

PFAS-ikuisuuskemikaa lit vesistöissämme

Ville Junttila
Tutkija



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

**Suomalaisista luomukananmunista
löytyi hälyttävän suuria määriä
haitallisia yhdisteitä**

HS 5.12.2023

**Kalastajan verestä löytyi
poikkeuksellinen määrä ympäristö-
myrkkyjä – Asiantuntija kertoo, mitä
kotimaisesta kalasta pitäisi nyt
ajatella**

HS 30.10.2023

**Turkulaisista taaperoista löytyi
poikkeuksellinen määrä myrkyllistä
”ikuisuuskemikaalia” – Näin
vesiyhtiö kommentoi**

HS 10.12.2023

**Älä syö Helsingin
Vanhankaupunginlahden haukia ja
ahvenia – sisältävät haitallisia aineita**

YLE 14.6.2024

PFAS-YHDISTEET – MITÄ NE OVAT?

PFAS = **per**- ja **poly**fluoratut alkyyliyhdisteet

- **Per**fluoratuissa yhdisteissä **KAIKKI** hiiliketjuun sitoutuneet vedyt on korvattu fluorilla
- **Poly**fluoratuissa yhdisteissä **OSA** vedyistä on korvattu fluorilla
 - voivat hajota perfluoratuiksi yhdisteiksi

TÄRKEIMMÄT PFAS-RYHMÄT: PFSA JA PFCA

PFAS

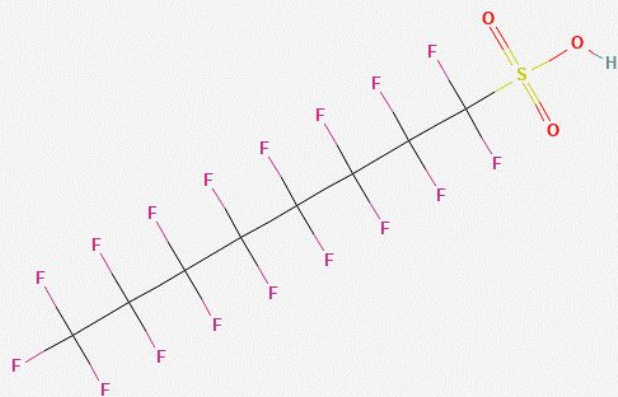
PFSA

perfluorisulfonihapot

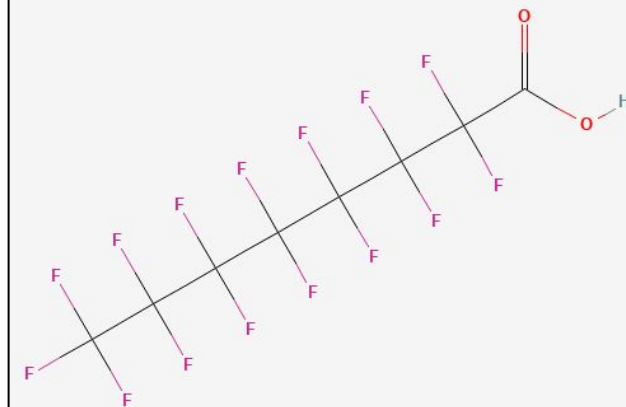
PFCA

perfluorikarboksyylihapot

esim. PFOS

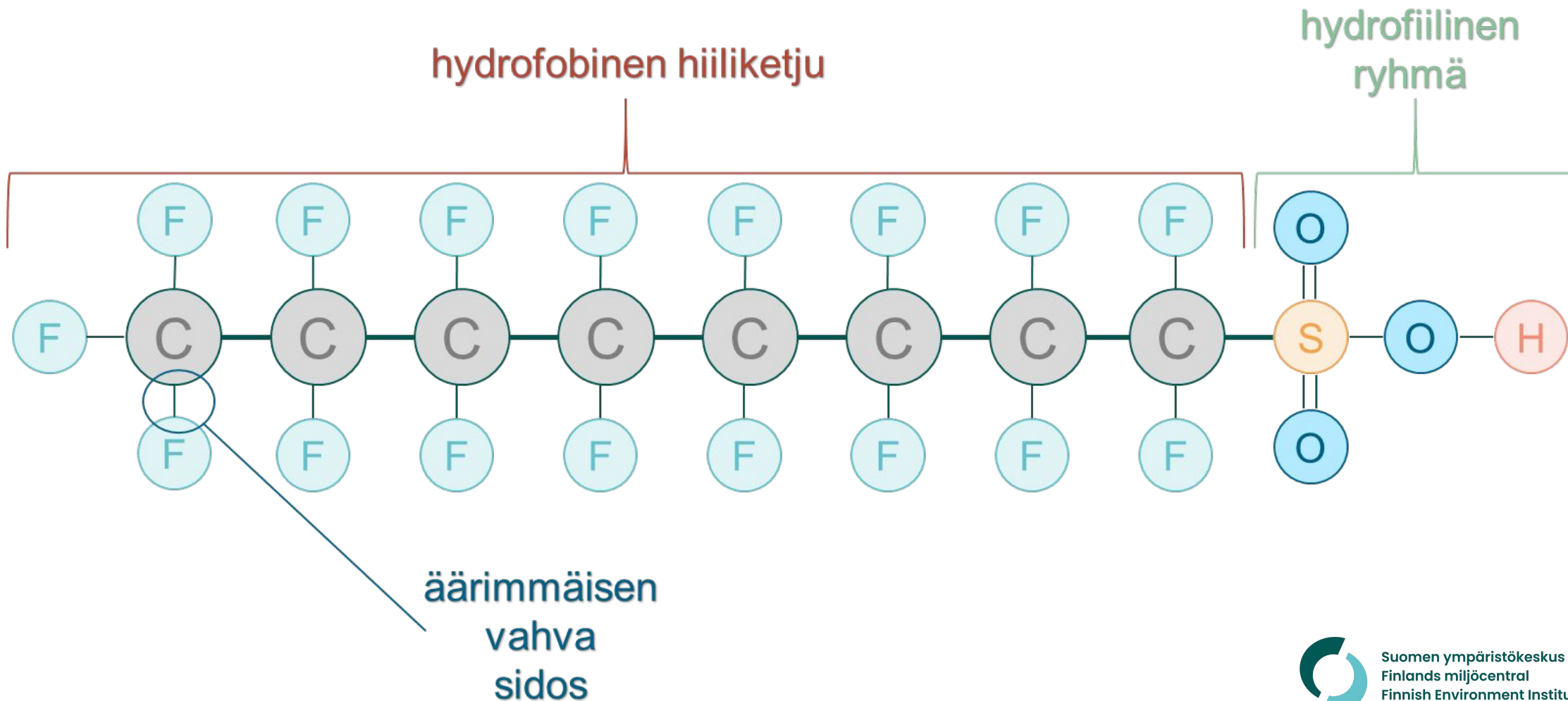


esim. PFOA



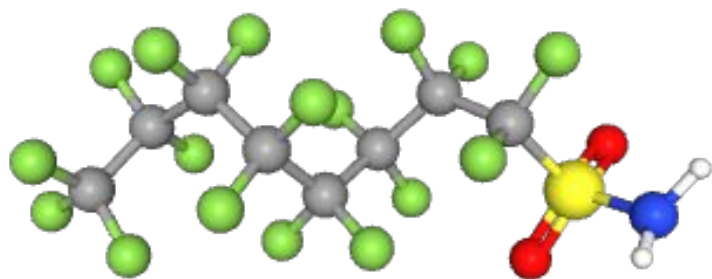
PERFLUORATTU HIILIKETJU ON IKUINEN

Esimerkkiaineena perfluorioktaanisulfonihappo eli PFOS



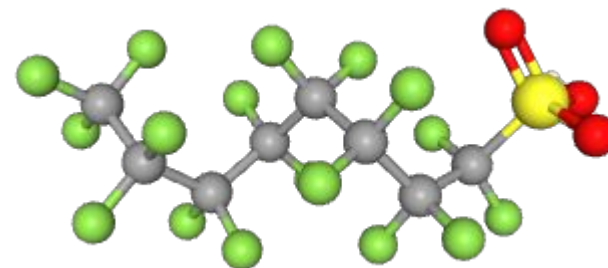
TÄRKEIMMÄT PFAS-RYHMÄT: PREKURSORIT

- Prekursorit ovat PFAS-yhdisteitä, jotka voivat hajota ympäristössä tai elimistössä muiksi PFAS-yhdisteiksi.
- Lopulliset hajoamistuotteet pysyviä.
- Käytetään muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa
 - □ Voivat esiintyä tuotteissa
- Prekursorit vaikuttavat merkittävästi pysyvien PFAS-yhdisteiden esiintymiseen ympäristössä



PFOS prekursori
esim. PFOSA

HAJOAMISKETJU
YMPÄRISTÖSSÄ



Pysyvä yhdiste
esim. PFOS

KÄYTTÖKOHTEET

1400 PFAS-yhdisteelle on löydetty yli 200 käyttöluokkaa.

Käytöstä Euroopassa on vain vähähän tietoa.

Yksittäisten yhdisteiden käyttömäärät niin pieniä, ettei tarvita REACH-rekisteröintiä.

Monet yhdisteistä polymeerejä, joita REACH-rekisteröinti ei koske.

Tavaroiden toimittajat ja valmistajat eivät välttämättä tiedä käyttävänsä PFAS-yhdisteitä.

Kiellettyjä yhdisteitä korvattu ominaisuuksiltaan samankaltaisilla PFAS-yhdisteillä.

KÄYTTÖKOHTEET SUOMESSA

EI PFAS-KEMIKAALIEN VALMISTUSTA MERKITTÄVIMMÄT KÄYTTÖKOHTEET:

KOVAKROMAUS



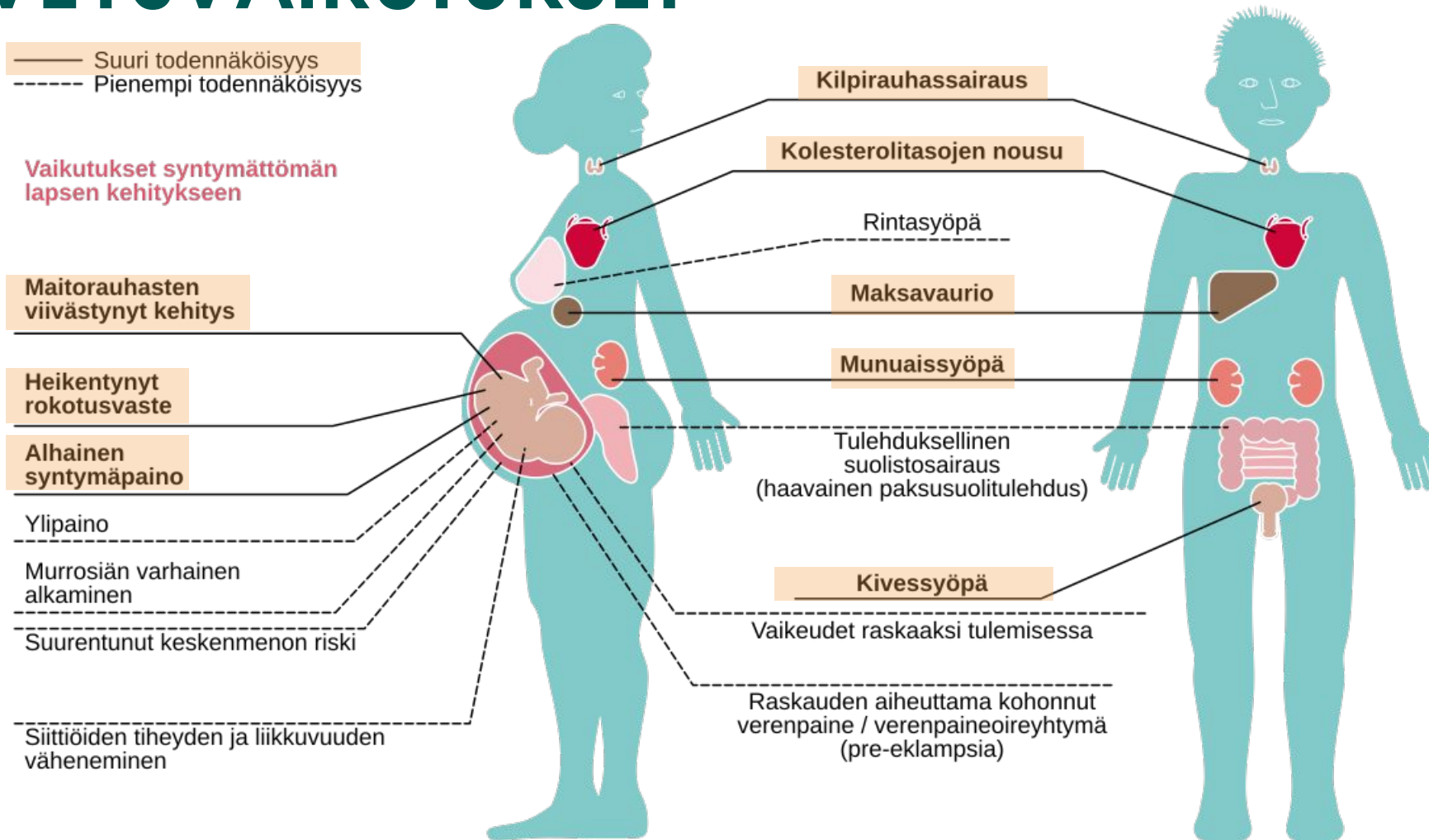
SAMMUTUSVAAHDOT



TEKSTIILIEN, NAHAN JA PAPERIN PINTAKÄSITTELYYÄ



TERVEYSVAIKUTUKSET



Kuvan lähde: EEA - Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS'



PFAS

YMPÄRISTÖSEURANNOISSA



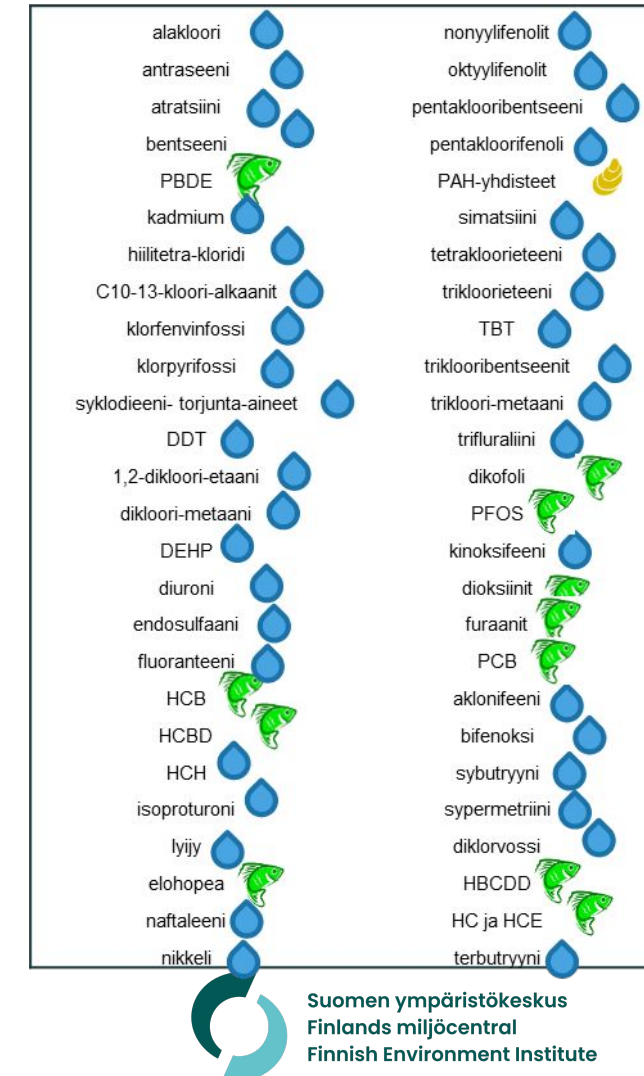
PFAS-YHDISTEET JA VESIEN KEMIAALLINEN TILA

EU-tasolla valittujen aineiden (45 kpl) pitoisuuksia vesimuodostumassa verrataan ympäristölaatunormeihin (**E**nvironmental **Q**uality **S**tandard).

Pitoisuuksia mitataan pintavesistä, kaloista ja simpukoista.

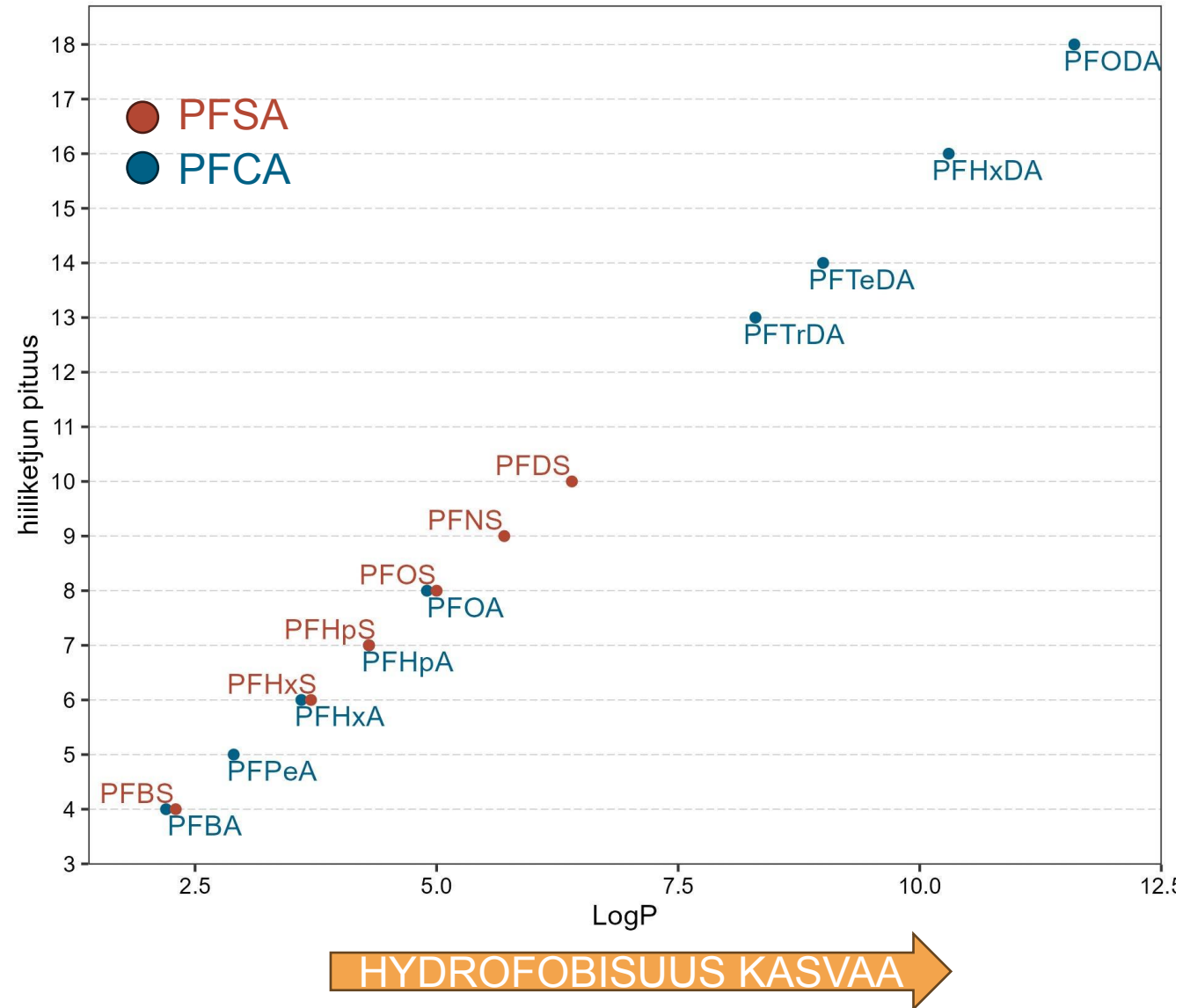
Jos yhdenkin aineen pitoisuus > EQS □ hyvää huonompi kemiallinen tila.

