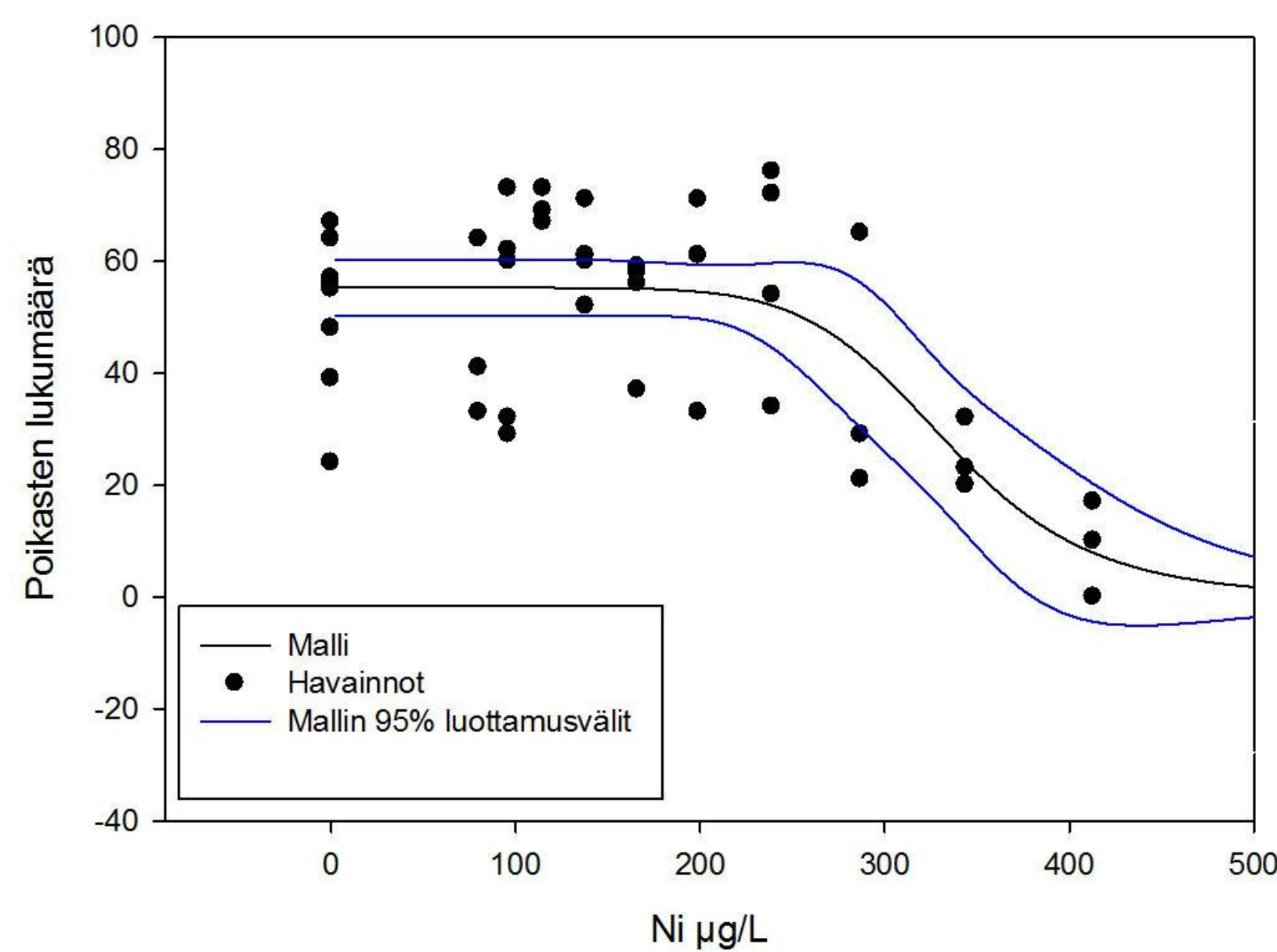


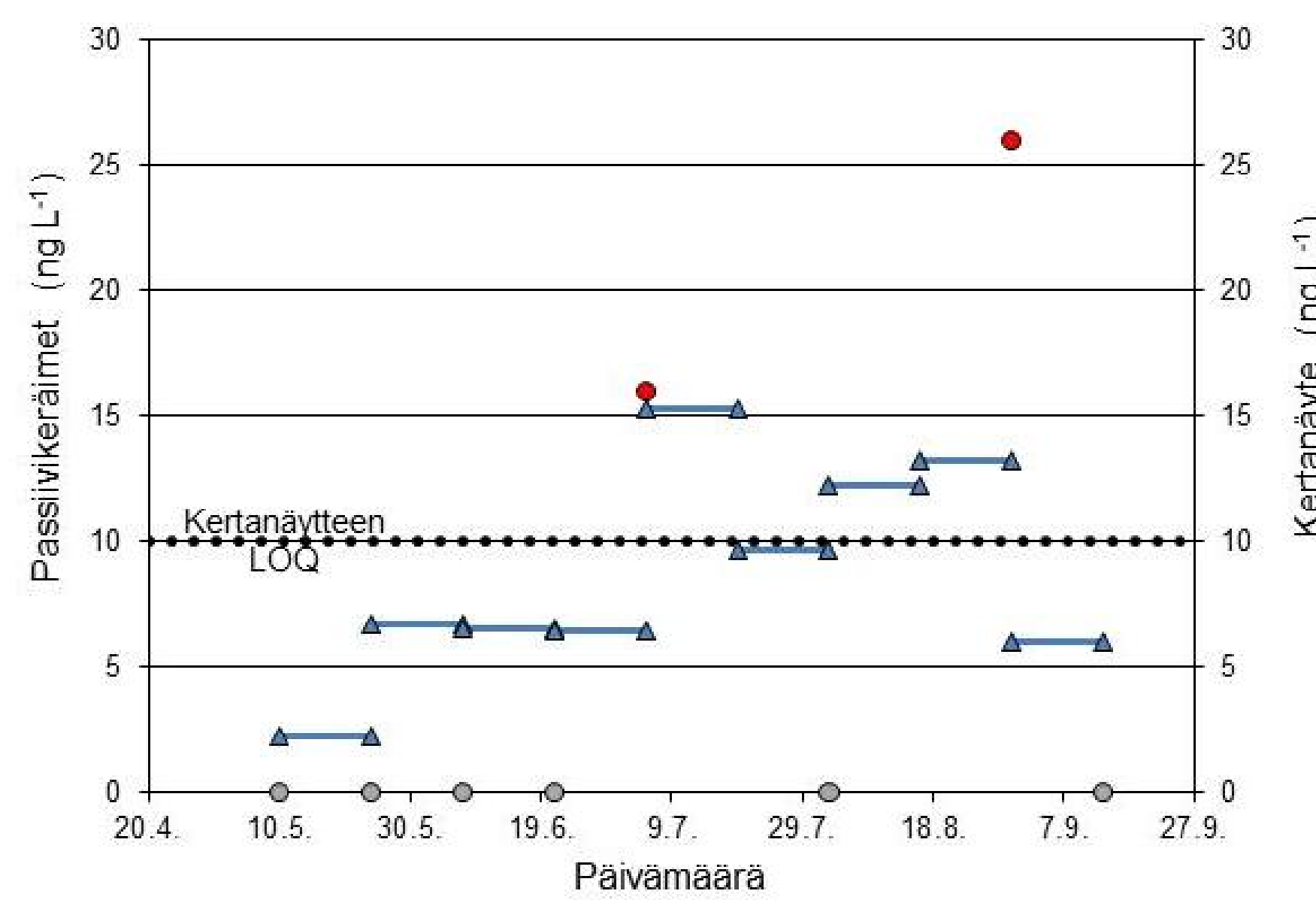
Pienistä pitoisuuksista pitkäaikaisvaikutuksiin- uusia menetelmiä kemikaalien ekotoksisuuden arviointiin

