



**Laukaan
RAS-vedenkäsittelykenttä:
laboratorio- ja
pilottimittakaavan tuloksia**

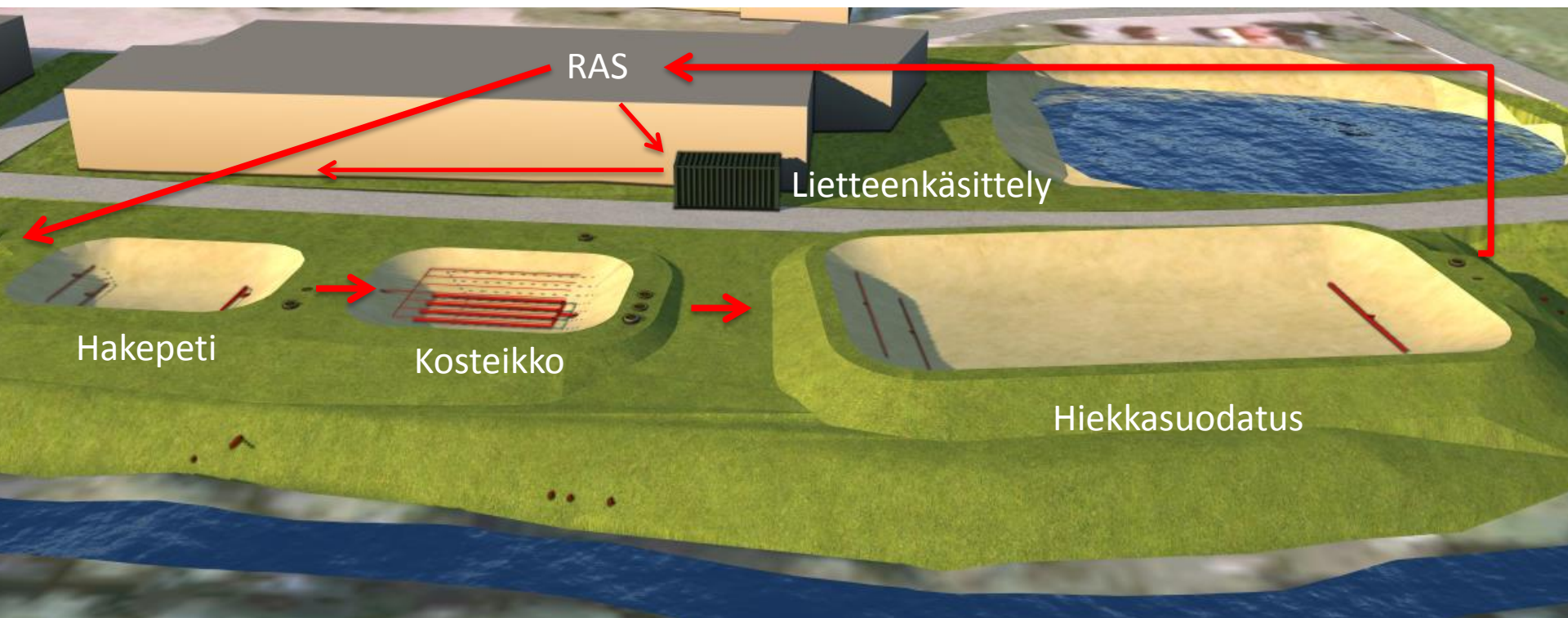
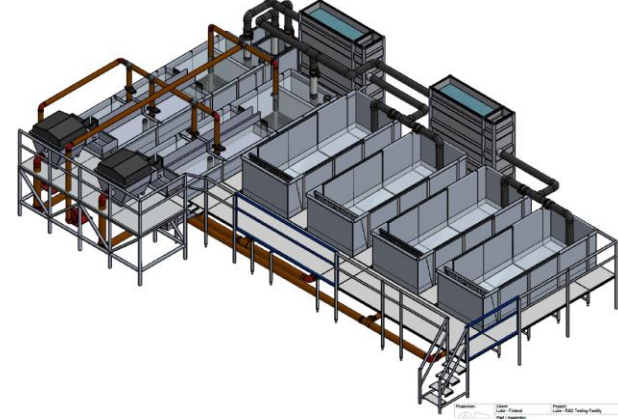
Vesiviljelyn innovaatio-ohjelma

