



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

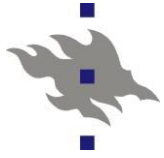
# Poikkitieteellistä bioremediaatiotutkimusta Neste Oilin öljypelloilla

Anu Mikkonen ([anu.s.mikkonen@helsinki.fi](mailto:anu.s.mikkonen@helsinki.fi))

Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos

MUTKU-PÄIVÄT Hämeenlinna 23.3.2010

**Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta**



## Esityksen runko

### 1. *Tunnetut tuntemattomat*

- Neste Oil Oyj:n öljypellot Kilpilahdessa
- Poikkitieteellinen lähestymistapa

### 2. *Tuntemattomat tuntemattomat*

- Poikkeukselliset fysiko-kemialliset ominaisuudet

### 3. *Uusia työkaluja*

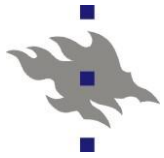
- Öljyn fraktiointimenetelmä

### 4. *Kontaminanttigradientit*

- Öljypitoisuus, ekotoksisuus ja hajotuspotentiaali

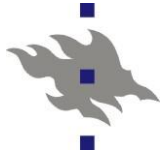
### 5. *Hyvin karakterisoitu on puoliksi puhdistettu?*

- Havaintojen merkitys bioremediaatiostrategian suunnittelussa
- Kasvikoe



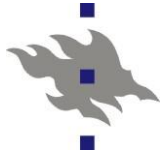
## Öljiisen jätteen peltokäsittely Kilpilahdessa

- 30 000 tonnia öljyä ja kiintoainesta sisältäviä jätteitä ajettu 3,5 ha peltoalalle 25 vuoden aikana
  - Neste Oil Oyj:n Kilpilahden jalostamoalue
  - peltoja kynnetty, kalkittu ja lannoitettu säännöllisesti
  
- Nykyinen ympäristölupa
  - uuden jätteen levitys kielletty 2005
  - teollisuusalue – ei käyttösuunnitelmia tai riskiä asukkaille
  - säännöllinen valvonta – ei velvoitetta kaivaa ylös ja käsitellä
  
