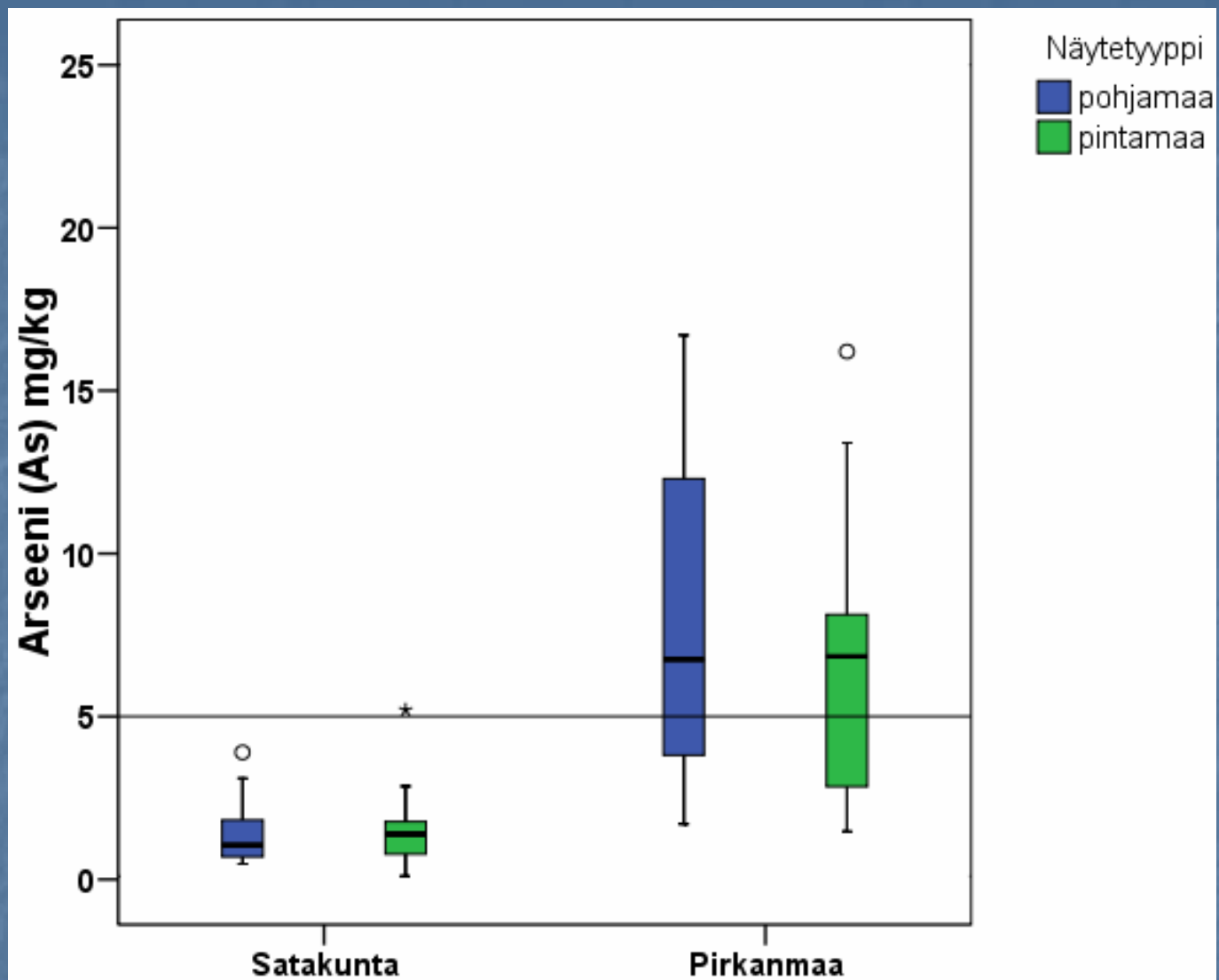
(Tarvainen ym. 2003), pääkaupunkiseudun kehyskuntien alueelta (Tarvainen ym.

2006) sekä Etelä- ja Keski-Suomesta (Tarvainen 1995)

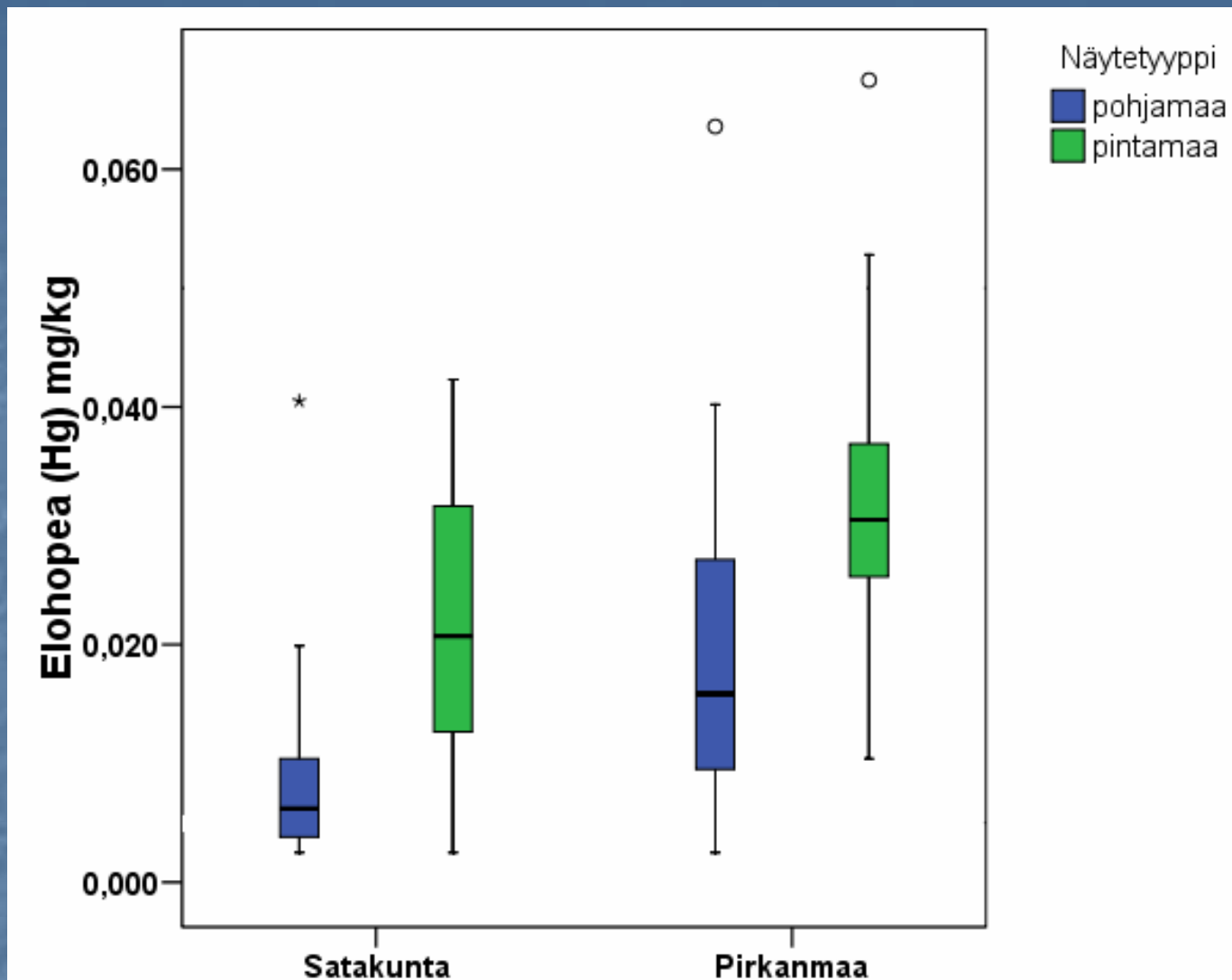
Näytteiden lkm	Pirkanmaa		Satakunta		Porvoo		Pääkaup.seudun kehyskunnat		E- ja K- Suomi
	20		19		50		102		638
	Med. mg/kg		Med. mg/kg		Med. mg/kg		Med. mg/kg		Med. mg/kg
Alkuaine	pintamaa	pohjamaa	pintamaa	pohjamaa	pintamaa	pohjamaa	pintamaa	pohjamaa	pohjamaa
As	6,9	6,8	1,4	1,1	3,2	3,3	2,7	2,8	..
Co	8,7	7,9	3,9	5,5	4,9	4,7	5,4	4,9	4,1
Cu	12	21	4,5	6,3	4,5	7,9	6,9	11	12
Ni	16	18	5,2	7,0	5,5	6,6	8,0	10	..
Pb	7,8	7,2	6,2	3,8	7,5	6,0	7,7	..	..
Sn	0,95	0,92	0,65	0,25	1,2	1,0	..	..	..
Sb	0,14	0,12	0,07	0,04	0,09	0,06	..	..	..
U	1,6	2,2	1,2	1,3	1,5	2,2	..	..	..
V	50	51	20	21	23	20	26	19	23
Zn	94	59	28	25	40	34	35	23	22