PFAS-yhdisteistä prioriteettiaineita vain **PFOS**

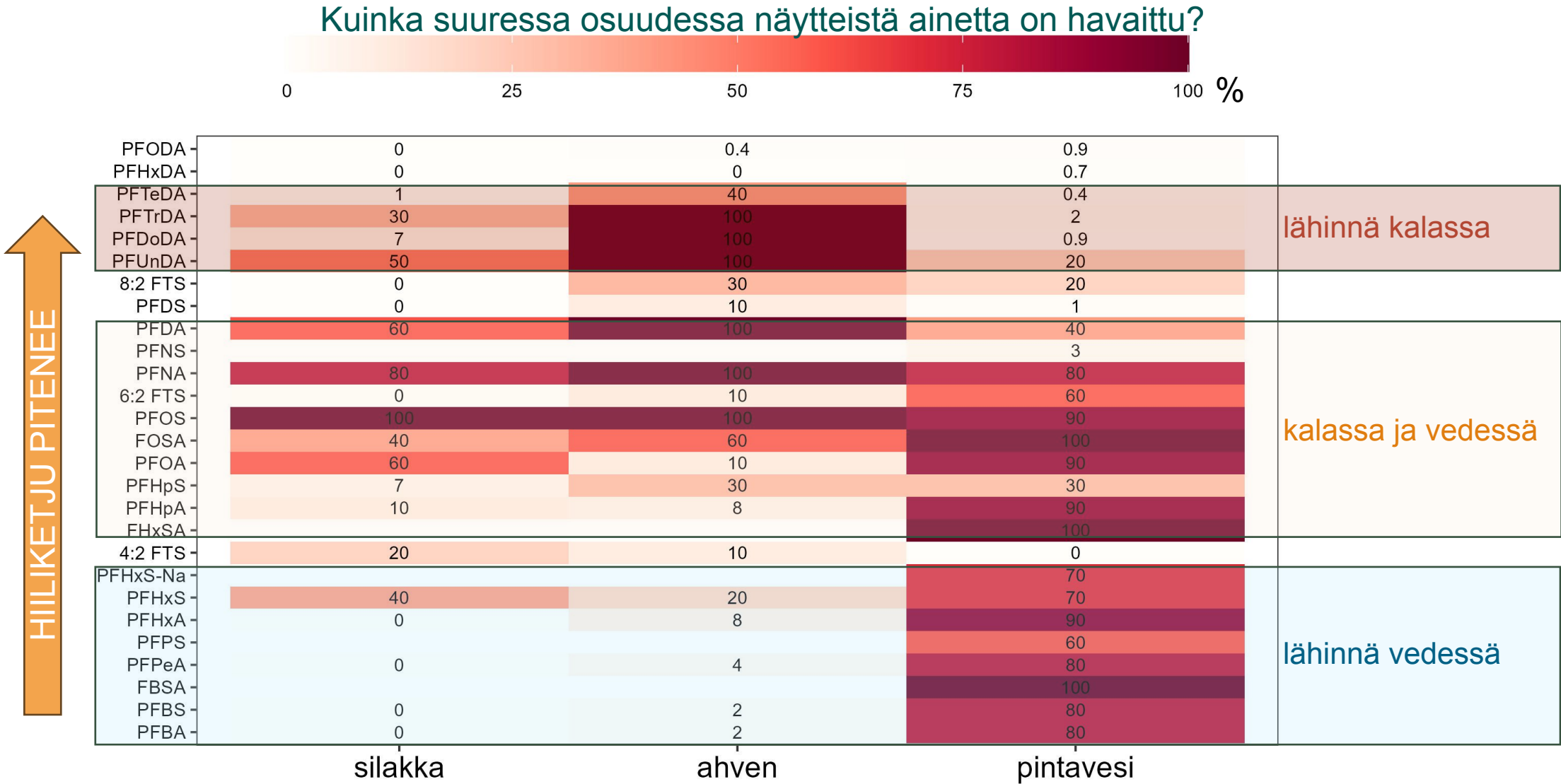


HIILIKETJUN PITUUS MÄÄRÄÄ YMPÄRISTÖKOHTALON

- Mitä pidempi hiiliketju, sitä enemmän aine kertyy eliöön/sedimenttiin
- Mitä lyhyempi hiiliketju, sitä liukkaammin yhdiste kulkeutuu ympäristössä



HIILIKETJUN PITUUS MÄÄRÄÄ YMPÄRISTÖKOHTALON

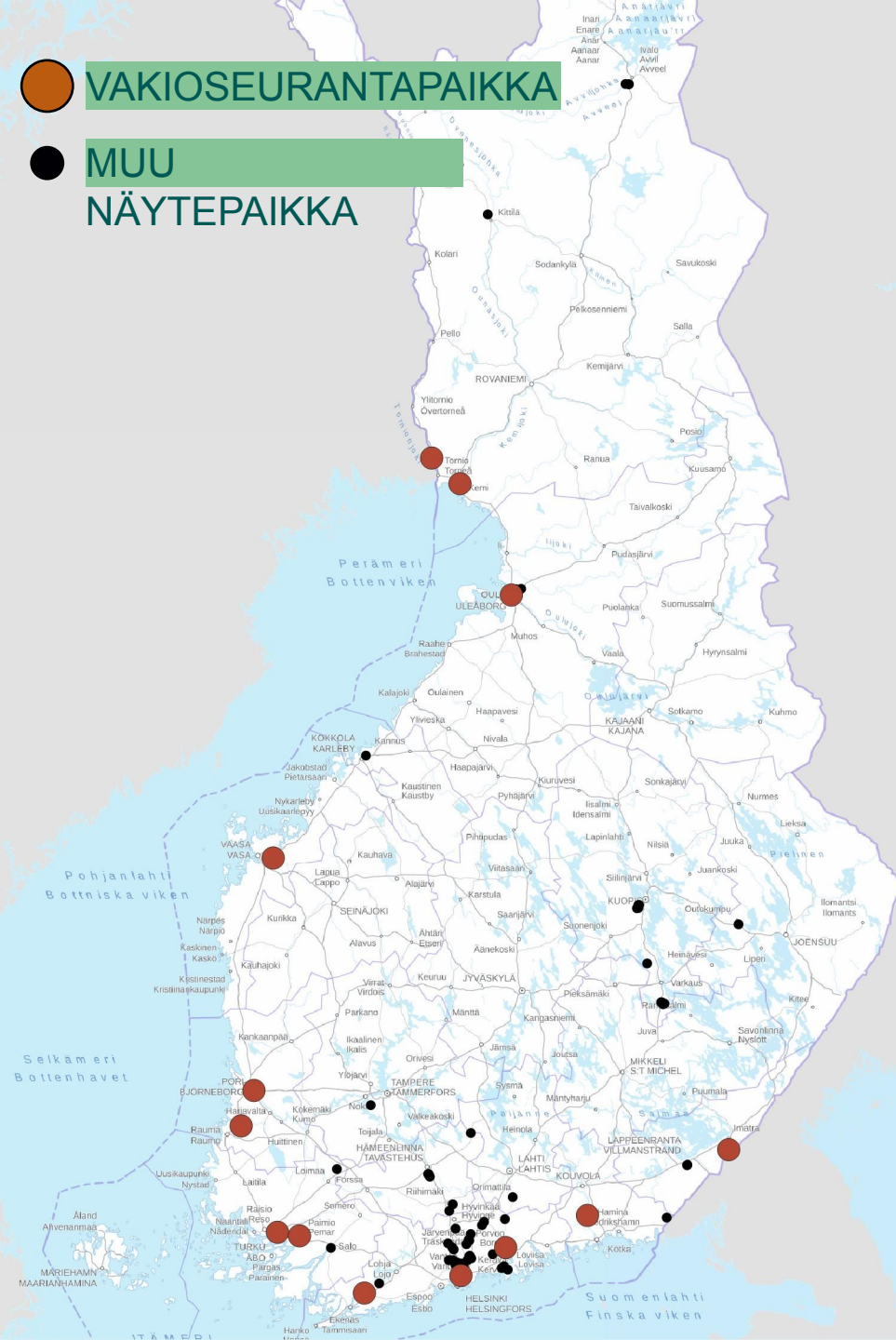




PINTAVEDET

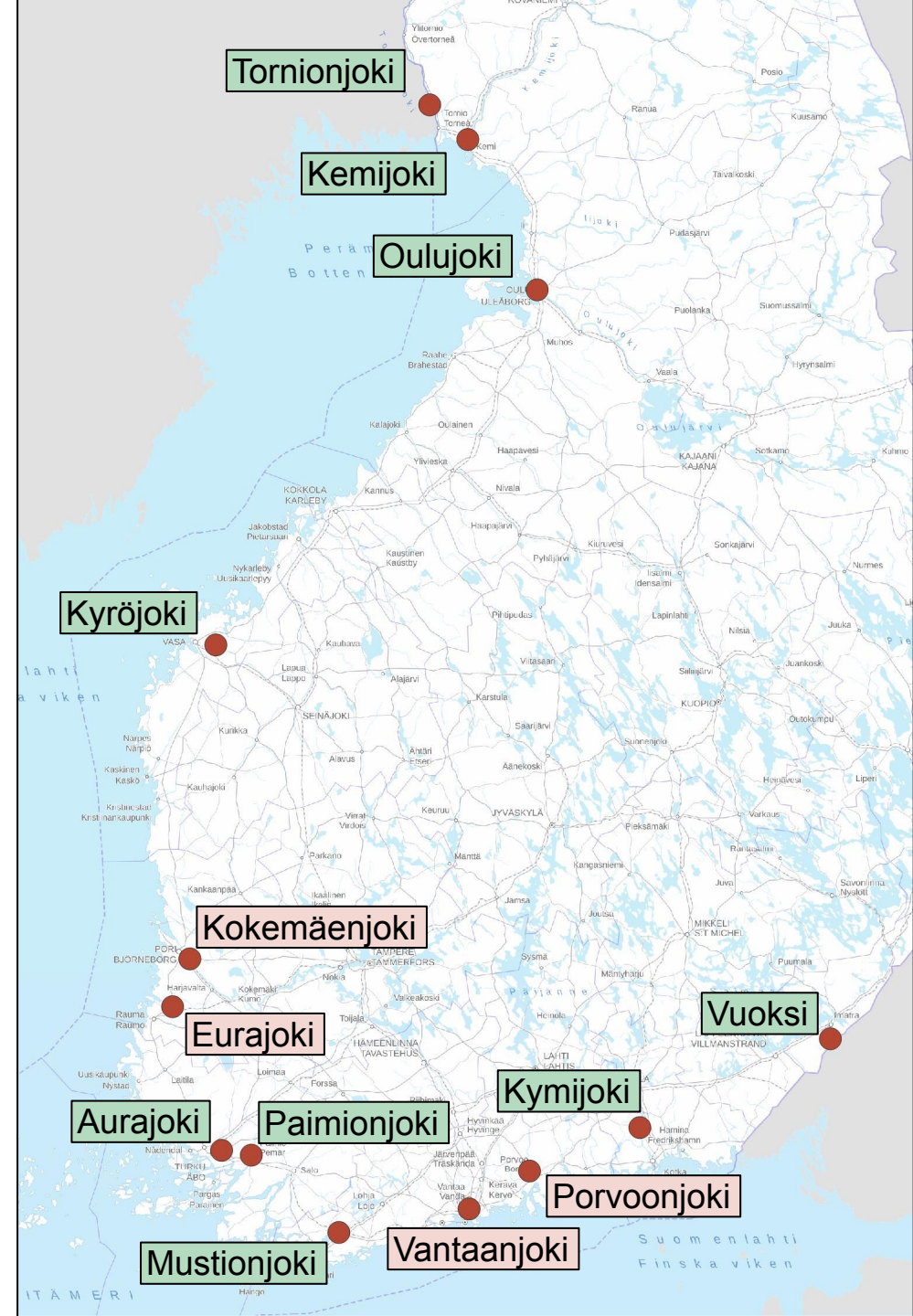
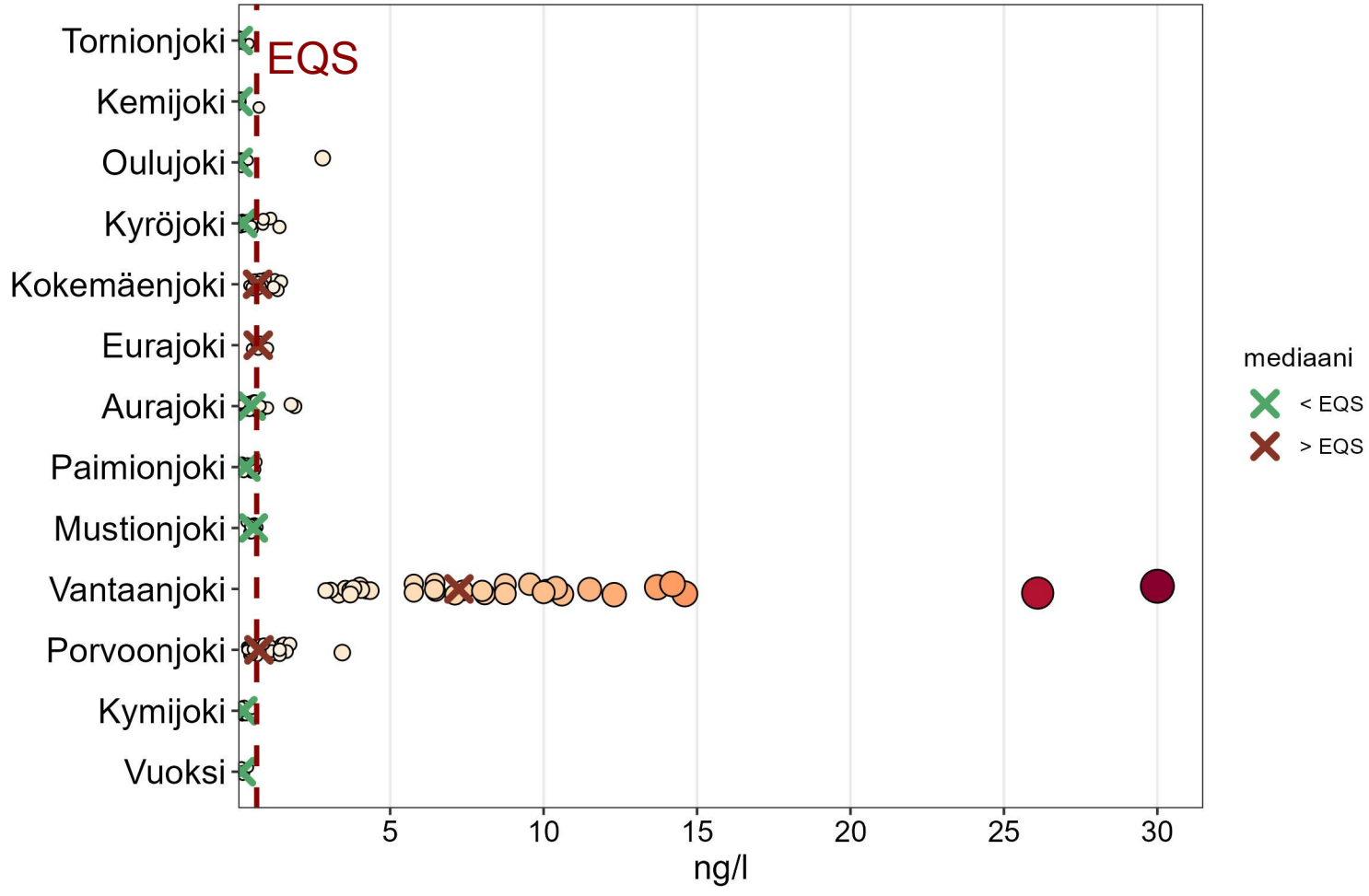
PFAS-SEURANNAT PINTAVESISSÄ

- 13 vakioseurantapaikkaa
 - sijainti joen suulla
- Seuranta vähintään 6 vuoden välein
- Toteutuneet seurannat:
 - 2016-2017
 - 2019
 - 2024

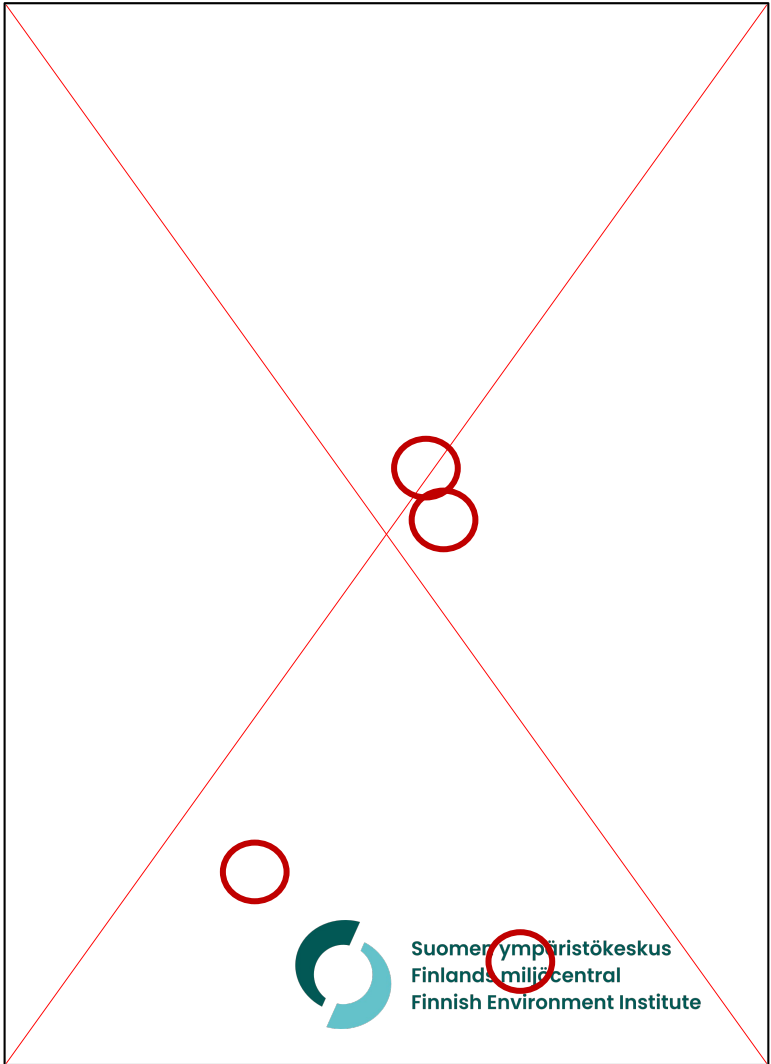
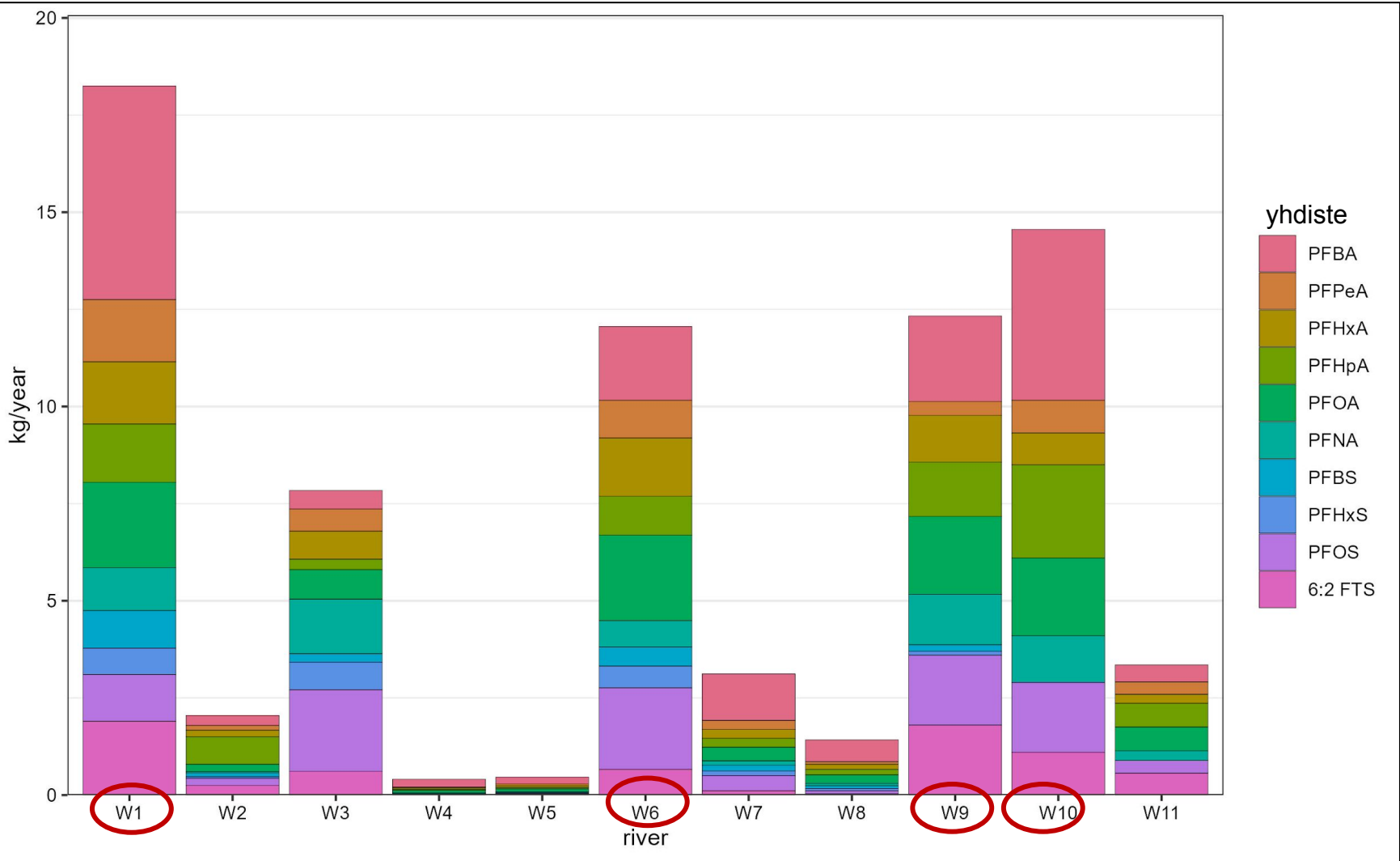


PFOS SEURANTAJOKIEL PINTAVEDESSÄ

Pintaveden mediaanipitoisuus ylittää EQS:n
Kokemäenjoessa, Eurajoessa, Vantaanjoessa ja Porvoonjoessa