Petra Lindholm-Lehto

8.11.2019

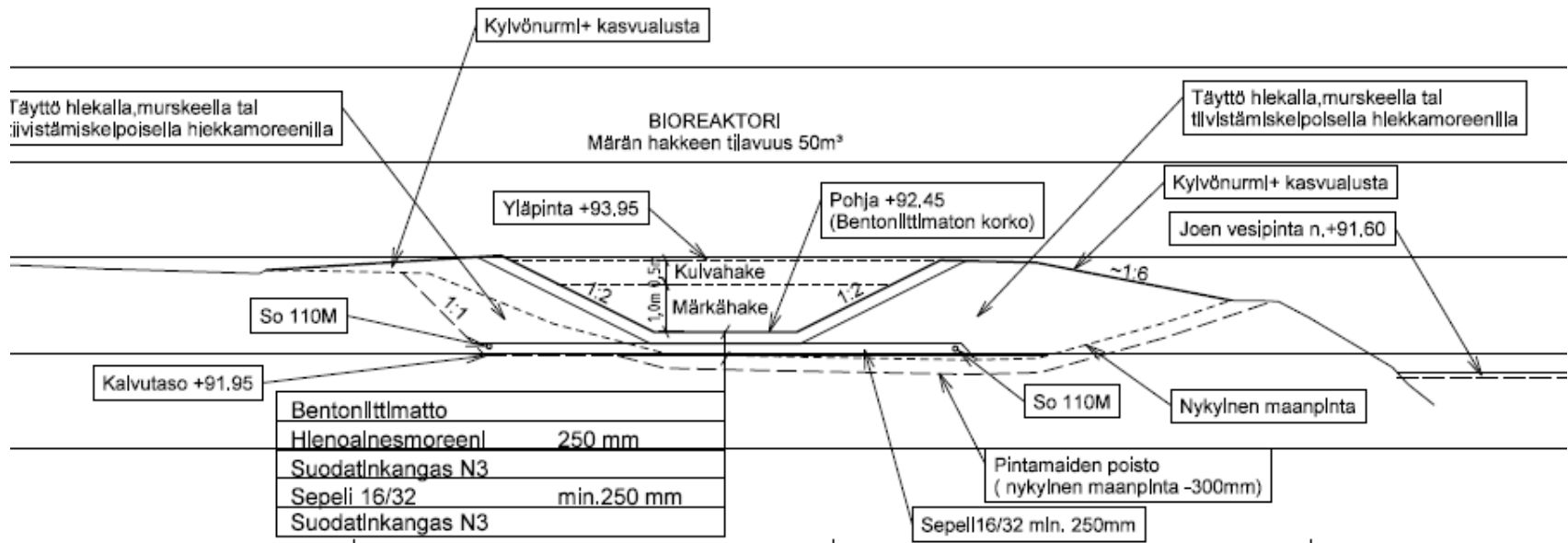
RAS vedenkäsittelykenttä

- Rakennettu Luke Laukaan vesiviljelylaitokselle
 - Valmistui keväällä 2019
 - Käyttöönotto kesällä 2019
- Uusi kiertovesisysteemi (FREA 2019)



