

LIFE ChemBee -projekti (No. LIFE21/GIE/DE/101074245) on Euroopan Unionin LIFE-ohjelman osarahoittama.

Ilmaissut näkemykset ja mielipiteet ovat vain LIFE ChemBee -projektin omia, eivätkä välttämättä edusta Euroopan Unionin tai LIFE-ohjelman näkemyksiä. Euroopan Unionin tai rahoituksen myöntävän viranomaisen ei voida katsoa olevan niistä vastuussa.

Mikä tekee aineesta haitallisen?

Riikka Vainio

Turun ammattikorkeakoulu

Kemikaaliviisas rakentaminen -aamukahvisarja

16.4.2025

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

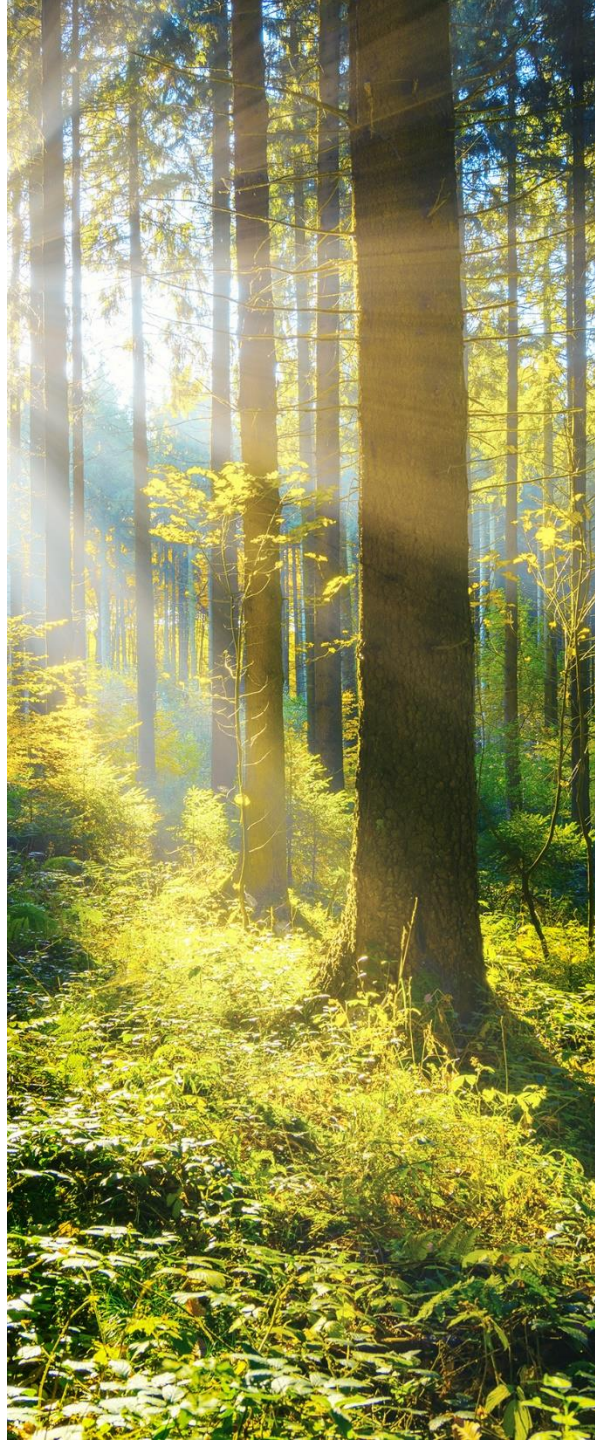
NonHazCity 3



NONHAZCITY

**Minkälaisia ovat
haitalliset kemikaalit
ja miten ne
vaikuttavat meihin ja
ympäristöön?**





TURKU AMK 

Kemikaaleja on kaikkialla

Kemikaaleja on paljon erilaisia

- suuria ja pieniä molekyylejä
- luonnon tai ihmisen valmistamia
- laajalti esiintyviä tai hyvin pienissä määrissä tuotettavia
- haitallisia ja haitattomia

Osa ympäristömme kemikaaleista on haitallisia ihmisten ja/tai ympäristön terveydelle

Kemikaalin alkuperästä ei voi päätellä sen haitallisuutta

- Luonnollinen ei tarkoita haitatonta (esim. elohopea)
- Ihmisen valmistama ei tarkoita haitallista



Mikä erottaa haitallisen kemikaalin haitattomasta?