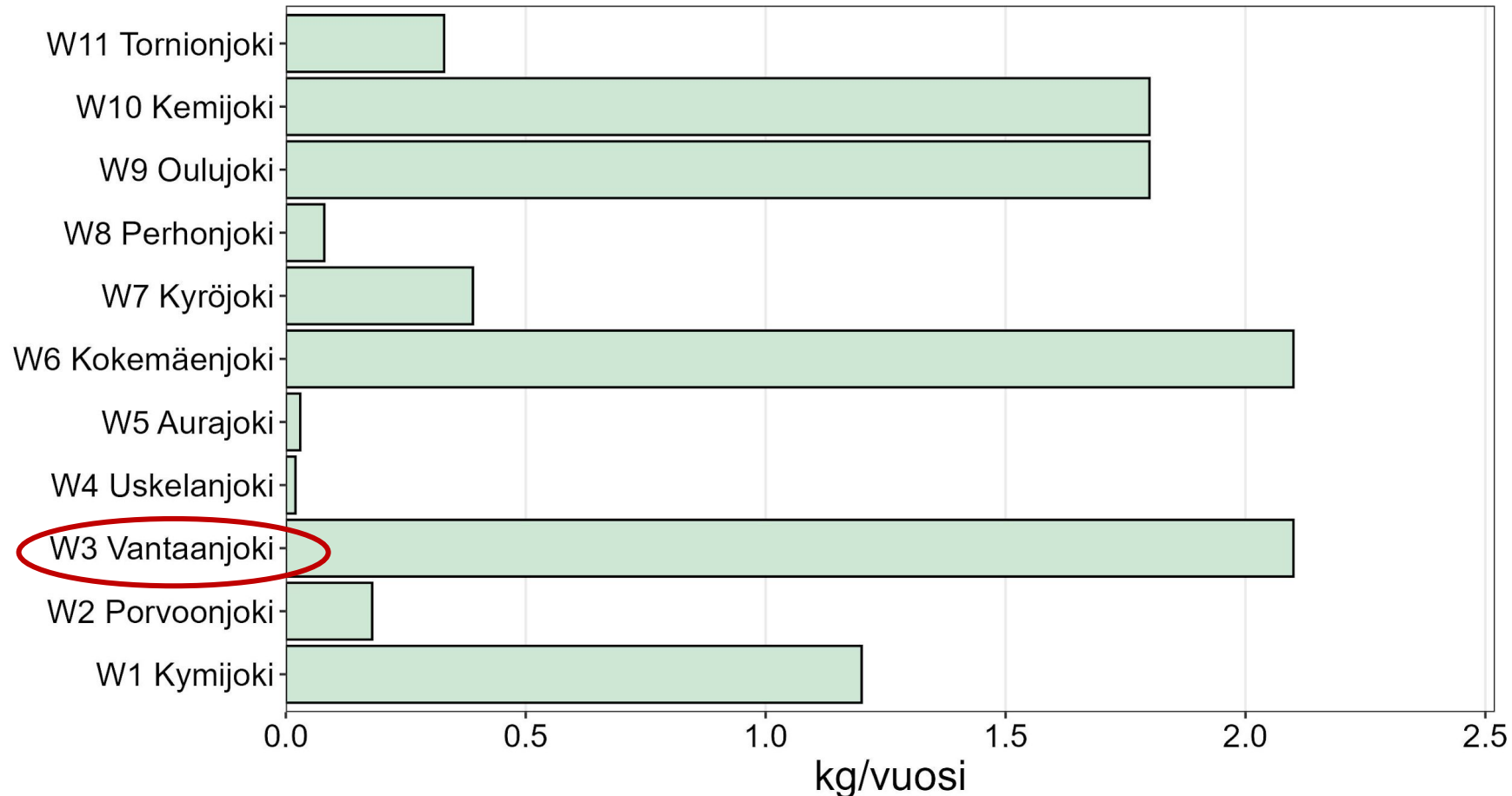
PFAS-JOKIKUORMA ITÄMEREEN



PFOS-JOKIKUORMA ITÄMEREEN

PFOS:n kokonaiskuorma: 10 kg/vuosi

Vantaanjoen osuus 21 % kokonaiskuormasta





KALAT

PFAS-SEURANNAT KALOISSA

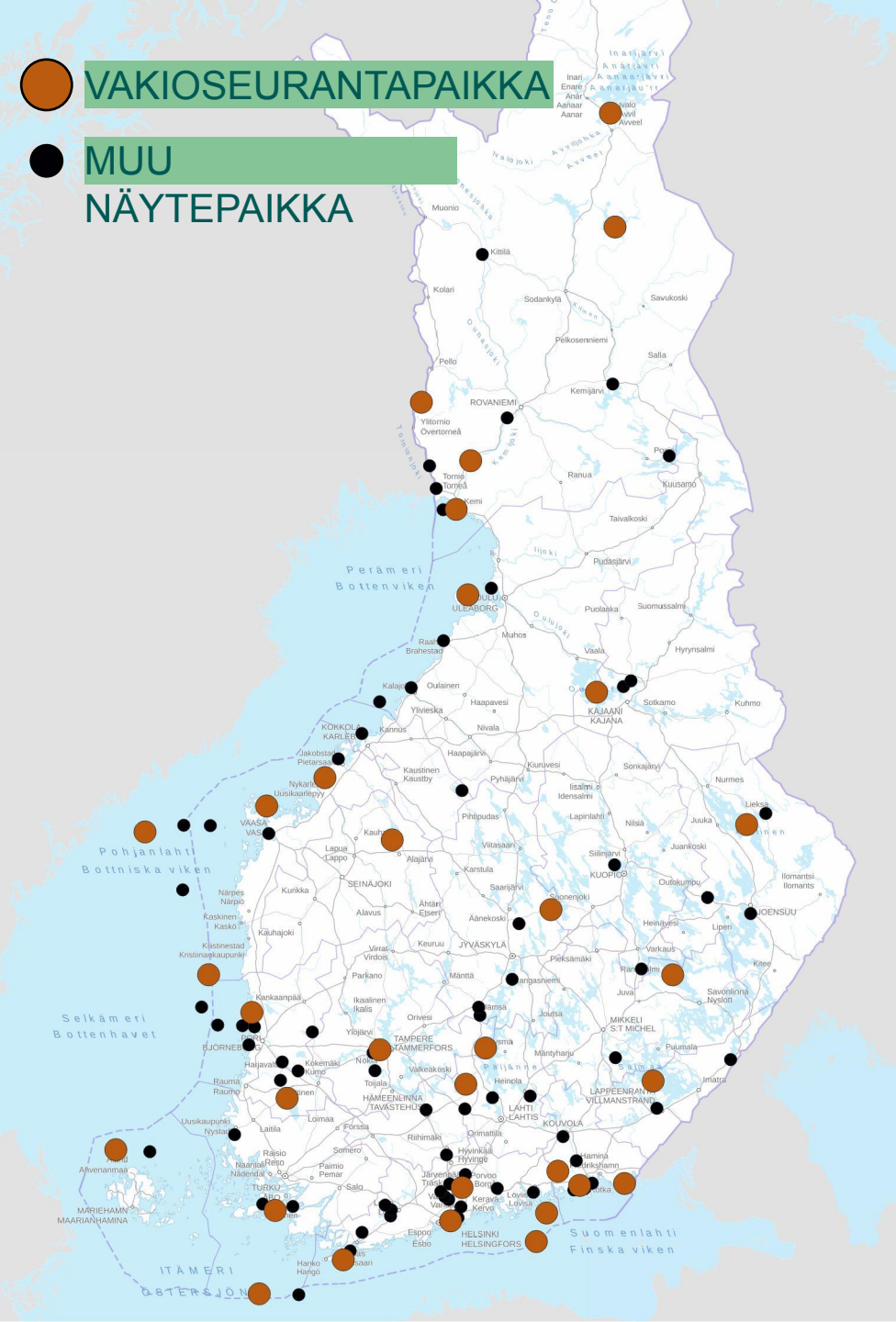
PFAS-pitoisuuksia seurataan:

- sisävesillä ja rannikolla ahvenissa
- avomerellä silakassa

Kalojen koko:

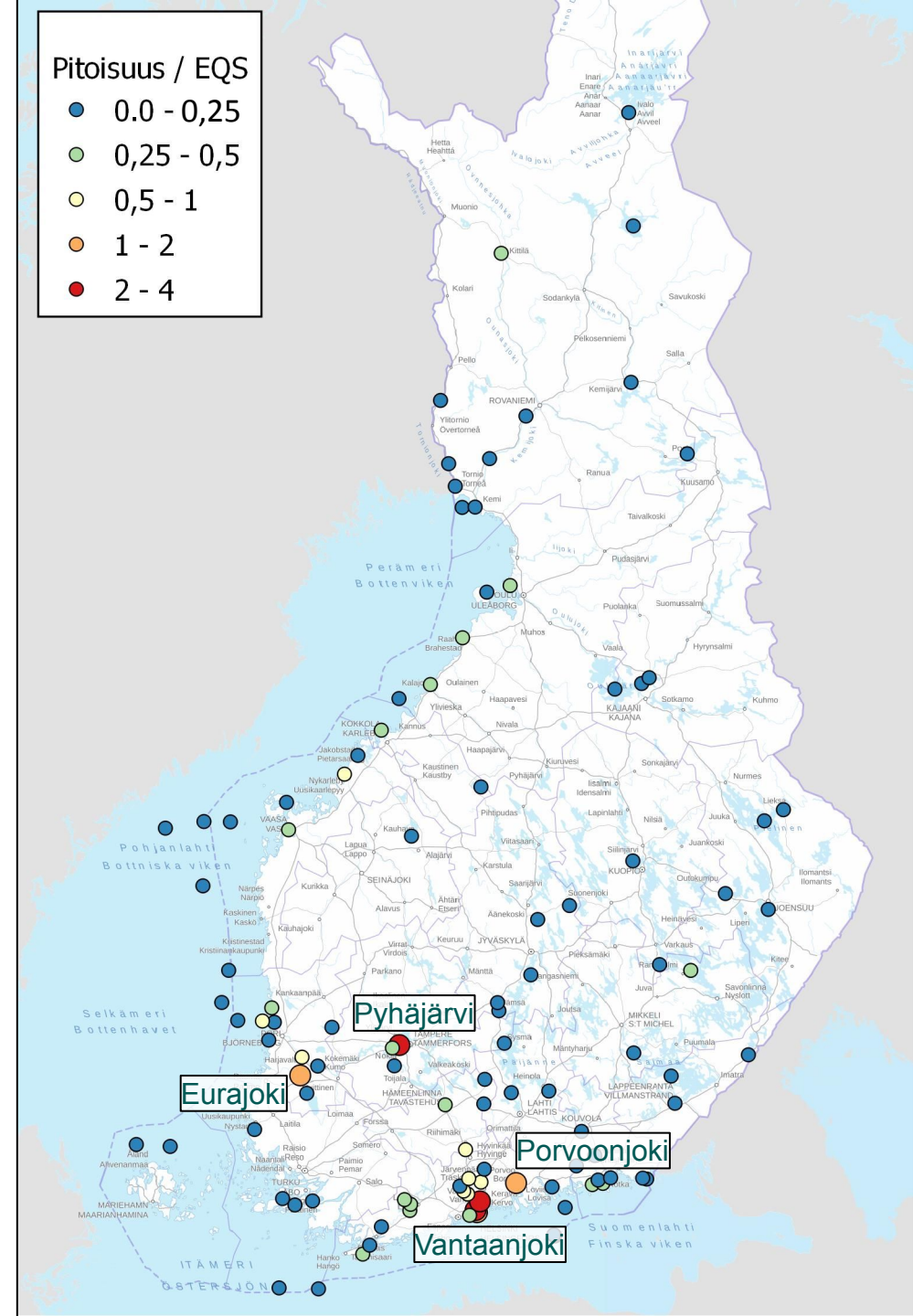
- ahven:
 - sisävesissä 15-20 cm
 - rannikolla 18-23 cm
- silakka 16-17 cm

Tavoitteena VPD:n ohjeistama n. 4-5 vuotias yksilö



KALOJEN PFOS-PITOISUUS

- Valtaosassa näytepaikoista PFOS-pitoisuus on alle 1/4 laatunormista.
- Ongelmapaikat:
 - Vantaanjoki ja Vanhankaupunginlahti
 - Porvoonjoki
 - Eurajoki
- Pyhäjärven uusimmassa näytteessä suuri pitoisuus □ tilannetta seurataan
- Tuusulanjärvi silmällä pidettävä järvi





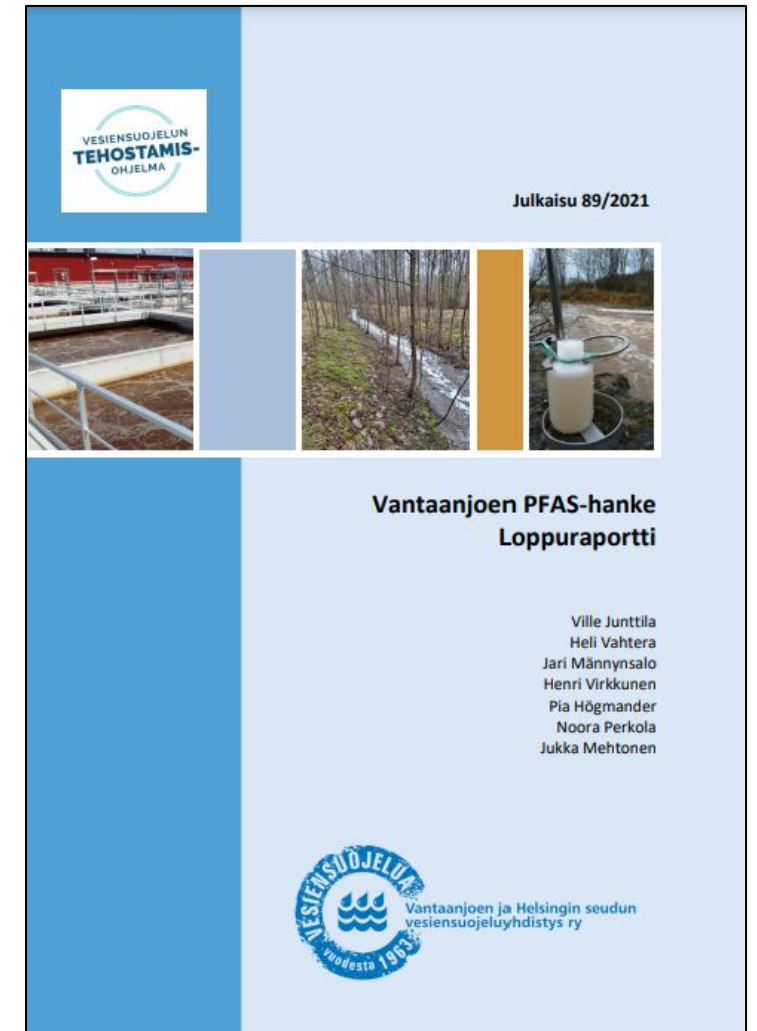
VANTAANJOEN KOHDETUTKIMUS



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

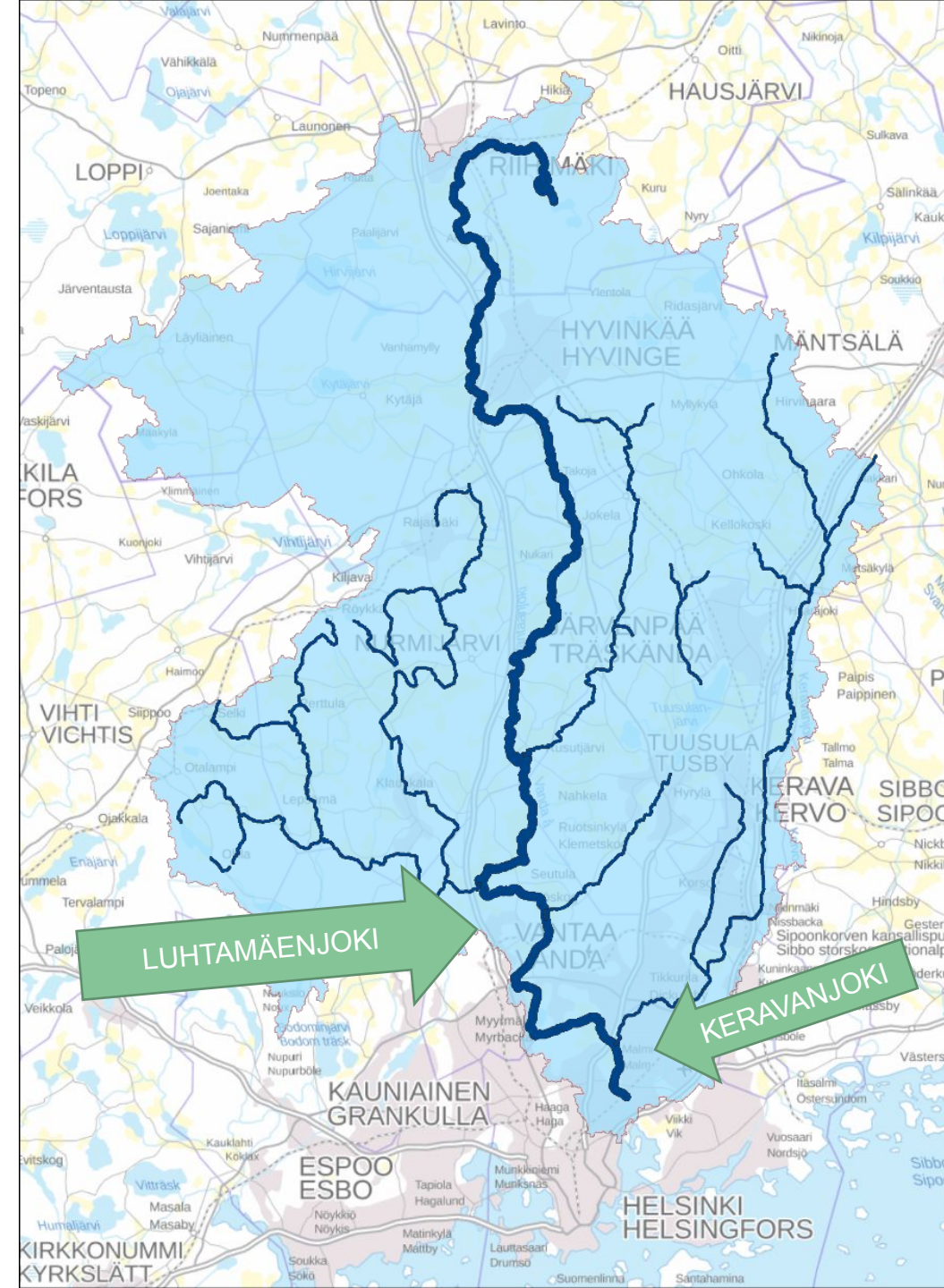
VANTAANJOEN PFAS-HANKE

- Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen ja Syken hanke
 - Loppuraportti julkaistiin 2021
- Tutkittiin PFAS-päästölähteiden sijainteja Vantaanjoen valuma-alueella
- Rahoitus Vesiensuojelun tehostamisohjelmasta



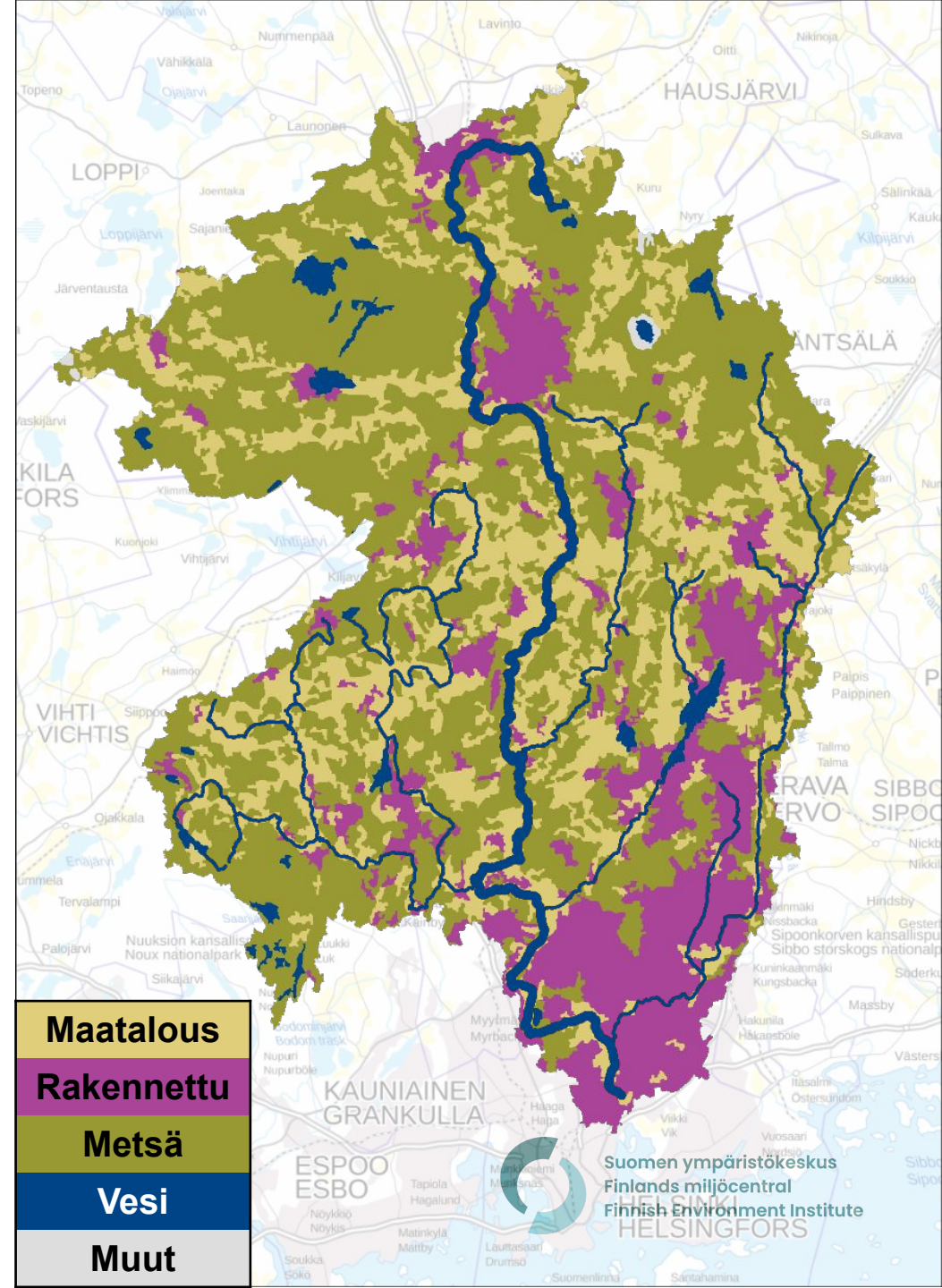
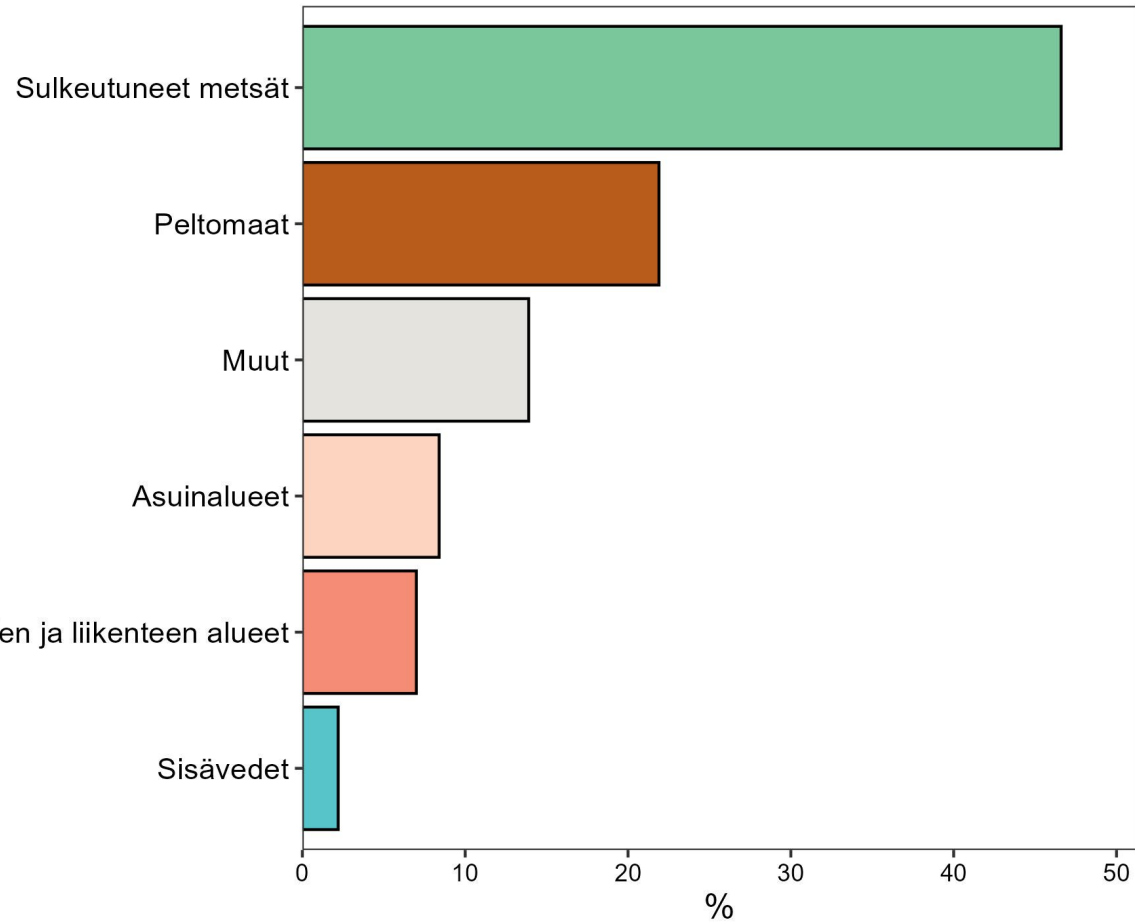
PFAS-ONGELMAISET VESISTÖT: TAPAUS VANTAANJOKI

