



BIOHIILI BIOSUODATUSRAKENTEISSA: PUHDISTUUKO HULEVESI?

Kirsi Kuoppamäki

Post doc tutkija, dosentti

Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, LAHTI

Rahoittaja: Koneen Säätiö



BIOSUODATUS

→ elävä luonto suodattaa vedestä haitta-aineita yhdessä kemiallisten ja mekaanisten prosessien kanssa

→ ns. luontopohjainen ratkaisu (nature based solution)

→ ekosysteemipalvelujen hyödyntäminen

biofiltration = biosuodatus
bioretention = biopidätys

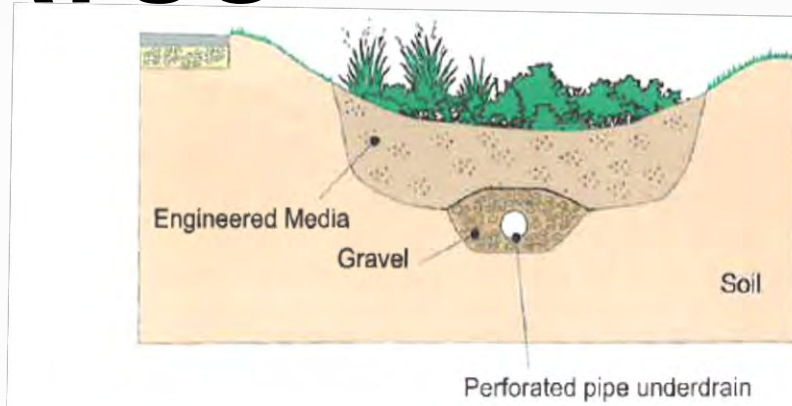


Fig. 4.15 Typical biofiltration system cross section
Erickson et al. 2013. Optimizing stormwater treatment practices. A handbook of assessment and maintenance. Springer

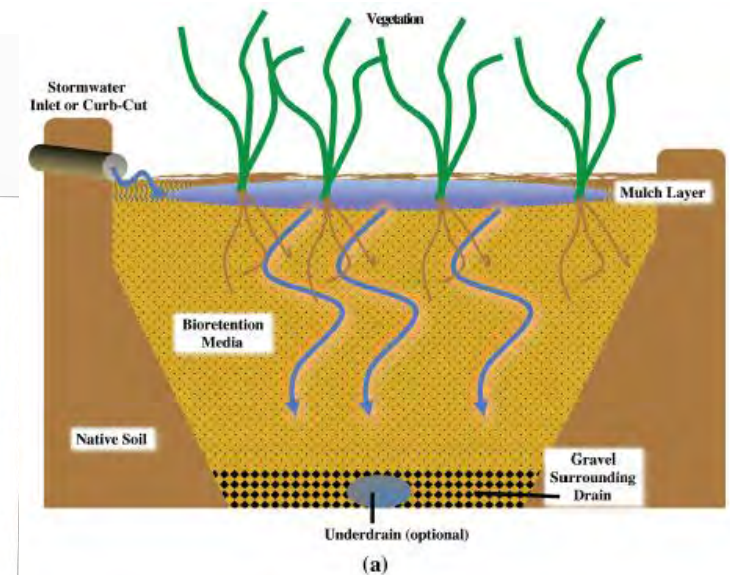


Fig. 1. (a) Cross section diagram of conventional bioretention cell (adapted from LeFevre 2012, with permission); (b) installed bioinfiltration practice in residential neighborhood (reprinted from LeFevre 2012, with permission)

LeFevre et al. 2014. Review of dissolved pollutants in urban storm water and their removal and fate in bioretention cells. J. Environ. Eng. 141 (1), 04014050



viherkatto



BIOBIO = BIOHIILI + BIOSUODATUS ?!

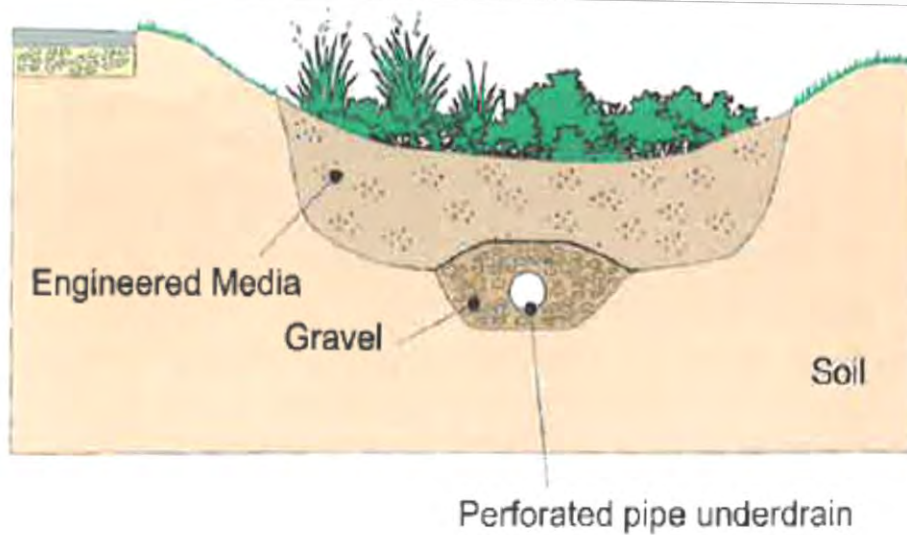


Fig. 4.15 Typical biofiltration system cross section

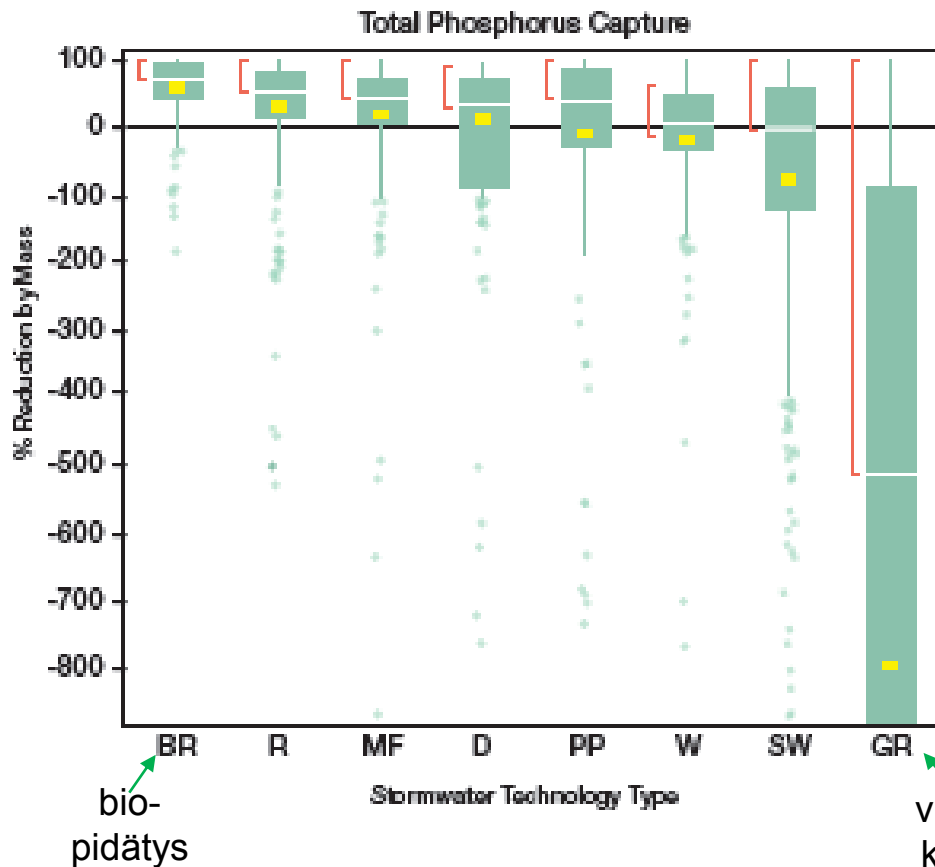


Biohiili pidättää ravinteita?



