

Lääkeaineiden esiintyminen ja päästölähteet Suomenlahdella

Heidi Ahkola, Ville Juntila, Lauri Äystö, Jukka Mehtonen

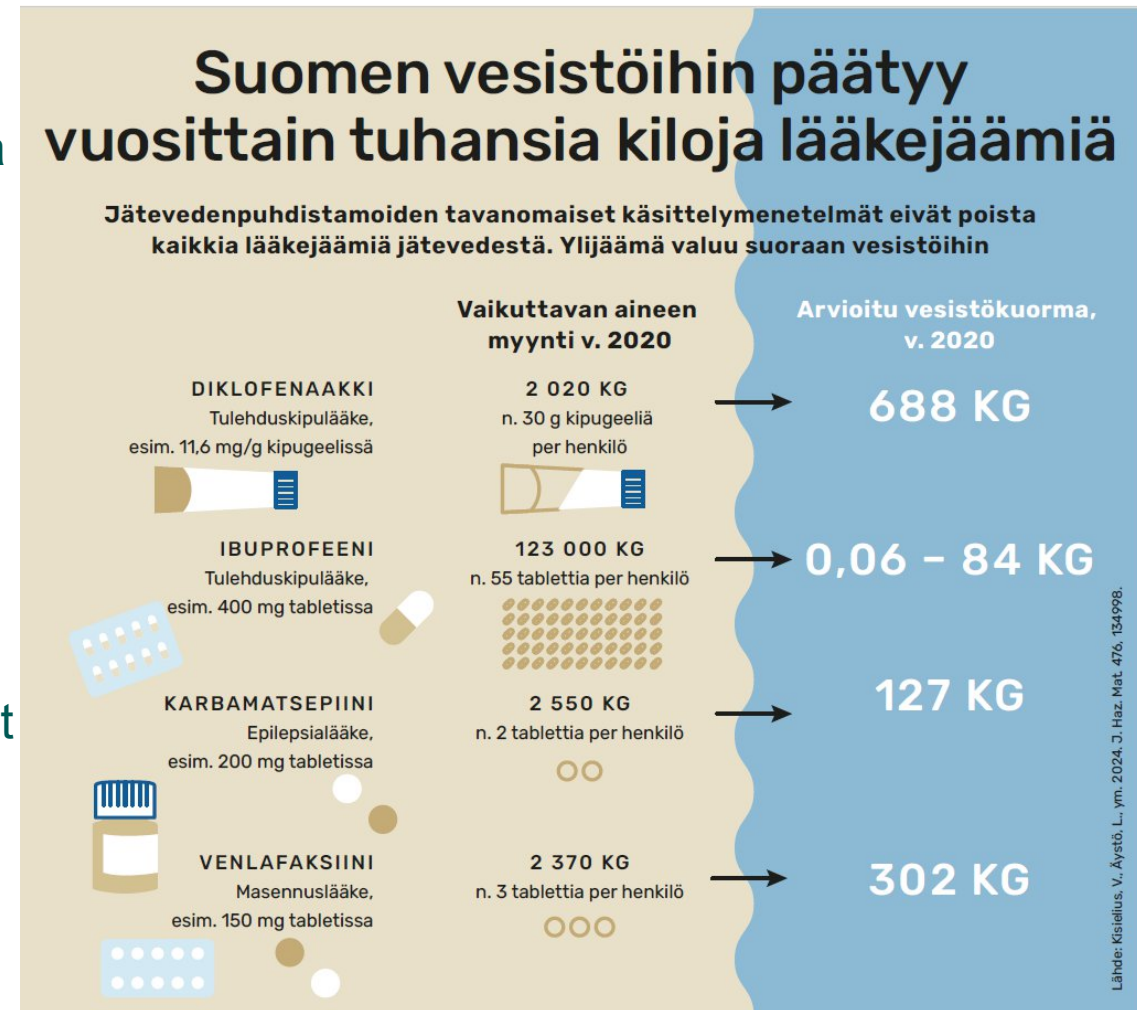
12.2.2025



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Lääkeaineet vesistöissä

- Lääkkeiden käyttö lisääntynyt väestön ikääntyessä
- Lääkeaineiden vaikutusmekanismit voivat kuitenkin aiheuttaa haittaa vesieliöissä
- Vaikutuksia eliöihin jo pieninä pitoisuuksina, ja siksi niihin on viime vuosina kiinnitetty entistä enemmän huomiota.
- Lääkeaineita päätyy vesistöihin pääasiassa niiden asianmukaisen käytön seurauksena
 - Lääkejäämäkuormitus lisääntyy ja kohdistuu pääasiassa jätevedenpuhdistamoille
 - Kuormitus vesistöihin jatkuvaa
- Tavanomaiset yhdyskuntajätevedenkäsittelymenetelmät eivät poista lääkejäämiä tehokkaasti.
- Monet tavanomaiset lääkeaineet, kuten diklofenaakki, ibuprofeeni ja venlafaksiini aiheuttavat riskiä Suomen vesistöissä