- Pituus 100 km
- Suurimmat sivu-uomat Luhtamäenjoki ja Keravanjoki
- Valuma-alueella osia Helsingistä, Vantaasta, Keravasta, Järvenpäästä, Nurmijärvestä, Hyvinkäästä ja Riihimäestä
- n. 10 % Suomen väestöstä asuu valuma-alueella



Maankäyttöluokan osuus valuma-alueesta

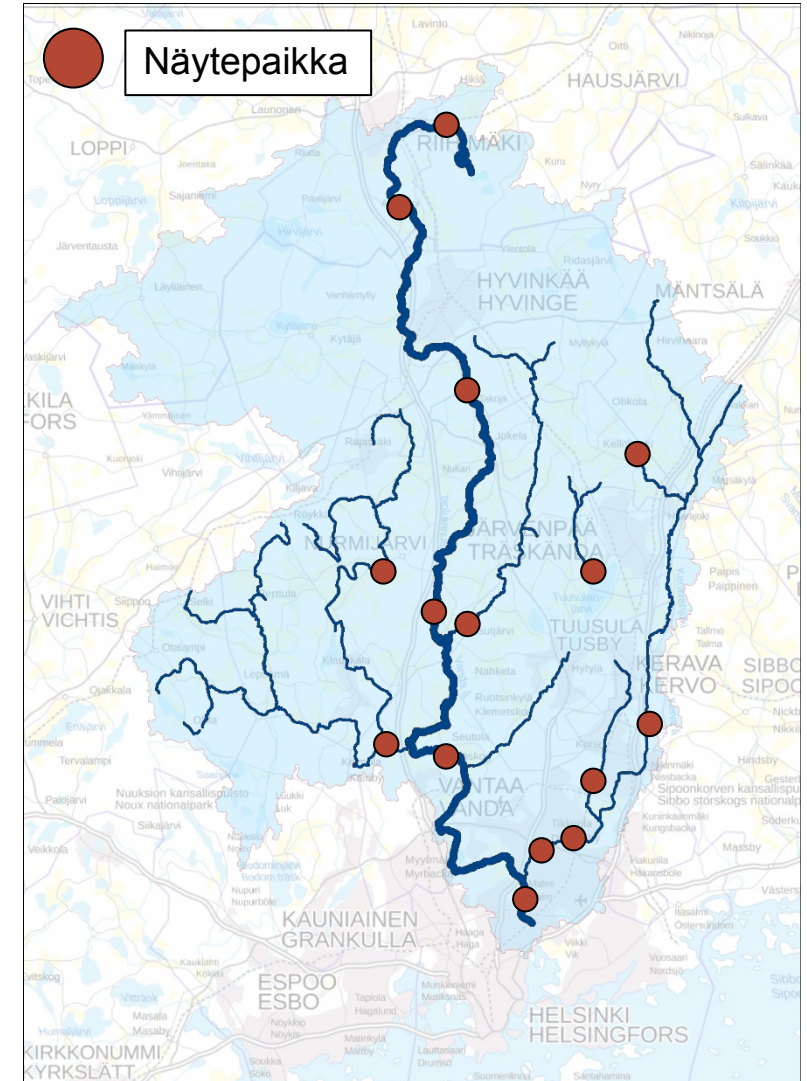
Rakennettujen alueiden osuus 15 %



PINTAVESINÄYTTEENOTTO

Pintavesinäytteet kerättiin
pääuomasta ja tärkeimmistä
sivu-uomista

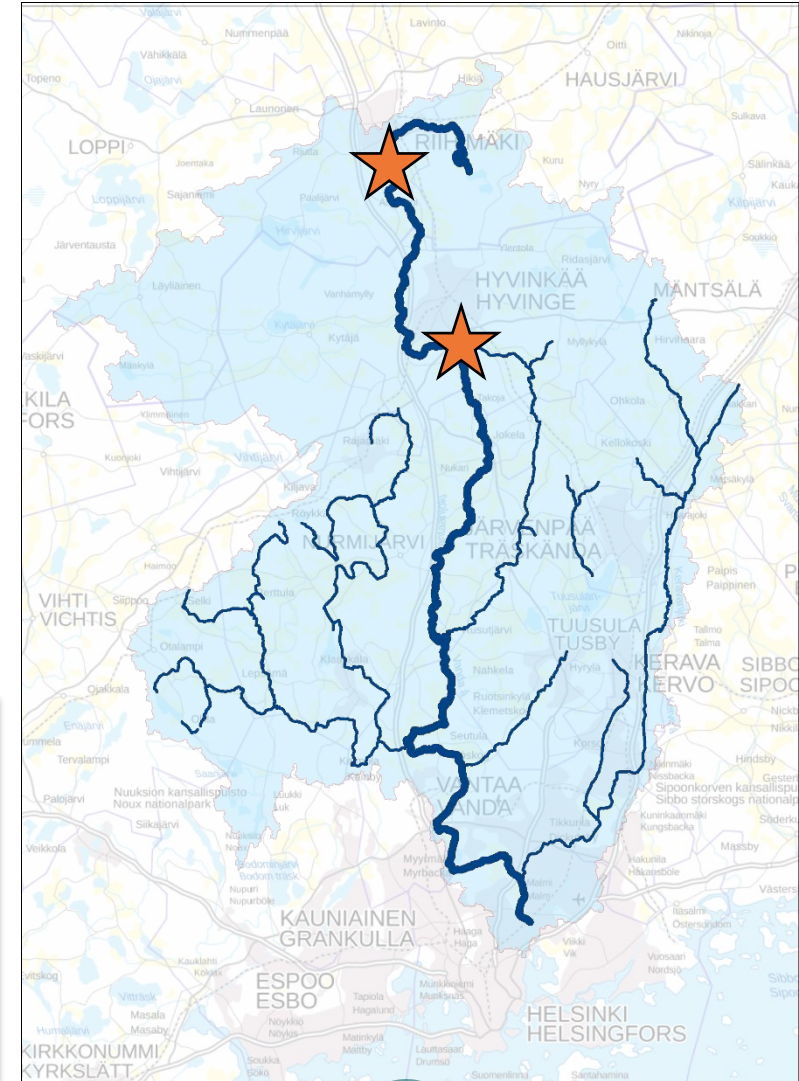
6-8 näytettä / paikka



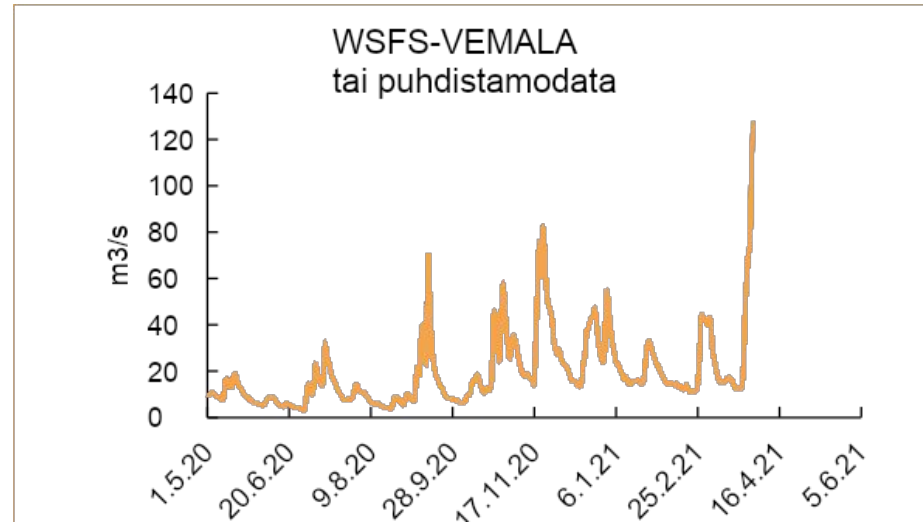
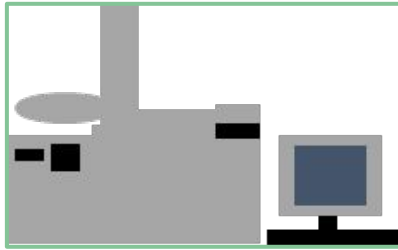
JÄTEVESINÄYTTEENOTTO

Kuukausittaiset näytteet
Riihimäen ja Hyvinkään
puhdistamoilta

Tuleva ja lähteävä
jätevesi



KUORMIEN LASKENTA



PITOISUUS
(ng PFAS / L)



VIRTAAMA
(m³/kk)



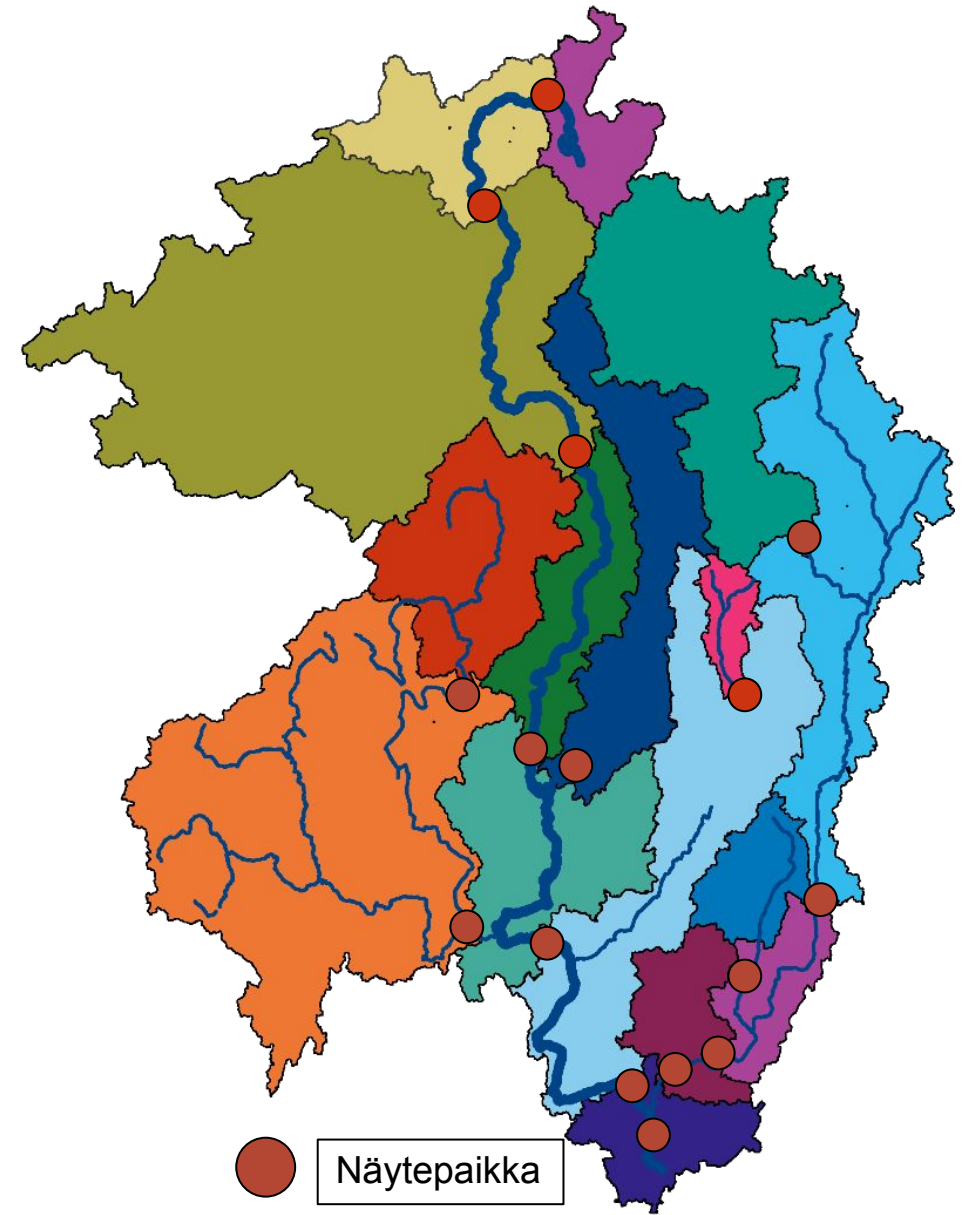
KUORMA
(g PFAS /kk)

PFAS-OMINAISKUORMAT

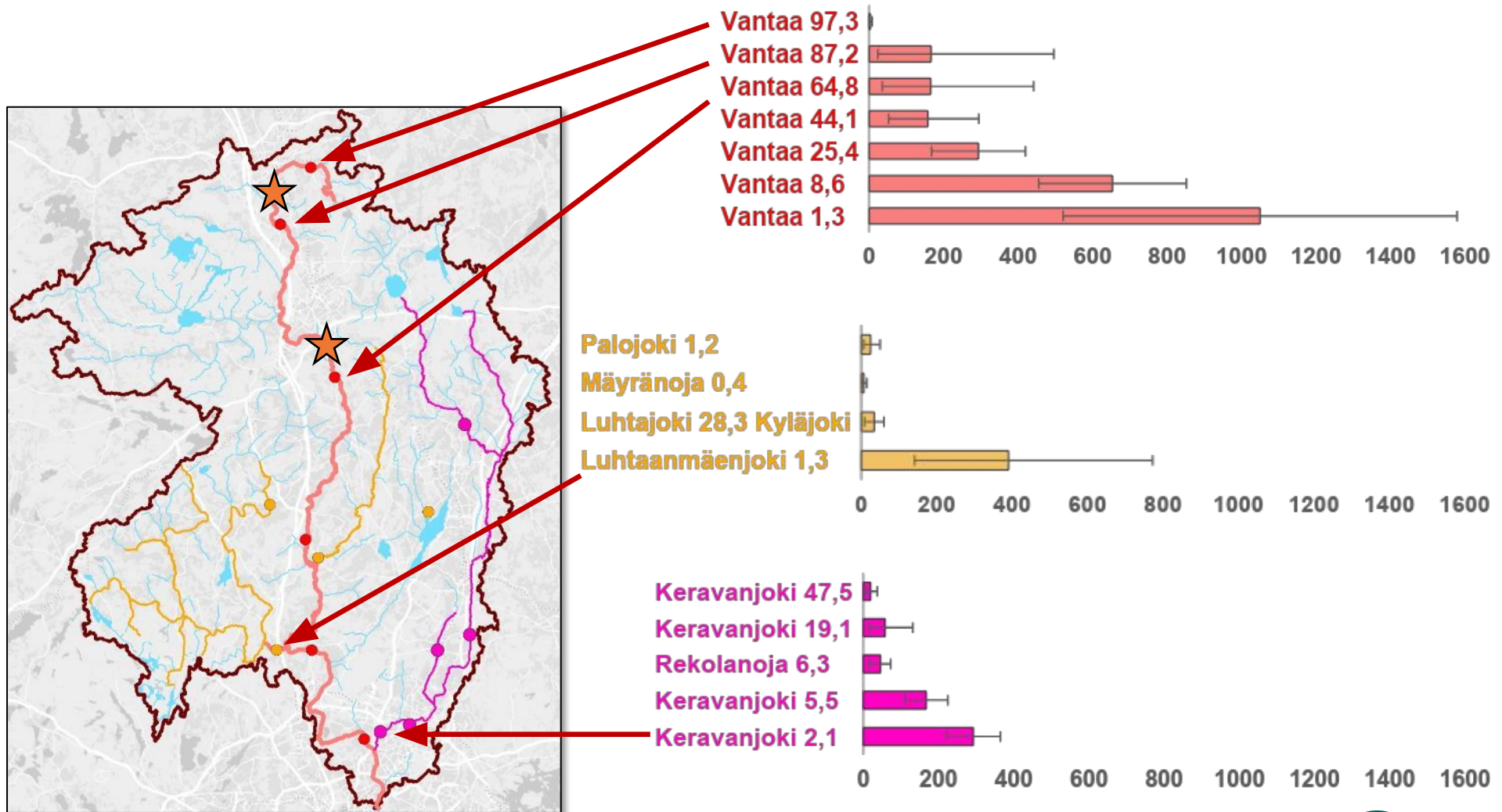
Valuma-alue jaettiin osavaluma-alueiksi
Value-työkalulla.

Kunkin osavaluma-alueen
ominaiskuorma laskettiin jokikuormien
ja pinta-alojen perusteella.

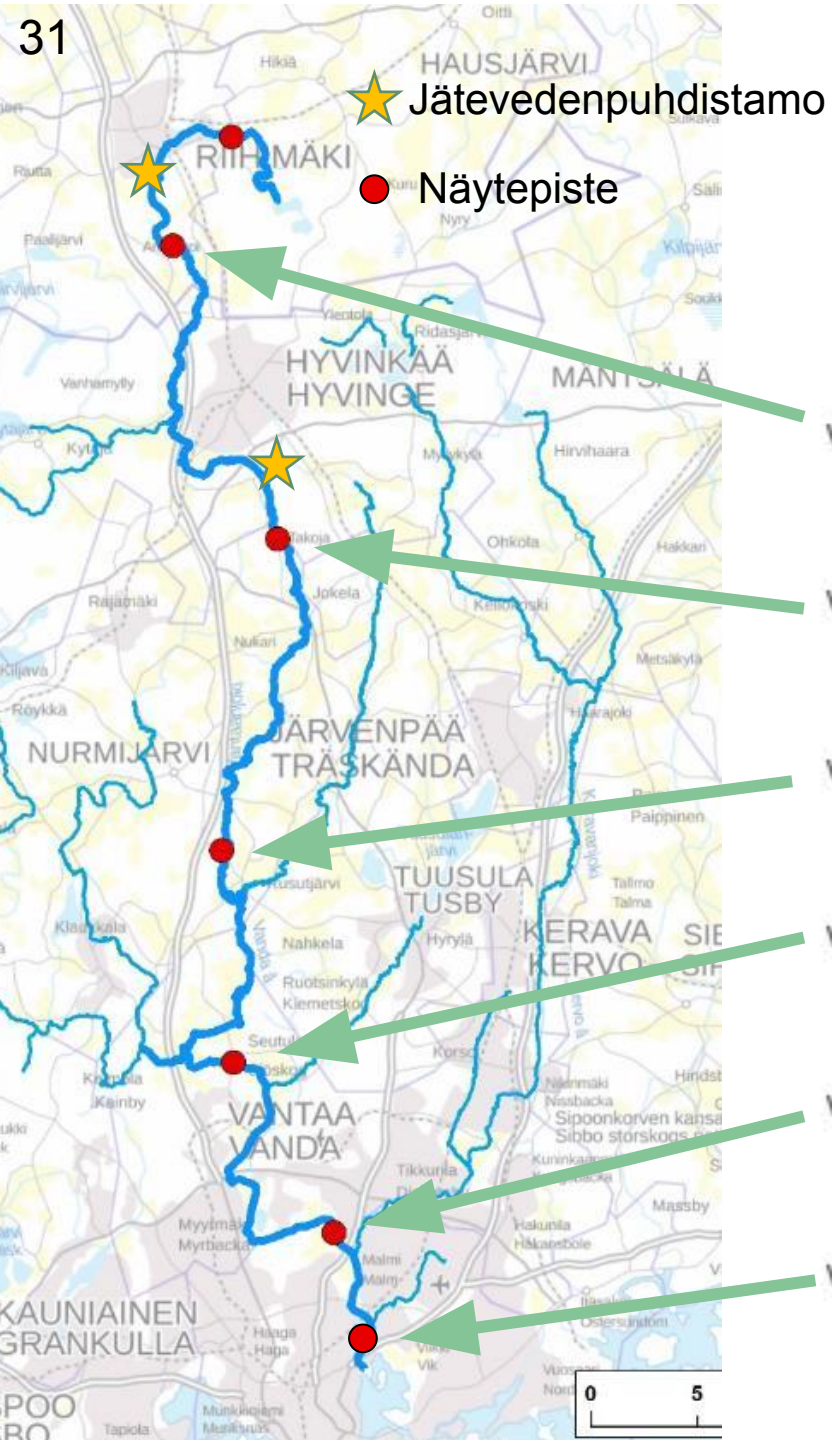
Korkea PFAS-ominaiskuormitus ☐
osavaluma-alueella PFAS-lähteitä.