BIOSUODATUSRATKAISUJEN PUHDISTUSTEHOSSA SUURTA VAIHTELUA

Kokonaisfosforin
pidättyminen %



Keskiarvot:

BR= biopidätys 58 %

R = laskeutusallas (aina vesipinta) 32 %

MF = mekaanis-kemiallinen suodatin 17 %

D = viivytyksallas (kuivuu sateiden välillä) 13 %

PP = läpäisevä asfaltti 9 % (ei ole biosuodatusta)

W = kosteikko -20 %

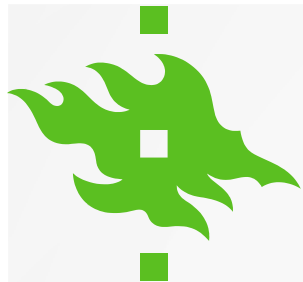
SW = oja/painanne -76 %

GR = viherkatto -791 %

| | |
|-----------------------|--------|
| BR - Bioretention: | 58.6% |
| R - Retention Pond: | 32.0% |
| MF - Media Filter: | 17.3% |
| D - Detention Pond: | 12.7% |
| PP - Porous Pavement: | -9.25% |
| W - Wetland: | -19.9% |
| SW - Swale: | -76.3% |
| GR - Green Roof: | -791% |

Figure 9. Summary of stormwater capture, loss and leakage of the mass of total phosphorus by technology. The values shown are the average of performance by event observations.

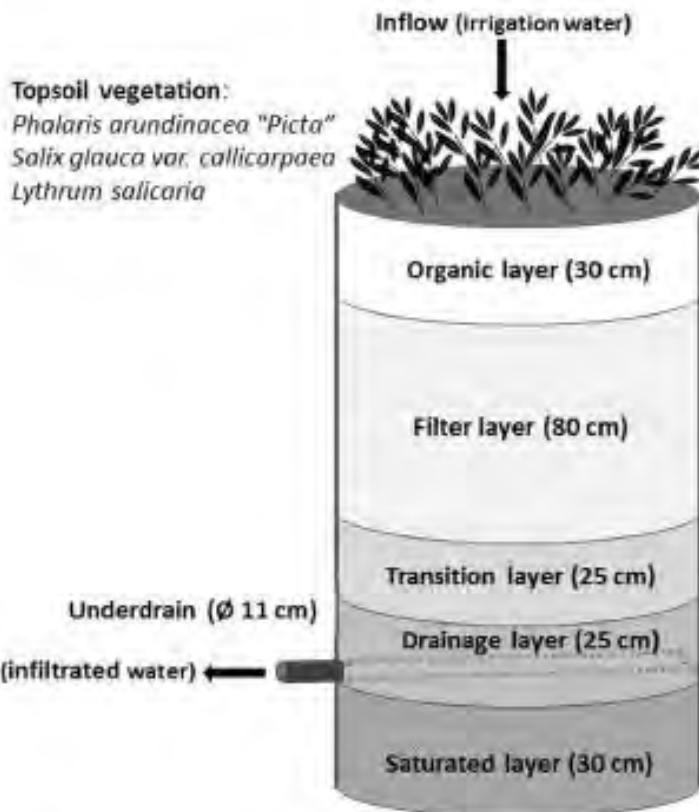
Driscoll et al. 2015. Green infrastructure: lessons from science and practice. A publication of the Science Policy Exchange.



RAVINTEET PIDÄTTY OSITTAIN HYVIN...

- lähes 100 % fosforista
- 0-47 % typestä
- 82-96% kuparista, sinkistä
- 70-90% alumiinista

**Kasvualustasta itsestään
huuhtoutui tyypeä**



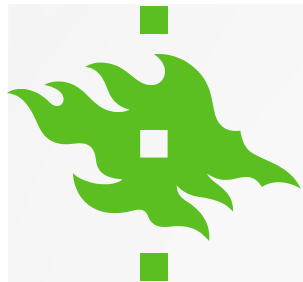
Topsoil vegetation:
Phalaris arundinacea "Picta"
Salix glauca var. callicarpaea
Lythrum salicaria

Fig. 2. Schematic presentation of the soil layers (depth in cm) in a vegetated biofiltration system constructed in a lysimeter. Organic layer - a mixture of 50% peat and compost and 50% sand (0-2 mm), filter layer - sand (0-2 mm), transition layer - gravel (2-6 mm), drainage layer - gravel (8-16 mm), saturated layer - gravel (16-32 mm). Organic layer: pH 7.0, P 9.1 mg/L, Ca 1400 mg/L, K 80 mg/L, Mg 200 mg/L, bulk density 1.26 kg/L. Infiltration water samples were taken from the underdrain.



Lysimettilaitos "Soilia", Lahti

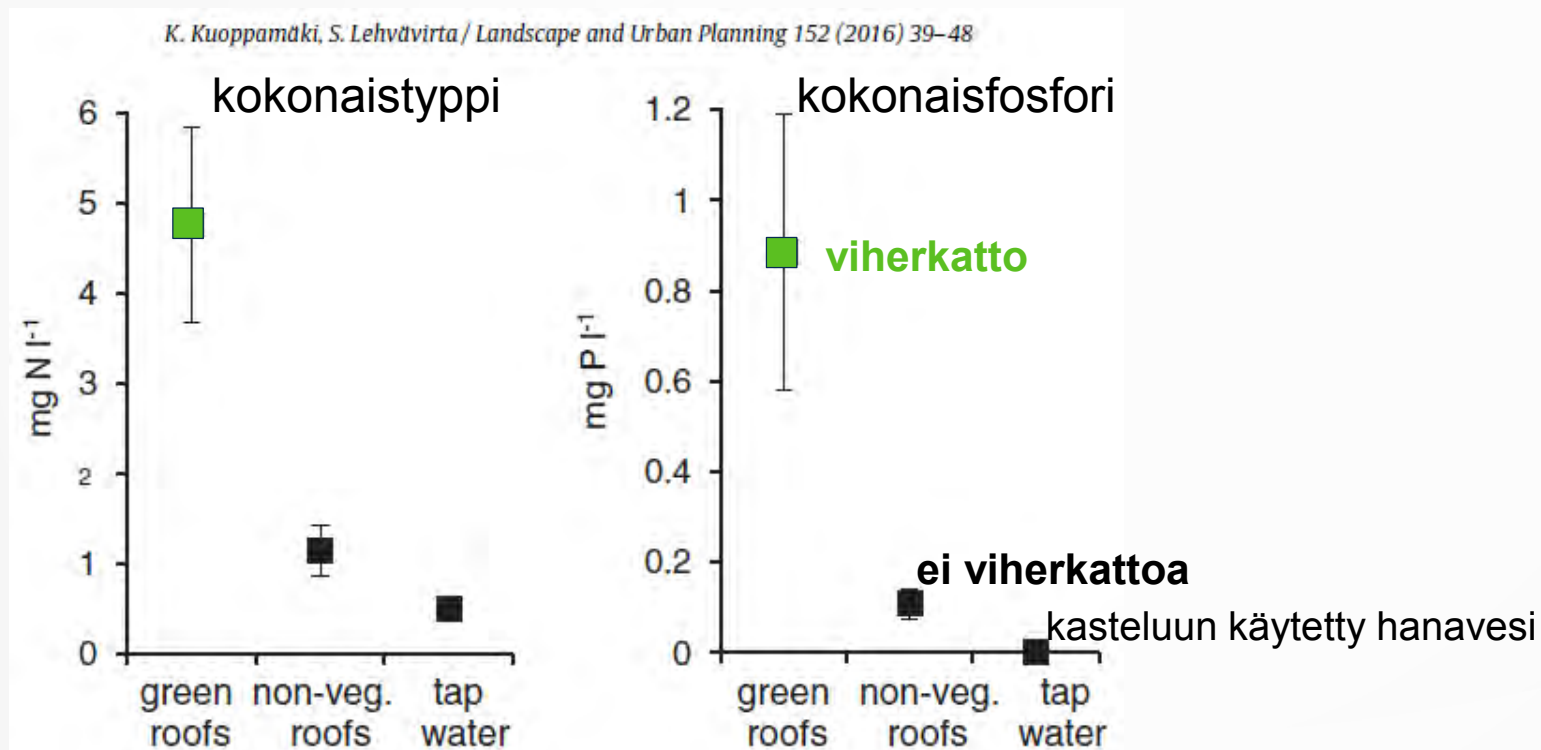
Valtanen et al. 2017; Ecol. Eng. 100: 89-98



...TAI SITTE EI

ESIM. VIHERRKATOSTA SUOTAUTUVASSA HULEVEDESSÄ VOI OLLA SUURIA RAVINNEPITOISUUKSIA

Pääkaupunkiseudulta satunnaisesti valitun 12 viherkaton ja 12 pelti- tai bitumikaton valumaveden ravinnepitoisuudet:



Kaarjel Kauslya Narayanasamy



BIOHIILI ”PAIMENTAMAAN” EPÄPUHTAUKSIA ?