Kaikkein haitallisimmiksi on luokiteltu kemikaalit, jotka ovat

Myrkyllisiä, Pysyviä ja Kertyviä

Muutkin kemikaalit voivat olla haitallisia, **mikäli ihmiset tai ympäristö altistuvat niille siinä määrin, että ne aiheuttavat terveysvaikutuksia.**

Myrkyllisyyden monet merkitykset

Mitä tarkoittaa myrkyllisyys?

Kemikaali on myrkyllinen, kun se eliön kudoksiin joutuessaan häiritsee merkittävästi eliön toimintoja

Ympäristömyrkky

Alkuaine tai yhdiste, jota on ihmisen toiminnan seurauksena joutunut luontoon siinä määrin että se häiritsee elollisen luonnon toimintaa tai ekosysteemin tasapainoa.



Kemikaalien myrkyllisyys

Myrkyvaikutuksiin liittyviä käsitteitä

Välitön myrkyllisyys

lyhyen altistuksen jälkeen nopeasti haittavaikutuksia, jotka voivat johtaa jopa kuolemaan

Krooninen myrkyllisyys

pitkällä aikavälillä tapahtuva altistus voi aiheuttaa vakavia terveysvaikutuksia, esim. lisääntymishäiriöitä tai syöpää, mutta ei välttämättä kuolemaa

Toksikologian perussääntö: Annos tekee myrkyn!

Syöpää aiheuttavat (karsinogeeniset) kemikaalit



- Karsinogeeniset kemikaalit voivat aiheuttaa syöpää monilla erilaisilla mekanismeilla
 - esim. ne voivat **vahingoittaa geenejä**, aiheuttaa **kudosvaurioita** tai häiritä elimistön omia **puolustusmekanismeja**
- Kemikaali lisää syövän riskiä
 - ikä, sukupuoli, geeniperimä, elintavat ym. vaikuttavat tietyn kemikaalin syöpäriskiin
- Syöpäriski voi kohdistua johonkin tiettyyn kohde-elimeen, esim. maksa, iho, keuhkot

• Esimerkkejä karsinogeenisistä kemikaaleista



Käytännössä

- **Kadmium:** yleisesti luonnossa esiintyvä raskasmetalli, jota käytetään mm. akuissa ja maalien ja lasitteiden väriaineissa. Kadmiumin siirtymiselle lasitteista ruokaan on asetettu raja-arvot. Vanhoista astioista voi kuitenkin irrota suuriakin määriä raskasmetalleja ruokaan.
- **PFAS-yhdisteet:** PFAS-yhdisteitä käytetään mm. vettä, likaa ja rasvaa hylkivissä pinnoitteissa ja voiteluaineissa. Useat PFAS-yhdisteet on yhdistetty kohonneeseen syöpäriskiin. Joidenkin PFAS-yhdisteiden käyttöä on rajoitettu tai kielletty lainsäädännöllä.
- **Diklorobentseeni:** Käytettiin ilmanraikastimissa ja hajustimissa julkisissa tiloissa, toimistoissa ja kodeissa. Nykyisin käyttö ilmaraikastimissa kielletty.



Perimää vaurioittavat (mutageeniset) kemikaalit



- Mutaatio on solun geneettisen aineksen (DNA) pysyvä muutos. Mikäli mutaatio tapahtuu sukusoluissa, se on periytyvä ja voi aiheuttaa rakenteellisia tai toiminnallisia muutoksia.
- Mutaatioita tapahtuu DNA:ssa myös luonnollisesti, eivätkä kaikki mutaatiot ole haitallisia eivätkä periytyviä
- Termiä '*mutageeninen*' (perimää vaurioittava) käytetään kemikaaleista tai mistä tahansa asioista, jotka aiheuttavat **mutaatioiden lisääntymisen** solu- ja/tai eliöpopulaatioissa

- **Esimerkkejä mutageenisistä kemikaaleista**



Käytännössä

- **Nitrosamiinit:** Esiintyy muun muassa kumissa, tupakansavussa ja savustetuissa lihatuotteissa. Esimerkiksi leluissa nitrosamiinien irtoamiselle on asetettu raja-arvo, joka ei saa ylittyä.
- **PAH-yhdisteet:** Myös luonnossa esiintyviä yhdisteitä, joita vapautuu mm. palamisreaktioissa. Voi vapautua esimerkiksi pakokaasuissa, tupakansavussa ja kynttilöiden poltossa.