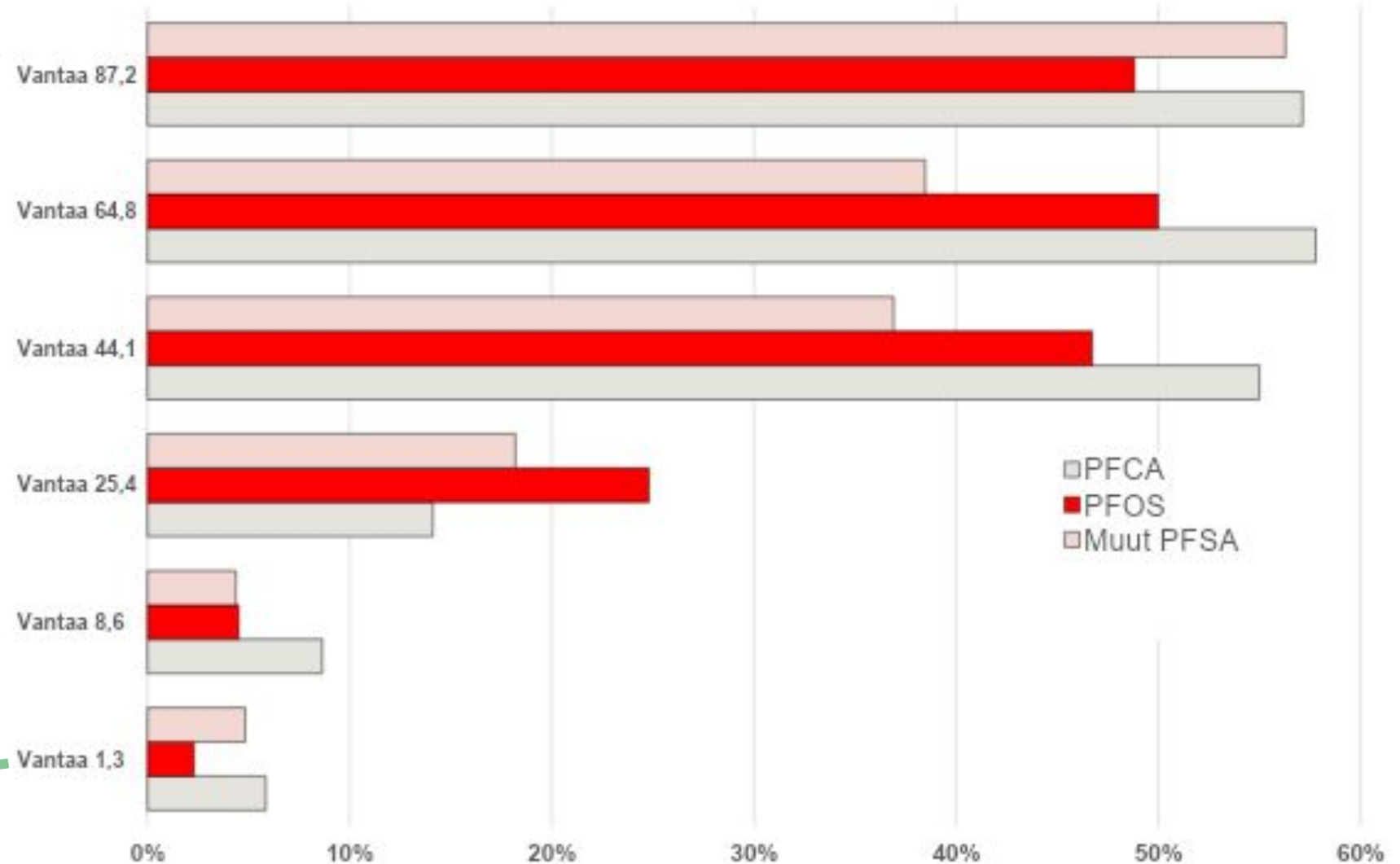
PFAS-KUORMA PINTAVESISSÄ



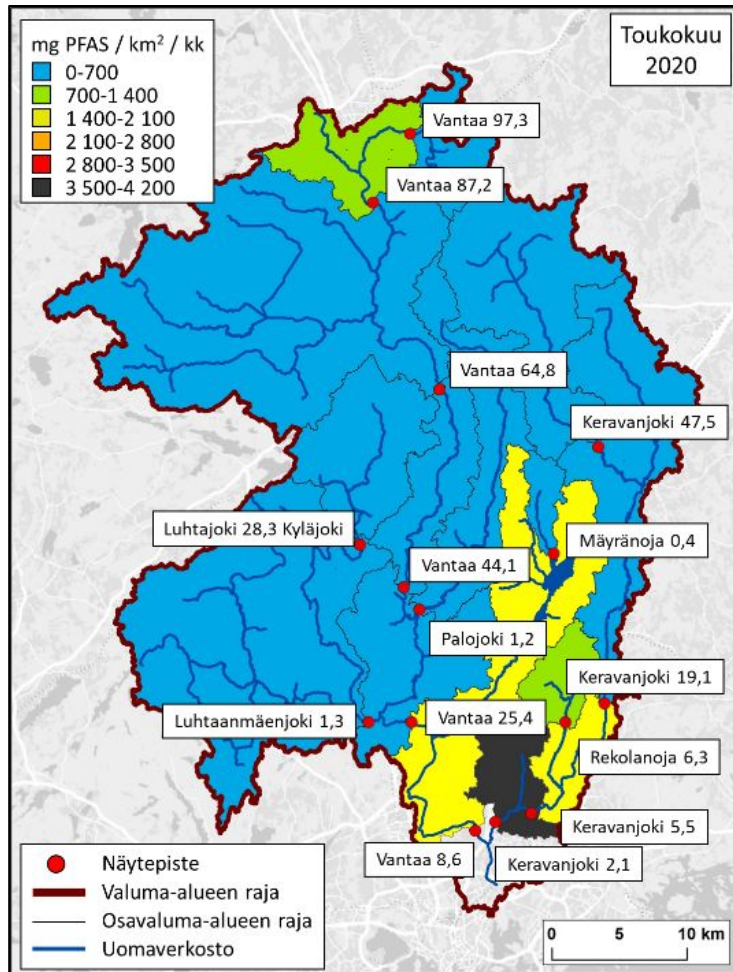
g/kk



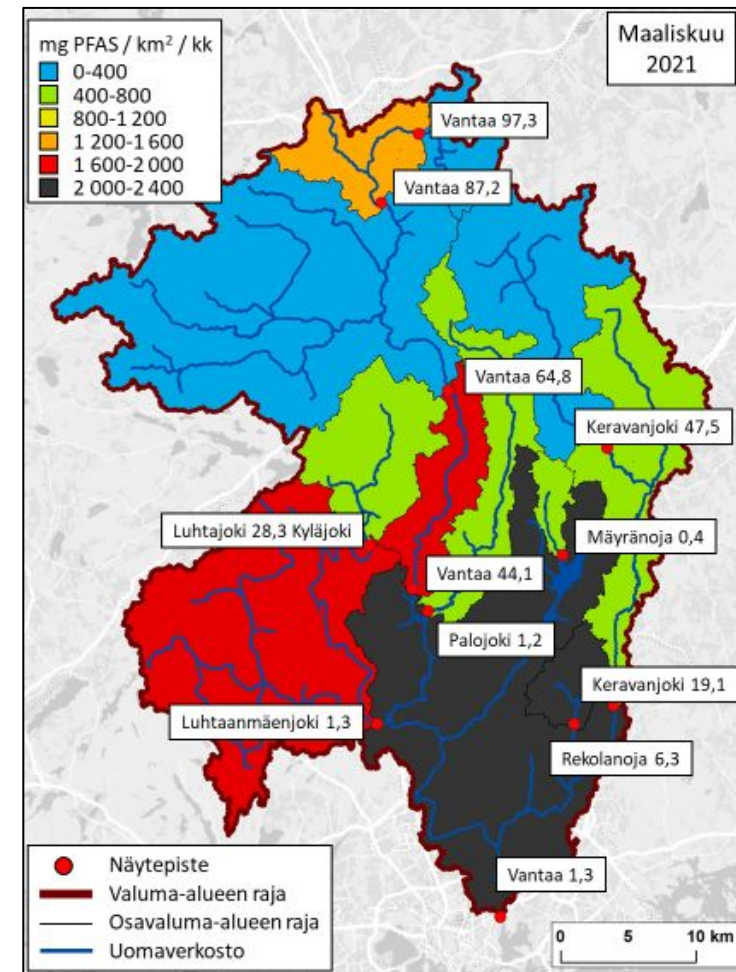
PUHDISTAMOKUORMAN KESKIMÄÄRÄINEN OSUUS JOKIKUORMASTA



TUNTEMATTOMIEN PÄÄSTÖLÄHTEIDEN PAIKANNUS OMINAISKUORMIEN AVULLA

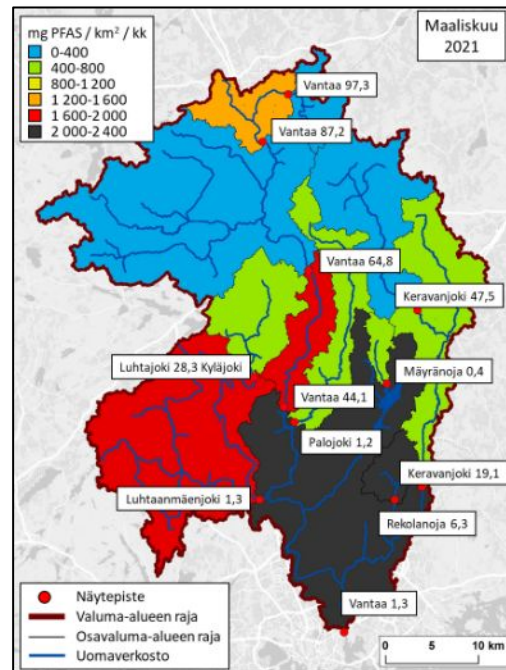


Kuivaan aikaan kaupunkialueet
korostuvat.

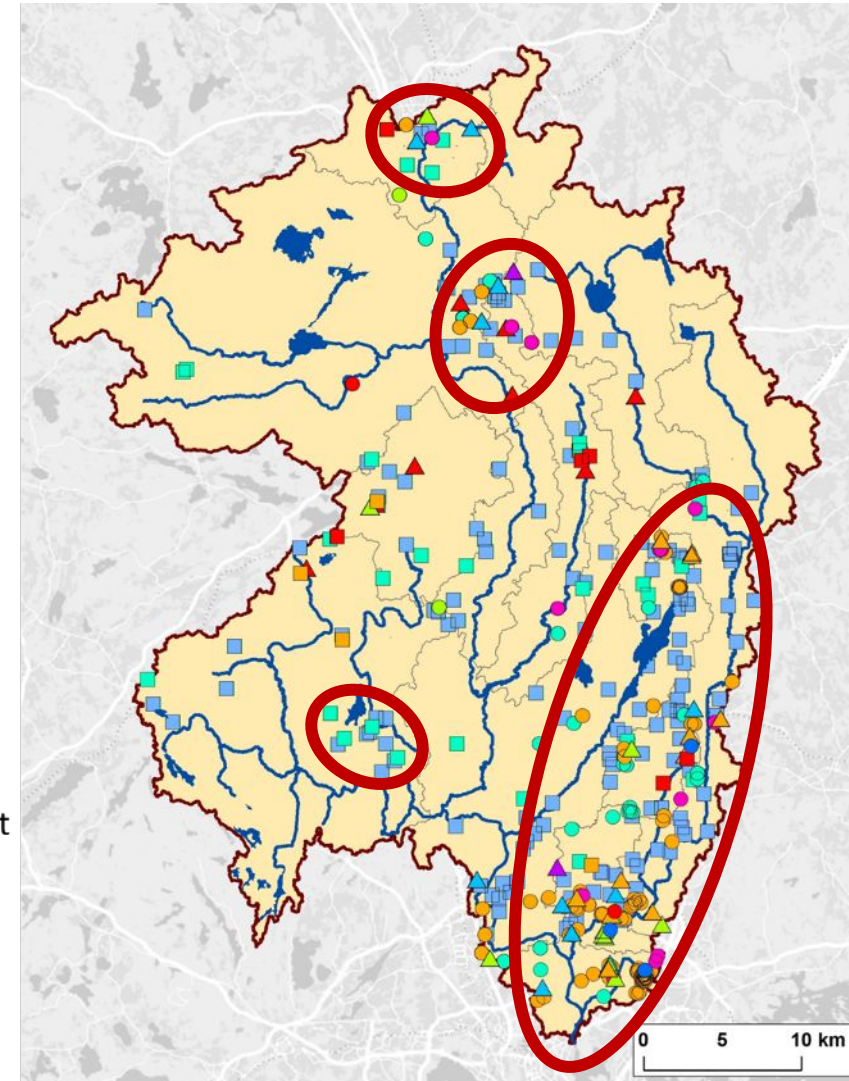


Lumien sulaminen nostaa ominaiskuormia.

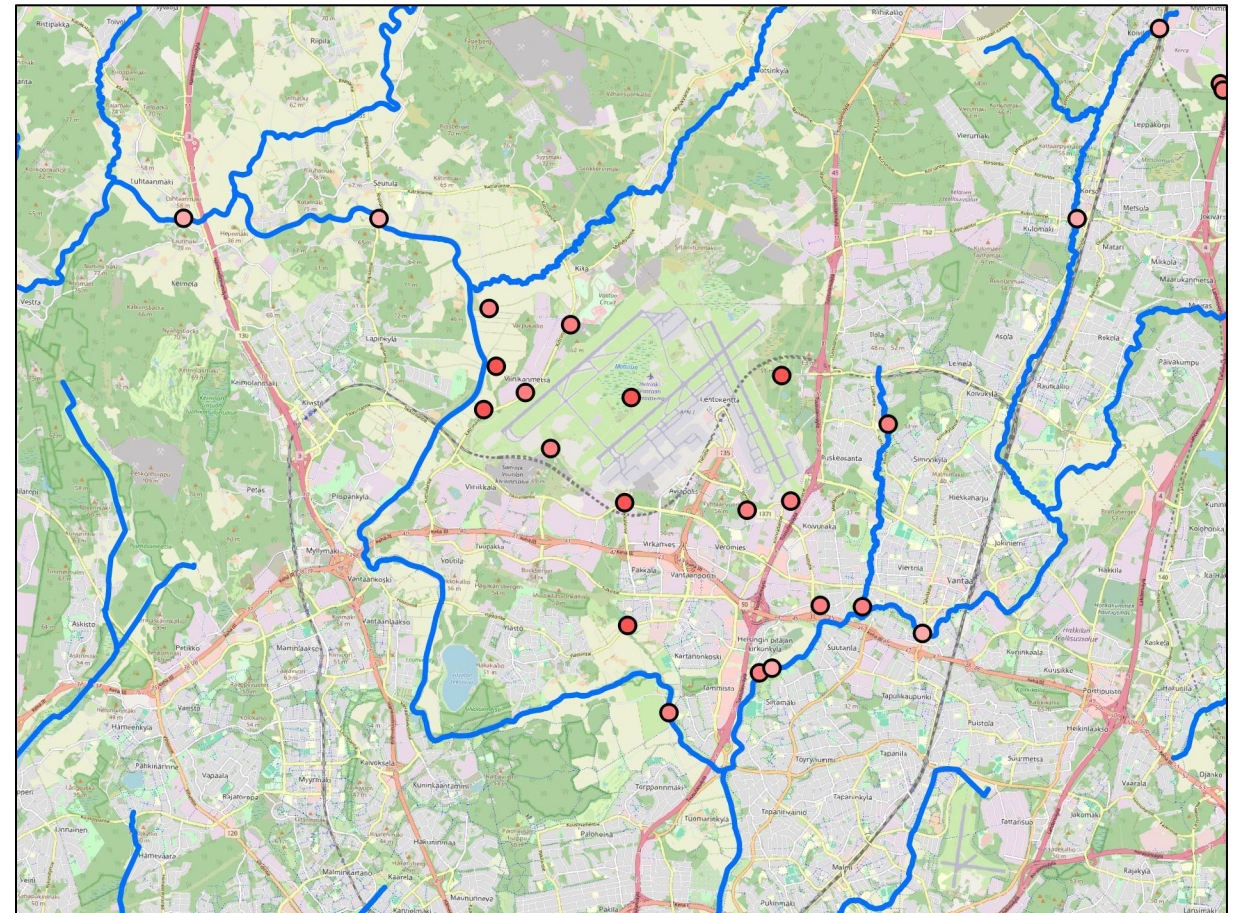
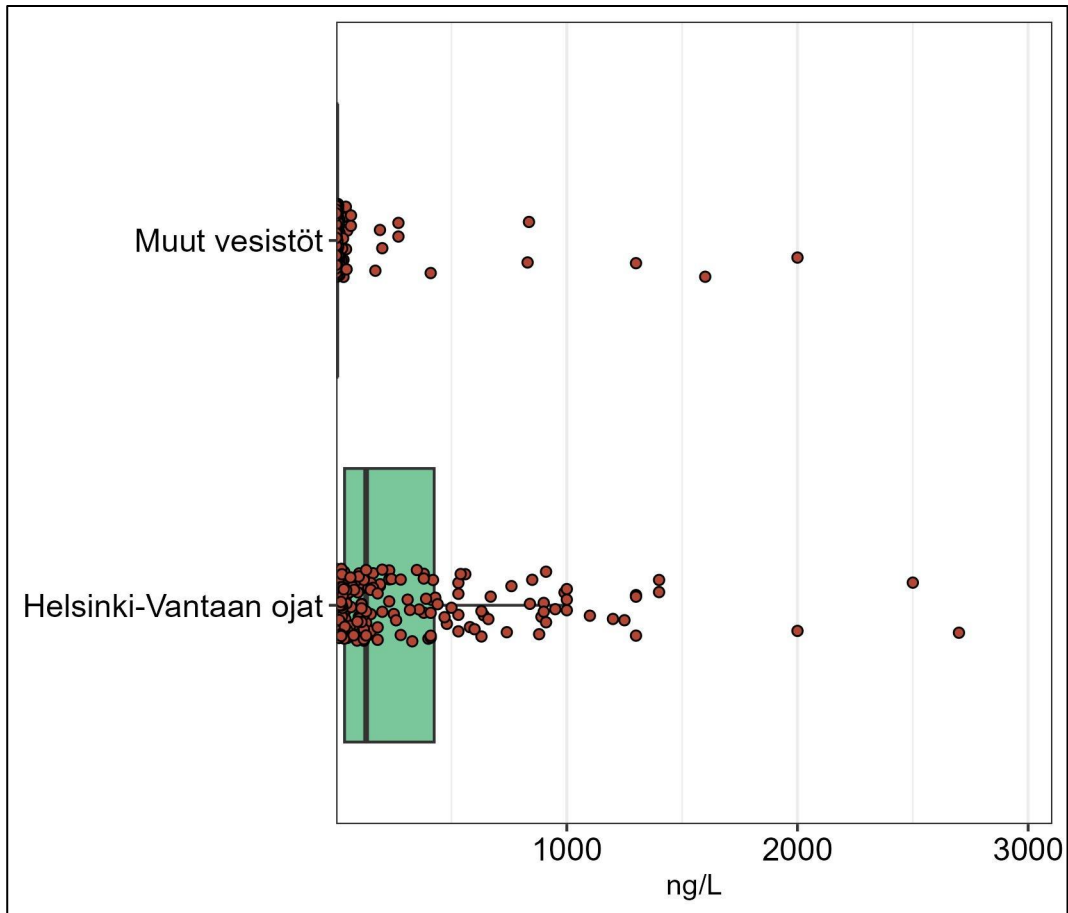
PILAANTUNEET MAA-ALUEET PFAS-PÄÄSTÖLÄHTEENÄ



- ▲ Jätevedenpuhdistamo
- ▲ Kemian- ja muoviteollisuus
- ▲ Kemikaalien valmistus
- ▲ Konepaja
- ▲ Lentokenttä tai lentopaikka
- Metallien valmistus
- Metalliteollisuus
- Muoviteollisuus
- Muu jätteen käsittely
- Ongelmajätteen käsittely
- Pintakäsittely
- Teollisuuskaatopaikka
- Tynnyrien pesu
- Yhdyskuntakaatopaikka
- Öljy- ja kemikaalivahinkoalueet
- Vesistö
- Valuma-alue



HELSINKI-VANTAAN LENTOKENTTÄ



TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET

1. HAITATTOMAN PITOISUUDEN RAJA-ARVO YLITTYY LÄHES KOKO JOKIALUEELLA
2. JÄTEVEDENPUHDISTAMOT OVAT VANTAANJOEN ALUEELLA MERKITTÄVIÄ PFAS-PÄÄSTÖLÄHTEITÄ
 - Puhdistamojen päästöt eivät kuitenkaan yksin aiheuta joen huonoa tilaa
3. TUNTEMATTOMILLA PÄÄSTÖLÄHTEILLÄ ON MERKITTÄVÄ VAIKUTUS JOEN KEMIALLISEEN TILAAN