- *Mahdollisuuksia edistää öljyjätteen biologista hajoamista selvitetään.*

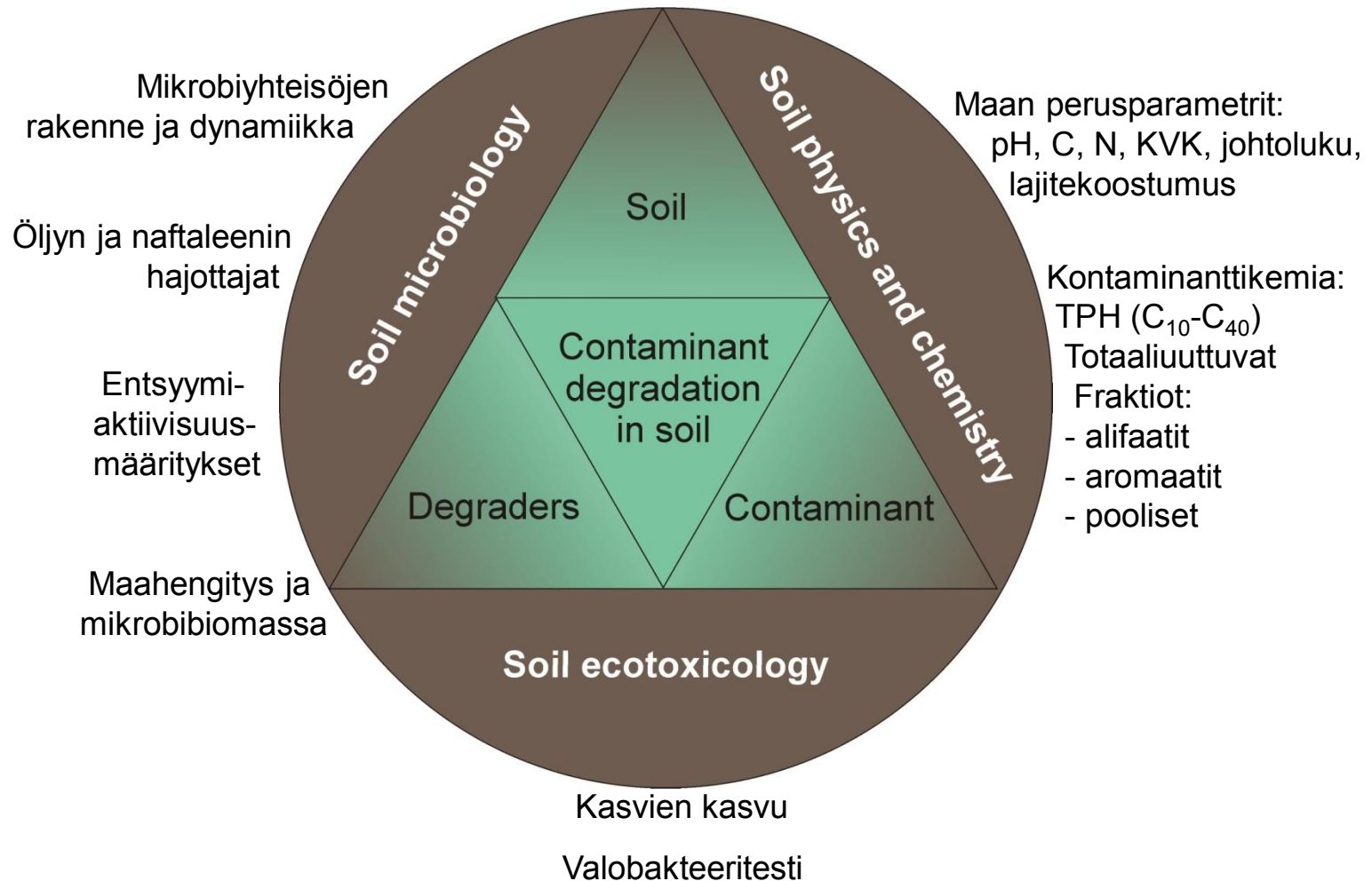


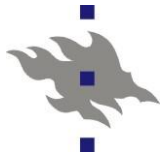
## Taustatietoja

- Öljyn biohajoaminen pelloilla ollut odotettua hitaampaa
  - Nykyinen pitoisuus ~10 g / kg
- Raskasmetallit pääasiassa alle ylempien ohjearvojen
- Kesanto/niittykasvillisuutta, niukasti maaeläimistöä
  - syvemmillä maassa korkeammat pitoisuudet
  
- Runsas lannoitus urealla, typen ei pitäisi rajoittaa öljyhiilivetyjen biohajoamista (Peltola ym. 2006)
- Erinomainen kohde tutkia tehokkaita ja kestäviä boreaaliseen ilmastoon sopeutuneita hajottajamikrobeja
  - hajotusgeenien määrät ja mineralisaatiopotentiaali korkeat (Salminen ym. 2008)