Ympäristö kemikalisoituu kovaa vauhtia. Ekosysteemeihin jo päätyneiden haitallisten aineiden ja markkinoille tulevien uusien aineiden ekologisista riskeistä tarvitaan jatkuvasti uutta tietoa. Ympäristöhaittojen arvioimiseksi on selvittävää aineiden esiintymistä, kulkeutumista ja muuntumista ympäristössä sekä niiden vaikutuksia kasveihin, eläimiin ja ihmiseen. Tiedon pohjalta voidaan sitten arvioida, mitkä ovat niiden käytön riskit ja tulisiko käyttöä säännellä ja rajoittaa.

Ekologisen riskin arviointiin kuuluu tyypillisesti useita erilaisia, tapauskohtaisesti valittavia lähestymistapoja. Yksittäiset testit tai mittaustavat ovat harvoin yleispäteviä ja riittäviä, joten arviointiin käytetään tavallisesti useita erilaisia menetelmiä yhdistellen biologian, kemian ja matemaattisen mallinnuksen sovelluksia. SYKEN ekotoksikologian laboratorion laajan testipatteriston lisäksi olemme kehittäneet suomalaisiin vesiin sopivia kroonisia biotestejä sekä passiivisia keräimiä mittamaan pieniä pitoisuuksia.



Kuva 1. Nikkelin vaikutus *Daphnia longispina* vesikirpun lisääntymiseen (poikasmäärä 21 pvässä) Särkilammen (PK, Lieksa) humusvedessä. EC50 = 323 +/- 17 µg/L.



Kuva 2. Propikonatsolin pitoisuudet Savijoella vuonna 2016. Punaiset ja harmaat pisteet ovat kertavesinäytteistä havaittuja pitoisuuksia, kolmiot passiivikeräimien avulla laskettuja aikakeskiarvoisia pitoisuuksia.

Biologiset menetelmät

Biologian sovelluksiin kuuluvat erilaiset laboratoriossa tai maastossa tehtävät testit ja kokeet, joissa hyödynnetään joko laboratoriossa ylläpidettäviä eliökantoja tai suoraan luonnosta kerättyjä eliöitä. Esimerkkinä uudesta menetelmästä olemme muokanneet kansainvälisen kroonisen standarditestin suomalaiselle eläinplankton lajille (Kuva 1). Testien kehittäminen on tärkeää, koska perinteiset standardilajit eivät välttämättä sovellu paikallisiin olosuhteisiin, kuten pehmeään ja happamaan veteen.

SYKEN laboratoriokeskuksen biotestejä:

Vesitestit

- Viherlevän kasvun estymisestä
- Pikkulimaskan kasvun estymisestä
- Valobakteeritesti
- Kineettinen valobakteeritesti
- Vesikirpun liikkuvuuden estymisestä (akuutti)
- Vesikirpun pitkäaikainen testi
- Piippolimakotilon kasvun estymisestä
- Kirjolohen ruskuaispussipoikasen toksisuudesta (suunnitelma)

Sedimentit

- Surviaissääsken kasvun ja aikuistumisen estymisestä
- Surviaissääsken liikkuvuuden estymisestä
- Harvasukamadon kasvun ja lisääntymisen estymisestä
- Harvasukamadon biokertymistesti

Maaperätestit

- Lieron akuuttitoksisuudesta
- Lieron lisääntymisestä
- Kasvien itävyydestä

Muita

- Surviaissääsken ja vesiperhosten toukkien morfologiset vauriot
- Vesisammalen (*Fontinalis* spp.) siirtoistutukset
- Selkärangattomien käyttäytymismuutokset
- Perimämyrkyllisyydestä (umu-testi)
- Solutoksisuudesta (NRR)