PORVOONJOEN KOHDETUTKIMUS



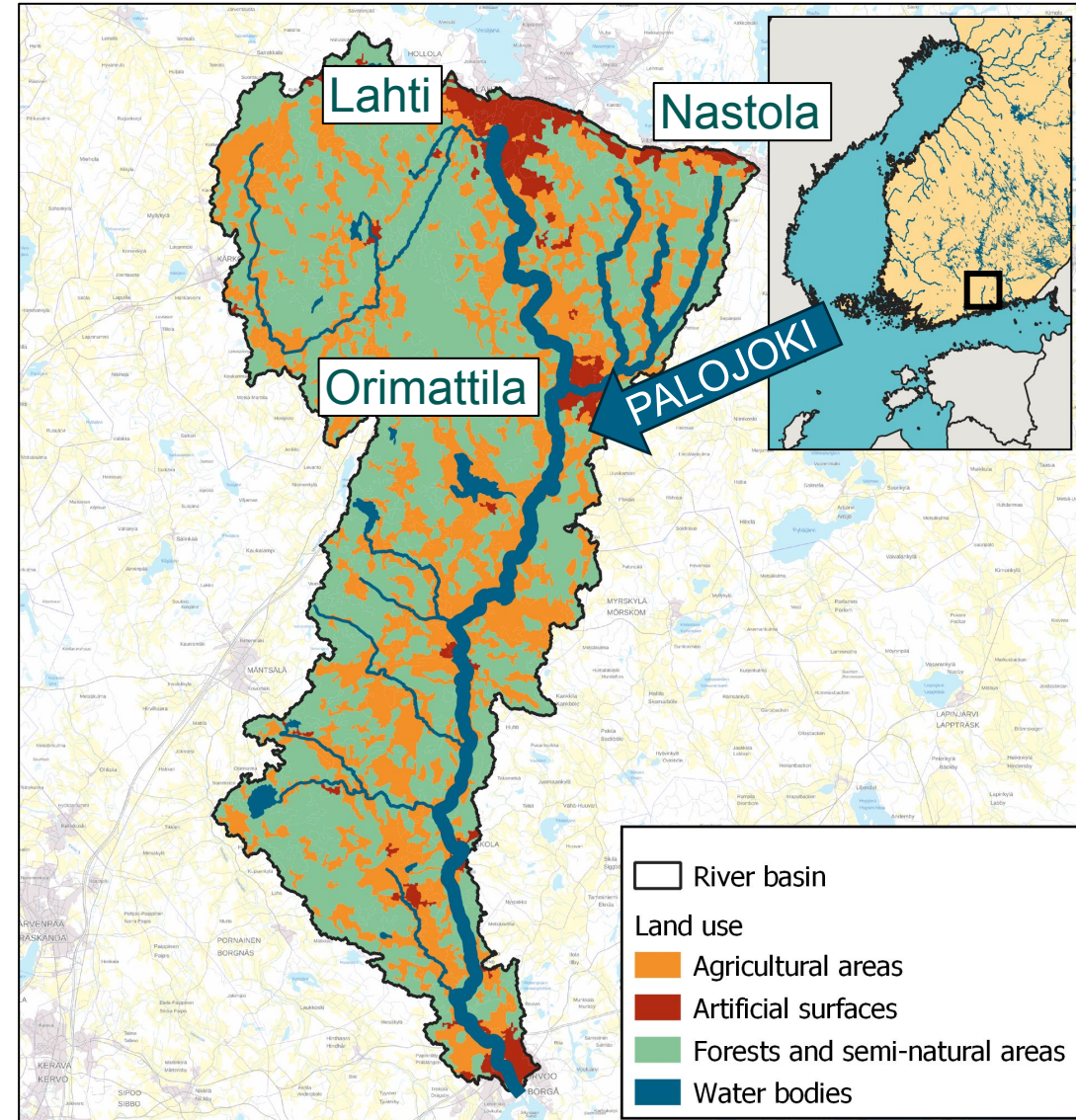
Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

PFAS-ONGELMAISET VESISTÖT: TAPPAUS PORVOONJOKI

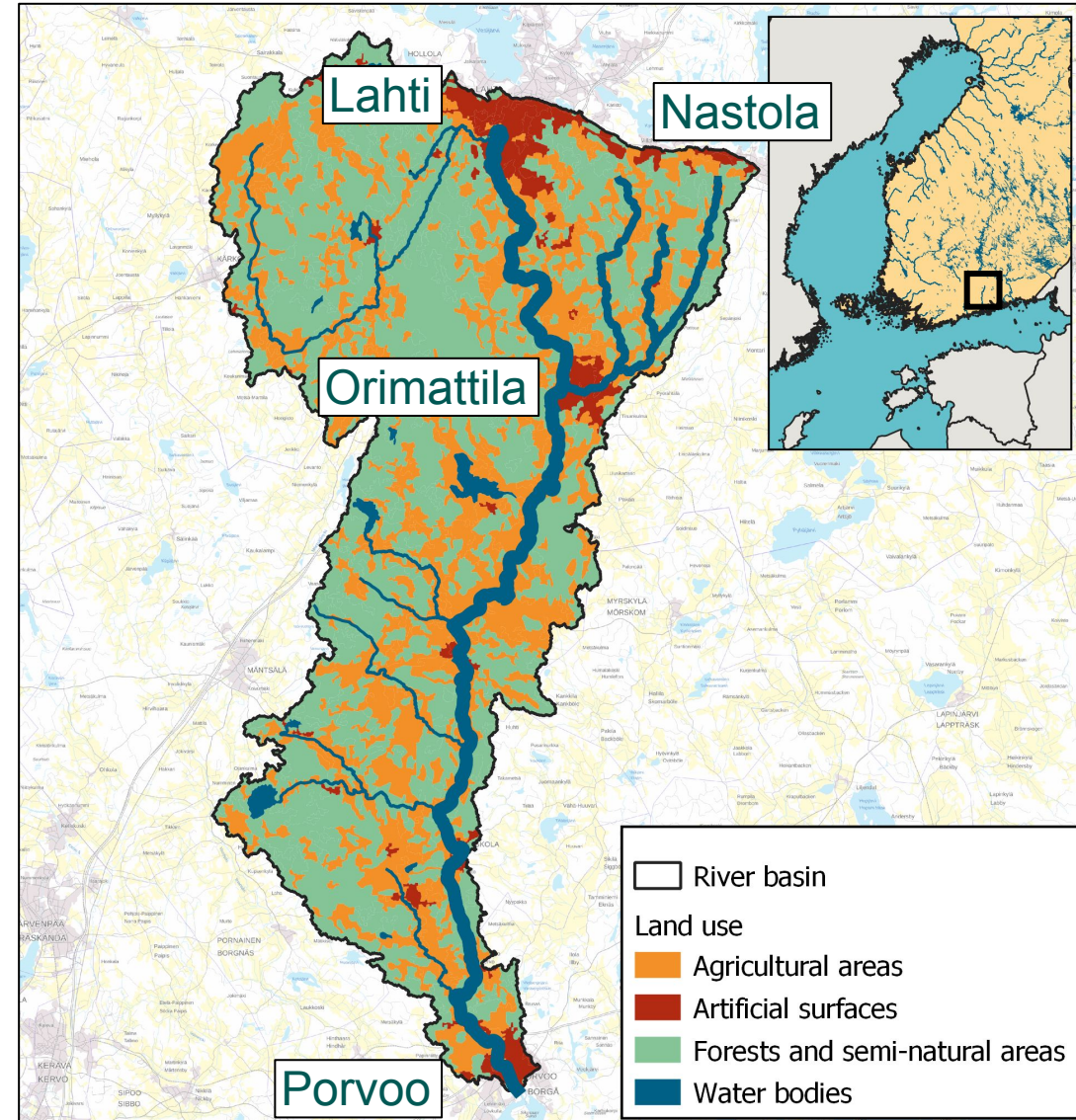
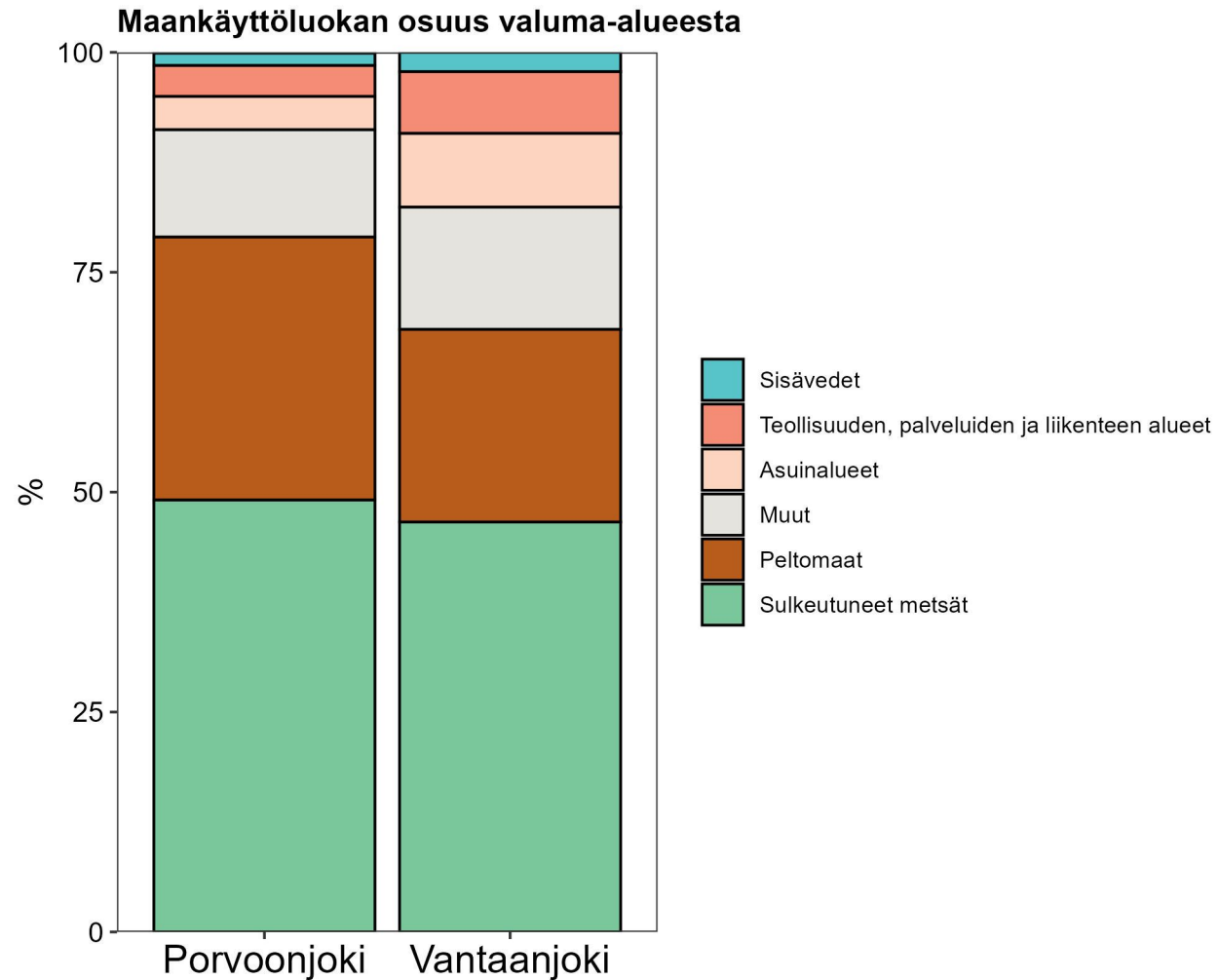
Pituus 140 km

Keskivirtaama $6,1 \text{ m}^3 / \text{s}$

Selkeä pääuoma ja yksi isompi sivu-uoma
(Palojoki)

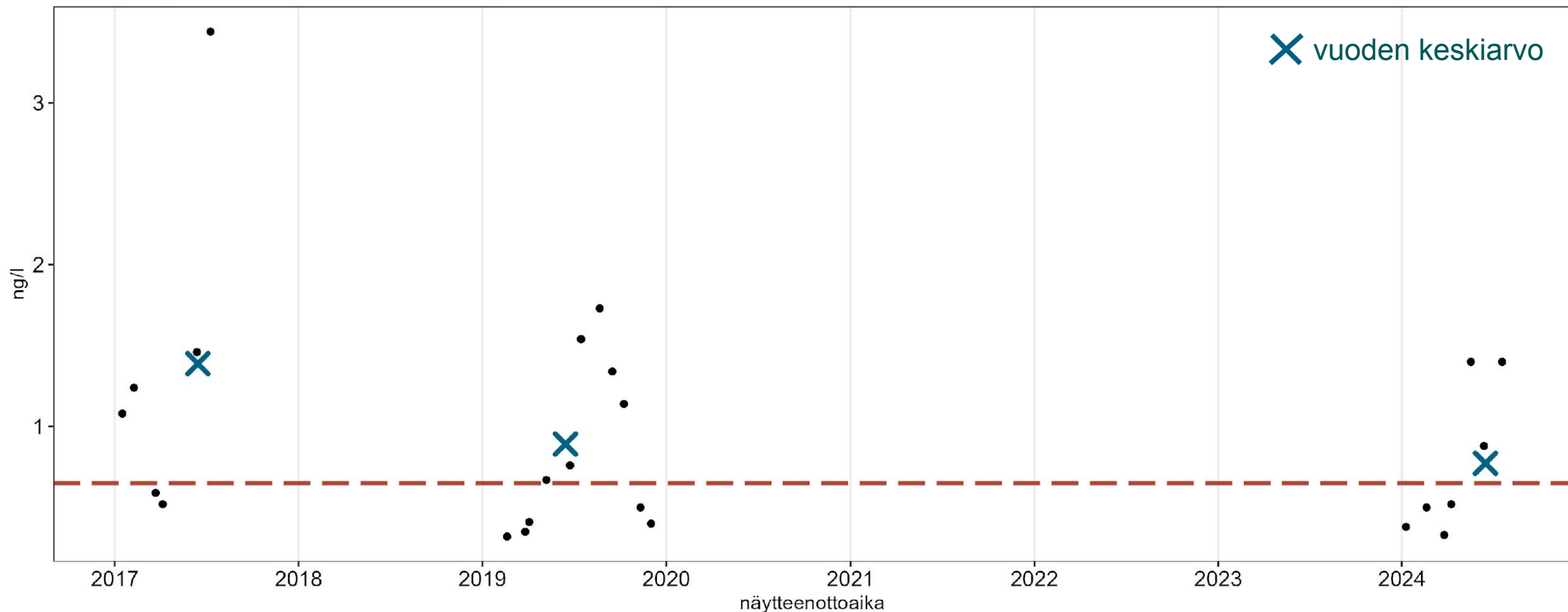


PFAS-ONGELMAISET VESISTÖT: TAPPAUS PORVOONJOKI



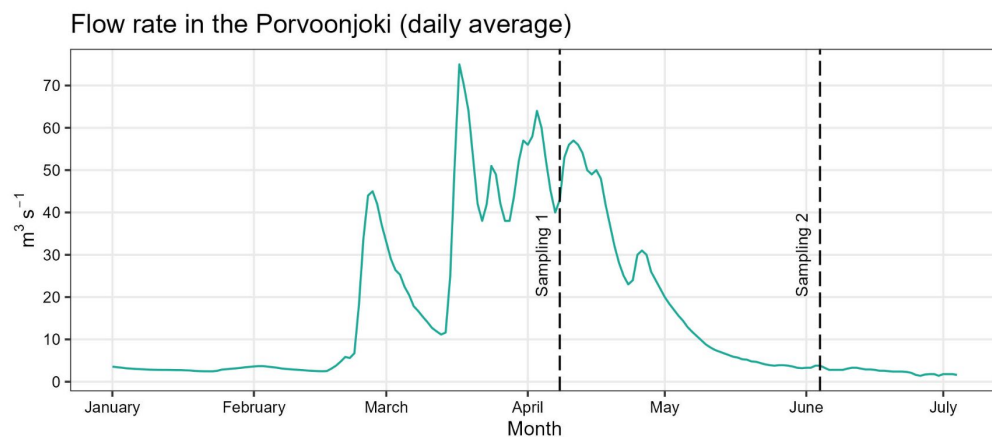
PFOS:N PITOISUUS ALAJUOKSULLA YLITTÄÄ LAATUNORMIN

PFOS:n pitoisuus Porvoonjoen alajuoksulla



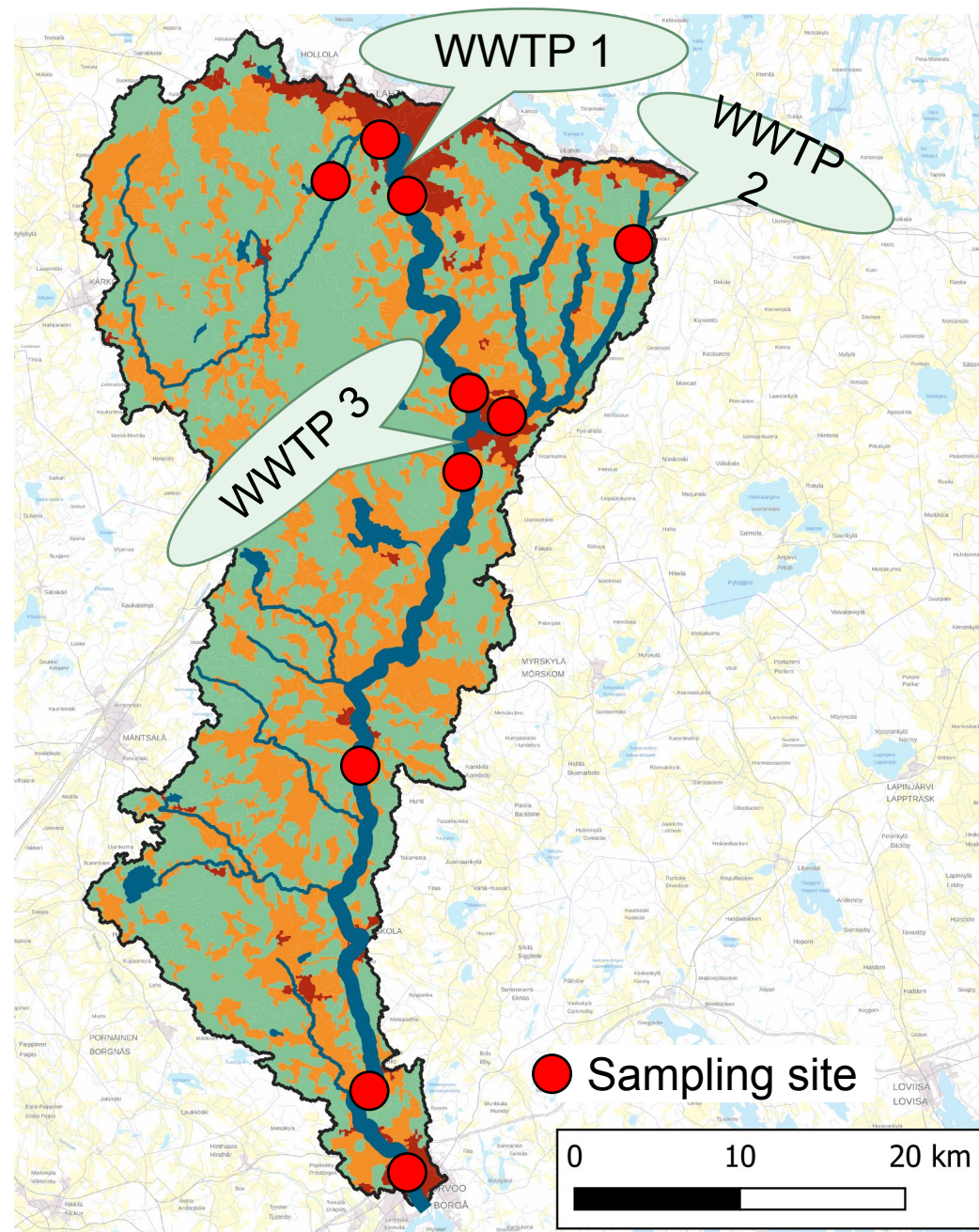
PORVOONJOEN PFAS-TUTKIMUS

Pintavesi- ja effluenttinäytteenotto
huhti- ja kesäkuussa 2024.



Effluenttinäytteet kaikilta jokeen
jätevesiä laskevilta puhdistamoilta:

- Lahti
- Nastola
- Orimattila



HENNALAN HULEVESIKOSTEIKKO

Lahden keskusta-alueen hulevedet johdetaan Hennalan hulevesikosteikkoon.

Kosteikon vedet laskuojan kautta Porvoonjokeen.

Laskuojasta vesinäyte ja virtaaman mittaus.



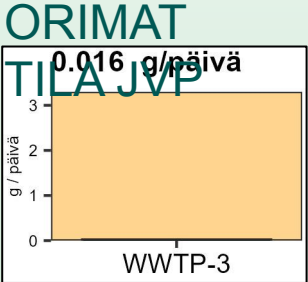
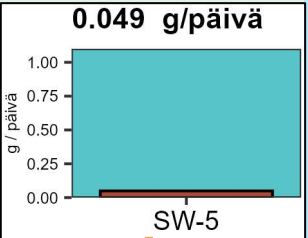
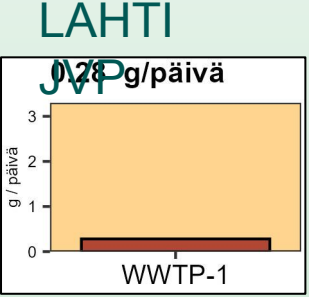
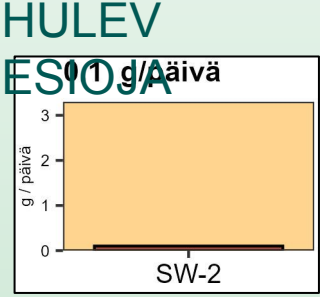
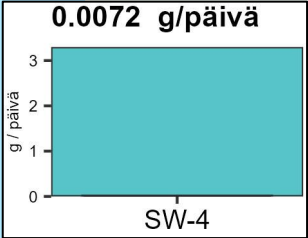
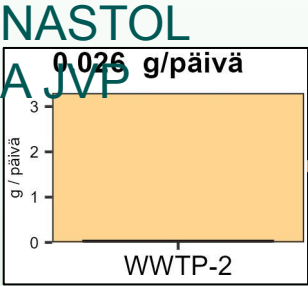


PFOS-KUORMAT PORVOONJOESSA



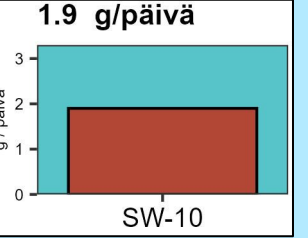
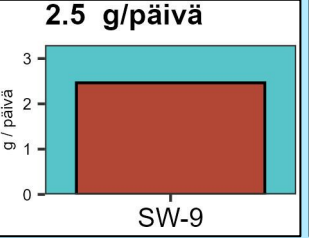
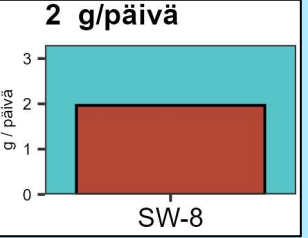
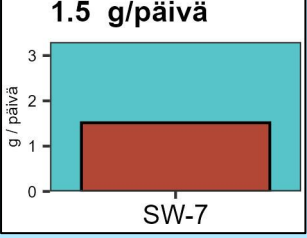
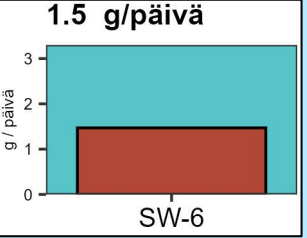
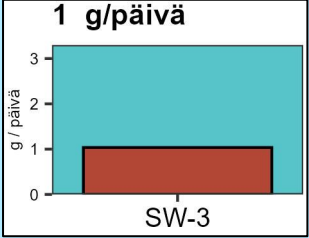
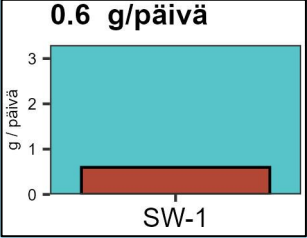
Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

PFOS-KUORMA HUHTIKUU



kuorma: 0,38 g

kuorma: 0,065 g

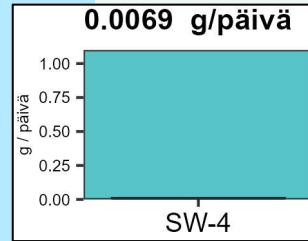
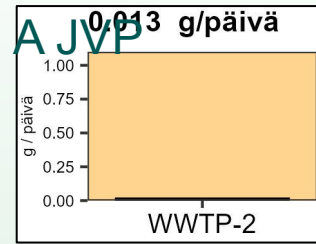


muutos: + 0,40 g

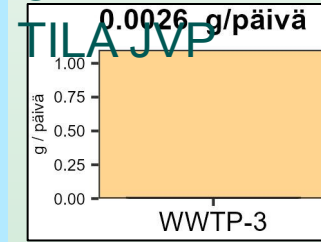
muutos: + 0,030 g

PFOS-KUORMA KESÄKUU

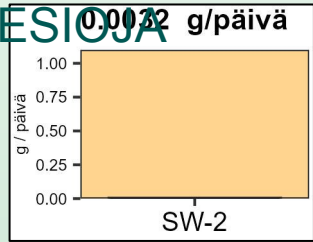
NASTOL



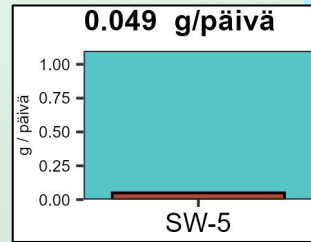
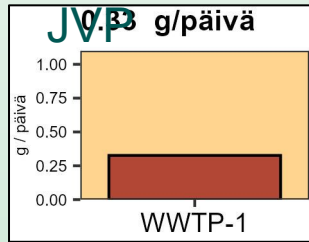
ORIMAT
TILA JVP



HULEV
ESIOJA

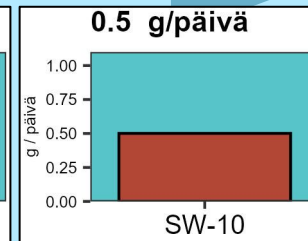
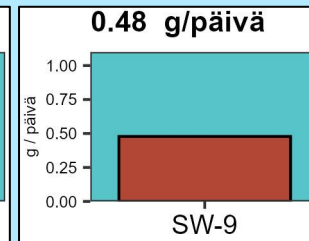
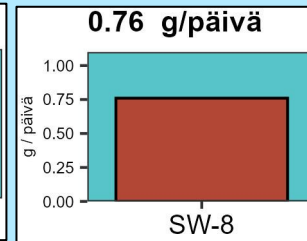
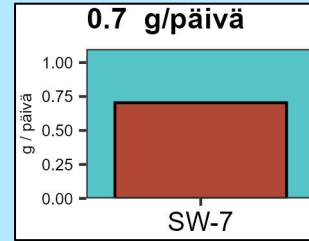
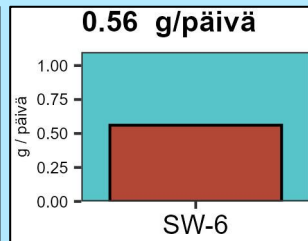
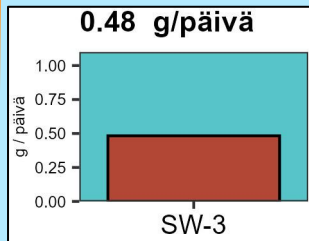
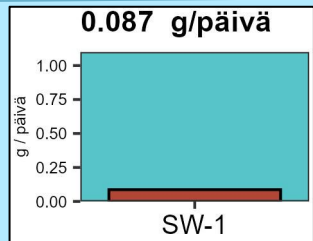


LAHTI
JVP



kuorma: 0,33 g

kuorma: 0,05 g

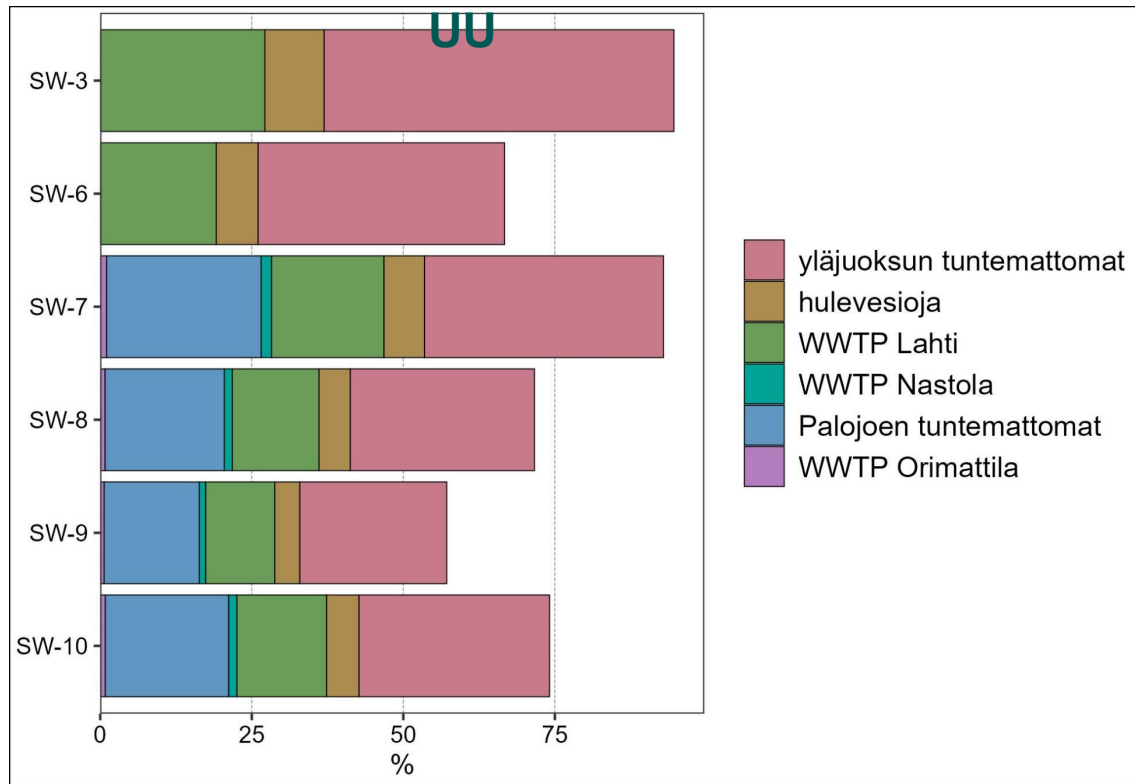


muutos: 0,39 g

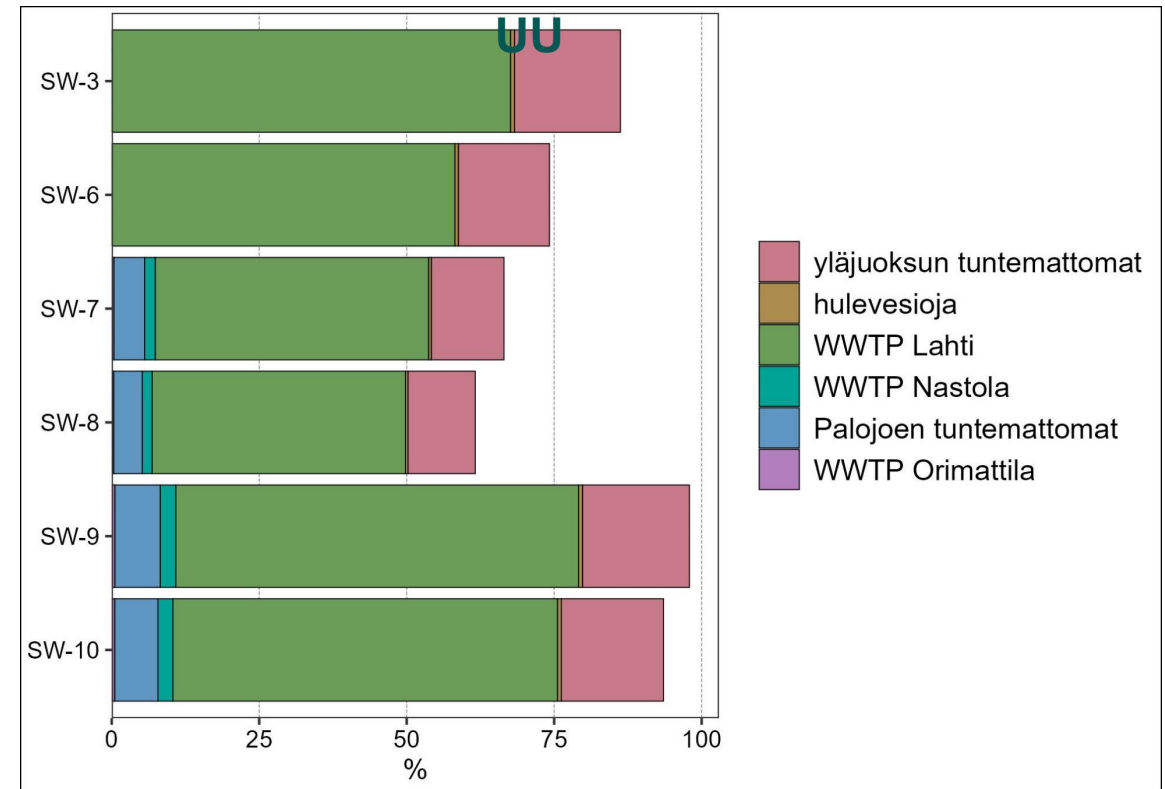
muutos: 0,14 g

PÄÄSTÖLÄHTEIDEN OSUUS PÄÄUOMAN PFOS-KUORMASTA

HUHTIK



KESÄK





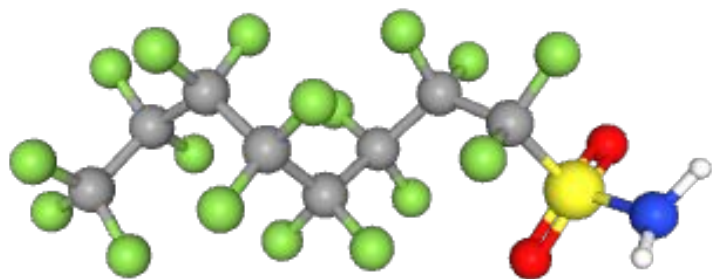
PREKURSORIEN MERKITYS PORVOONJOESSA



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

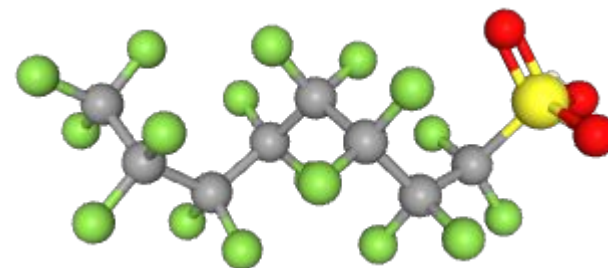
TÄRKEIMMÄT PFAS-RYHMÄT: PREKURSORIT

- Prekursorit ovat PFAS-yhdisteitä, jotka voivat hajota ympäristössä tai elimistössä muiksi PFAS-yhdisteiksi.
- Lopulliset hajoamistuotteet pysyviä.
- Käytetään muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa
 - □ Voivat esiintyä tuotteissa
- Prekursorit vaikuttavat merkittävästi pysyvien PFAS-yhdisteiden esiintymiseen ympäristössä



PFOS prekursori
esim. PFOSA

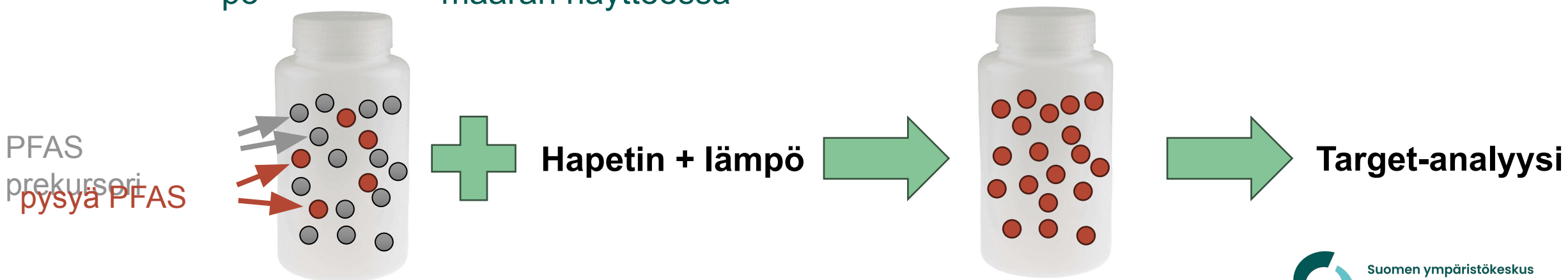
HAJOAMISKETJU
YMPÄRISTÖSSÄ



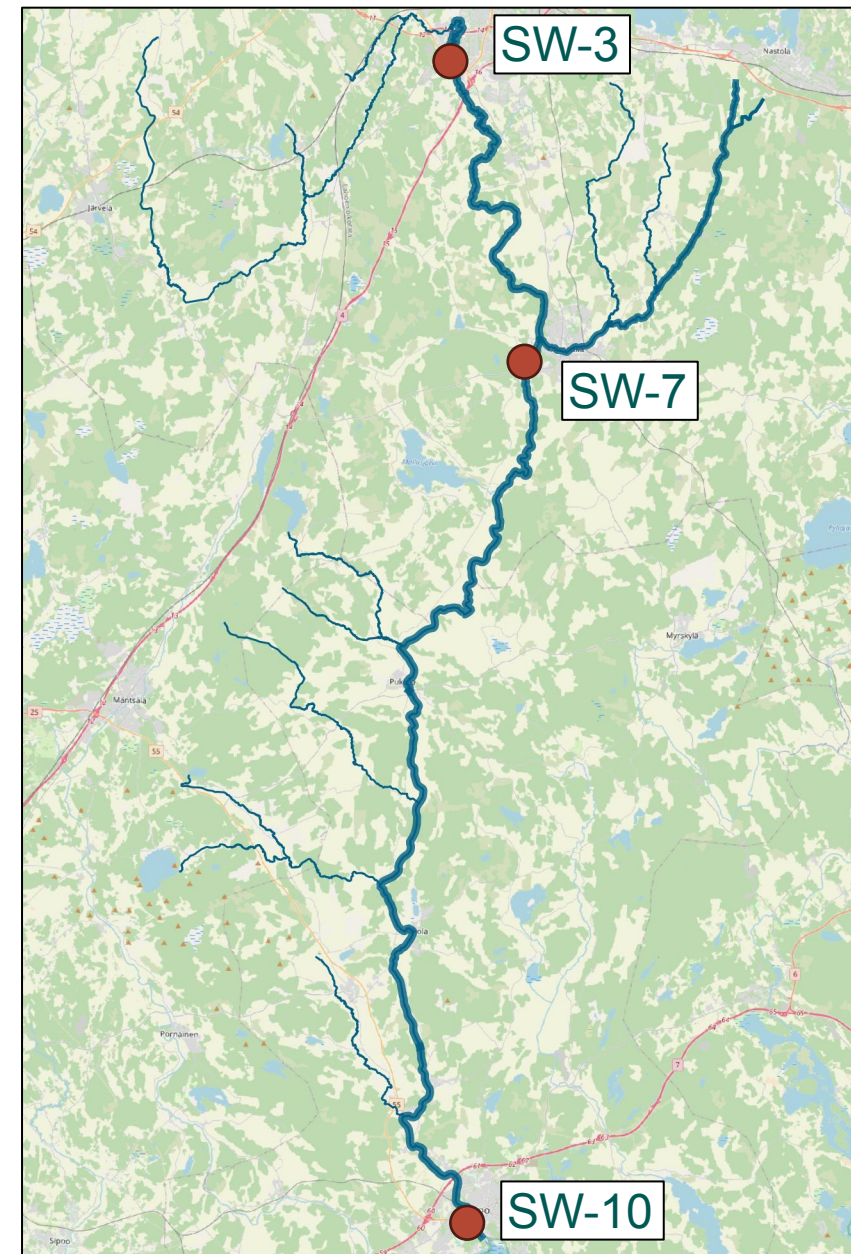
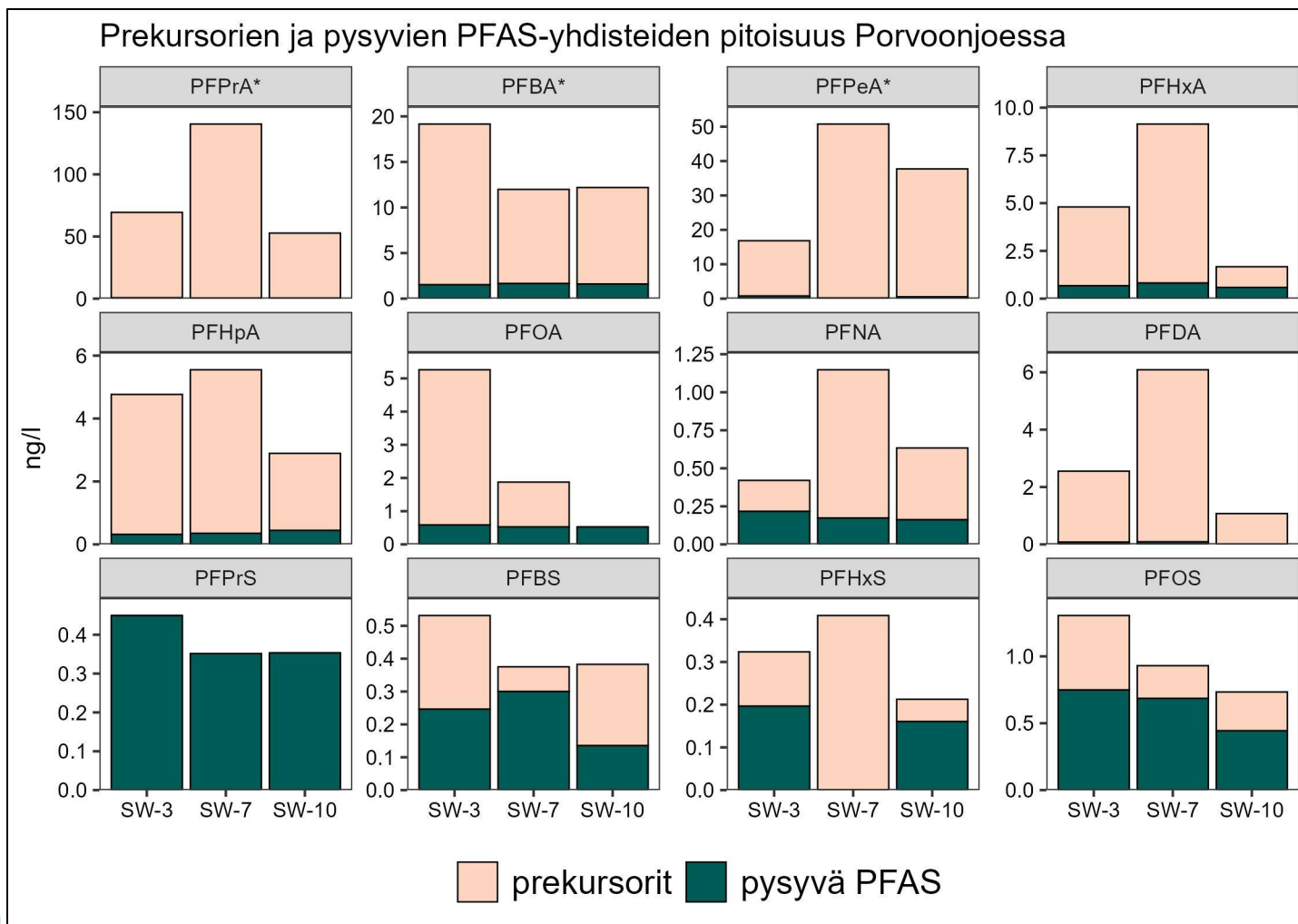
Pysyvä yhdiste
esim. PFOS

TOP-ANALYYSI PALJASTAA PREKURSORIEN MÄÄRÄN

- Target-analyysi havaitsee ja mittaa vain tiettyjä, tunnettuja PFAS-yhdisteitä.
- TOP-analyysi muuntaa PFAS-prekursorit lopullisiksi PFAS-yhdisteiksi
 - Paljastaa target-aineiden todellisen potentiaalisen määrän näytteessä