# Poikkitieteellinen tutkimusstrategia



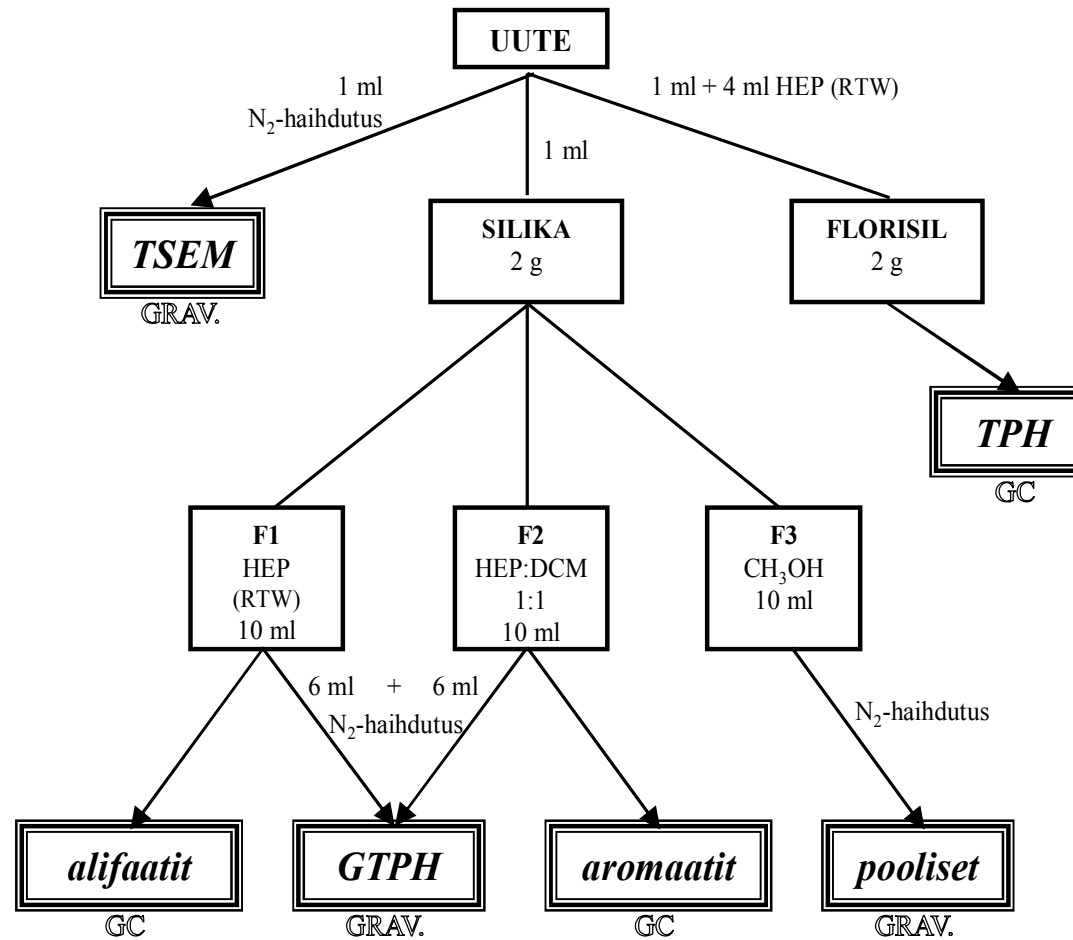


## Yllätysvalmis maa



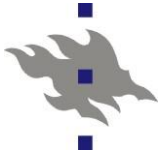


# Hajota ja hallitse: Fraktiointimenetelmä



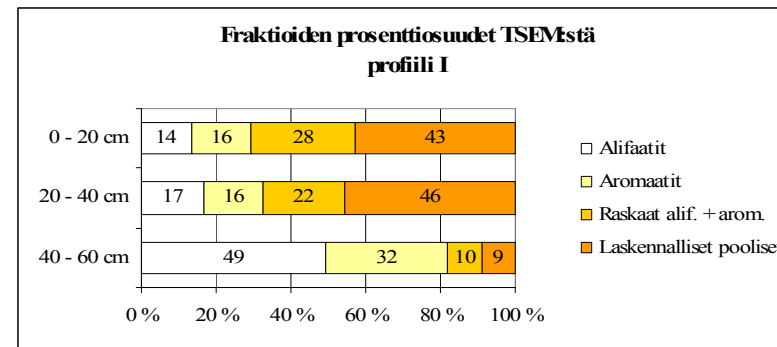
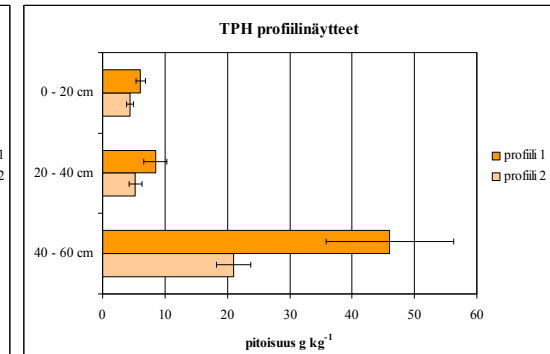
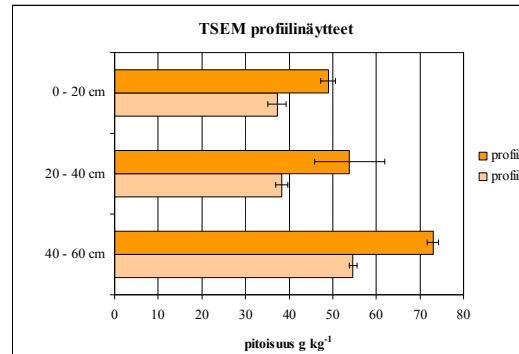
Kuva: Kati Hakala