Alueelliset erot

- Alkuaineiden pitoisuuserot Pirkanmaalla ja Satakunnassa ovat selviä
 - Kaikkien tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet ovat Pirkanmaalla sekä pinta-, että pohjamaassa suurempia kuin Satakunnassa
 - Mm. arseenipitoisuudet Pirkanmaan aineistossa ovat moninkertaisia verrattuna Satakunnan aineistoon



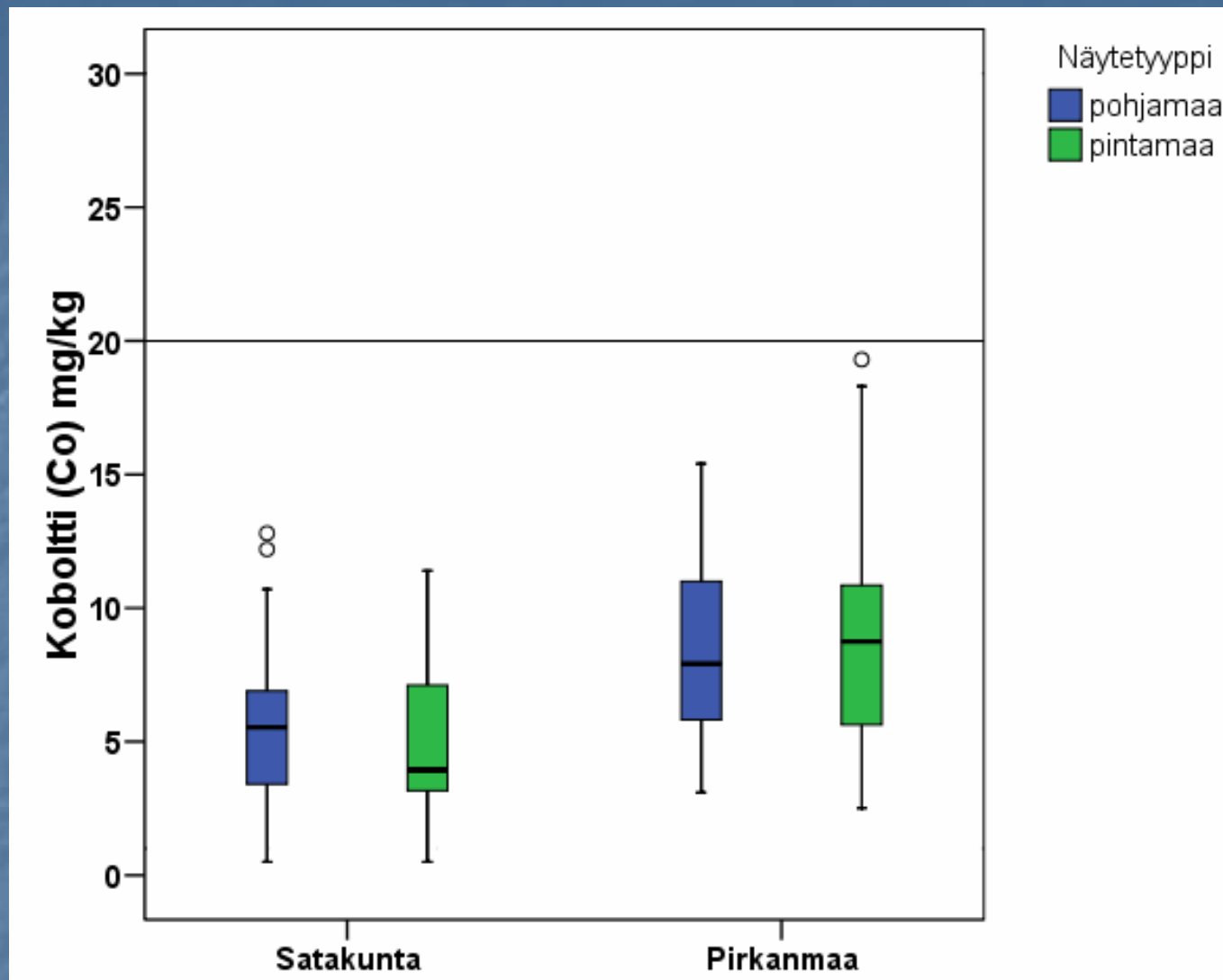
Arseenin mediaanipitoisuudet samaa suuruusluokkaa pinta- ja pohjamaassa. Pirkanmaalla pitoisuudet ylittävät Vna:n mukaisen kynnysarvon (5 mg kg⁻¹)