Haitallisten aineiden tutkiminen vesistä

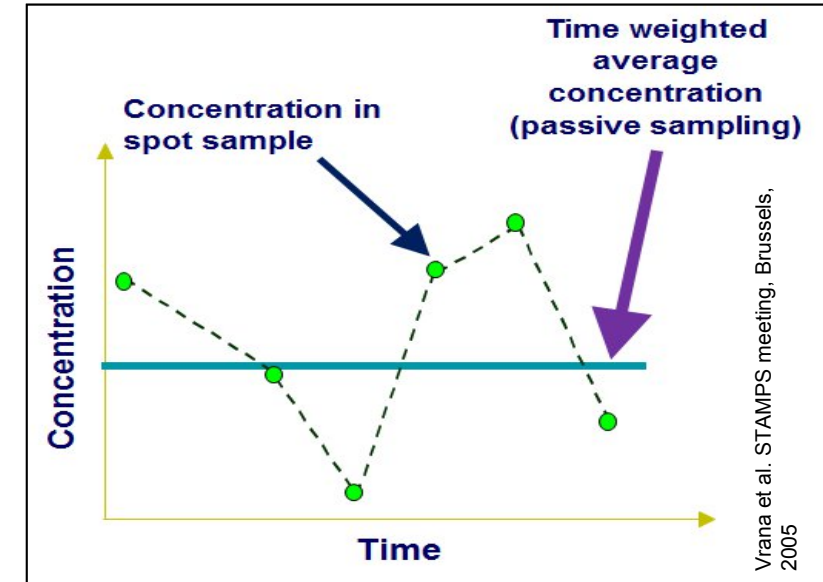
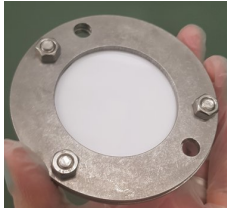
Kertavesinäyte

- Kiintoaineeseen sitoutunut ja liuennut kemikaaliosio
- Kemikaalin havaitseminen voi vaatia suuren näytemäärän
- Kuvaa kemikaalin pitoisuutta tietyllä ajanhetkellä
- Näytteenoton ajoitus vaikuttaa merkittävästi tulokseen



Passiivikeräin

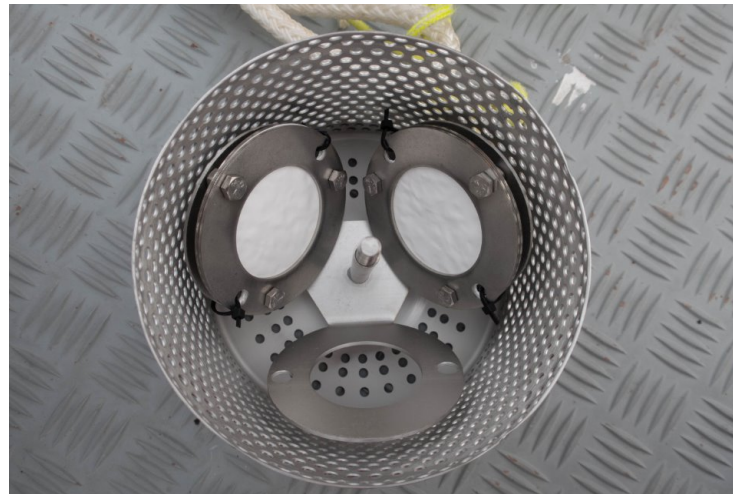
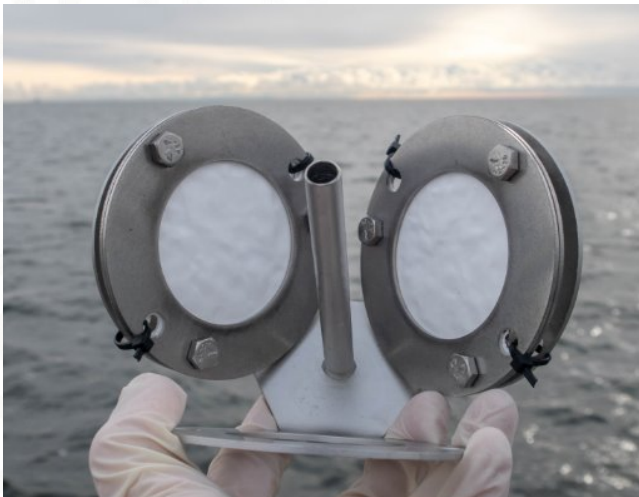
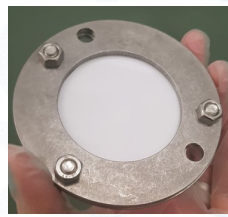
- Liuennut kemikaaliosio
- Yhdisteet kerääntyvät keräimen faasiin
- Kerää kemikaaleja vedestä koko altistusajan: päivistä viikkoihin
- Konsentroi kertavesinäytteessä alle määrittämissä jäävät pitoisuudet mitattavalle tasolle
- Yhdisteen aikapainotteinen keskiarvo pitoisuudelle