Bioreaktori

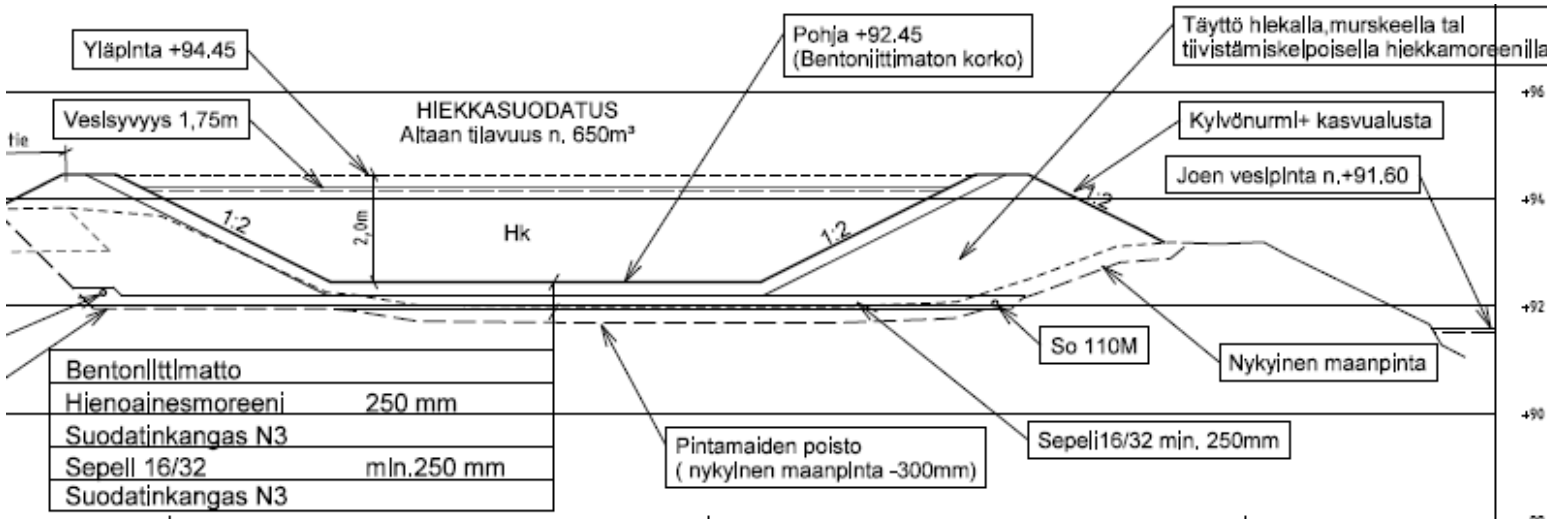
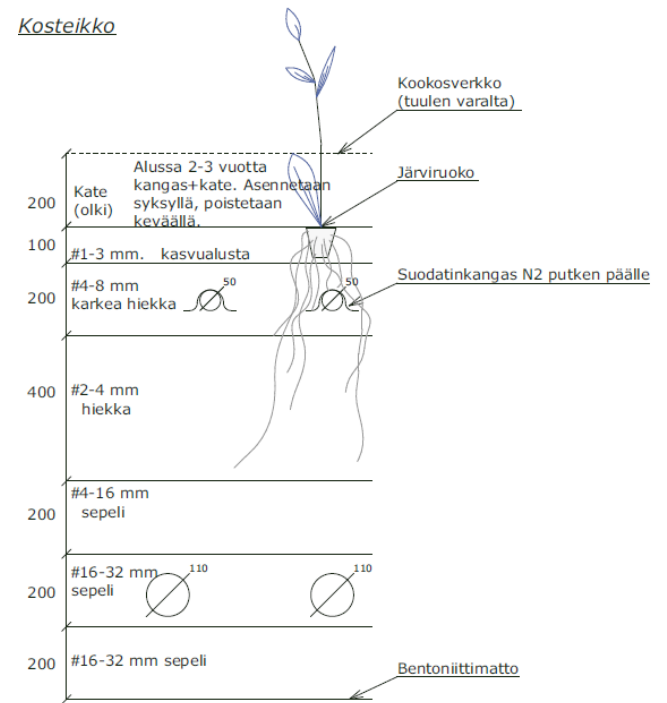
- Hake denitrifikaation hiilenlähteenä
- Kuorimaton koivuhake < 5 cm
- Denitrifikaatio, hapettomat olosuhteet



Kosteikko, hiekkasuodatus

- Kosteikko: järviruoko sitomaan ravinteita
- Hiekkasuodatus: suodattaa orgaanista materiaalia kiertovedestä

Kosteikko



Vedenkäsittelykenttä



Pienen mittakaavan koe

- Koe 10 vko
- Kirjolohi (*Oncorhynchus mykiss*)
- 6 x 500 L kasvatusaltaat
 - 2 x iso sivukierto
 - 2 x pieni sivukierto
 - 2 x verrokki
- Näytteet sivukierrosta, denitrifikaation seuranta
 - Rasvahapot, anionit, raskasmetallit
 - Toksisuustestit: akuutti toksisuus (ISO 6341, *Daphnia longispina*), inhiboiva vaikutus (ISO 11348-3:2007, *Vibrio fischeri*)
- Jokaisella oma jäteveden käsittely
 - Kiintoaineen poisto: pyörreselkeytin, rumpusuodatin
 - Fixed-bed & moving-bed bioreaktorit
 - Sivukierto