Lisääntymiselle vaaralliset (toxic for reproduction) kemikaalit



Näihin kuuluvat kemikaalit, joilla on todettu haitallisia vaikutuksia

- aikuisten **sukupuolitoimintoihin** ja **hedelmällisyyteen**
 - mm. muutokset puberteetin ajoitukseen, sukusolujen tuotantoon ja kuljetukseen, kuukautiskiertoon, sukupuolikäyttäytymiseen, hedelmällisyyteen, synnytykseen, raskauden kulkuun ja ennenaikaiseen lisääntymiskyvyn hiipumiseen
- **jälkeläisten kehittymiseen**
 - mm. keskenmenojen ja rakenteellisten epämuodostumien lisääntyminen, heikentynyt syntymänjälkeinen henkinen tai fyysinen kehitys murrosikään saakka.
- **Esimerkkejä lisääntymiselle vaarallisista kemikaaleista:**
 - **Ftalaatit:** Ftalaatteja käytetään muovinpehmentiminä muovituotteissa, kuten astioissa, leluissa ja rakennusmateriaaleissa. Osa ftalaateista, kuten DEHP, DBP ja DIBP on luokiteltu lisääntymiselle haitallisiksi. Tiettyjen ftalaattien käyttöä on rajoitettu lainsäädännöllä.
 - **PFAS-yhdisteet:** PFAS-yhdisteitä käytetään mm. vettä, likaa ja rasvaa hylkivissä pinnoitteissa ja voiteluaineissa. Useat ovat lisääntymiselle vaarallisia. Joidenkin PFAS-yhdisteiden käyttöä on rajoitettu lainsäädännöllä.



Käytännössä



Hormonitoimintaa häiritsevät (endocrine disrupting) kemikaalit

- Hormonit säätelevät laajasti aineenvaihduntaa ja kehitystä (sukupuolihormonit, kasvuhormoni, kilpirauhashormoni jne.)
- Kemikaalit voivat estää, stimuloida tai muuttaa hormonijärjestelmän toimintaa
- Vaikutukset riippuvat usein eliön kehitysvaiheesta ja sukupuolesta, ja ne voivat myös ilmetä vasta seuraavassa sukupolvessa

- Esimerkkejä hormonitoimintaa häiritsevistä aineista



Käytännössä

- **Bisfenoli A (BPA):** BPA:ta esiintyy erilaisissa muovituotteissa, liimoissa, tekstiileissä ja elintarvikepakkauksien sisäpinnoilla käytetyt muovipinnoitteissa. Elimistössä BPA mm. matkii estrogeeniä ja voi vaikuttaa siten lisääntymiseen. BPA:n käyttöä ja vapautumista tietyissä tuotteissa, esim. tuttipulloissa ja leluissa, on rajoitettu.
- **Ftalaatit:** Ftalaatteja käytetään muovinpehmentiminä muovituotteissa, kuten astioissa, leluissa ja rakennusmateriaaleissa. Osa ftalaateista, kuten DEHP, DBP ja DIBP on luokiteltu hormonitoimintaa häiritseväksi. Tiettyjen ftalaattien käyttöä on rajoitettu lainsäädännöllä.



Hengityselimistöä herkistävät (respiratory sensitising) kemikaalit

- Aine, joka hengitettynä aiheuttaa hengitysteiden yliherkkyyttä
- Yliherkkyys ilmenee tavallisesti astmana, mutta se voi ilmetä myös nuhana/sidekalvotulehduksena ja keuhkorakkuloiden tulehduksena.
- Esimerkkejä



- **Formaldehydi:** Esiintyy ilman epäpuhtautena ulko- ja sisätiloissa. Esiintyy mm. puhdistusaineissa, hajusteissa ja ilmanraikastimissa sekä liimoissa. Lisäksi formaldehydiä voi vapautua sisäilmaan mm. huonekaluista ja rakennusmateriaaleista sekä elektronisista laitteista.