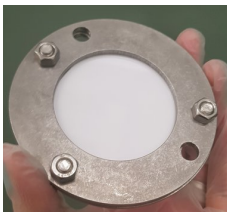
→Kertavesinäyte ja passiivikeräin mittaavat eri asioita

Passiiviset keräimet

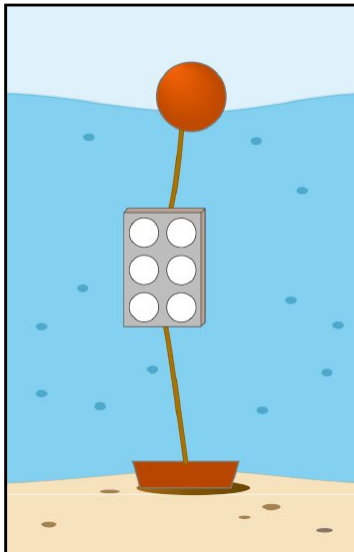
- Keräintyyppi valitaan tutkittavan aineen perusteella
- Tässä hankkeessa käytettiin POCIS-keräimiä
- Rakeinen vastaanottava faasimateriaali kahden polyeetterisulfonikalvon välissä, metallirunko
- Sopii mm. lääkaineille, PFAS-yhdisteille, kasvinsuojeluaineille
- Yhdisteen aikapainotteinen keskiarvo altistusajalta