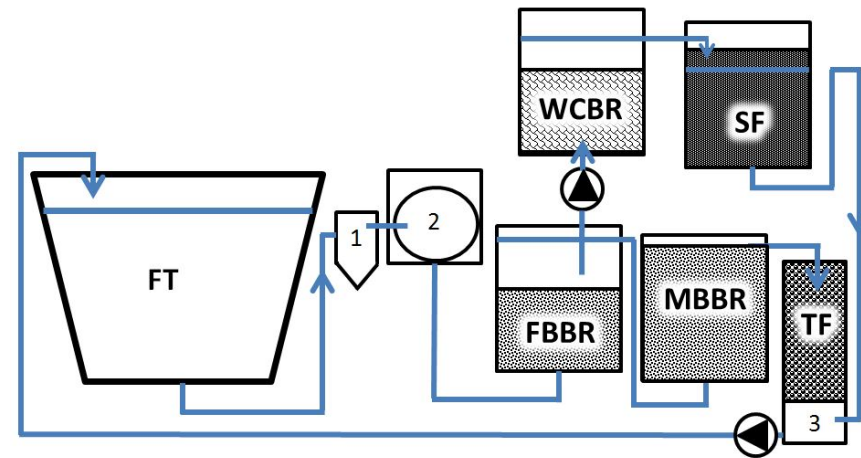


Laukaan koelaitoksen kiertovesiyksiköt
Kuva: Tapio Kiuru



Sivukierro: bioreaktori, hiekkasuodatus

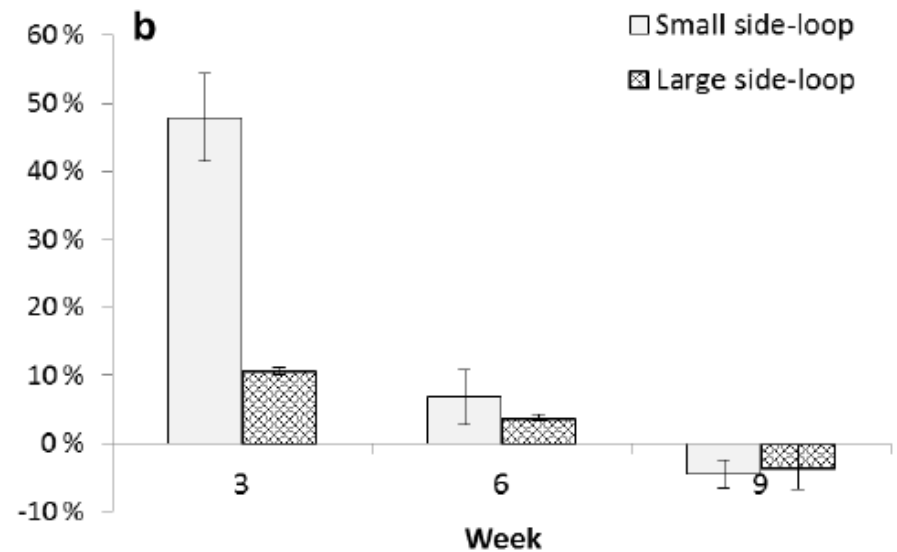
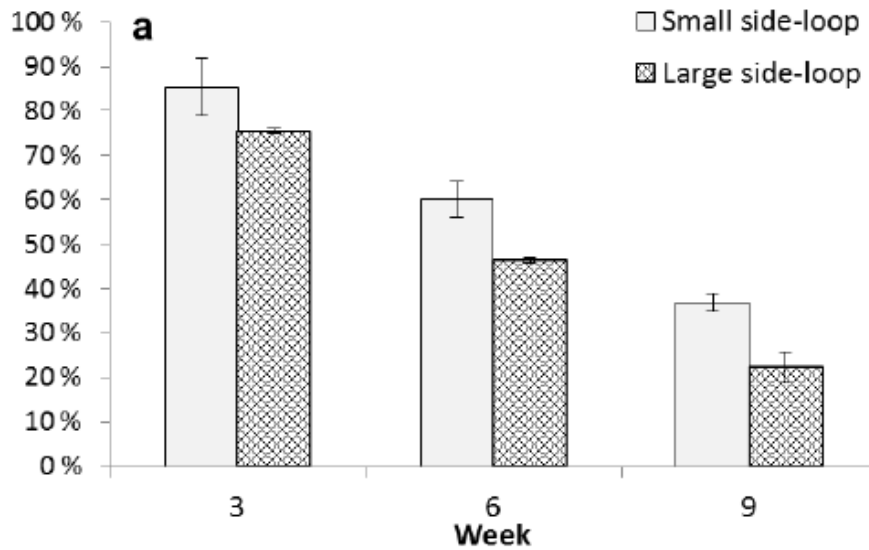
- Bioreaktori
 - Kuorimaton koivuhake (*Betula pendula*) < 5 cm, n_e 0.65
- Tavoite 95 % denitrifikaatioteho
 - 1.4 g / 2.3 g $\text{NO}_3\text{-N/d}$
 - 1.5 d EBCT (hydr. retentioaika)
- Pieni/iso sivukierro
 - 57 L / 91 L
- Hiekkasuodatin
 - Kiintoaineen poisto
 - Huokoisuus n_e 0.35
- Pieni/ Iso sivukierro
 - 31 cm, 90 L / 50 cm, 140 L
 - 3.5 d EBCT



Kaavio kokeen vesikierrosta ja sivukierrosta.
FT= fish tank, FBBR=Fixed-bed bioreactor,
MBBR=moving-bed bioreactor, TF= trickling filter,
WCBR= woodchip bioreactor, SF= sand filter