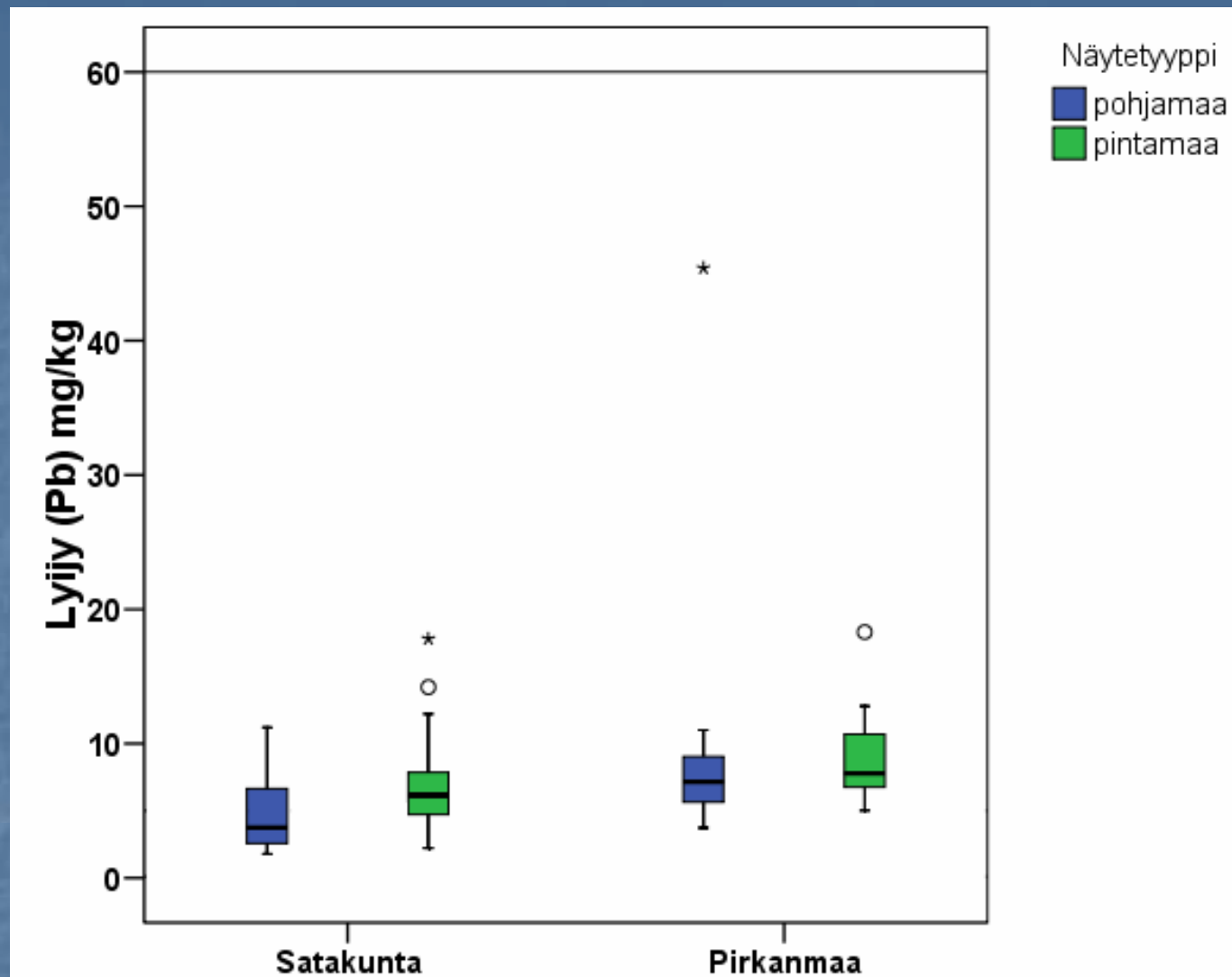
Pintamaan pitoisuudet suuremmat (hajakuormitus).

Rikastunut pintamaahan lähes kaikissa näytepisteissä

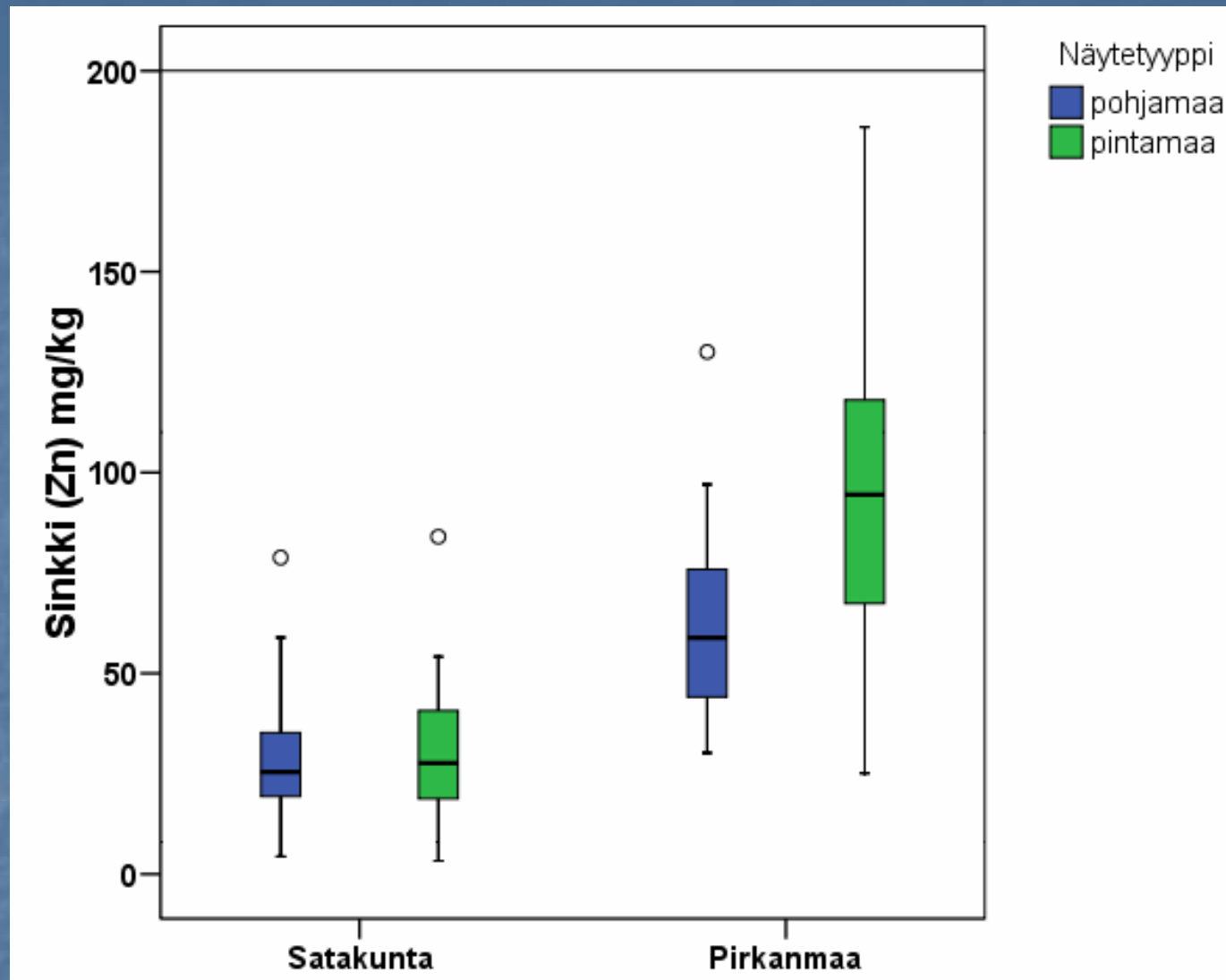
Pitoisuudet huomattavasti alle kynnysarvon (0,5 mg kg⁻¹)



Pirkanmaan korkeimmat kobolttipitoisuudet lähellä kynnyсарvoa (20 mg kg⁻¹).