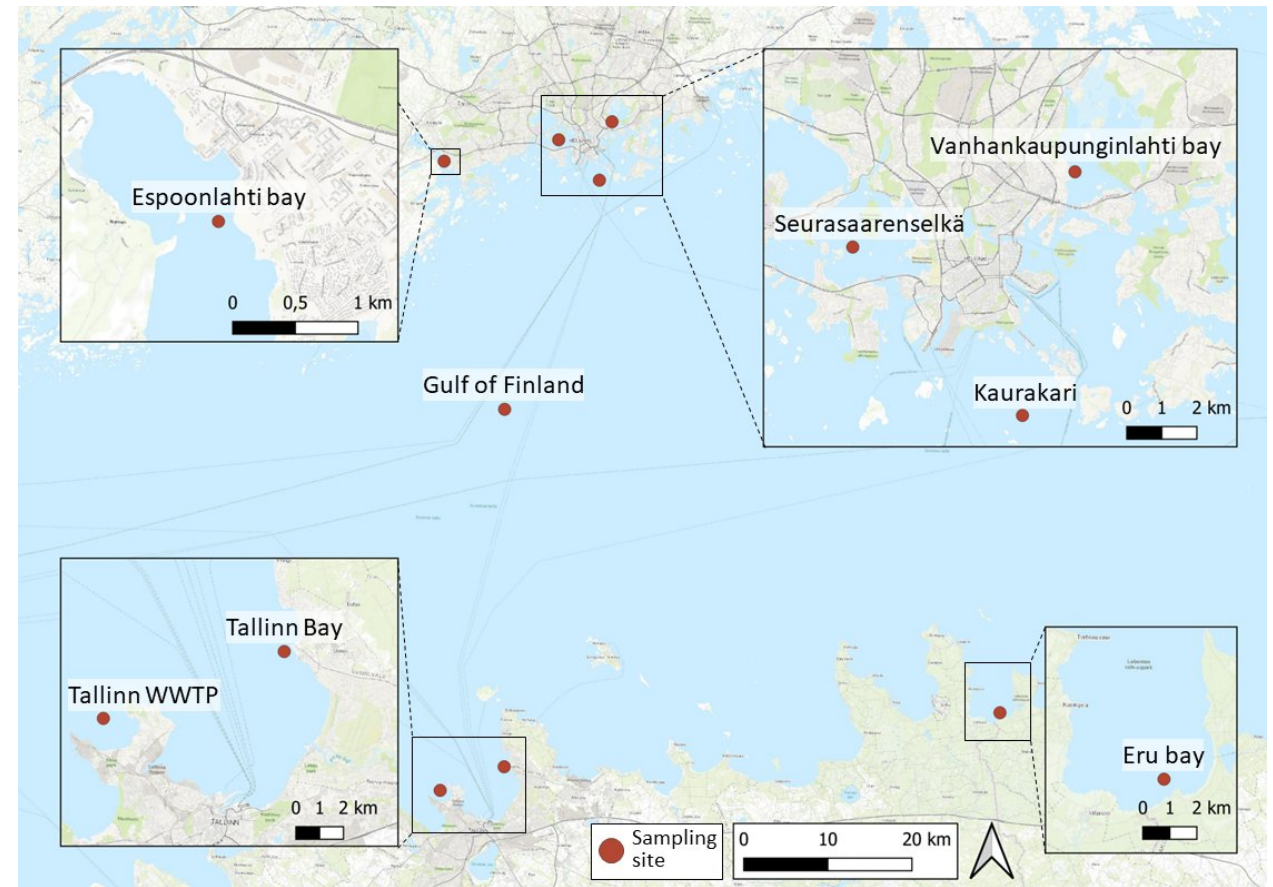
Suomenlahden lääkeainekartoitus



- Passiivikeräimiä altistettiin Suomen ja Viron rannikolla sekä avomerellä
 - Kahdeksan paikkaa, 16 altistusta
 - Paikat erilaisia; osa hajakuormitteisia, toiset piste- ja hajakuormitteisia
 - Altistusaika 3-5 viikkoa
- Altistus toteutettiin kolme kertaa
 - Syksyllä 2023, sekä keväällä ja kesällä 2024
- Kolmelta näytepaikalta otettiin myös vesinäytteitä