Nitraatin poisto

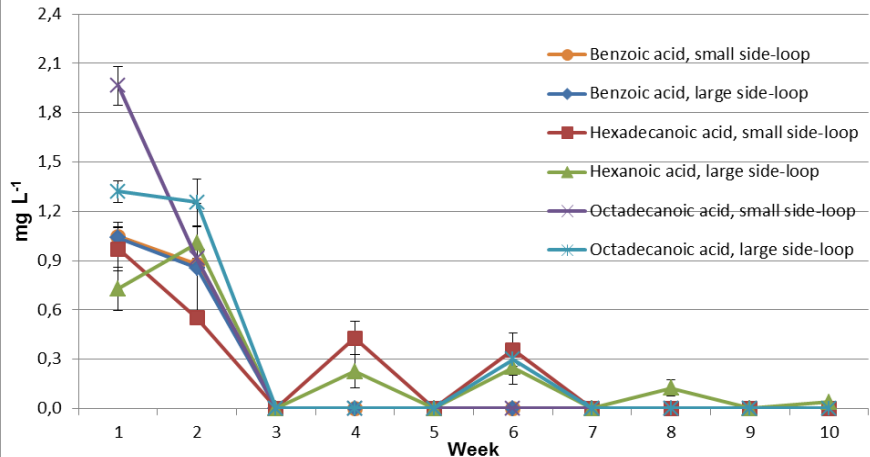
- → Denitrifikaatio



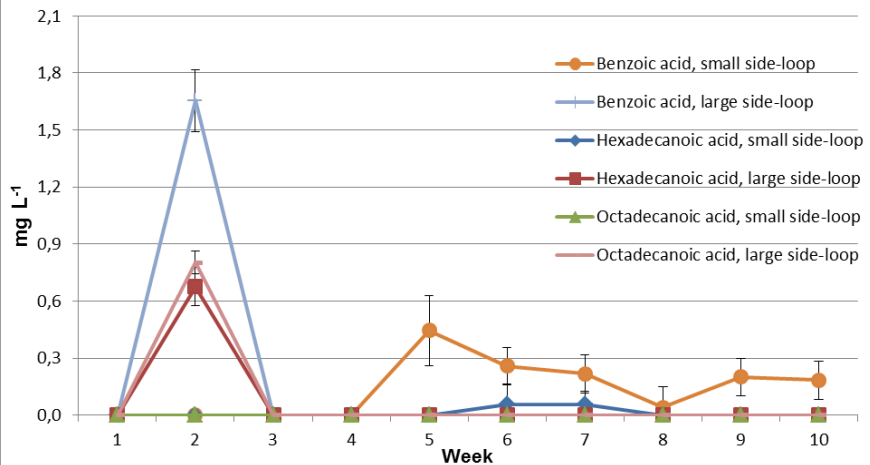
- a bioreaktorin, b hiekkasuodatuksen jälkeen