Ihoa herkistävät (skin sensitising) kemikaalit

- Kemikaali aiheuttaa ihoallergiaa.
- Esimerkkejä



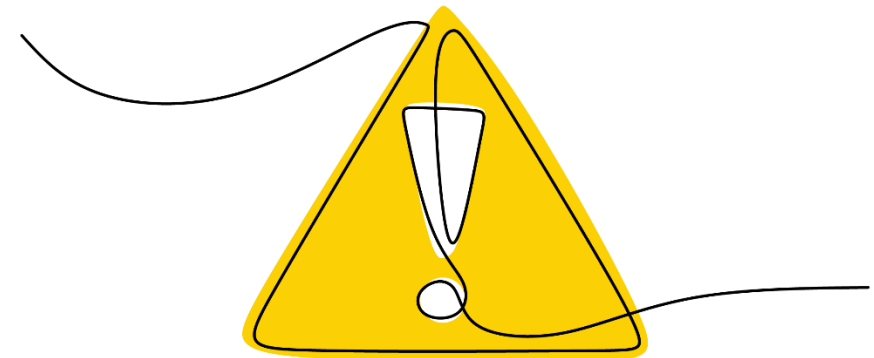
- **Raskasmetallit kromi ja nikkeli:** allergisoivat ihoa. Käyttöä ihon kanssa kosketuksissa olevissa tuotteissa rajoitettu.



Haittavaikutukset voivat olla kuitenkin myös muunlaisia

Esimerkiksi vaikutukset verenkiertoelimistöön, hermostoon, maksaan, munuaisiin tai immuunijärjestelmään

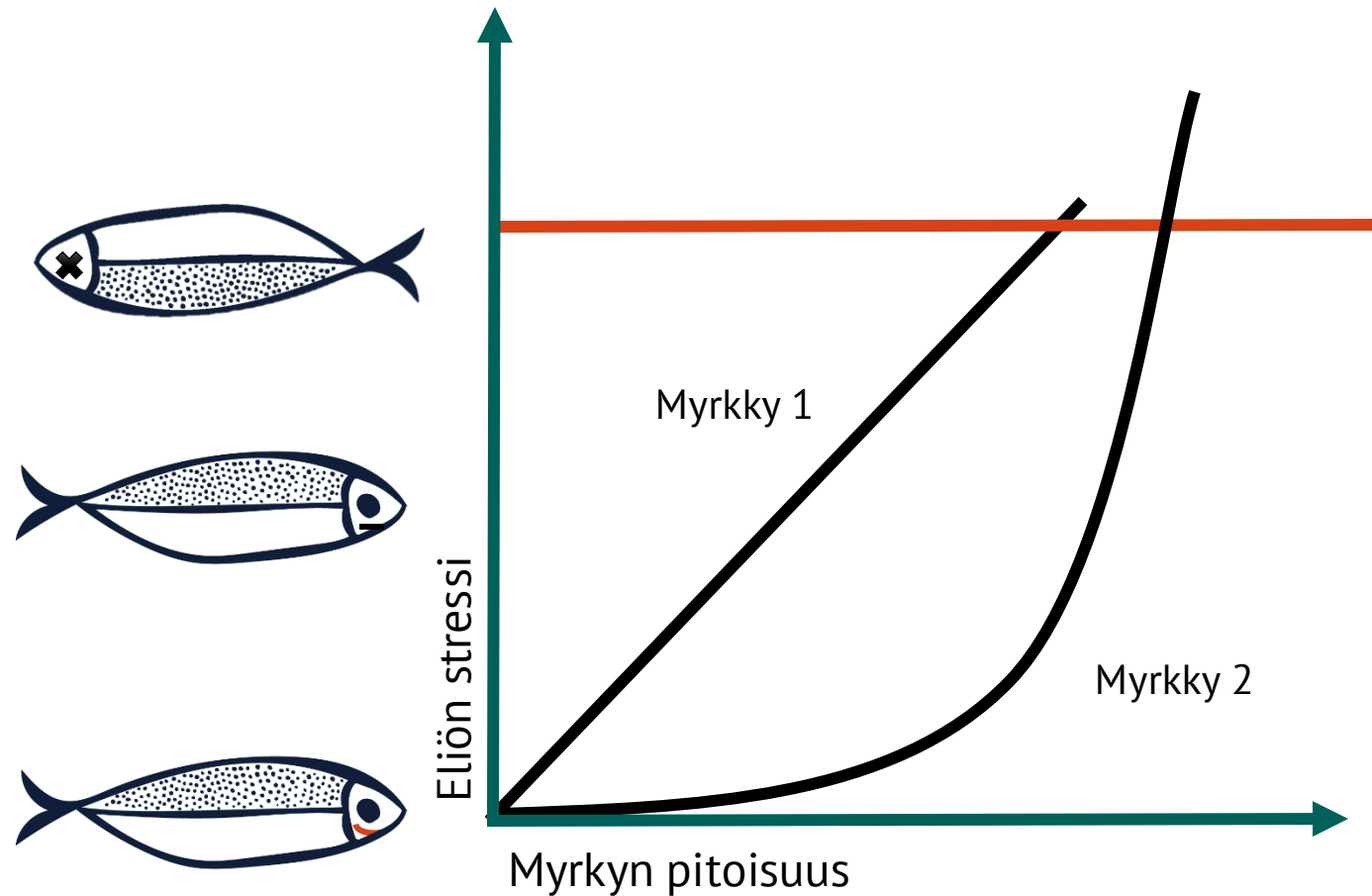
Yhdellä kemikaalilla voi olla samanaikaisesti useita haittavaikutuksia!