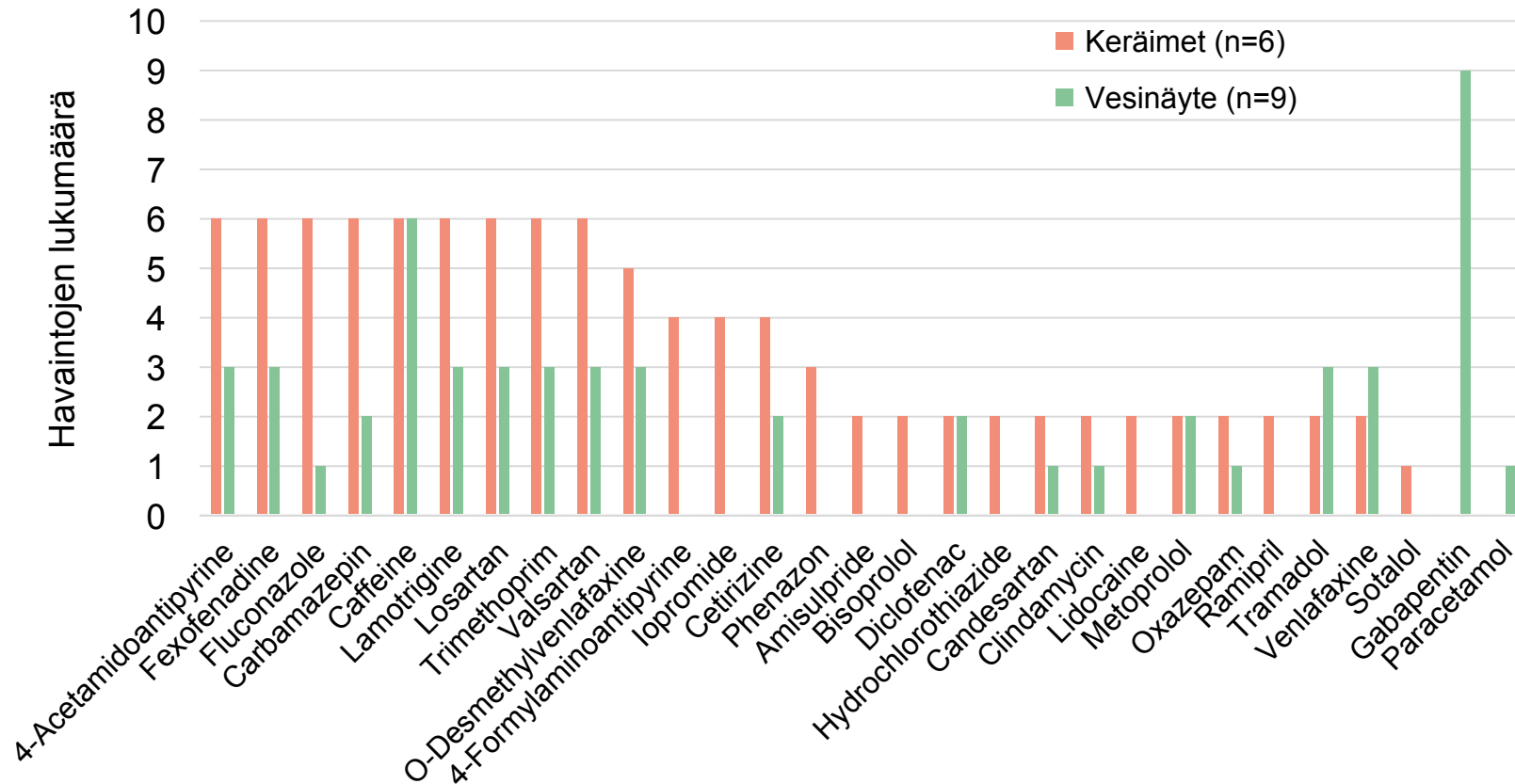


Ankola & Siimes, 2022



Keräimet vs. vesinäytteet

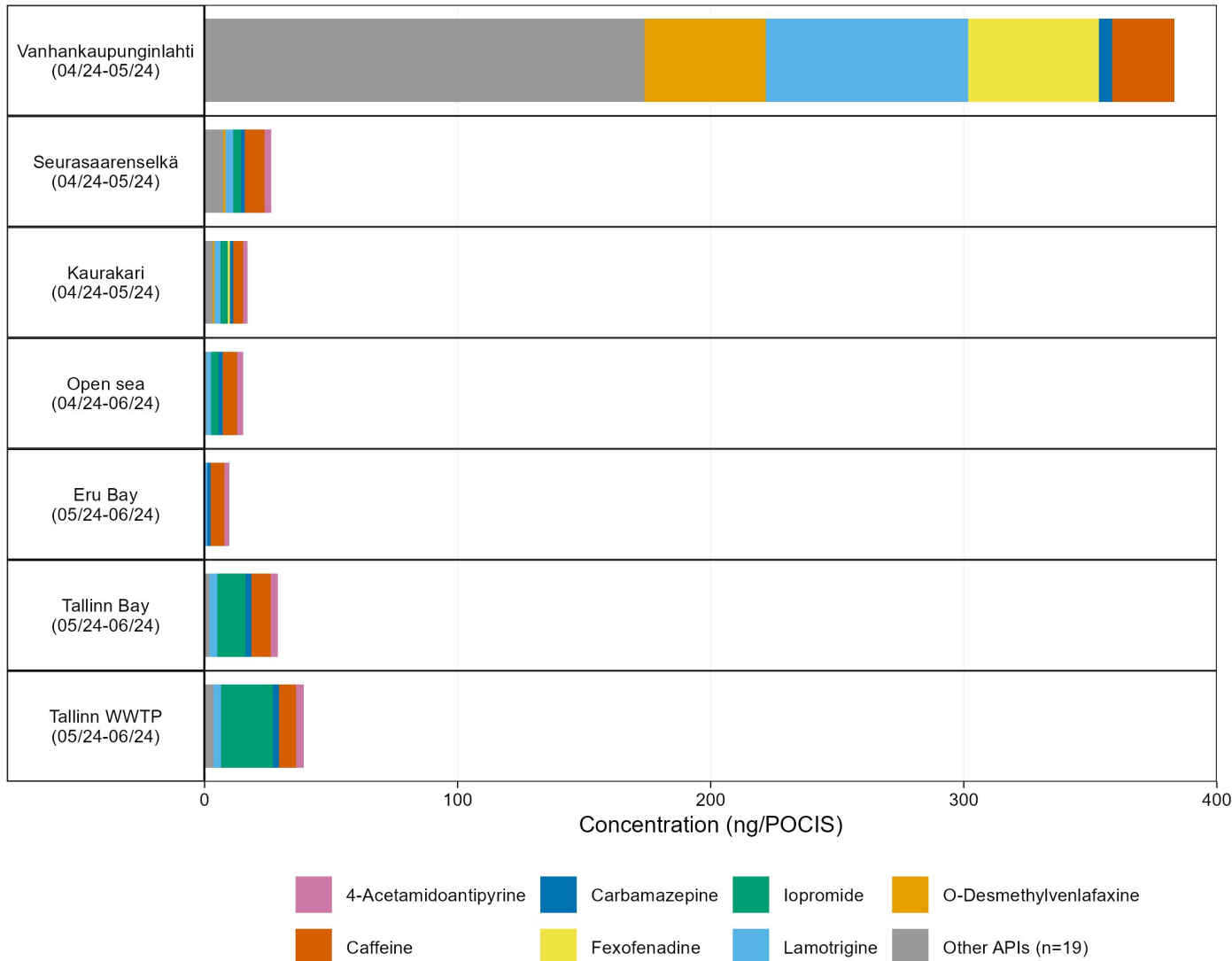
Havaittu samanaikaisista passiivikeräimistä (n=6) ja vesinäytteistä (n=9)