Rasvahapot sivukierrossa

Woodchip biofilter

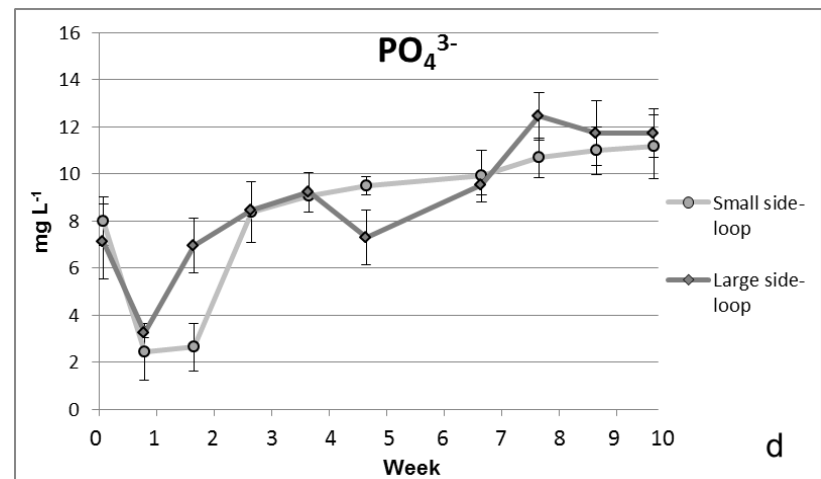
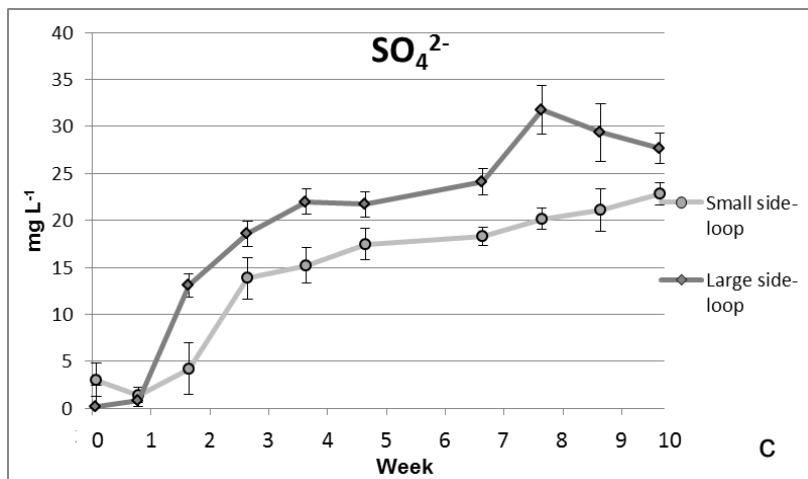
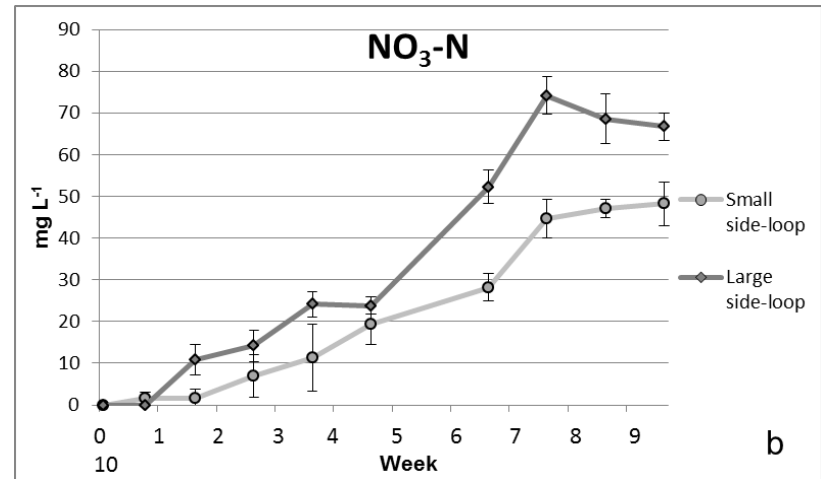
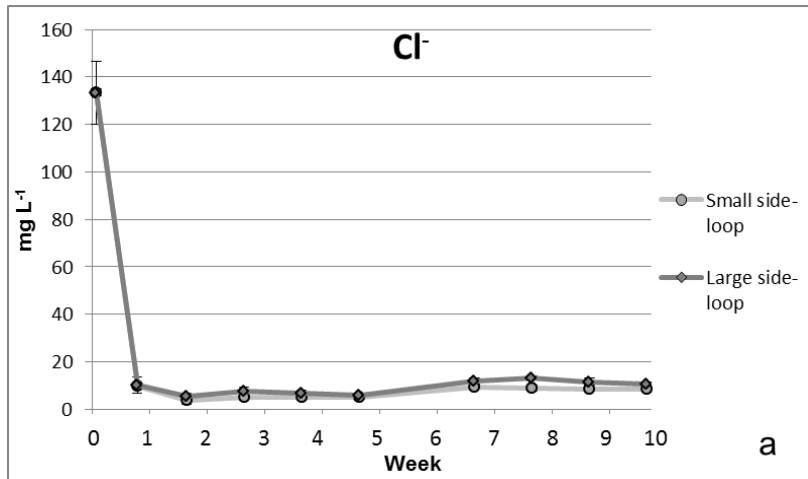


Sand filter



- Palmitiinihappo ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$)
 - Hexadecanoic acid= heksadekaanihappo= palmitiinihappo
 - Steariinihappo ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$)
 - Octadecanoic acid= heptadekaanikarboksyylihappo =steariinihappo
 - Bentsoehappo ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)
 - Pieni (25 L/d) ja iso (40 L/d) sivukierto: hakereaktori, hiekkapeti
 - Pitoisuudet laskee nopeasti
- Lindholm-Lehto, P.C., Pulkkinen, J., Kiuru, T., Koskela, J., Vielma, J., 2019. ESPR (submitted)