- Suuri pinta-ala
- Sitoo ravinteita, raskasmetalleja
- Puhdistaa saastuneen veden
- Pidättää vettä
- Hiilinielu
- Halvempi kuin aktiivihiihi

POLLUTION WRANGLER

Biochar's start may have been in agriculture, but researchers are now looking at other applications. Biochar can bind to heavy metals in soil, which helps to keep them from reaching plants or entering water supplies. That has attracted the notice of the US Environmental Protection Agency, other agencies, and companies seeking to reclaim land formerly used in mining. At the Hope Mine near Aspen, Colorado, biochar added in 2010 helped to neutralize the impacts of decades-old mine refuse by immobilizing the metals and increasing the amount of water held on the slope — thereby reducing the opportunity for contaminated water to become run-off. It also helped to spur plant growth on the formerly barren hillside, according to the Aspen Center for Environmental Studies.

Biochar is also showing promise in cleaning up polluted water, perhaps as a much cheaper replacement for activated charcoal, which is used at sites ranging from treatment plants to areas that are heavily contaminated with toxic chemicals. Biochar particles have a relatively large surface area, which expands even further in water, providing a vast number of sites for contaminants to bind to, says Charles Pittman, a retired chemist at Mississippi State University in Starkville. He says that this type of pollution remediation may be particularly beneficial in countries that lack full water-treatment systems. It could also help to remove antibiotics or chemical wastes, which are difficult to strip out with conventional water treatments.

NEWS FEATURE



Biochar—a soil additive made by heating biological material—is catching attention as a means to improve crop growth and clean up contaminated water.

STATE-OF-THE-ART SOIL

A charcoal-rich product called biochar could boost agricultural yields and control pollution. Scientists are putting the trendy substance to the test.

BY RACHEL CERNANSKY

For more than 150 years, the Brooklyn Navy Yard constructed vessels that helped to stop the slave trade from Africa, lay the first undersea telegraph cable and end the Second World War. Now, this sprawling industrial facility in New York City is filled with artists, architects, producers of artisanal moonshine and people growing organic vegetables. On a drizzly day in autumn, Ben Flanner tends a sea of red and green lettuce on a 6,000-square-metre rooftop farm.

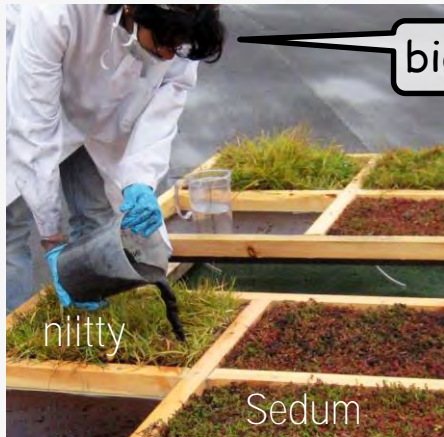
The soil beneath the plants looks ordinary, but Flanner grabs a handful and holds it up for inspection. Amid the brown clods of dirt are small black particles — remnants of charcoal fragments that were mixed into the soil two years ago. Flanner thinks that this carbon-rich material, known as biochar, has helped the crops to thrive, possibly even

increasing their yield, and he hopes for more impressive results over the next few years.

Across the United States, sales of this long-lasting soil additive have surged over the past few years, tripling annually since 2008, according to some estimates. The Biochar Company in Berwyn, Pennsylvania — which supplied Flanner's Brooklyn farm — sells it both wholesale and direct to consumers, through outlets including Amazon and some Whole Foods stores. And countries ranging from China to Sweden are using biochar on agricultural fields and city lawns.

Proponents see big potential for the soil enhancer, which is produced by heating biological material — such as husks and other agricultural waste — in a low-oxygen chamber. Biochar can be made as a by-product of biofuel generation, so some companies are hoping to cash in on both products

BIOHIILI VÄHENSÄ KOEVIHERKATTOJEN RAVINNEKUORMITUSTA

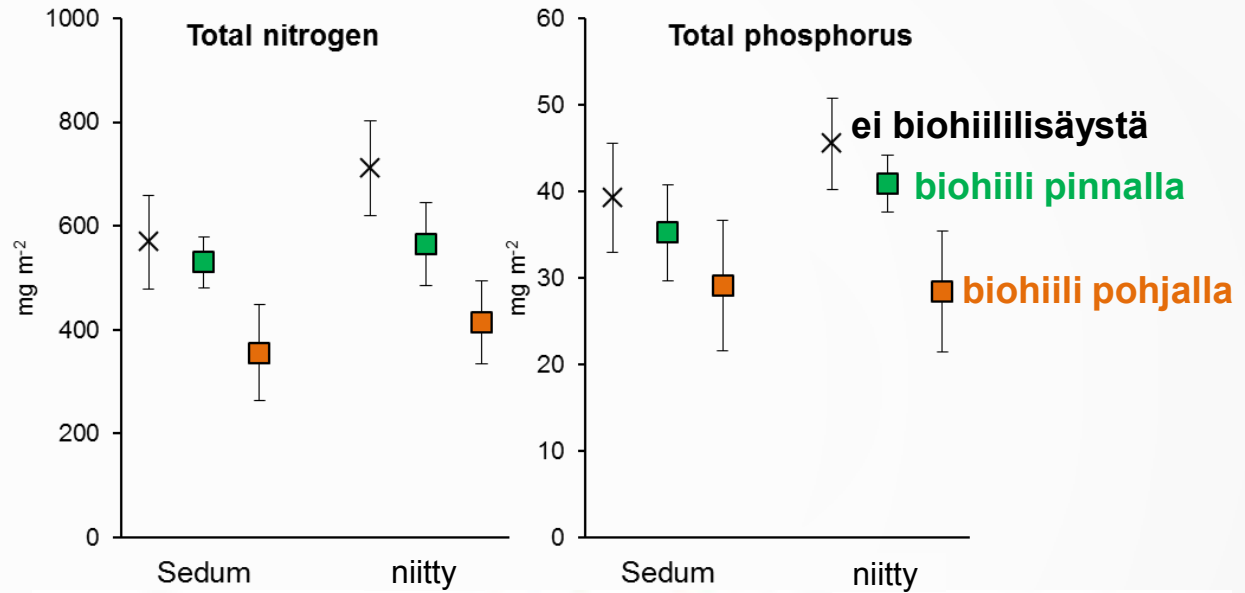


biohiili pinnalla ■

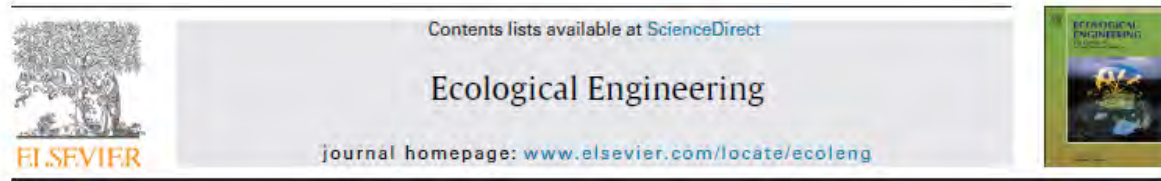


biohiili pohjalla ■

4 toistoa kutakin käsittelyä



Ecological Engineering 88 (2016) 1–9



Biochar amendment in the green roof substrate affects runoff quality and quantity