3 näytepaikkaa

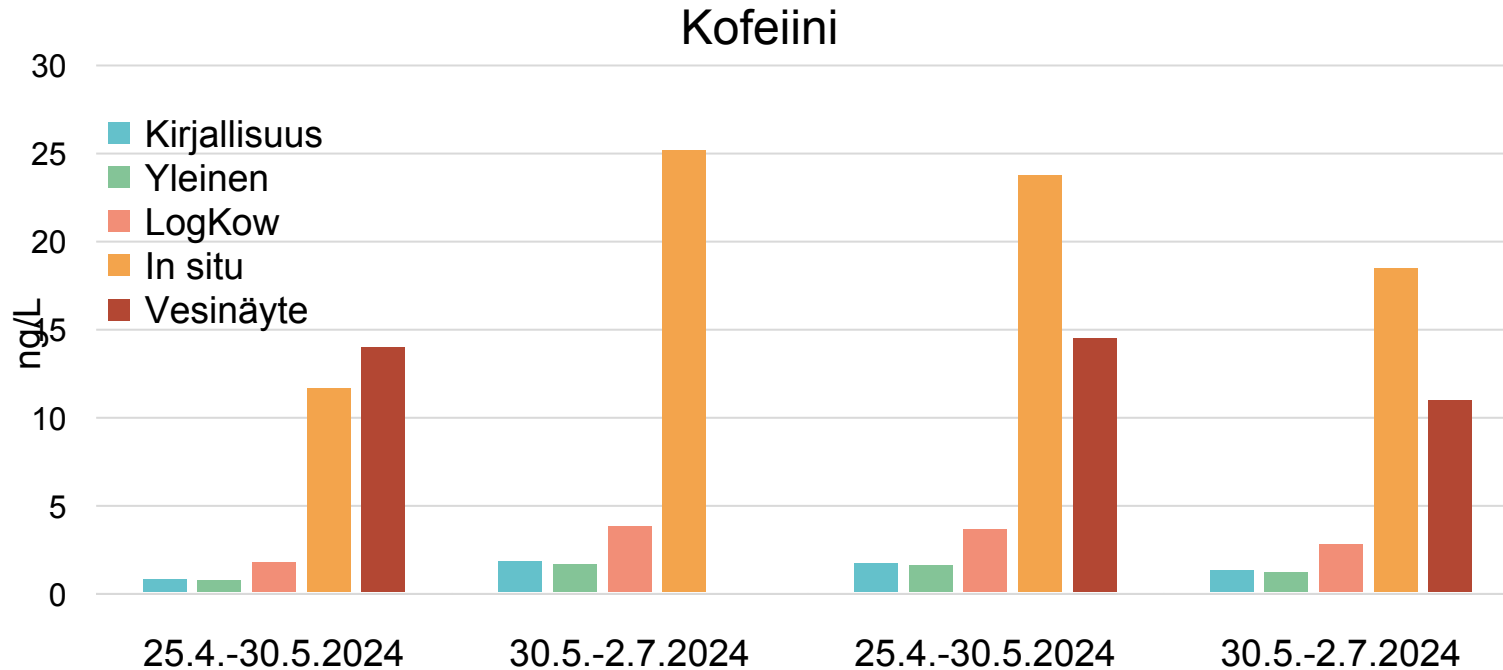
- 2 rinnakkaista keräintä/paikka
- 3 vesinäytettä/paikka
- Keräimistä 27 yhdistettä, vesinäytteistä 20 yhdistettä
- Esim. gabapentiiniä ja parasetamolia havaittiin vain vesinäytteistä