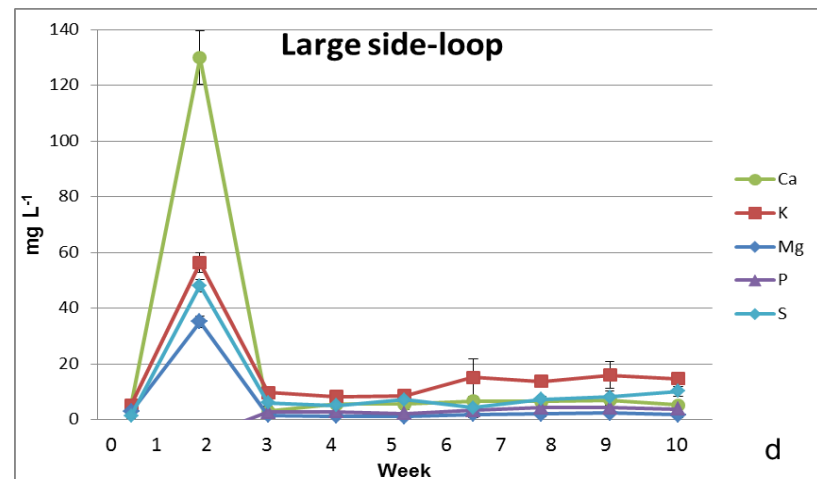
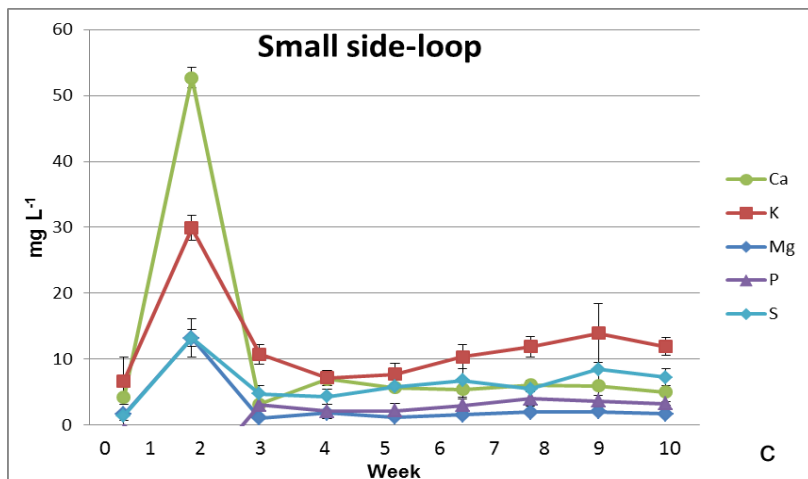
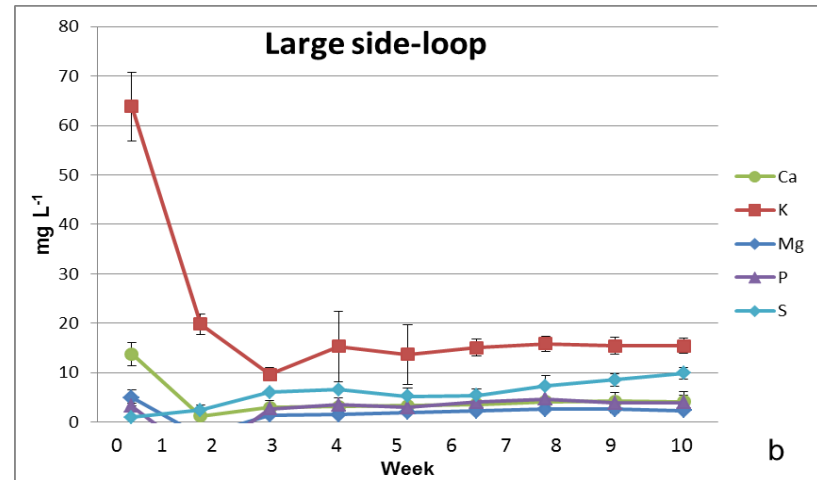
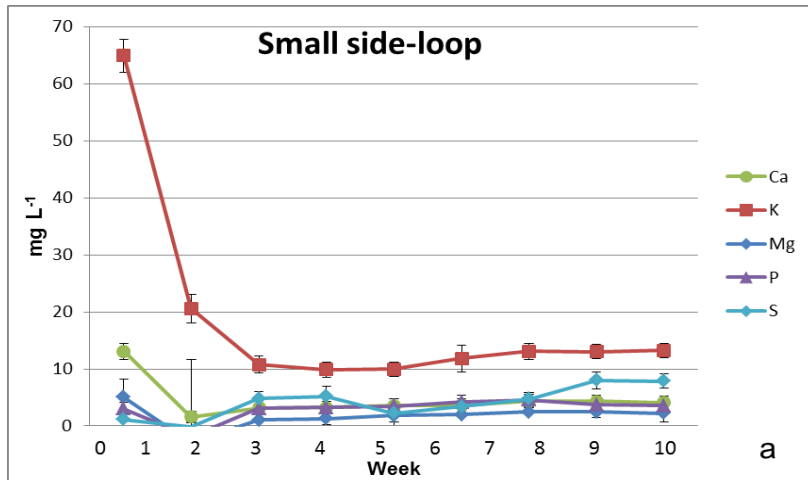
Anionit sivukierrossa



- Lindholm-Lehto, P.C., Pulkkinen, J., Kiuru, T., Koskela, J., Vielma, J., 2019. ESPR (submitted)