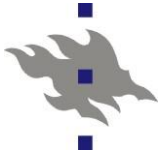
# Vertikaalinen kontaminanttigradientti

Kaksi maaprofiilia, joista molemmista kolme allekkaista näytettä á 20 cm



Kuvat: Kati Hakala



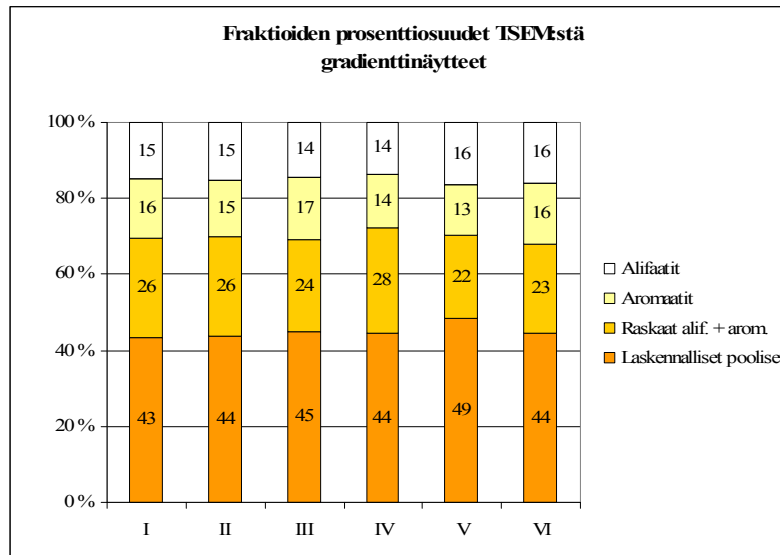


## Horisontaalinen kontaminanttigradientti

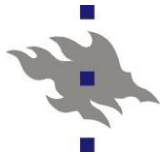


Kuuden 9 m<sup>2</sup> koeruudun rivi

- TPH: 3,1 => 6,8 g kg<sup>-1</sup>
- TSEM: 25 => 41 g kg<sup>-1</sup>
- EC: 0,8 => 2,2 mS cm<sup>-1</sup>
- Na<sup>2+</sup>: 0,16 => 0,44 g kg<sup>-1</sup>
- pH: 6,9 => 5,6
- Fytotoksisuuden kasvu  
(alkup. ja tuodut lajit)