Pitoisuudet eri altistuksissa



- Eniten havaittiin lamotrigiiniä (epilepsia / mielialälääke) ja kofeiinia
 - Myös kandesartaania, setiritsiiniä, losartaania ja hydroklooritiatsidia havaittiin usein, mutta alhaisina pitoisuuksina
- Vanhankaupunginlahti erottui
- Muiden paikkojen välillä ei suuria eroja
- Jopa avomerellä olevalta paikalta havaittiin 7 yhdistettä mm. flukonatsoli, kofeiini ja karbamatsepiini

Kerääntymisnopeuden vaikutus kofeiinin aikakeskiarvoiseen pitoisuuteen



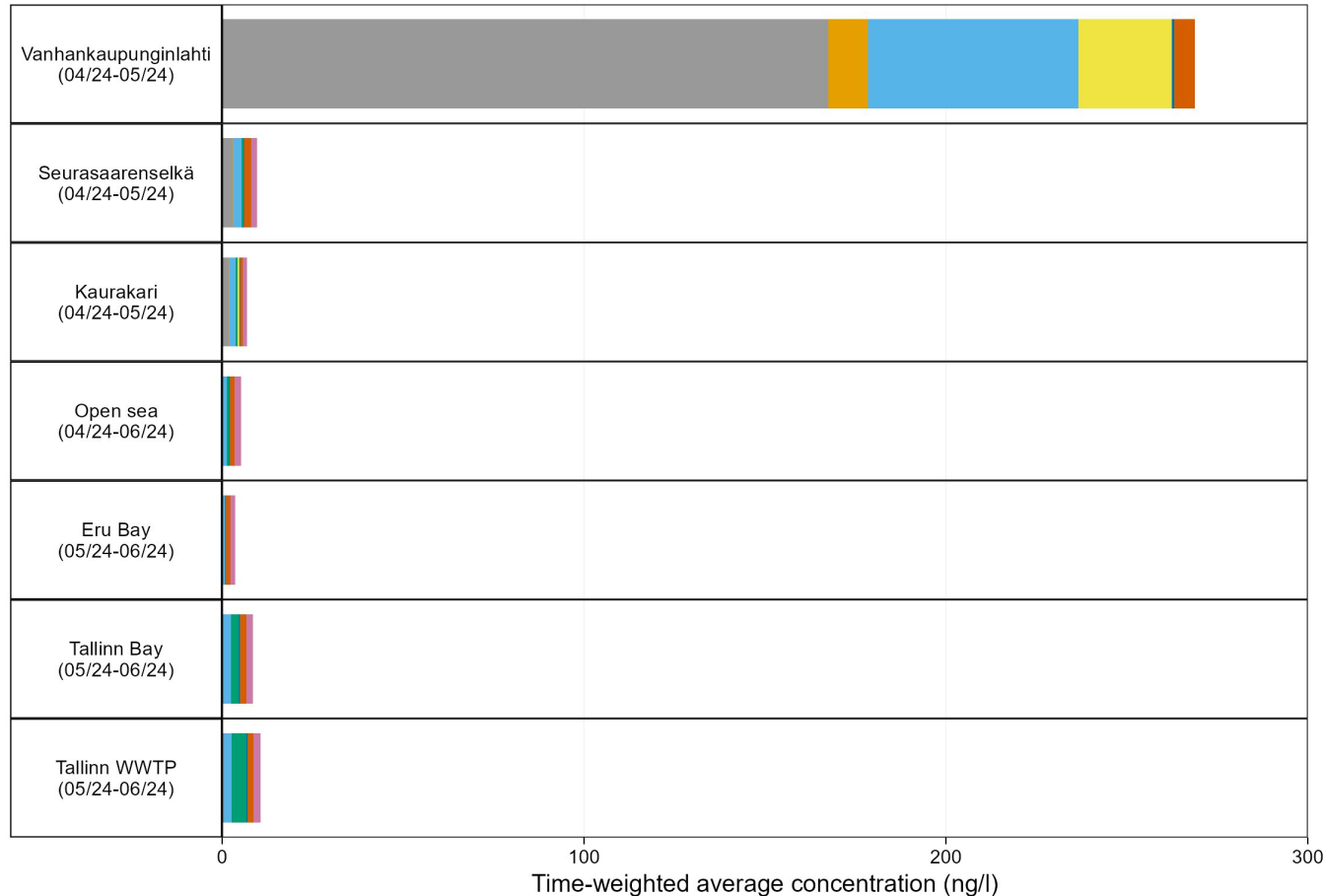
- Keräinpitoisuus voidaan muuntaa vesipitoisuudeksi jos kerääntymisnopeus tunnetaan
- Kerääntymisnopeuteen vaikuttaa: keräintyyppi, yhdiste, veden virtaus, veden virtaus, lämpötila, suolaisuus ym.