PREKURSORIEN PITOISUUS PORVOONJOESSA





PERFLUORATTU TULEVAISUUS YMPÄRISTÖPITOISUUKSIEN KEHITYSSUUNTA



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

SEDIMENTIT LUONNON ARKISTOINA



1 cm
viipaleet

0 - 1

1 - 2

2 - 3

3 - 4

4 - 5

5 - 7

7 - 9

9 - 11

2 cm
viipaleet

14 - 16

19 - 21

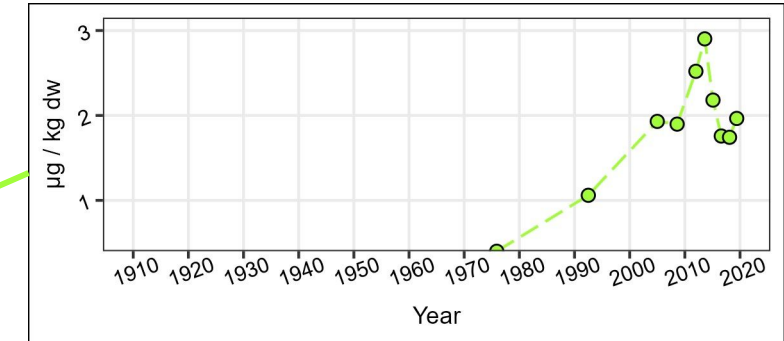
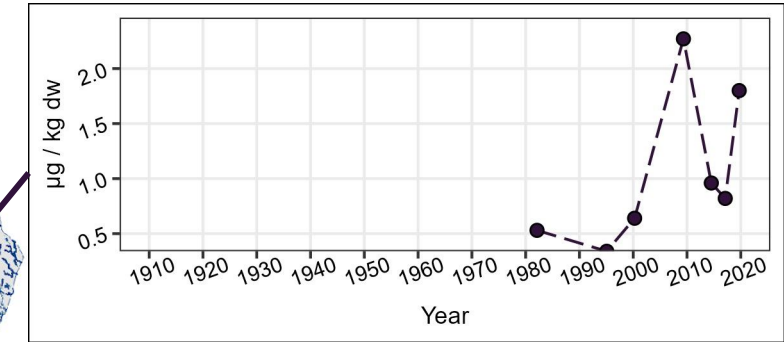
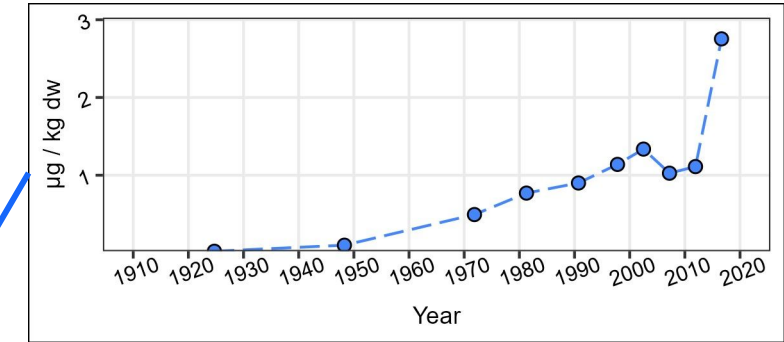
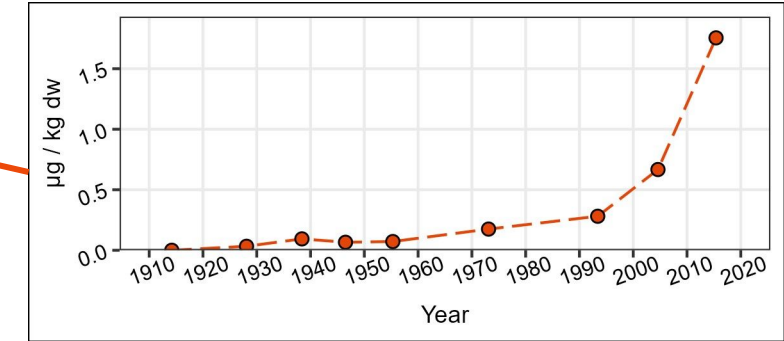
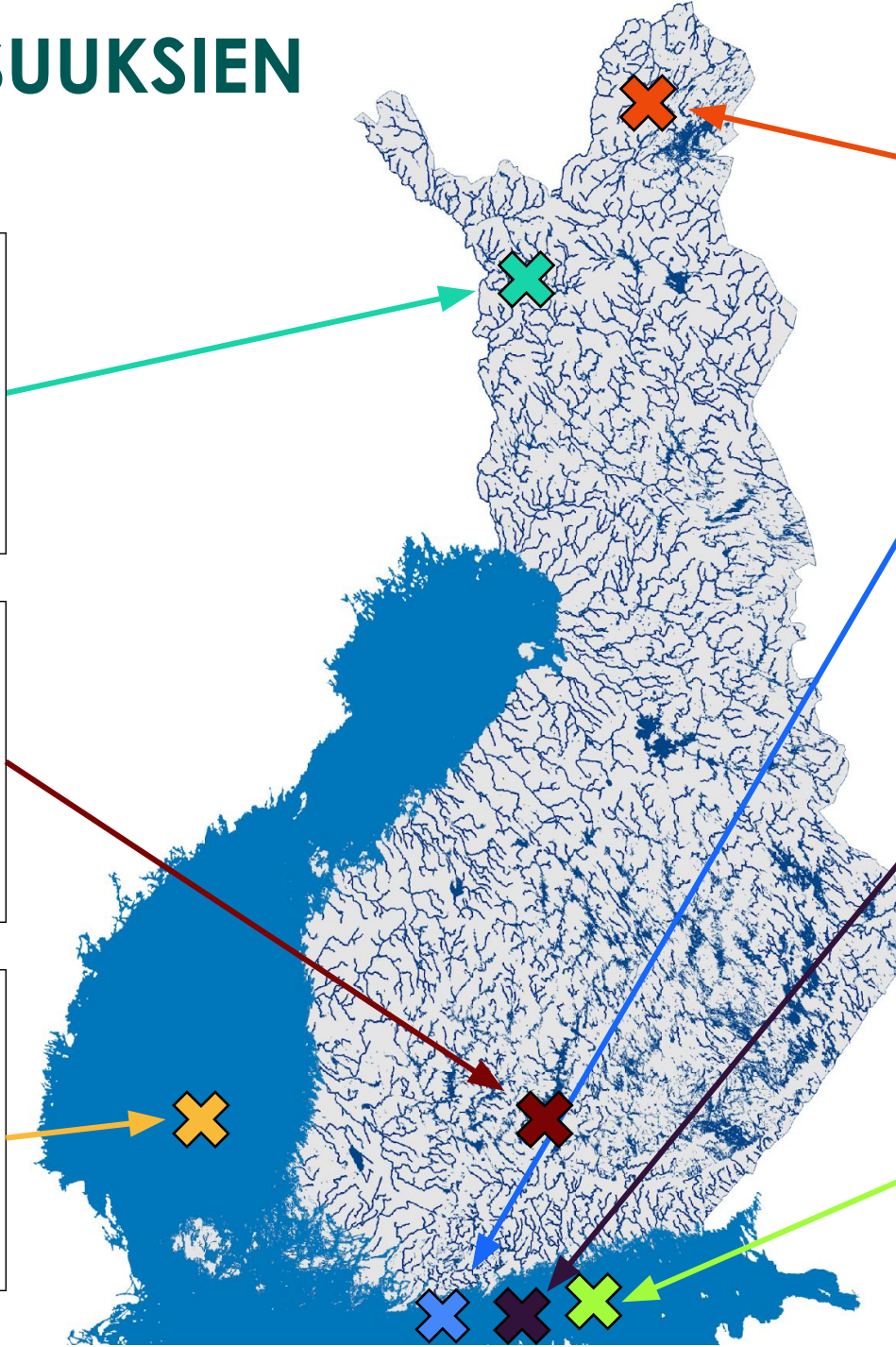
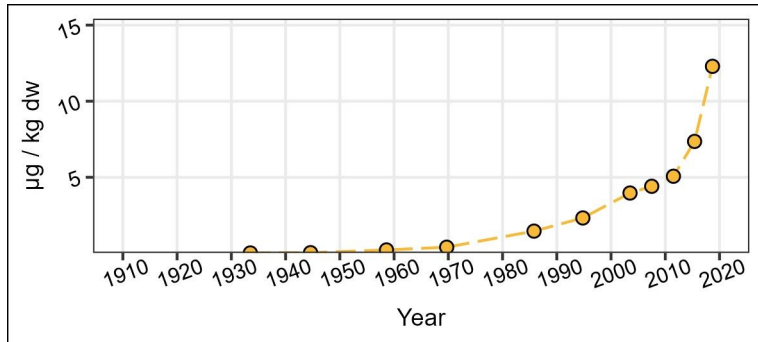
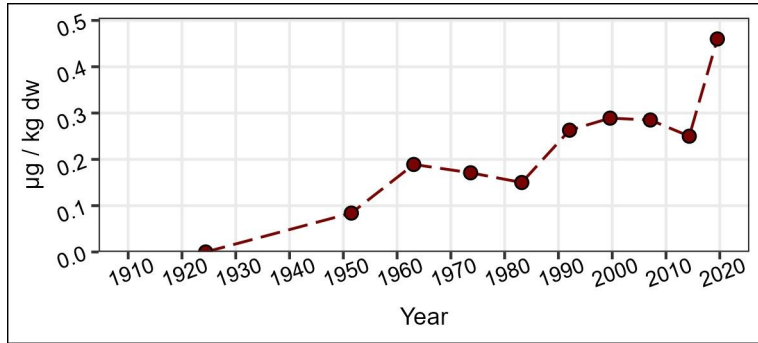
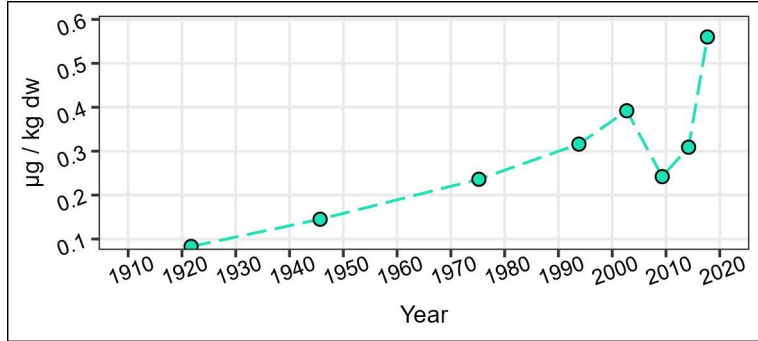
Analyysit

- orgaaninen kokonaishiili TOC
- Cs137 ja Pb210 -ajoitus
- PFAS

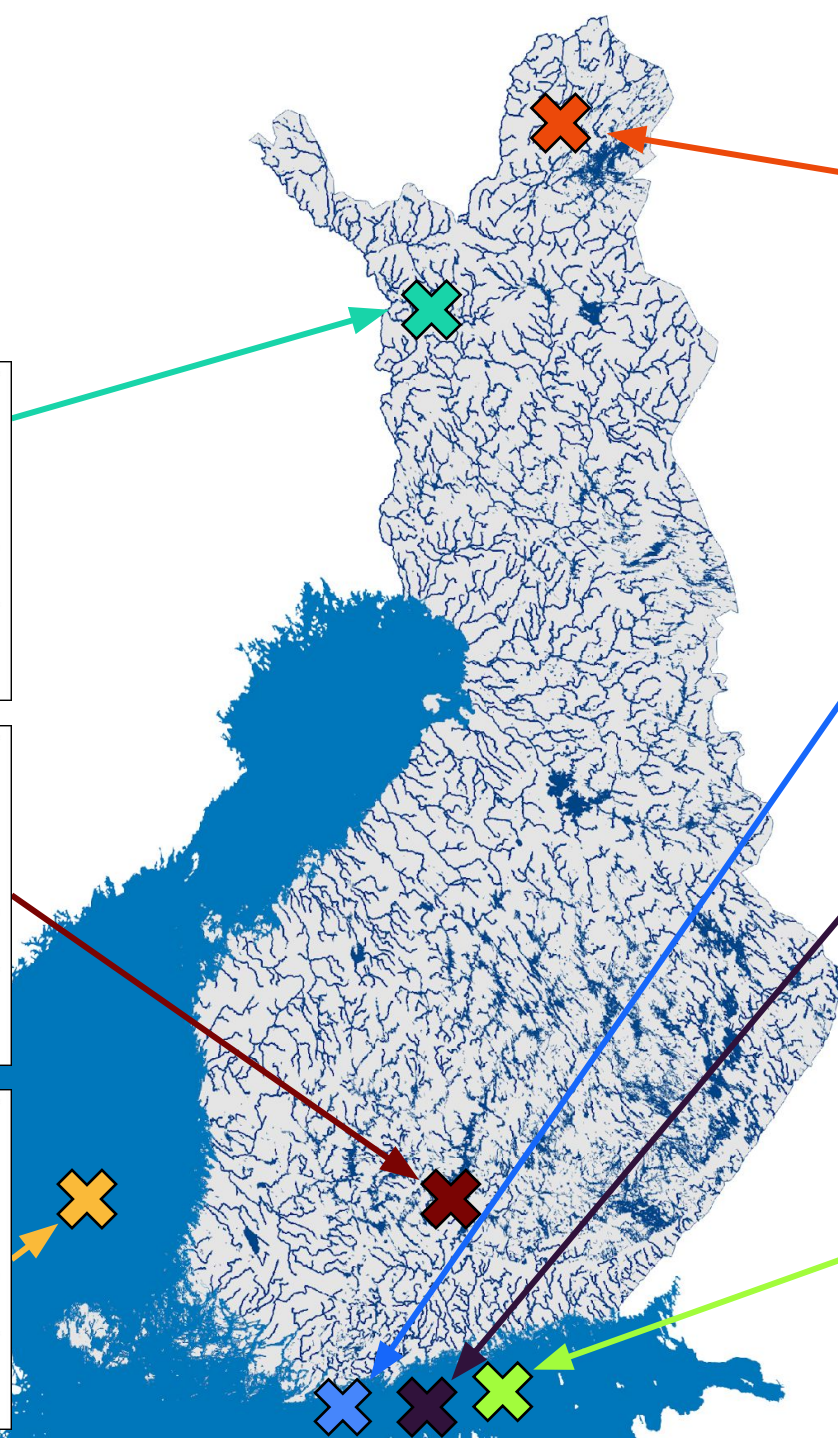
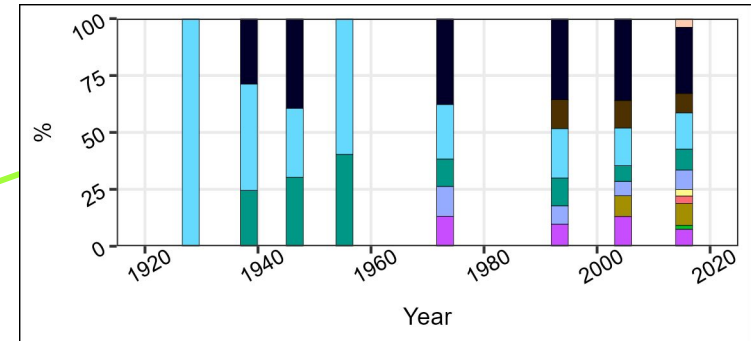
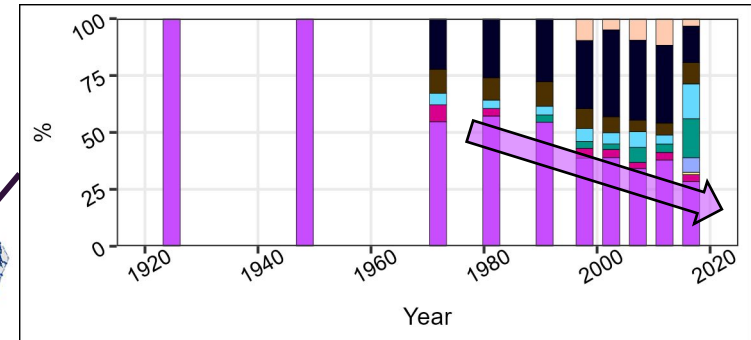
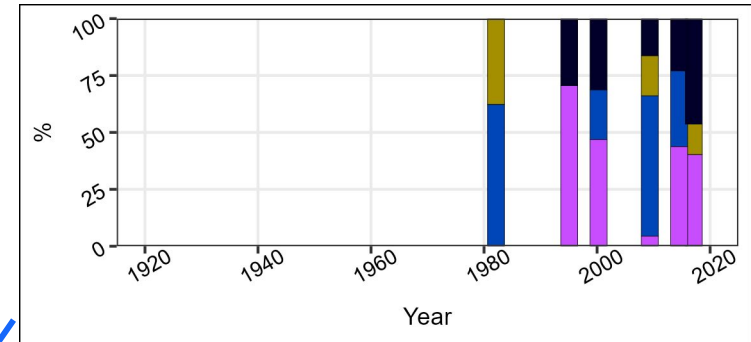
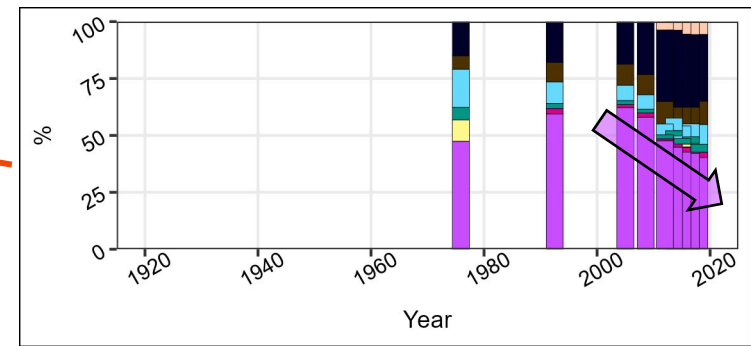
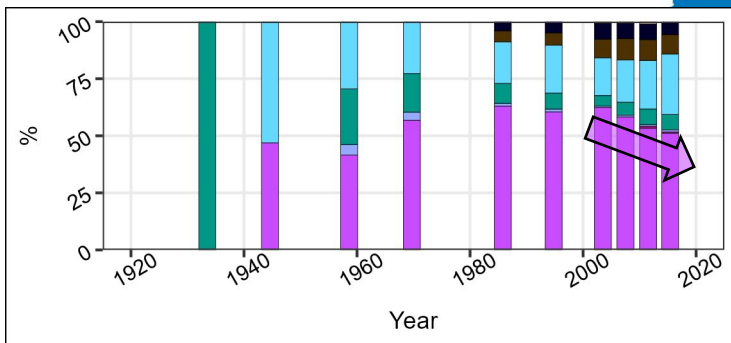
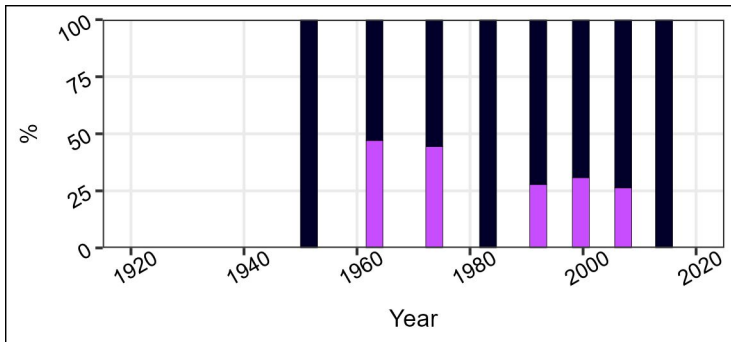
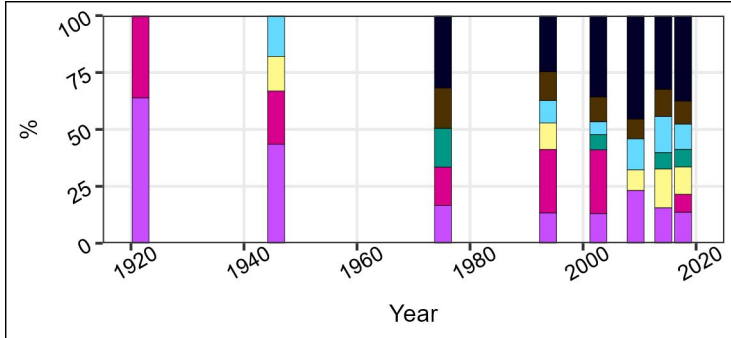
SEDIMENTTIPROFILIEN NÄYTEPAIKAT



PFAS-SUMMAPITOISUUKSIEN KEHITYS



PFOS OSUUS SUMMAPITOISUUDESTA LASKUSSA



UUSIMMAT RAJOITUSEHDOTUKSET



PFAS RAJOITUKSET: SAMMUTUSVAAHDOT

PFOS-vaahdot pois käytöstä jo 2011.

PFOA sisältäviä vaahtoja saa käyttää vain kohteissa, joissa kaikki sammutusvaahdot saadaan kerättyä talteen hävittämistä varten.

Kaikki C8 sammutusvaahdot poistettava käytöstä vuonna 2025.

ECHAN uusin rajoitusehdotus koskee kaikkia PFAS-yhdisteitä. Sisältää pitkähköjä siirtymäaikoja. Voimaantulo ehkä 2026.



PFAS "TOTAALIKIELTO"

- ECHA julkaisi 2023 rajoitusehdotuksen 10 000 PFAS-yhdisteen valmistukselle ja käytölle
- Tarkoituksena estää myös käytössä olevien yhdisteiden korvaaminen samankaltaisilla yhdisteillä
- Vain "välttämätön käyttö" sallittu
 - esim. lääkkeet ja lääketieteelliset instrumentit
- Ulkoinen kuuluminen päättyi 9/2023
 - yli 5 600 kommenttia, liitteitä yli 100 000 sivua

PFAS-YMPÄRISTÖNLAATUNORMIEHDOTUS

- Ympäristönlautunormi perustuisi 24 PFAS-yhdisteen summapitoisuuteen
- Yhdisteiden pitoisuudet muunnetaan PFOA-ekvivalentiksi suhteellisen vaikutustehon kertoimilla
- Laatusnormi kalalle: 0,077 µg/kg ylittyisi Suomessa kaikkialla Lappia myöten
- Laatusnormi pintavedelle: 4,4 ng/l ylittyisi Vantaanjoessa, Karjaanjoessa, Kokemäenjoessa, Kymijoen ja Porvoonjoessa
- Uusien laatusnormien käyttöönotosta ei varmuutta

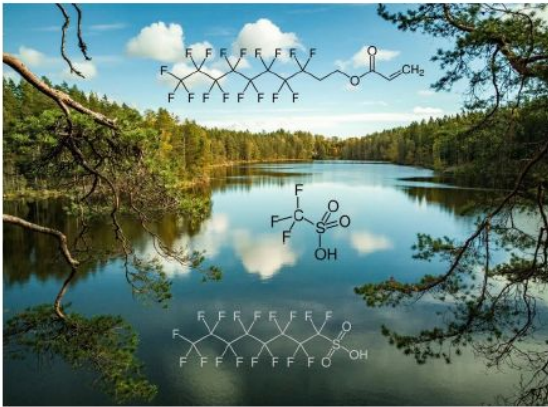
13.10.2023

PFAS-yhdisteet ympäristössä – tietopaketti

Noora Perkola*, Jukka Mehtonen*, Ville Junttila*, Jussi Reinikainen*,
Heidi Ahkola*, Timo Seppälä*, Päivi Fjäder*, Janne Juvonen**

* Kiertotalousratkaisujen yksikkö, Suomen ympäristökeskus

** Meri- ja vesiratkaisujen yksikkö, Suomen ympäristökeskus



Kuva: Unsplash.



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

1

KIITOS!

Ville Junttila
ville.junttila@syke.fi



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

<https://www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/kemikaalien-ymparistoriskit/ja-polyfluoratut-alkyylilyhdisteet-pfas>