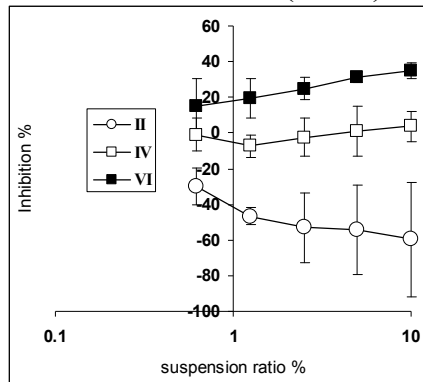


Kuva: Kati Hakala

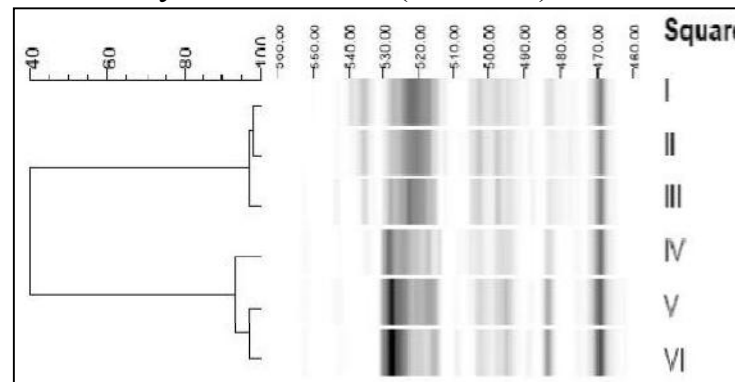


# Toksisuuden, mikrobiston ja hajotuskyvyn muutos horisontaalisessa öljygradientissa

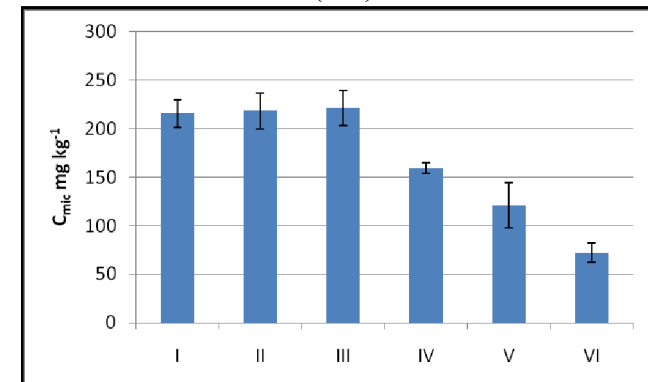
Valobakteeritesti (Flash)



Bakteeriyhteisörakenne (LH-PCR)



Mikrobibiomassa (FE)

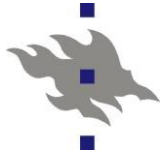


- Ekotoksisuuden kasvu kasveille (suola?) ja valobakteerille (hiilivedyt)
- Kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset muutokset mikrobisyhteisöissä
- Öljynhajottajien ja hajotusgeenien lukumäärät samat tai hiukan nousevat
  - naftaleeni-MPN:  $4 \cdot 10^3 \Rightarrow 15 \cdot 10^3$  solua g<sup>-1</sup>, polttoöljy-MPN:  $\sim 3 \cdot 10^5$  solua g<sup>-1</sup>
  - *nahAc*-qPCR:  $\sim 3 \cdot 10^6$  geenikopiota g<sup>-1</sup>
- Jyrkkä lasku yleisissä hajotuspotentiaaleissa/mikrobiaktiivisuuksissa
  - sellobiosidaasi: 0,17  $\Rightarrow$  0,06  $\mu$ mol hajotustuotetta (3 h g)<sup>-1</sup>
  - maahengitys: 6,6  $\Rightarrow$  1,5 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>



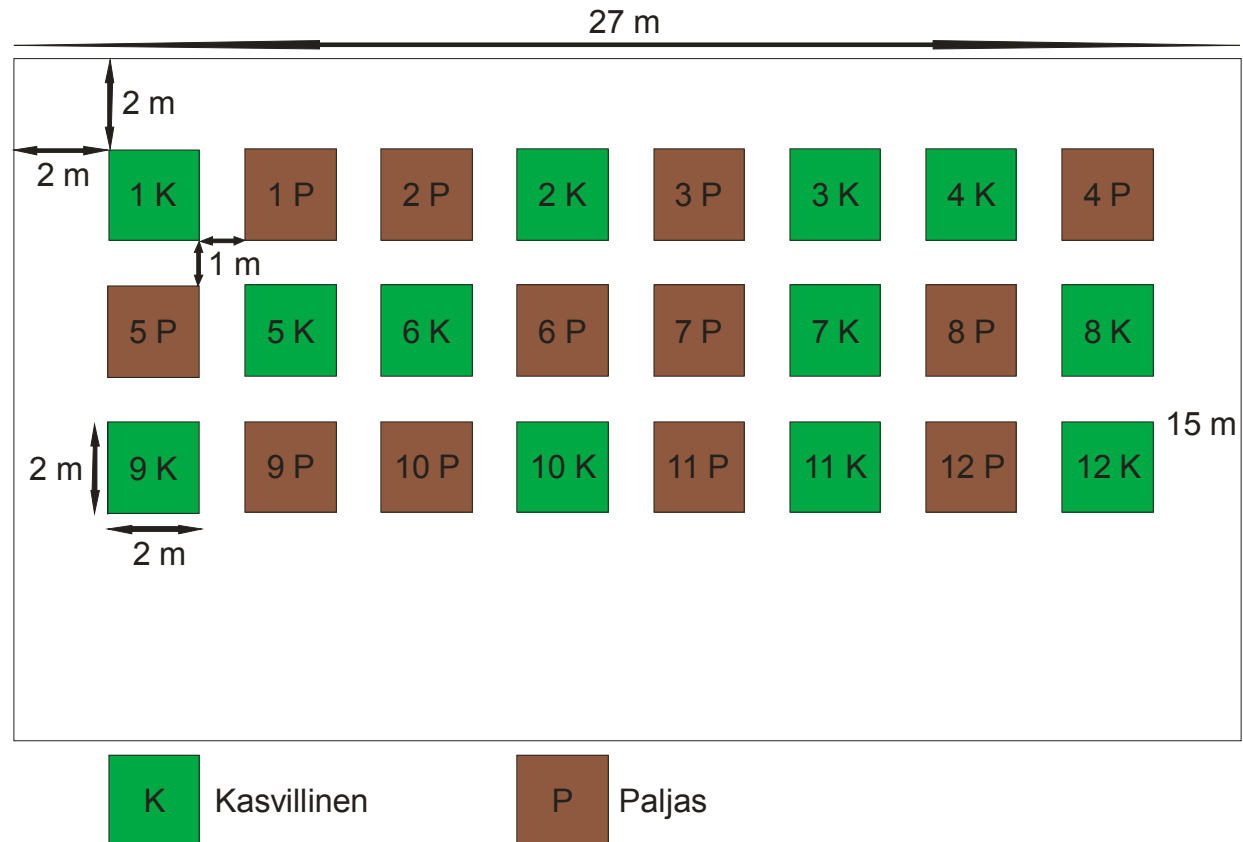
## Kuinka öljyjätteen biologista hajoamista *in situ* voitaisiin edistää?

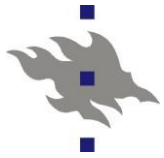
- Ongelma: Jätepitoisuuden kasvu on ylittänyt peltomaan alkuperäisen hajottajamikrobiston kyvyn mineralisoida öljyjätteet
  - toksisuus – hiilivedyt, rikastuneet raskaat jakeet, suola
  - happamuus – hiilivetyjen hajotuksen välituotteista?
  - maan huono rakenne – tiivistyminen öljyn, suolan, vähäisen kasviperäisen aineksen ja maaeläintoiminnan johdosta, hapettomuus
  
- Ratkaisu: Maan pH:n nosto ja rakenteen parantaminen, alkuperäisen mikrobiyhteisön stimulointi
  - kalkitus, orgaanisen aineksen/adsorbenttien lisäys, kyntötiheyden harventaminen, kasvillisuus
  
- Odotetut tulokset: Kaasunvaihdon parantuminen, toksisuuden lieventyminen adsorption kautta, substraatteja kometaboliaan, sienirihmaston kehittyminen, hydrologian parantuminen ja suolan huuhtoutuminen => öljyn tehokkaampi biohajoaminen



## Ritsoremediaatiokoe vuohenherneellä

- Kolmivuotinen kenttäkoe, jossa tutkitaan vuohenherneen kykyä stimuloida öljynhajottajamikrobien toimintaa *in situ*





## Tutkijat ja tukijat

### TUTKIJAT JA PARTNERIT

- Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos
  - Leena Suominen, Kristina Lindström, Helinä Hartikainen
  - Elina Kondo, Kaisa Lappi, Anu Mikkonen, Kaisa Wallenius, Annika Wickström, Anu Vaalama, Kati Hakala, Minna Santalahti, Anni Pulkkinen
- Neste Oil Oyj
- Suomen ympäristökeskus
- Islannin maatalousyliopisto

### RAHOITTAJAT

- Suomen Akatemia
- Helsingin yliopisto
- Ekokem Oy
- Maa- ja vesitekniikan tuki ry.
- Maaperän tutkimus- ja kunnostusyhdistys ry.