Alkuaineita



- Lindholm-Lehto, P.C., Pulkkinen, J., Kiuru, T., Koskela, J., Vielma, J., 2019. ESPR (submitted)

Kuvaajat a ja b bioreaktorin jälkeen,
c ja d hiekkasuodatuksen jälkeen

Metallit, raskasmetallit

Week	1	2.	3.	4	5	7	8	9	10
From woodchip bioreactor, small side-loop									
Al, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	39 \pm 8.1	2.7 \pm 1.3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cd, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.32 \pm 0.1	0.12 \pm 0.1	0.03 \pm 0.03	<LOD*	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Co, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.5 \pm 0.3	0.2 \pm 0.1	0.04 \pm 0.01	0.2 \pm 0.2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cu, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	11 \pm 1.1	2.3 \pm 0.4	1.4 \pm 0.9	21 \pm 6.5	12 \pm 11	8.8 \pm 6.5	8.2 \pm 3.4	4.5 \pm 1.5
Mn, $\mu\text{g L}^{-1}$	1100 \pm 45	69 \pm 6.2	10 \pm 1.4	64 \pm 1.6	99 \pm 0.2	60 \pm 14	54 \pm 5.4	18 \pm 17	55 \pm 6.9
Ni, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	1.2 \pm 0.2	17 \pm 14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Pb, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	0.9 \pm 0.2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
From woodchip bioreactor, large side-loop									
Al, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	55 \pm 7.0	1.1 \pm 1.1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cd, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.10 \pm 0.1	0.45 \pm 0.4	0.01 \pm 0.01	0.12 \pm 0.03	0.18 \pm 0.05	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Co, $\mu\text{g L}^{-1}$	0.3 \pm 0.1	0.5 \pm 0.6	0.03 \pm 0.01	0.2 \pm 0.1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cu, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	16 \pm 3.4	2.3 \pm 0.1	10 \pm 2.2	6.5 \pm 3.0	7.2 \pm 2.5	7.8 \pm 0.6	6.0 \pm 1.8	4.7 \pm 1.1
Mn, $\mu\text{g L}^{-1}$	1100 \pm 180	120 \pm 5.4	1.4 \pm 1.0	18 \pm 14	99 \pm 1.5	39 \pm 4.9	28 \pm 2.0	30 \pm 2.5	72 \pm 4.9
Ni, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	1.2 \pm 0.4	63 \pm 9.6	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Pb, $\mu\text{g L}^{-1}$	<LOD	0.6 \pm 0.1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Lindholm-Lehto, P.C., Pulkkinen, J., Kiuru, T., Koskela, J., Vielma, J., 2019. ESPR (submitted)



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



Metallit, raskasmetallit

- Kirjolohi
 - Kupari: 96-h LC50 12.88 mg/L, haettavaikutuksia jo 0.1 xLC50
- Lohikalat
 - Kadmium 8-vrk LC50 0.9-2.3 µg/L, 0.72 µg/L, 1.8 µg/L (krooninen, akuutti)
 - kirjolohi 50-vrk LC50 10 µg/L
 - Lyijy 3.2 µg/L, 82 µg/L (krooninen, akuutti)
 - Nikkeli 52 µg/L, 470 µg/L (krooninen, akuutti)
 - Veden kovuus vaikuttaa, tässä 100 CaCO₃ mg/L
- Mangaanille ei määritetty raja-arvoja
 - Juomavedelle 50-100 µg/L
- Ei havaittu toksisia vaikutuksia valobakteeri- tai kirppukokeissa (ISO 11348-3:2007, *Vibrio fischeri*, ISO 6341, *Daphnia longispina*)
- Normaali kasvu, ei lisääntynyttä kuolleisuutta

STM (401/2001) Drinking water quality and control regulation by the Ministry of the Social Affairs and Health (in Finnish).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010401>. Accessed September 26th 2019.

US EPA (2017) Secondary drinking water standards: Guidance for nuisance chemicals.

<https://www.epa.gov/dwstandardsregulations/secondary-drinking-water-standards-guidance-nuisance-chemicals>. Accessed September 26th 2019

US EPA (2019) <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>. Accessed 26th September 2019.

Gündogdu et al. 2008. Journal of Fisheries Sciences 2(5): 711-721.

Jatkossa

- Toteutettu toinen pienen mittakaavan koe
 - Parempi mitoitus ja parempi nitraatin poistoteho (> 95 %)
- Skaalaus ylöspäin
 - Pilot-mittakaavan käyttöönotto
- Systemin toiminta talvikaudella
- Denitrifikaatio
 - Typpikaasu vs. typpioksiduuli
- Muut metallit/alkuaineet
 - Mm. Zn





EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020