Kirsi Kuoppamäki^{a,*}, Marleena Hagner^a, Susanna Lehvävirta^b, Heikki Setälä^a

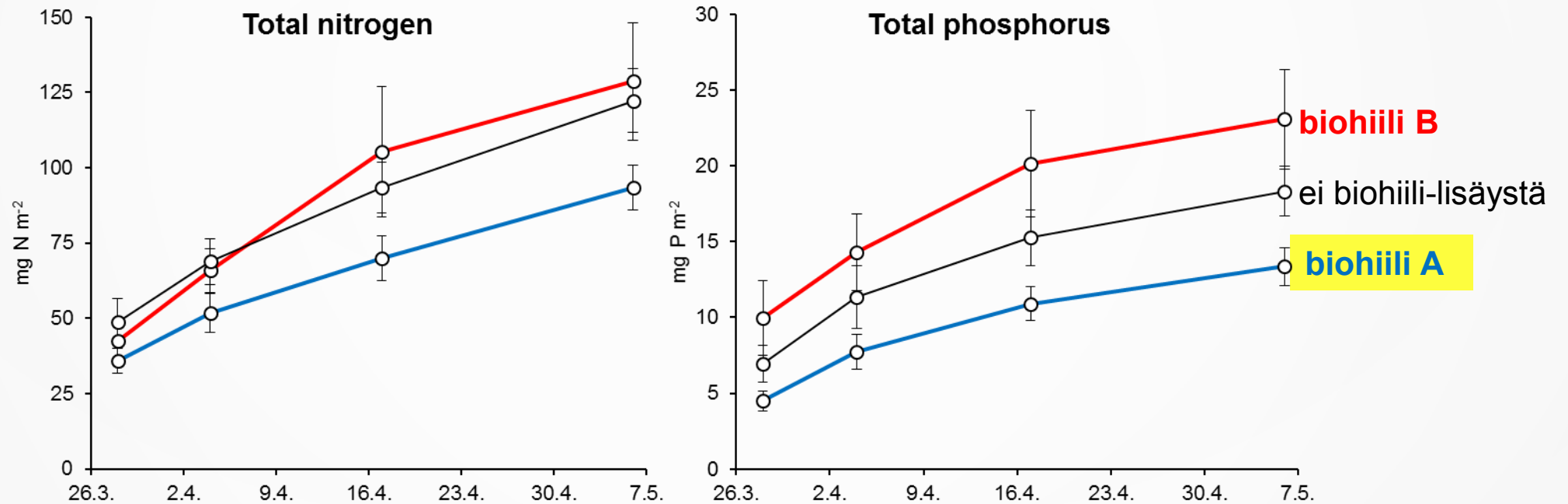
^a University of Helsinki, Department of Environmental Sciences, Niemenkatu 73, FIN-15140 Lahti, Finland

^b Botany Unit, Finnish Museum of Natural History, University of Helsinki, PO Box 7 (Unioninkatu 44), Helsinki, Finland



ERI BIOHIILILLÄ ERILAINEN VAIKUTUS VAIKKA TUOTETTU SAMASTA PUUAINEKSESTA

VIHERKATTO-LABORATORIOKOE:



K. Kuoppamäki et al. / Ecological Engineering 88 (2016) 1–9

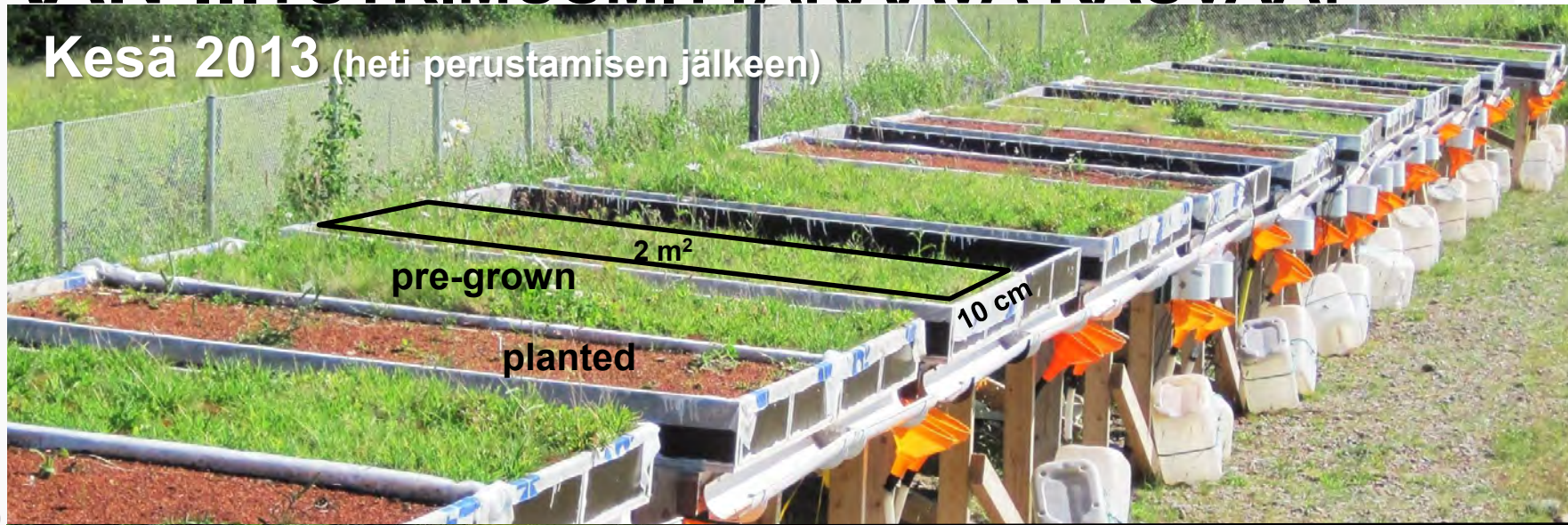


Viherkatot

BIOHIILEN VAIKUTUS VIHERRKATON TOIMINTAAN ...TUTKIMUSMITTAKAAVA KASVAA:

- 20 koeviherkattoa, 5 ”paljasta” kattoa, á 2 m²
- 10 cm paksu kasvualusta (85 % tiilimurskaa, 5 % kompostia, 5 % kuoriketta, 5 % turvetta)
- puolessa katoista 1 cm paksu kerros biohiiltä 5 cm syvyydessä (= 10 % tilavuudesta)
- 5 toistoa kutakin käsittelyä
- Kasvillisuus perustettu:
 - a) valmismatoilla (niitty-maksaruoho) ”pre-grown”
tai
 - a) kylvämällä niittykasvien siemeniä ja istuttamalla taimia ”planted”

Kesä 2013 (heti perustamisen jälkeen)



Kesä 2015 (2 v perustamisesta)





Viherkatot

BIOHIILEN VAIKUTUS HULEVEDEN MÄÄRÄÄN JA LAATUUN

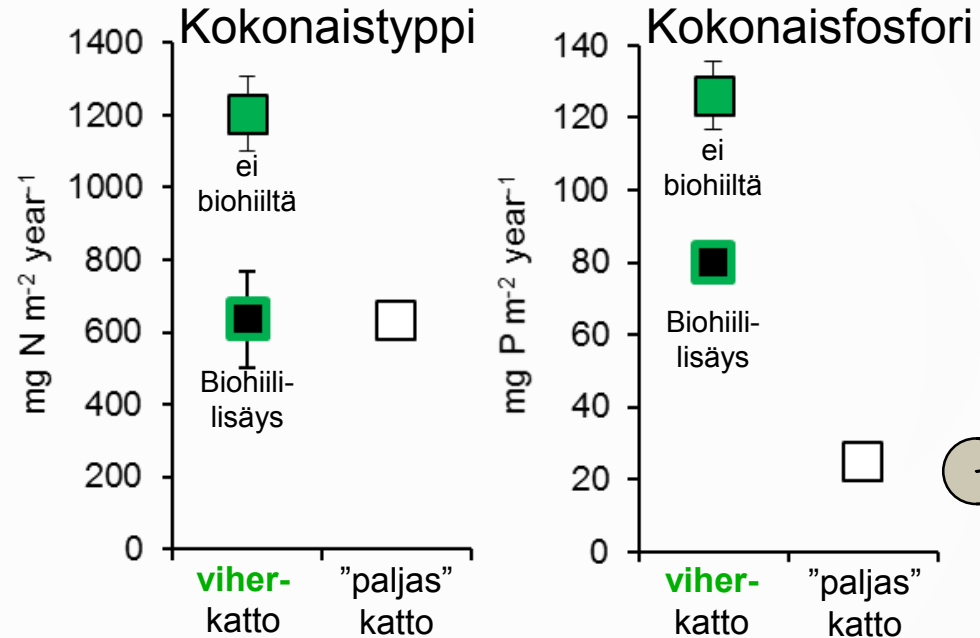
jatkuvatoiminen mittaus: sadanta, valunta, kasvualustan lämpötila & kosteus, ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, tuulen nopeus & suunta

Tutkimusasema Lahdessa
www.soilia.fi



BIOHIILI VÄHENTÄÄ RAVINTEIDEN HUUHTOUTUMISTA

Ensimmäisen vuoden kuormitus:



Biohiili vähentää ravinteiden huuhtoutumista vielä 4 vuodenkin jälkeen (tulokset julkaisematta)