Myrkyn vaikutukset riippuvat yksilöstä

Myrkyn vaikutuksiin vaikuttavat elion

- Yleinen kunto, esim. altistusta edeltävä stressitila, sairaudet
- Kehitysvaihe (esim. ikä)
- Sukupuoli (erot hormonitoiminnassa)
 - Esimerkiksi hormonihäiriöt voivat vaikuttaa eri tavoin eri sukupuoliin



Pysyvät kemikaalit ja hajoaminen luonnossa



Hitaasti hajoavat kemikaalit pysyvät ympäristössä ja elimistössä pitkään, jolloin niiden pitoisuudet hitaasti kasvavat

Nopeamminkin hajoavat myrkyt saattavat silti suurissa määrin käytettyinä aiheuttaa ongelmia



Esimerkiksi muovin lisäaineina käytettävät ftalaatit hajoavat ympäristössä ja elimistössä melko nopeasti, mutta koska altistumme niille jatkuvasti erilaisten arkisten esineiden ja materiaalien kautta, ftalaatit aiheuttavat silti terveysriskin.

Kemikaalien hajoamisnopeus ja hajoaminen luonnossa

Kemikaalin hajoamisnopeuden arviointiin käytetään sen puoliintumisaikaa ympäristössä (tai kudoksessa)

Kemikaali voi hajota luonnossa

- **Valon vaikutuksesta** (UV)
- **Mikrobien toiminnan ansiosta** (biohajoaminen)
- **Kemiallisesti**

Usein hajoaminen tapahtuu näiden kaikkien vaikutuksesta.



Kemikaalien hajoaminen luonnossa - valoreaktiot

- Valoreaktiot voivat tapahtua
 - *Ilmassa*; suurin osa hajoamisesta tapahtuu valoreaktioiden kautta
 - *Vedessä*; määrä riippuu ympäristötekijöistä, kuten syvyys ja sameus
 - *Maassa*; vain pinnalla



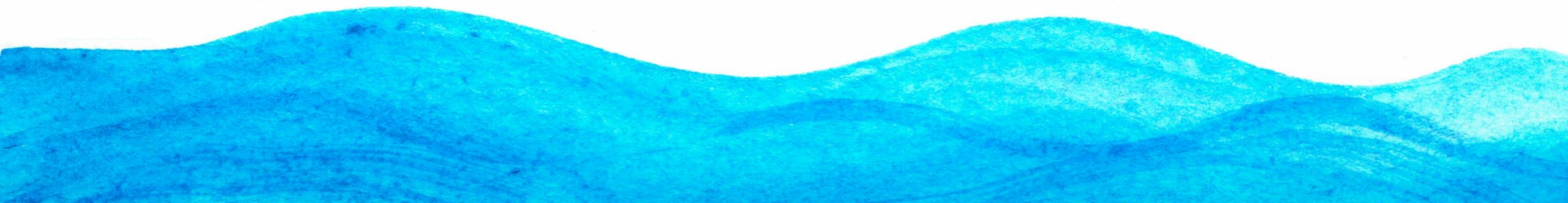
Kemikaalien hajoaminen luonnossa – Biohajoaminen