Kemia ja mallinnus

Kemian sovelluksiin kuuluvat erilaiset ympäristönäytteiden mittausten menetelmät. Kehitämme esimerkiksi synteettisiä passiivisia keräimiä, joihin kertyy tehokkaasti erilaisia haitta-aineita pinta- ja pohjavedestä, sedimentistä, lietteestä tai maaperästä ja näin voimme analysoida kemikaalien pieniä ympäristöpitoisuuksia. Save-hankkeessa (<http://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/>) toteutetussa kasvinsoveluaineseurannassa yhteistyössä Kulutuksen ja tuotannon keskuksen sekä Vesikeskuksen kanssa passiivikeräinmenetelmää verrattiin kertanäytteistä mitattuihin pitoisuuksiin (Kuva 2).

Keräimet keräävät tehokkaasti vapaana olevaa eli ns. biosaatavaa ainetta ja niiden avulla voidaan siten arvioida altistuspitoisuuksia tarkemmin. Käytämme ja kehitämme myös luonnon omia keräimiä, kuten vesisammalmenetelmiä. Vesisammalia voidaan käyttää tuotantolaitosten, kaivosten, turvetuotannon ym. maankäytön aiheuttaman haitta-aineiden kuormituksen arviointiin ja seurantaan.

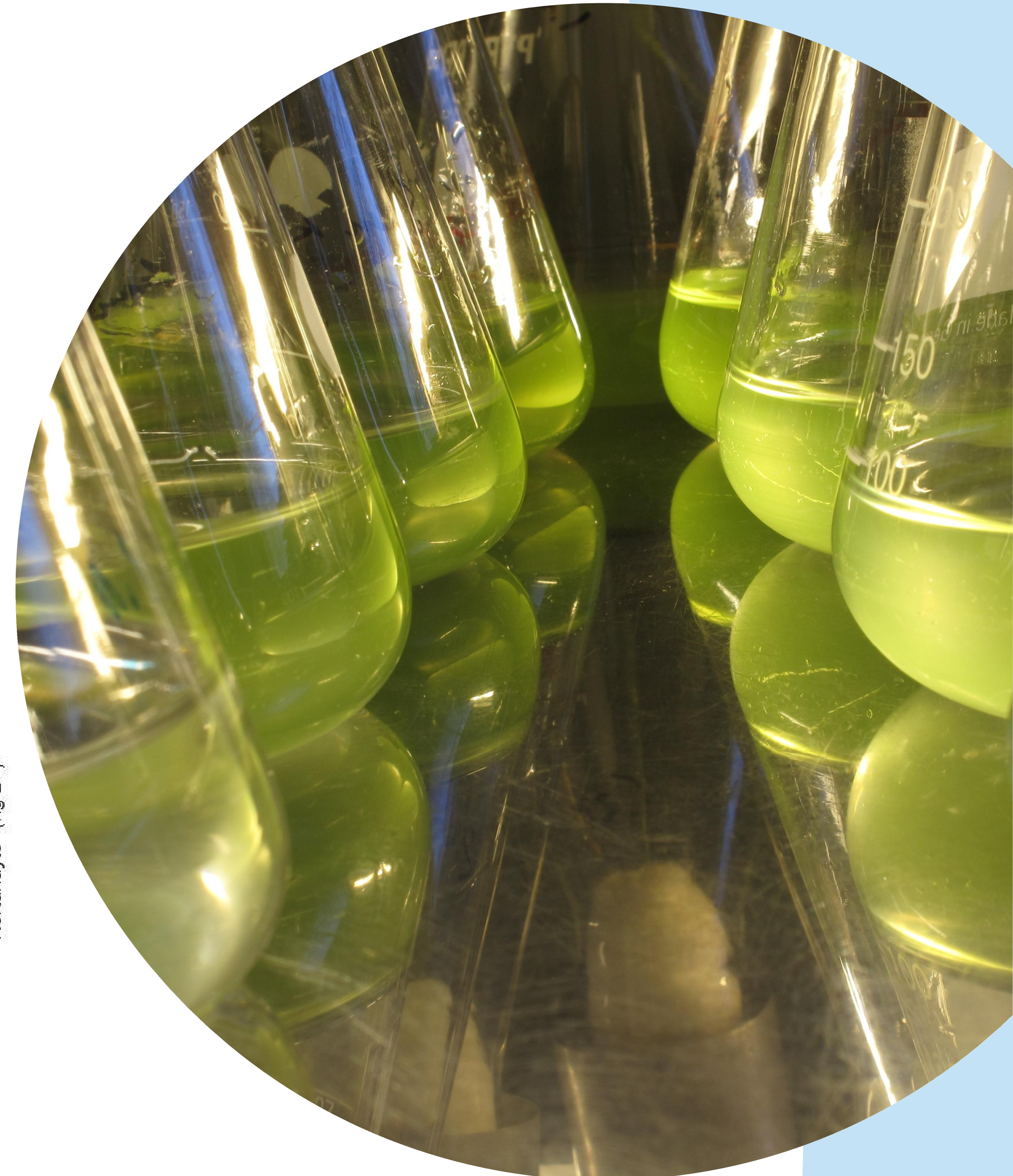
Ekotoksikologiassa aineiden käyttäytymistä ja vaikutuksia ympäristössä voidaan kuvata matemaattisilla malleilla. Ravintoverkkojen ja yksittäisten eliöryhmien haitta-ainepitoisuuksia voidaan mallintaa vesi- ja sedimenttipitoisuuksien avulla sekä arvioida miten yhdisteet kulkeutuvat ympäristössä ja kertyvät esimerkiksi sedimentteihin ja eliöihin.



Kuva 3. Chemcatcher-passiivikeräin



Kuva 4. Silikonikalvo-passiivikeräin. Kuva: K. Mäenpää



Ekologinen riskinarviointi (ERA)

Ekologisessa riskinarvioinnissa (ERA) tavoitteena on suojella luontoa haitta-aineiden tai erilaisten ympäristömuutosten vaikutuksilta. Riskin arvioimisen käytännön työkaluja ovat ns. riskikertoimet (hazard quotient), joita saadaan vertailemalla ns. ympäristölaatuunormeja (EQS) tai arvioitujen haitattomien pitoisuuksia (PNEC) havaittuihin ympäristöpitoisuuksiin. Luotettavat ERA arvot muodostuvat useiden menetelmien riskikertoimista ja indekseistä, joita saadaan mm. biotestien ja keräinten avulla. Näitä menetelmiä voidaan täydentää kenttäkokeilla, joissa eliöitä altistetaan itse kohteessa.

ERA:n lopputuotteena on riskiarvio ja tarkempi kuvailu sen perusteista, kuten aineistojen luotettavuudesta, altistumisen ja vaikutusten välisistä yhteyksistä ja arviointitekijöiden painotuksista (ns. weight-of-evidence).

Taulukko 1. SYKEN käyttämät passiiviset ja biokeräimet sekä mahdolliset tutkittavat yhdisteet

Keräintyyppi	Keräinmateriaali	Yhdisteet
Chemcatcher	Empore C-18 disk	Organotinayhdisteet (MBT, DBT, TBT, TeBT, MPHT, DPHT, TPHT, MOT, DOT, TOT)
Chemcatcher	Empore SDB-RPS disk	Torjunta-aineet, lääkeaineet
Chemcatcher	Empore Chelating disk	Metallit (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Ti, Sr, V, Zn)
POCIS	Oasis HLB	Perfluoratut yhdisteet
Polymeerikeräin	Silikoni	Orgaaniset ja hydrofobiset aineet; mm. PCBt, PAHt,
Polymeerikeräin	Polyeteenikalvo	Orgaaniset ja hydrofobiset aineet; mm. PCBt, PAHt,
Biokeräin	Vesisammal (<i>Fontinalis</i>)	Metallit (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Ti, Sr, V, Zn ja Hg)

Viite