Huom! koeviherkattoja ei ole lannoitettu

Landscape and Urban Planning 152 (2016) 39–48

Contents lists available at ScienceDirect

Landscape and Urban Planning

journal homepage: www.elsevier.com/locate/landurbplan

Research paper
Mitigating nutrient leaching from green roofs with biochar

Kirsi Kuoppamäki^{a,*}, Susanna Lehvävirta^b

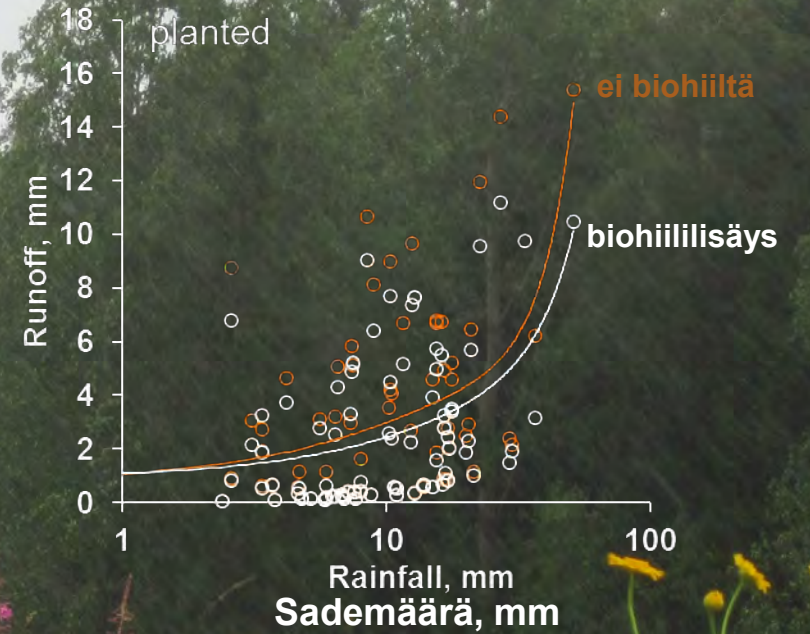


Viherkatto vähentää hulevettä ja viivyttää virtaamaa

194 monitoroidusta sadetapahtumasta yli 70 % pieniä (<10 mm), joissa viherkattoihin jää n. 90 % sateesta

Biohiili auttaa hiukan pidättämään vettä

Valunta, mm





BIOHIILEN VAIKUTUS VIHERKATON TOIMINTAAN...TUTKIMUSMITTAKAAVA SENKUN KASVAA

- 25 koeviherkattoa á 3.4 m²
- Testataan biohiiltä (20 % tilavuudesta) kevytsorabetonimurska-pohjaisessa 10 cm paksussa kasvualustassa
 - verrokkina myös tiilimurska-kasvualusta
- 5 toistoa kutakin käsittelyä
- Kasvillisuus perustettu istuttamalla taimia ja kylvämällä niittykasvien siemeniä



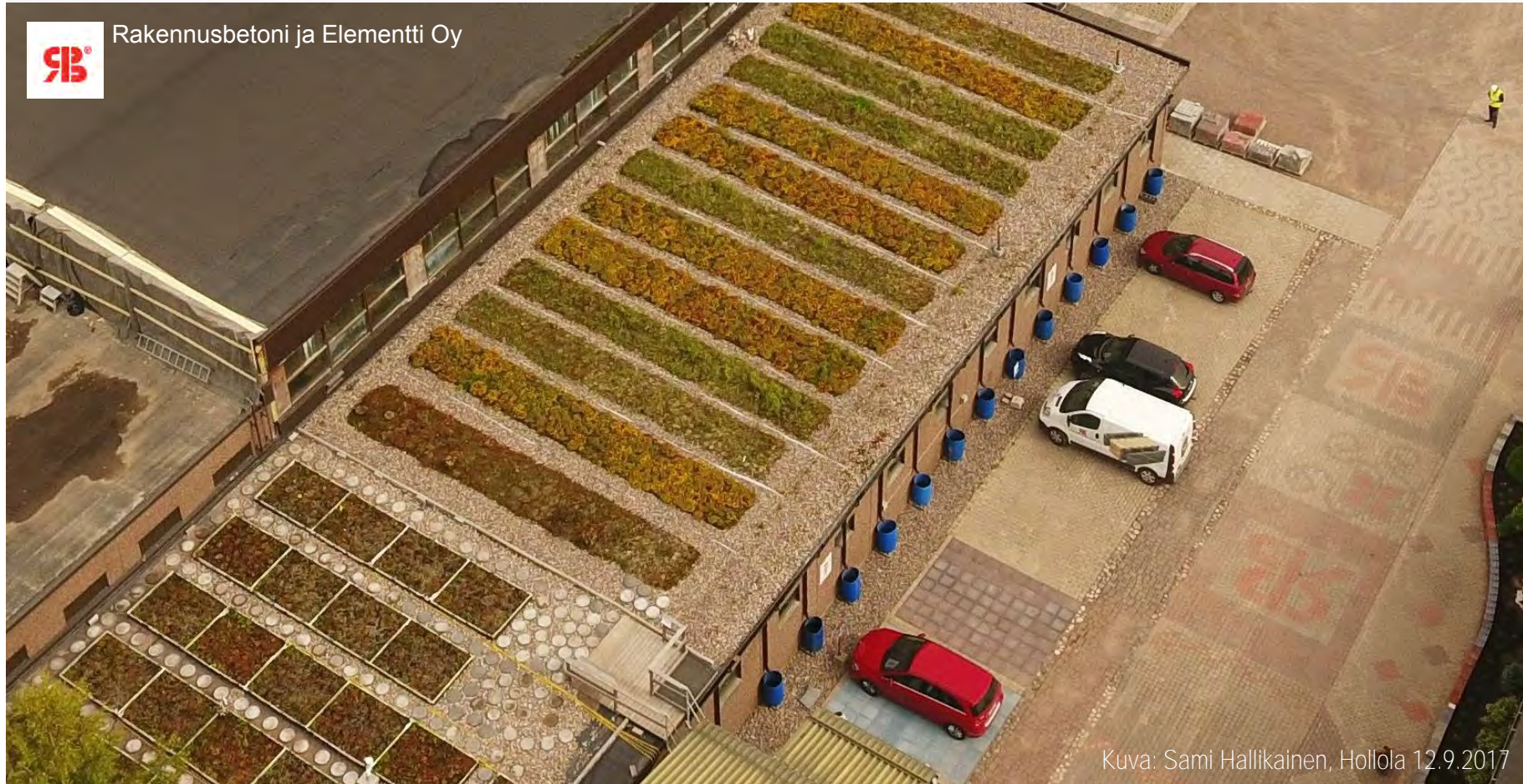


Viherkatot

KEVYTSORABETONI-POHJAISSA KASVUALUSTASSAKIN BIOHIILI VÄHENTÄÄ RAVINTEIDEN HUUHTOUTUMISTA



Rakennusbetoni ja Elementti Oy



Kuva: Sami Hallikainen, Hollola 12.9.2017

Kalkkipitoisena materiaalina kevytsorabetoni itsessäänkin pidättää etenkin fosforia, mutta siitä huolimatta biohiilen vaikutus havaittavissa.

(Kuoppamäki & Hagner, julkaisematon aineisto)