- Mikrobit yrittävät muuttaa aineita joko niille sille haitattomaan muotoon, tai saada hajotuksesta energiaa omaan käyttöön
- Kemikaalit voidaan muuttaa muotoon, jossa esim.
 - Kemikaali pystytään erittämään elimistöstä helpommin
 - Kemikaali on vähemmän myrkyllinen
 - Kemikaali hajoaa edelleen helpommin
- Kemikaali voi muuntua myös myös alkuperäistä haitallisempaan muotoon, esim.
 - Luonnossa esiintyvä ja ihmistoiminnan takia vapautuva epäorgaaninen elohopea voi muuttua metyylielohopea
- Biohajoamisen nopeuteen vaikuttavat kemikaalin ominaisuudet ja ympäristötekijät



Kemikaalien hajoaminen luonnossa – kemiallinen hajoaminen

- Kemialliset muuntumiset tapahtuvat ympäristössä yleensä hyvin hitaasti
- Usein on vaikeaa tehdä eroa kemiallisen ja biologisen hajoamisen välillä ympäristöolosuhteissa – mikrobit vaikuttavat reaktioihin joko suoraan tai välillisesti muokkaamalla kemiallista ympäristöä reaktioille suotuisammaksi



Biokertyvyys (*bioaccumulation*)



- Aine on biokertyvä, kun eliö ei pysty tehokkaasti poistamaan sitä kudoksistaan ja aine kertyy elimistöön
 - **aineen pitoisuus elimistössä on korkeampi kuin eliön ympäristössä**
 - Pitkällä aikavälillä eliöihin voi kertyä hyvinkin korkeita biokertyvien aineiden pitoisuuksia
 - Pitkäikäisiin lajeihin ehtii niiden elinaikana kertyä suurempia pitoisuuksia haitta-aineita

Rikastuminen

(trophic magnification)

- Aineen rikastuminen tarkoittaa, että **aineen pitoisuus kasvaa ravintoketjun pohjalla olevista eliöistä niitä ravintonaan käyttäviin petoihin**, ja edelleen huippupetoihin
 - Ravintoketjun huipulla olevat lajit ovat erityisen alttiita rikastuvien haitta-aineiden vaikutuksille, sillä niihin kertyy korkeimmat pitoisuudet rikastuvia aineita
- Myös ihminen on altis aineiden rikastumiselle korkea ravintoketjuasemansa takia

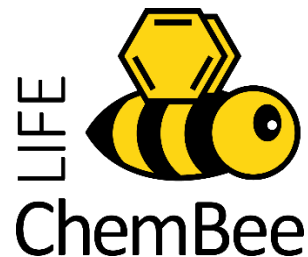


Kemikaalien testaus ja EU:n kemikaalilainsäädäntö REACH

EU:n kemikaalilainsäädäntö velvoittaa tutkimaan kemikaalien vaikutuksia, mutta...

- Tarvitaan standardoituja testimenetelmiä – niitä ei vielä ole saatavilla riittävästi
- Kemikaalin vaikutusten arvioinneissa pyritään käyttämään kaikkea saatavilla olevaa tutkimustietoa, myös aiemmin julkaistuja tutkimustuloksia hyödynnetään laajasti
- Kemikaalien yhteisvaikutuksia ei juurikaan testata
- Painopiste ihmiseen kohdistuvilla vaikutuksilla, vaikka myös muihin eliöihin kohdistuvat vaikutukset otetaan huomioon
- Testeillä testataan aina tiettyä myrkkyyvaikutusta (tai mekanismia), esim. karsinogeenisyys, hormoniaktiivisuus

→ **Testit eivät kata niitä vaikutusmekanismeja, joita ei vielä tunneta!**



Euroopan unionin osarahoittama

**LIFE ChemBee -projekti
(No. LIFE21/GIE/DE/101074245) on Euroopan Unionin
LIFE-ohjelman osarahoittama.**

Ilmaissut näkemykset ja mielipiteet ovat vain LIFE ChemBee -
projektin omia, eivätkä välttämättä edusta Euroopan Unionin
tai LIFE-ohjelman näkemyksiä. Euroopan Unionin tai
rahoituksen myöntävän viranomaisen ei voida katsoa olevan
niistä vastuussa.



Interreg Baltic Sea Regionin osarahoitama

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3



NONHAZCITY