Lyijyn kynnysarvo (60 mg kg^{-1}) ei ylity.

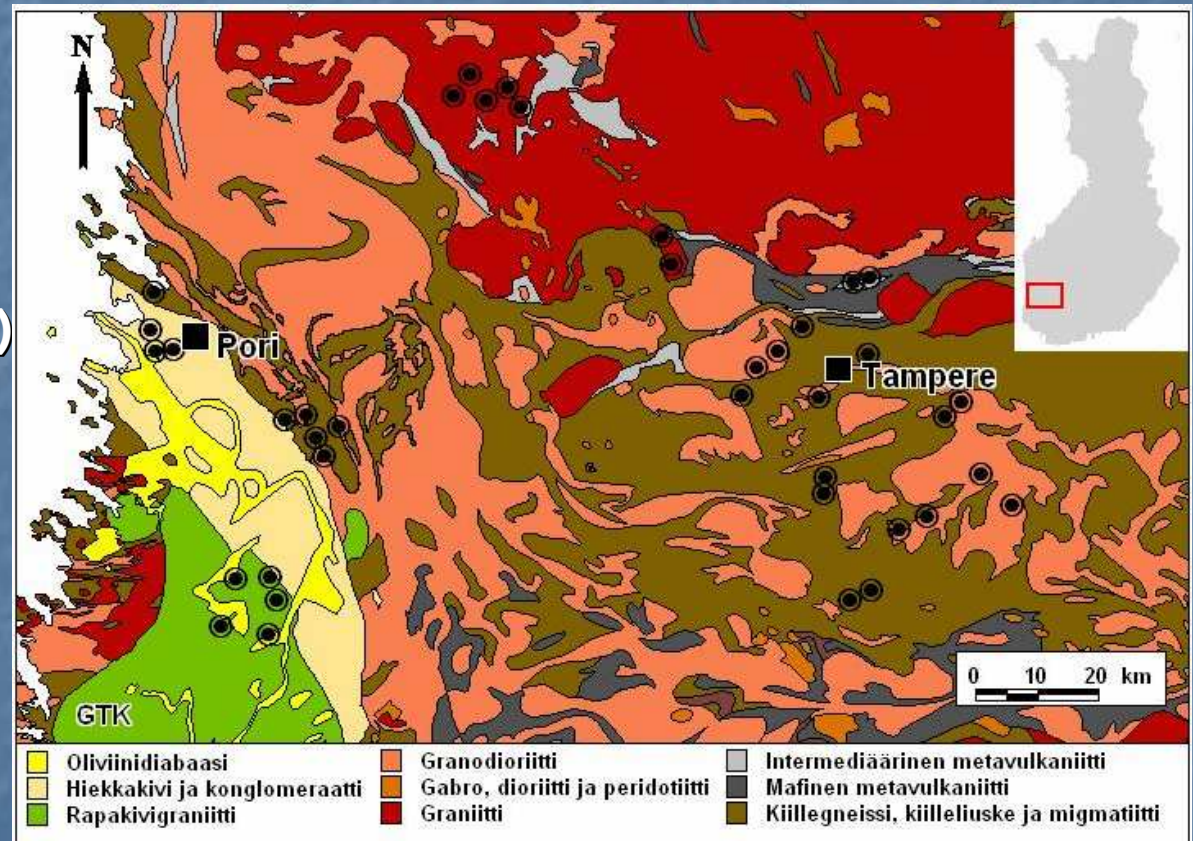


Pirkanmaalla pintamaan pitoisuudet suuremmat kuin pohjamaan.

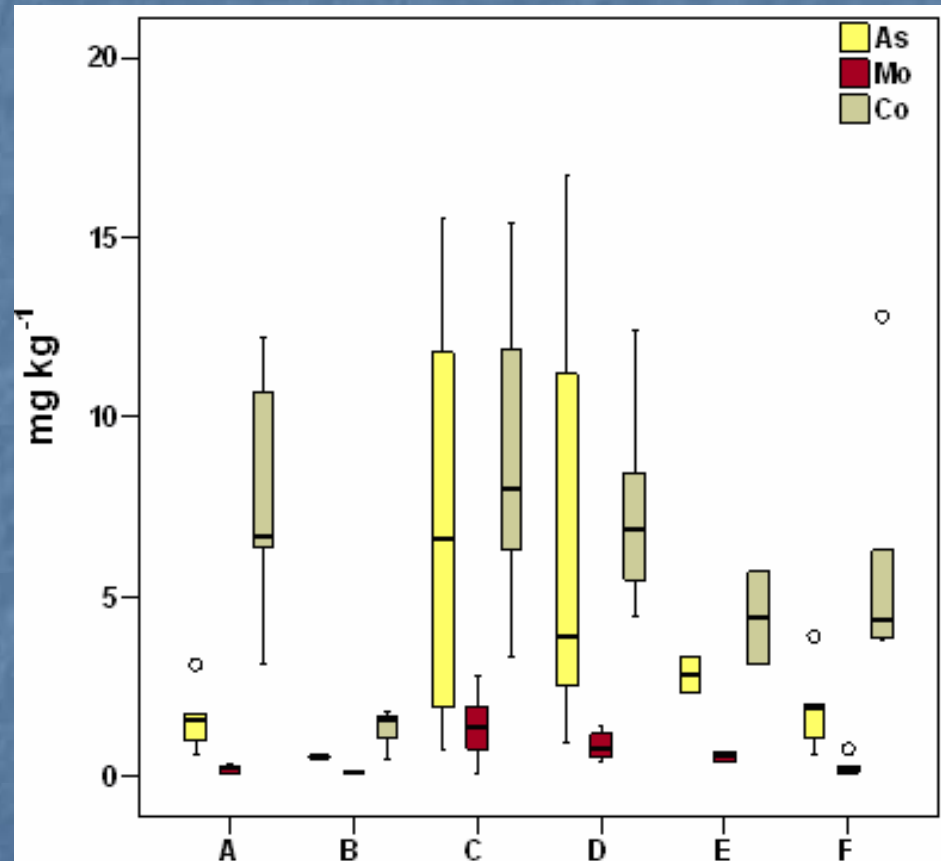
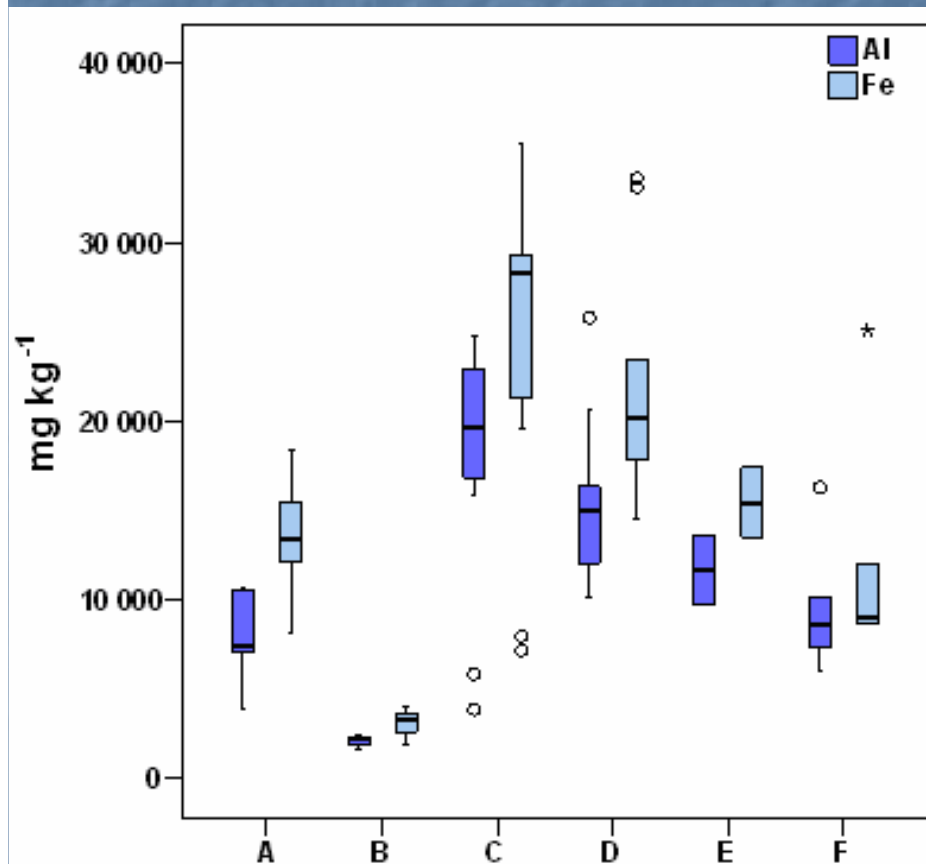
Pirkanmaan korkeimmat pitoisuudet lähellä kynnyсарvoa (200 mg kg⁻¹)

2. Kallioperän vaikutus moreenin geokemialisiin ominaisuuksiin

- Näytepisteet sijaitsivat kuuden eri kivilajiyksikön alueella
 - Rapakivigraniitti (N=5)
 - Hiekkakivi (N=3)
 - Granodioriitti (N=12)
 - Graniitti (N=5)
 - Kiilleliuske ja kiillegneissi (N=12)
 - Metavulkaniitti (N=2)



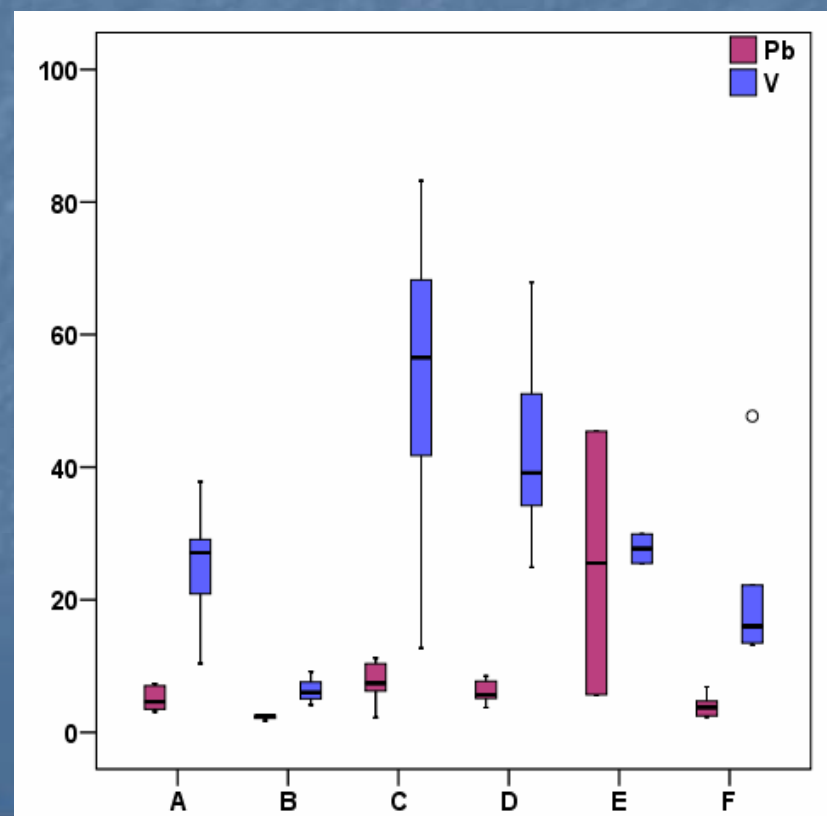
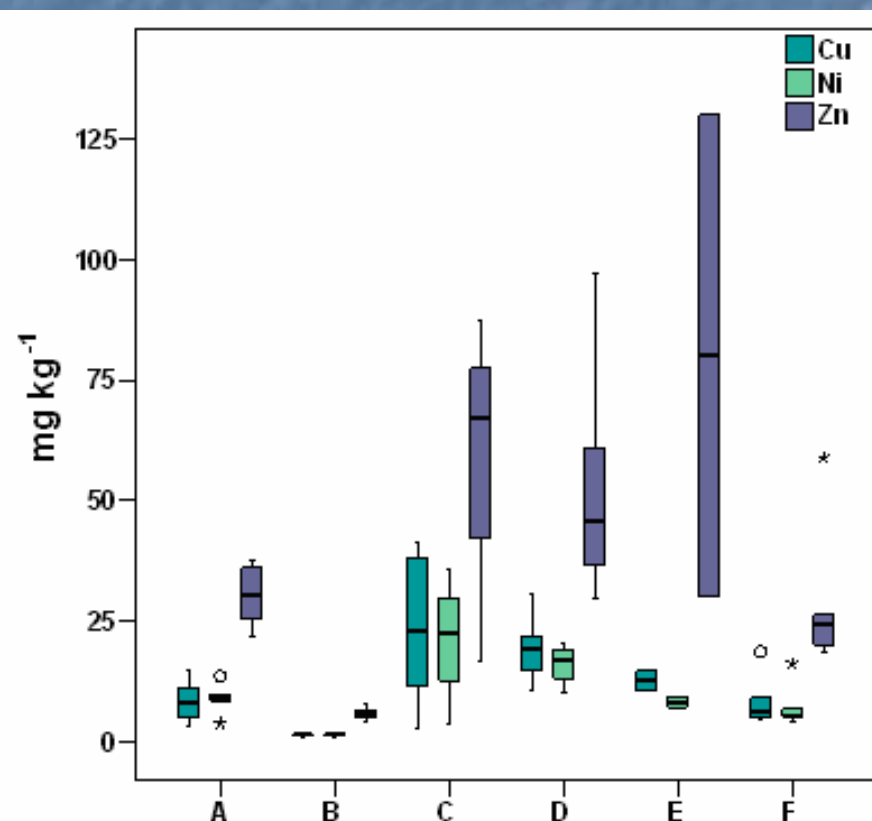
- Useiden alkuaineiden pitoisuudet moreeninäytteissä olivat korkeimpia kiillegneissi- ja kiilleliuskealueilla



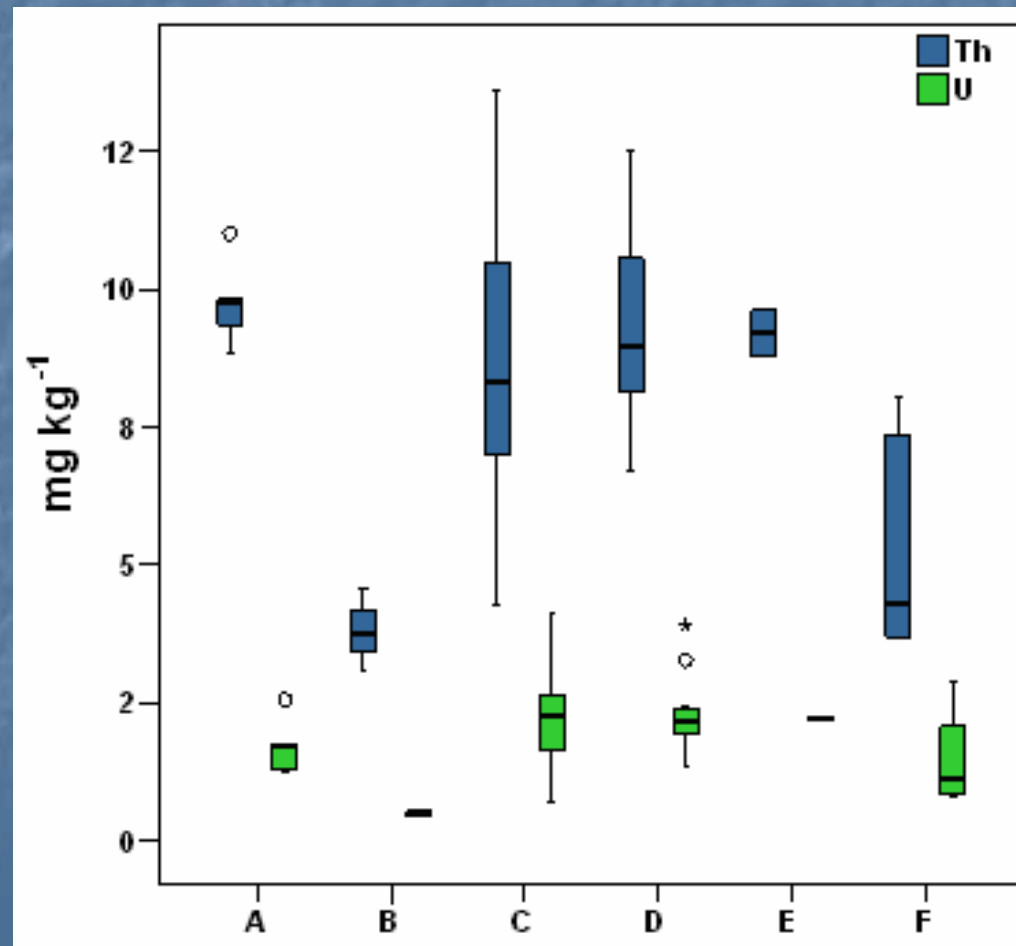
Kivilajialueet, joilla näytepisteet sijaitsivat: A= rapakivigraniitti (n=5), B= hiekkakivi (n=3), C= kiilleliuske ja kiillegneissi (n=12), D= granodioriitti (n=12), E= metavulkaniitti (n=2) ja F= graniitti (n=5).

- Kiilleliuskealueiden korkeat alkuainepitoisuudet ovat osittain selitettävissä kiilleliuskeen savisyntyisellä alkuperällä
- Kiilleliuske- ja kiillegneissialueella alueella esiintyy kiisumalmeja ja mineralisaatioita
- Kiilleliuske- ja kiillegneissialueella useita mustaliuskealueita
 - Mustaliuskeiden vaikutukset ympäristöön suuria
 - Esim. rikki, kupari, nikkeli, sinkki, arseeni, vismutti ja tina ovat rikastuneina mustaliuskeissa.

- Hiekkakivialueelta (B) kerätyissä moreeninäytteissä havaittiin pienimmät alkuainepitoisuudet verrattuna muilta kivilajialueilta kerättyihin moreeninäytteisiin
- Pohjamaan korkeimmat lyijy-, antimoni-, tina- ja sinkkipitoisuudet metavulkaniittien alueella (E)
- Granodioriittialueilta (D) kerätyissä moreeninäytteissä on lähes kaikkien tutkittujen alkuaineiden osalta suuremmat pitoisuudet kuin graniittialueilta (F) kerätyissä näytteissä



- Myös rapakivialueen (A) pohjamaan alkuainepitoisuuksissa on alla olevan kivilajin vaikutus havaittavissa, sillä mm. kaliumin, rubidiumin, toriumin, uraanin ja sinkin mediaanipitoisuudet ovat korkeampia kuin graniittialueen (F) pohjamaanäytteissä



3. Onko alueellisesta aineistosta mahdollista tuottaa pistemäistä taustapitoisuustietoa?

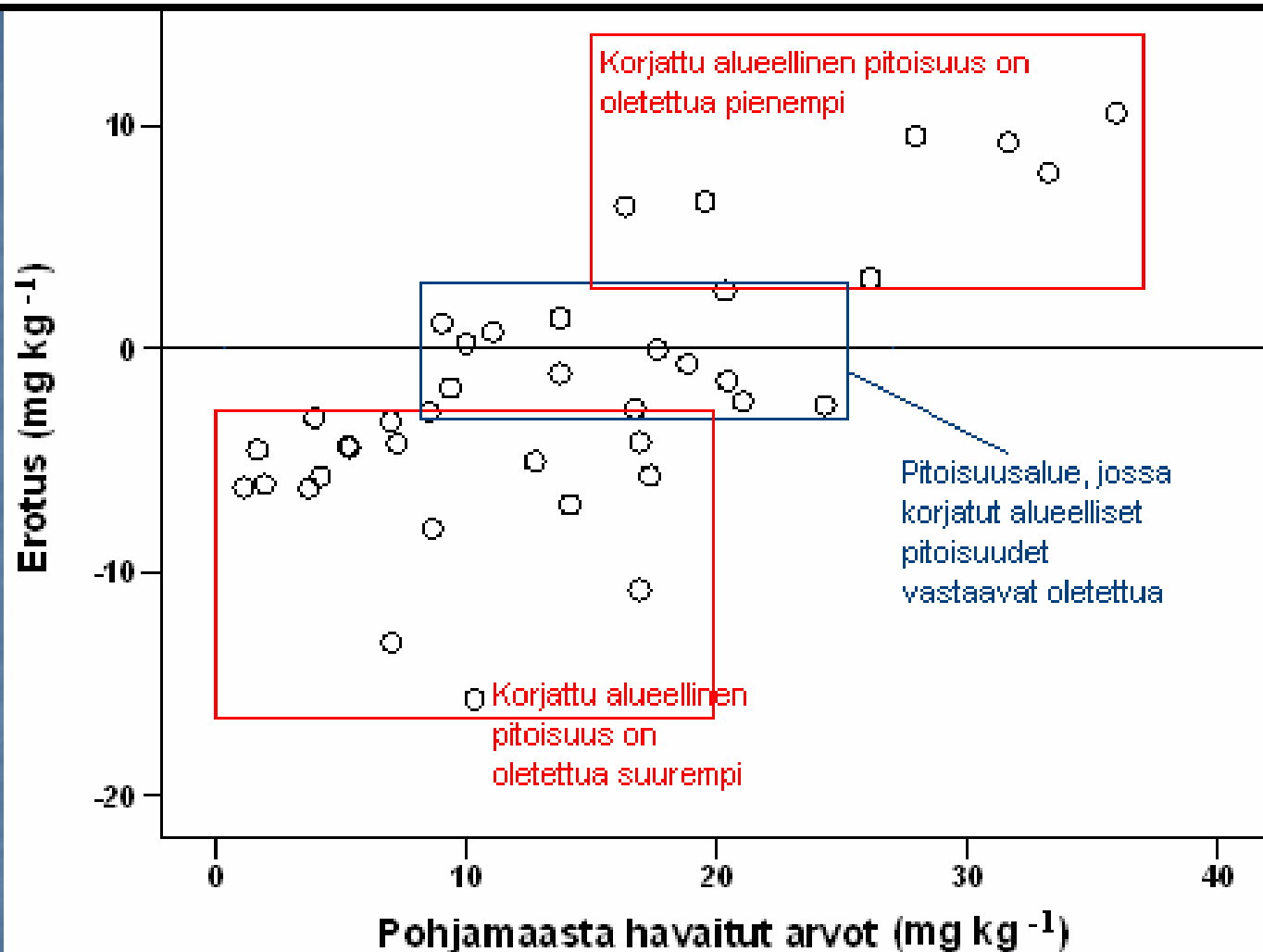
- Alueellinen aineisto (GTK) (Salminen 1995)
 - 1 näyte / 4 km²
 - Näytteet koostenäytteitä
 - Näytteet pohjavesipinnan alta noin 1,5 - 2 m syvyydeltä
 - Alkuainemääritykset alle 0,06 mm raekoosta
- Tutkimusaineisto
 - Monttunäytteitä
 - Pohjamaanäytteet syvyydeltä 0,5 - 1 m
 - Alkuainemääritykset alle 2 mm raekoosta

- Tutkimusaineiston ja alueellisen aineiston vertailua varten alueellisen aineiston alle 0,06 mm raekoosta määritetyt pitoisuudet korjattiin kertoimilla vastaamaan alle 2 mm raekoon pitoisuuksia
- Alueellisen aineiston korjauskertoimilla korjatut pitoisuudet korreloivat positiivisesti pohjamaan alkuainepitoisuuksien kanssa

Alkuaine	Korjauskerroin
Alumiini (Al)	$0,589 * X + 367 \text{ mg kg}^{-1}$
Barium (Ba)	$0,638 * X + 10,2 \text{ mg kg}^{-1}$
Kalsium (Ca)	$0,711 * X + 159 \text{ mg kg}^{-1}$
Koboltti (Co)	$0,713 * X - 0,304 \text{ mg kg}^{-1}$
Kromi (Cr)	$0,669 * X + 0,630 \text{ mg kg}^{-1}$
Kupari (Cu)	$0,549 * X + 2,43 \text{ mg kg}^{-1}$
Kalium (K)	$0,704 * X + 289 \text{ mg kg}^{-1}$
Magnesium (Mg)	$0,679 * X + 131 \text{ mg kg}^{-1}$
Mangaani (Mn)	$0,789 * X - 1,41 \text{ mg kg}^{-1}$
Nikkeli (Ni)	$0,689 * X + 0,435 \text{ mg kg}^{-1}$
Strontium (Sr)	$0,679 * X + 1,88 \text{ mg kg}^{-1}$
Titaani (Ti)	$0,688 * X - 4,72 \text{ mg kg}^{-1}$
Vanadiini (V)	$0,720 * X - 0,391 \text{ mg kg}^{-1}$
Sinkki (Zn)	$0,663 * X + 1,34 \text{ mg kg}^{-1}$

(Tarvainen 1995, 1996)

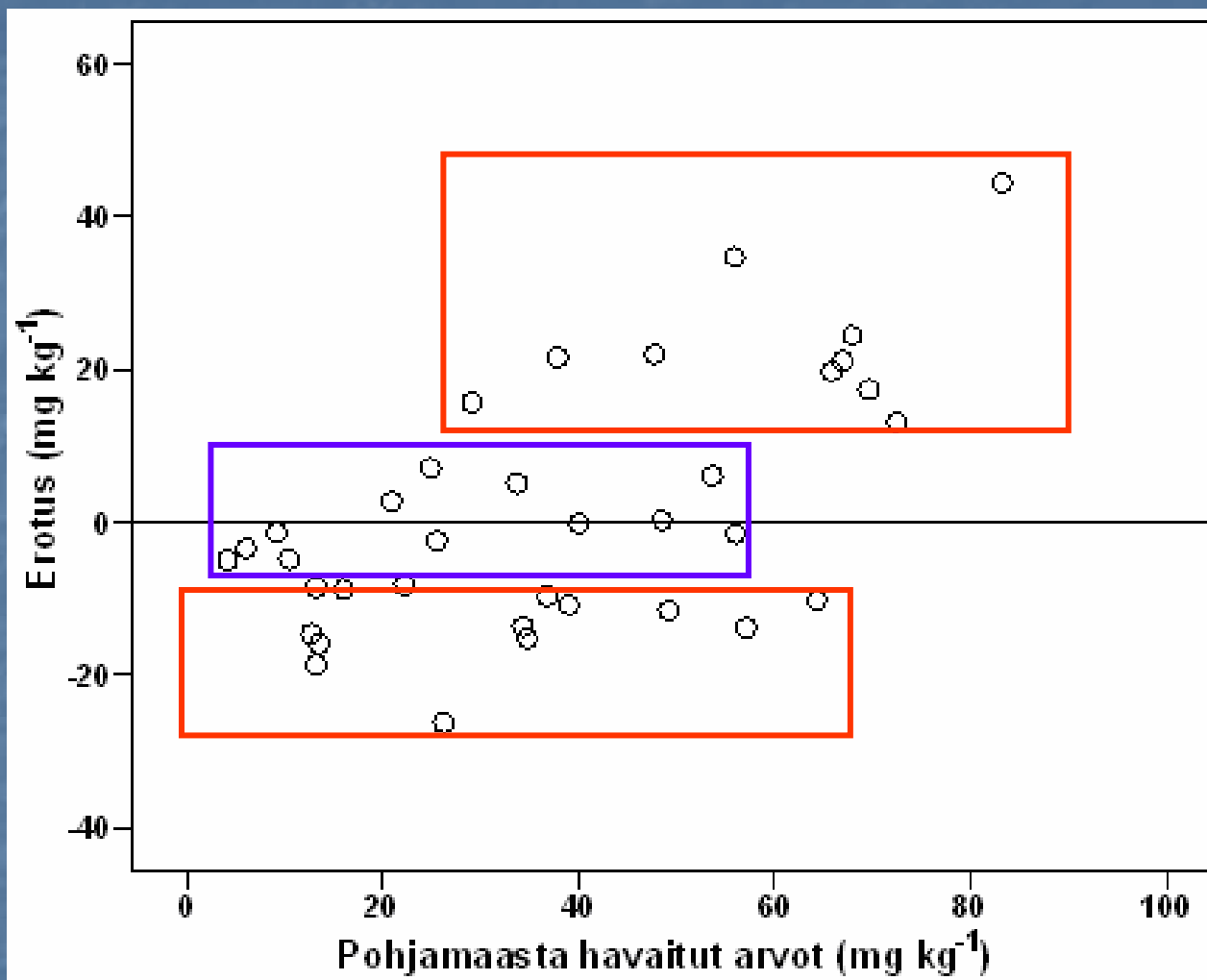
Tutkimusaineiston pitoisuudet vs. alueellisesta kartasta samalta paikalta saadut raekoon vaikutuksella korjatut pitoisuudet



Tutkimusaineiston ja alueellisen geokemiallisen kartoitusaineiston vertailu nikkelin suhteen (n=39). Punaisella on rajattu pitoisuusalueet, jossa korjattu alueellinen pitoisuus poikkeaa oletetusta. Sinisellä on rajattu pitoisuusalue, jossa korjattu alueellinen pitoisuus vastaa oletettua.

- Alueilla, joilla alkuainepitoisuudet pieniä, näytepisteistä analysoidut pitoisuudet pienempiä kuin alueelliseen aineistoon perustuvan värikartan pitoisuudet
- Alueilla, joilla pitoisuudet suuria, näytepisteistä havaittiin alueellista aineistoa suurempia pitoisuuksia
- Syynä ?: Alueellisen kartoituksen väripintakartoissa anomaliahuiput poistettu

Tutkimusaineiston pitoisuudet vs. alueellisen kartoituksen lähimpien todellisten pisteiden raekoon vaikutuksella korjatut pitoisuudet



Tutkimusaineiston ja alueellisen kartoituksen lähimpien todellisten pisteiden vertailu vanadiinin suhteen (n=36).

- Koska pitoisuusjakauman ääripäissä havaitut erot esiintyvät myös käytettäessä alueellisen kartoituksen todellisten lähimpien pisteiden tuloksia, syynä ei voida pitää kartanpiirtomenetelmän (tasoittava interpolointi) vaikutusta
- Pitoisuusjakauman ääripäissä esiintyviä eroja alueellisen kartoituksen ja tutkimusaineiston kesken todennäköisesti aiheuttaa se, että alueellisen kartoituksen näytteet ovat koostenäytteitä, mikä tasoittaa anomaliahuippuja.
- Huomioitavaa on myös, että osa alueellisen kartoituksen näytteistä on otettu pohjaveden pinnan alapuolelta
 - Pohjaveden pinnan alapuolella pelkistävässä olosuhteissa useiden raskasmetallien liikkuvuus vähenee
 - Toisaalta muun muassa raudan, alumiinin ja mangaanin oksihydroksidit liukenevat pelkistävässä olosuhteissa, mikä on tärkeä metallien vapautumiseen liittyvä tekijä

Yhteenveto

- Tutkittujen alkuaineiden pitoisuuksissa esiintyy luonnollista vaihtelua -> metallien taustapitoisuus saattaa alueellisesti vaihdella hyvinkin paljon
- Pirkanmaan taustapitoisuudet ovat 2-6-kertaisia Satakuntaan verrattuna
- Ihmisen aiheuttama hajakuormitus on havaittavissa pintamaan kohonneina lyijy-, rikki- ja elohopeapitoisuuksina
- Moreeniaineksen alkuainepitoisuudet johtuvat sen geologisesta alkuperästä
- Kallioperän geokemiallisella koostumuksella on suurin merkitys moreenin geokemialisiin ominaisuuksiin
- Alueellisesta aineistosta ei ole mahdollista johtaa näytepistekohtaista vertailuaineistoa
 - näytteenottomenetelmien erilaisuudesta aiheutuu ero koostenäytteistä koostuvan alueellisen aineiston ja yksittäisten näytepisteiden välille pitoisuusjakauman ääripäissä.

Viitteet

- **Salminen, R., (toim.) 1995: Alueellinen geokemiallinen kartoitus Suomessa vuosina 1982-1994. Tutkimusraportti 130. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 47 s.**
- **Tarvainen, T. 1995: The geochemical correlation between coarse and fine fractions of till in southern Finland. Journal of Geochemical Exploration 54, 187-198.**
- **Tarvainen, T. 1996: Environmental applications of geochemical databases in Finland. Geological Survey of Finland. Espoo. 75 s.**
- **Tarvainen, T., Hatakka, T., Kumpulainen S., Tanskanen H., Ojalainen, J. ja Kahelin, H. 2003: Alkuaineiden taustapitoisuudet eri maalajeissa Porvoon ympäristössä. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoraportti S/41/3021/2003/1. 56 s.**
- **Tarvainen, T., (toim.), Eklund, M., Haavisto-Hyvärinen, M., Hatakka, T., Jarva J., Karttunen, V., Kuusisto E., Ojalainen, J. ja Teräsvuori, E. 2006: Alkuaineiden taustapitoisuudet pääkaupunkiseudun kehyskuntien maaperässä. Tutkimusraportti 163. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 40 s.**