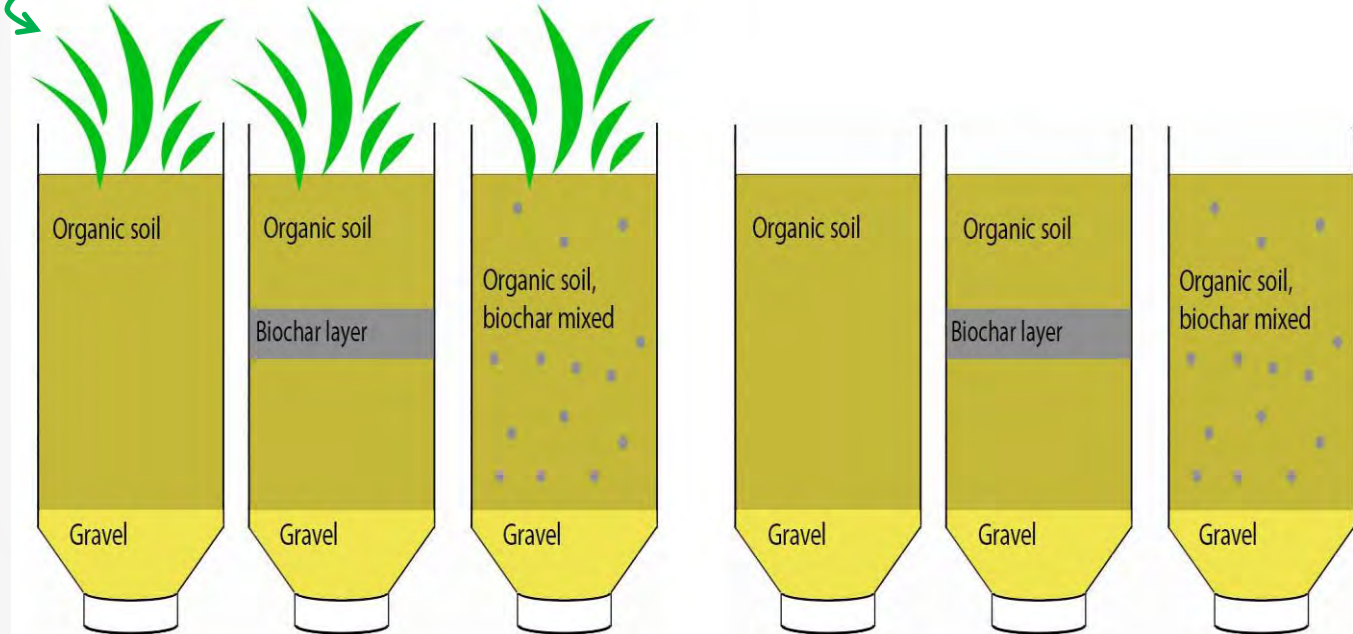


Myös pääkaupunkiseudulla kymmeniä koeviherkattoja, joista osassa biohiililisäys

Vantaa 21.9.2017

BIOHIILI HULEVEDEN BIOSUODATUKSESSA MINILYSIMETRIKOE, VOL 1

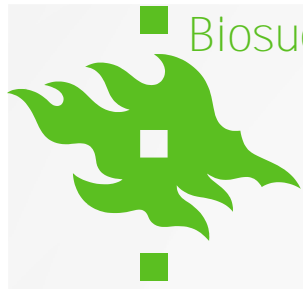
Kaura, *Avena sativa* 5 toistoa kutakin käsittelyä, kastelu synteettisellä hulevesicocktaililla



Kuva: Vilhelmiina Harju, Jessica Latus, Sameli Männistö, Ilyass Usman & Wenlin Zhao



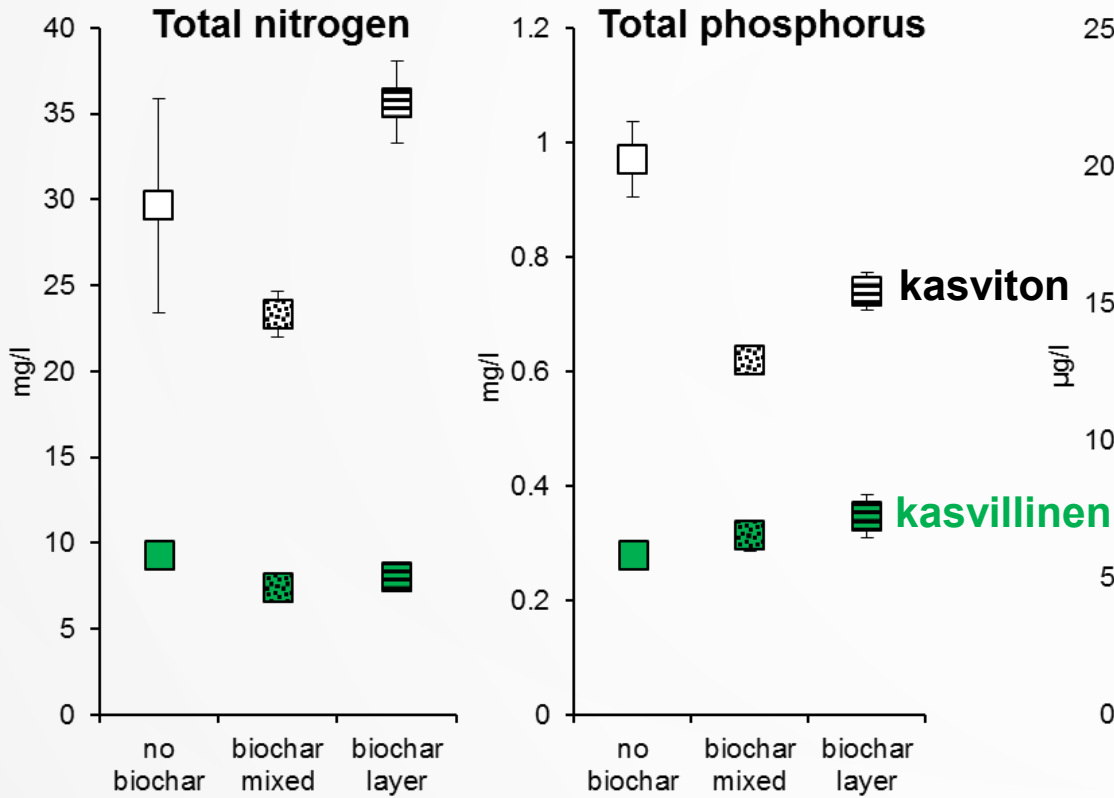
Lahden ympäristökampus, kevät 2013



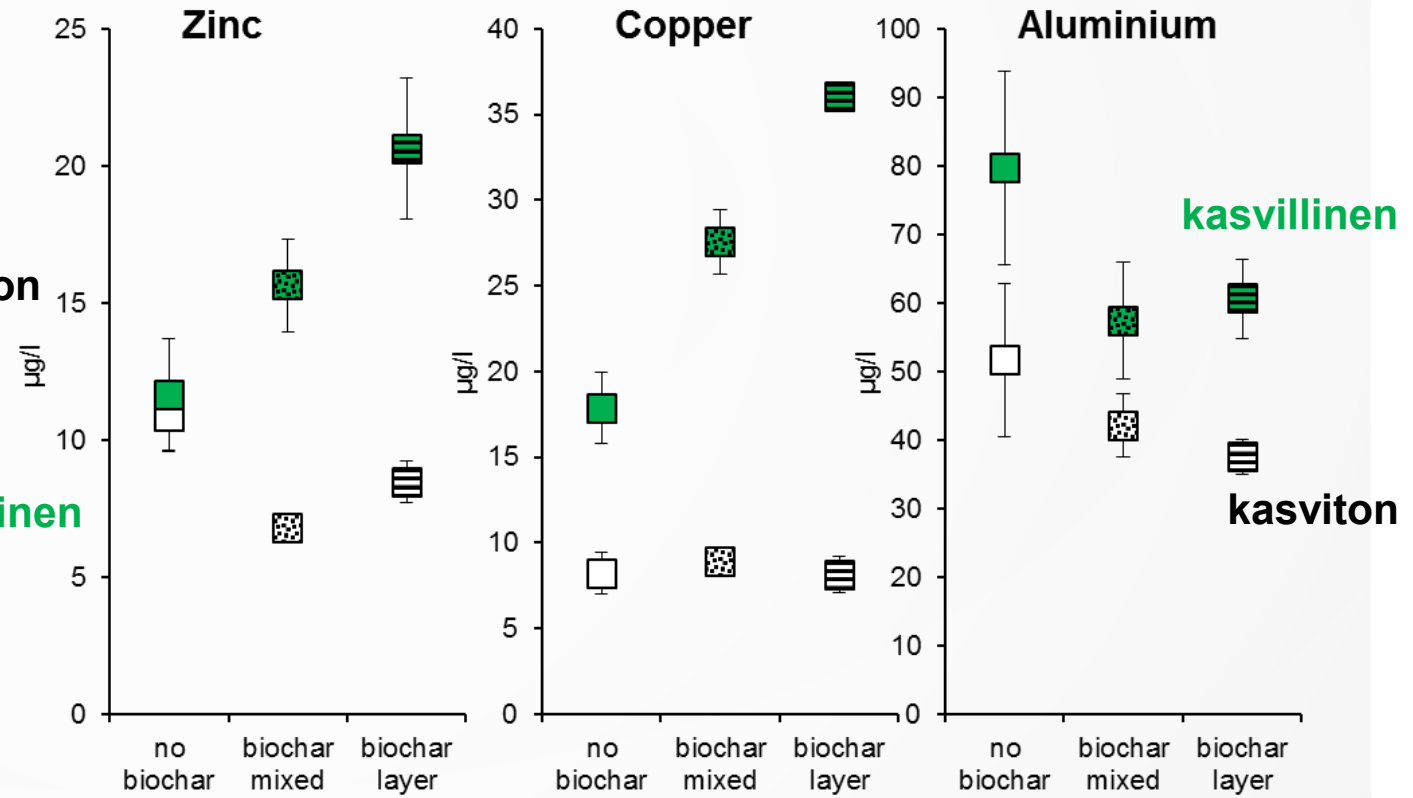
BIOHIILEN VAIKUTUS VAIHTELI...

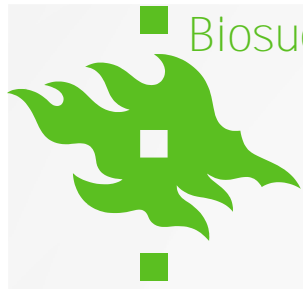
KASVIT PARANSIVAT RAVINTEIDEN PIDÄTTYMISTÄ MUTTA LISÄSIVÄT METALLIEN HUUHTOUTUMISTA

Ravinteet



Metallit





BIOHIILI HULEVEDEN BIOSUODATUKSESSA MINILYSIMETRIKOE, VOL 2



Hulevesi autenttista tavaraa: Lahden keskustasta valtatie 12 pientareelta kerättyä ja sulatettua lunta

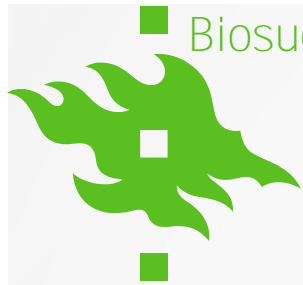
Biohiili sekoitettu tiilimurskapohjaiseen kasvualustaan (20 % tilavuudesta)

Lahden ympäristökampus, kevät 2017



5 toistoa kutakin käsittelyä

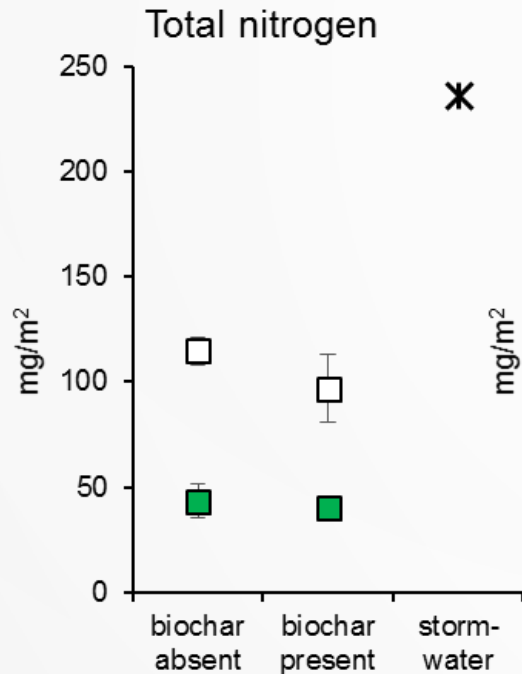




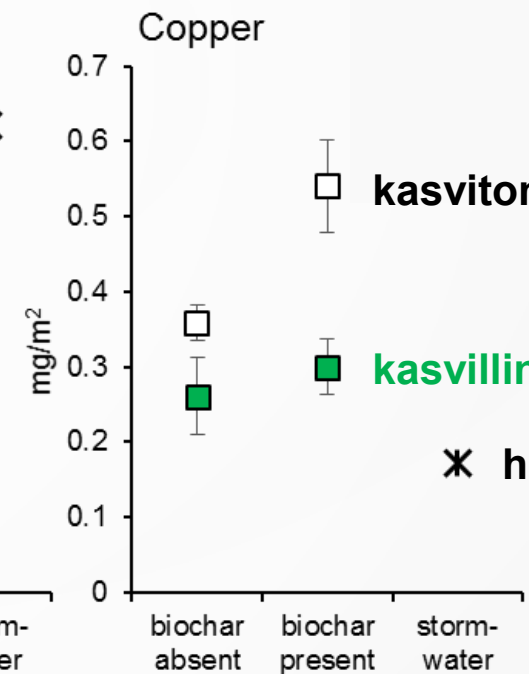
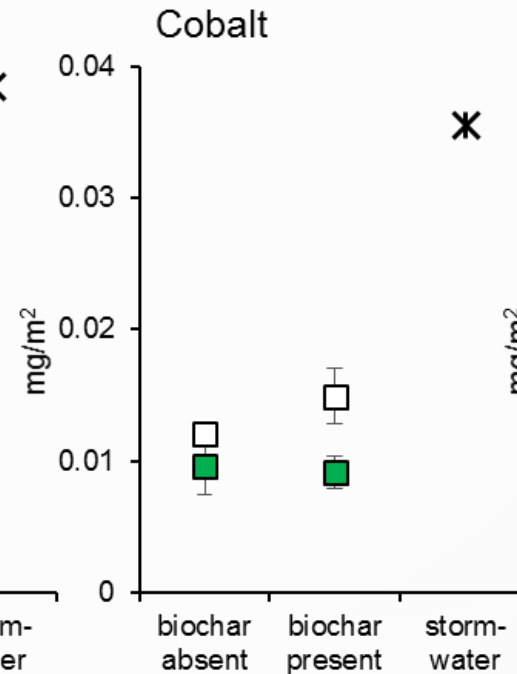
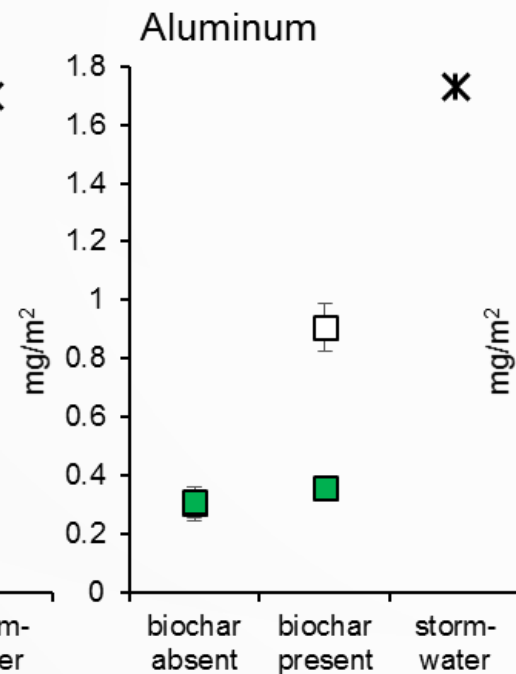
BIOSUODATUS PIDÄTTI HULEVEDESTÄ MM. TYPPEÄ, ALUMINIA JA KOBOLTTIA

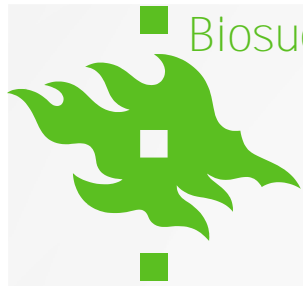
KASVIT TEHOSTIVAT PIDÄTTYMISTÄ, BIOHIILELLÄ EI VAIKUTUSTA
TAI SE JOPA LISÄSI METALLIEN HUUHTOUTUMISTA

Ravinteet



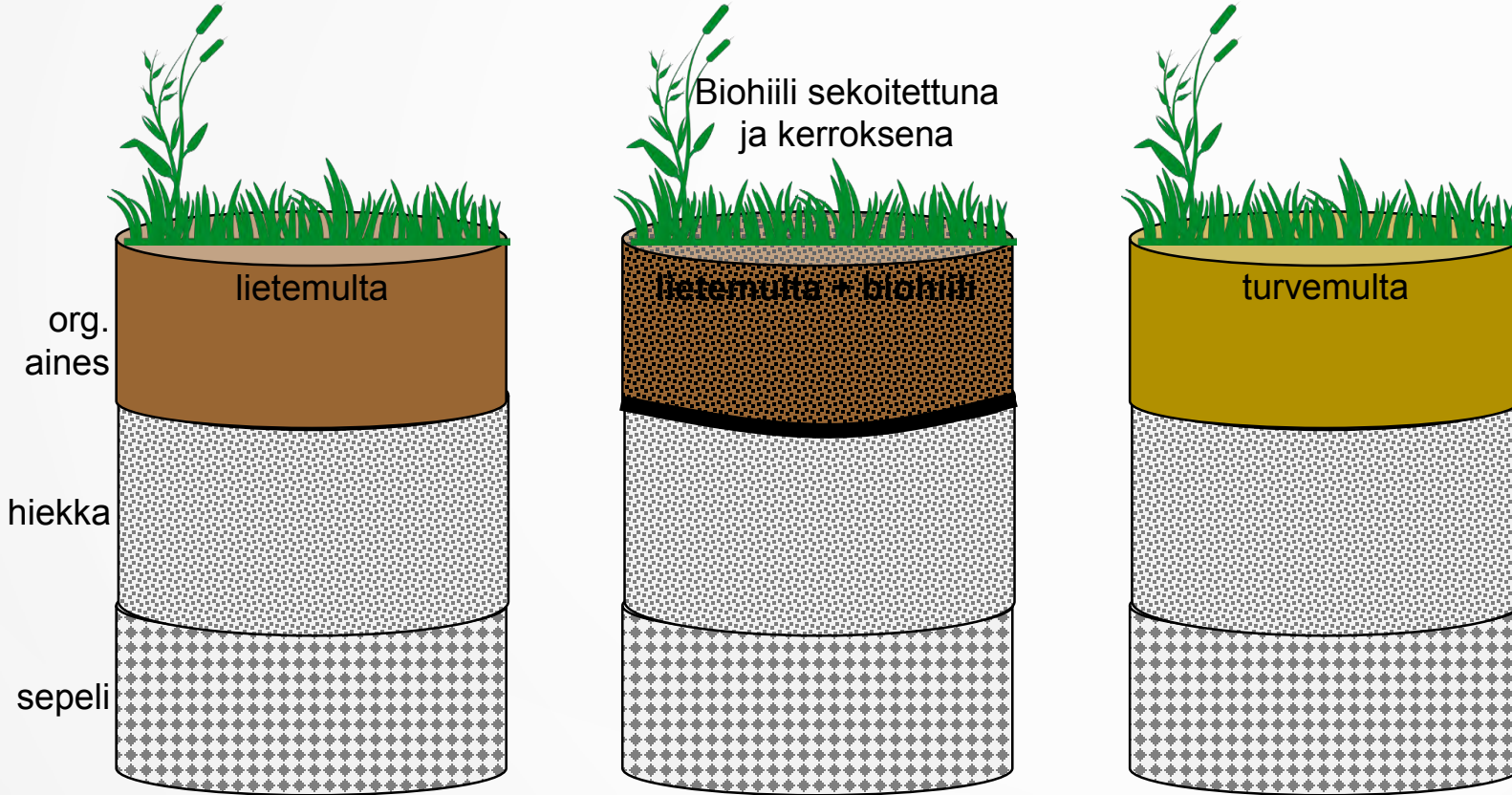
Metallit





Biosuodatusrakenteet

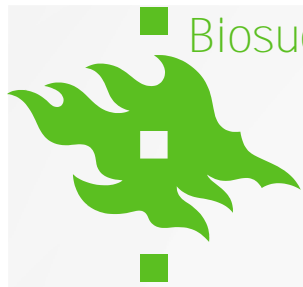
BIOHIILI VEDEN BIO SUODATUKSESSA ISO LYSIMETRIKOE



4 toistoa kutakin käsittelyä

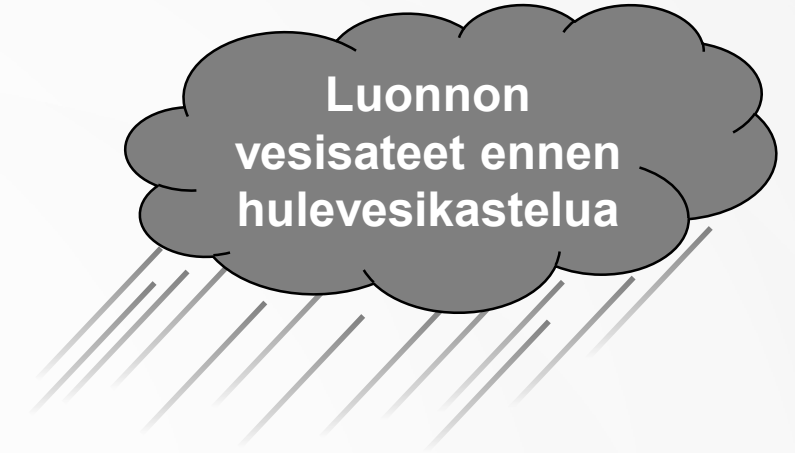


Tutkimuslaitos "Soilia", Lahti

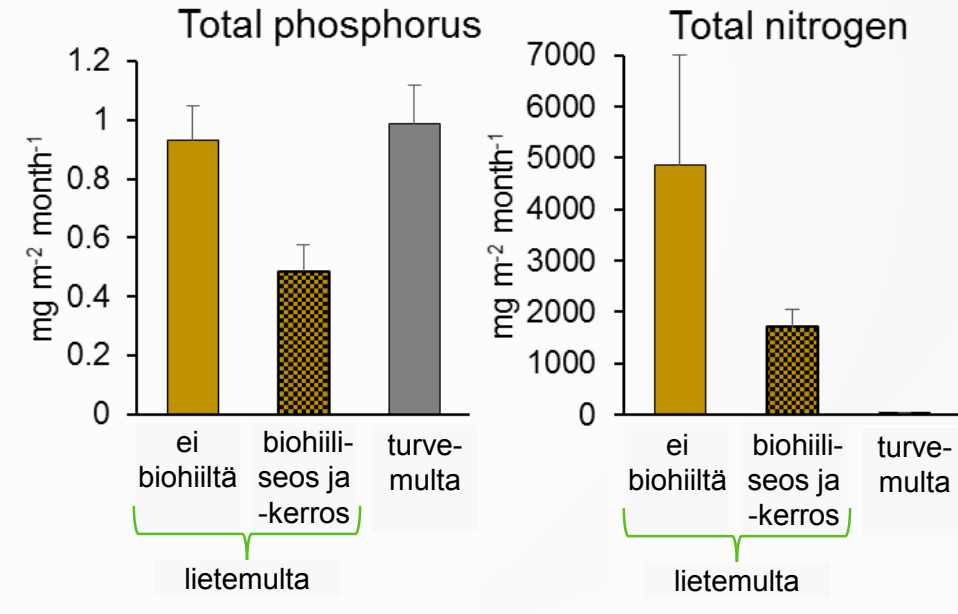


Biosuodatusrakenteet

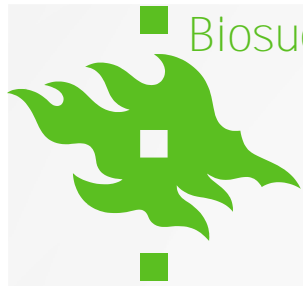
BIOHIILI VEDEN BIO SUODATUKSESSA ISO LYSIMETRIKOE



Biohiililisäys vähensi ravinteiden ja metallien (Ni, Cu) huuhtoutumista



Setälä, Kuoppamäki, Hagner, Valtanen et al., julkaisematon aineisto



Biosuodatusrakenteet: TULOSSA...!

HULEVEDEN BIOSUODATUSTA

oikeassa katu ympäristössä
Lahden Ranta-Kartanossa

Hanke: Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut
(Hule S&C)3 1/2018-2/2019



Kyösti Kallion katu, Lahti 31.7.2017

- 20 cm kasvualustan alla 50 cm kerros
- a) biohiiltä (20 %) sekoitettuna hiekkaan
 - b) pelkkää hiekkaa
 - c) kevytsorabetonimursketta

uponor

RB® RAKENNUSBETONI-
JA ELEMENTTI OY



Biohiili kaupungin viherrakentamisessa: TULOSSA...!

BIOHIILEN VAIKUTUS KATUPUIDEN KASVUUN LAHDESSA

Käsittelyt:

kasvualustassa

- a) ei biohiililisäystä, 8 toistoa
- b) 50 % biohiililisäys, 8 toistoa
kuten Tukholmassa
- c) 10 % biohiililisäys, 4 toistoa

Puu: lehmus, *Tilia x vulgaris*



Kuva: Markku Saari, Lahden kaupunki 13.11.2017



BIOBIO?

Biohiili biosuodatusrakenteissa:
puhdistuuko hulevesi?



**Biohiili pidättää ravinteita ja metalleja
- tai sitten ei**

- Kyllä, hulevesi voi puhdistua kun biosuodatusrakenteisiin on lisätty biohiiltä
- Mutta joskus biohiili voi jopa lisätä haitta-aineiden huuhtoutumista
 - tulokset vaihtelevia, biohiilien välillä eroja
- Kasvualustan laatuun kiinnitettävä huomiota!!
- Kasveilla myös merkittävä vaikutus ravinteiden ja metallien pidättymiseen/huuhtoutumiseen
 - Biohiili vaikuttaa kasvien kasvuun, lajiston kehittymiseen → biohiilen ja kasvien yhteisvaikutukset biosuodatusrakenteen toimintaan...?

Rahoittajat:



Urban Ecosystems

helsinki.fi/urbanecosystems

Viides ulottuvuus - viherkatot osaksi kaupunkia

helsinki.fi/fifth-dimension