Kerääntymisnopeudet

- **Kirjallisuudesta** kaikille yhdisteille
 - **Yleinen** kerääntymisnopeus (Harman et al. 2012)
 - **LogK_{ow}**:n avulla laskettu kerääntymisnopeus
 - **In situ** Vanhankaupunginlahden keräin- ja vesinäytetuloksista lasketut kerääntymisnopeudet
- + Vertailu **vesinäyte**pitoisuuksiin

Harman, C., Allan, L.J., Vermeirssen, E.L.M. (2012). Calibration and use of the polar organic chemical integrative sampler-a critical review. Environmental Toxicology and Chemistry, 31(12), 2724-2738

Aikakeskiarvoiset pitoisuudet eri altistuksissa

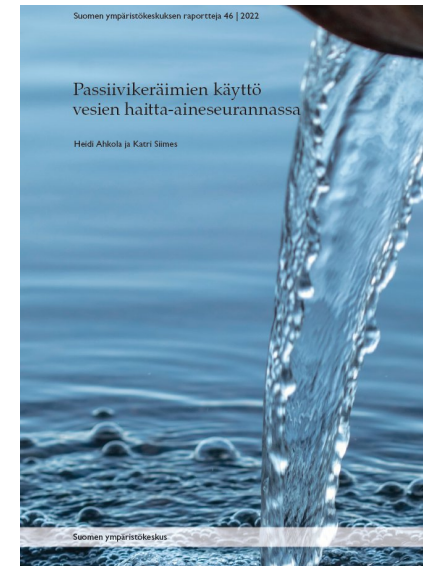


- Yleinen kerääntymisnopeus
- Pitoisuudet eivät ylittäneen PNEC ja EQS –raja-arvoja

Riskiosamäärä

- Karbamatsepiini 0.16-0.46
 - Diklofenaakki 0.41
- merkityksetön riski

- Passiivikeräin -tulos on semikvantitatiivinen, joten vertailu EQS- tai PNEC-arvoon ei välttämättä mielekäästä



HAITTA-AINESEURANTA ERI KEINAIN

Tavoite määrää menetelmän

PASSIIVIKERÄIMET

- + tietoa pitkältä aikaväliltä
- + näytteen saaminen helppoa
- + ”näyteyksilöt” identtisiä
- + näytteiden käsittely helppoa
- + yhdistää näytteenoton ja konsentroinnin, yhdisteiden säilyvyys
- + EU rohkaisee uusien seurantamenetelmien käyttöönottoon
- tulosten vertailu olemassa oleviin raja-arvoihin haastavaa
- mahdollisuus vahingolle ja ilkeille

VESINÄYTTEET

- + voi paljastaa piikkipitoisuudet
- + näytteen saaminen helppoa
- + näytteiden käsittely helppoa
- + tuloksia voidaan verrata helposti raja-arvoihin
- + sopii myös nopeasti hajoaville yhdisteille
- keskiarvopitoisuus vaatii useita näytteitä
- soveltuu heikosti hydrofobisille yhdisteille

KALANÄYTTEET

- + tuloksia voidaan verrata helposti raja-arvoihin
- + tuottavat tietoa kertymisestä ravintoverkossa
- + trendin seuraaminen helppoa
- soveltuu heikosti hydrofiilisille yhdisteille
- halutun näytteen saaminen joskus haastavaa (määrä, koko, laji)
- näyteyksilön ominaisuudet ja käyttäytyminen vaikuttaa pitoisuuteen
- näytteiden käsittely työlästä
- näyteyksilöt kuolevat
- ei sovi nopeasti hajoaville yhdisteille

Kiitos



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment