

Tutkijat avaavat

# Itämeren salaisuuksia

■ Itämeri on suomalaisille rakas meri, joka kuitenkin tunnetaan vielä yllättävän huonosti. Viime aikoina mereltä on kantautunut niin huonoja kuin hyviäkin uutisia. Karttuvan tutkimustiedon avulla voimme pyrkiä suojelemaan haavoittuvaa vesiympäristöämme entistä paremmin.

## Eeva Pitkälä

Vaikka uutta tietoa kertyy jatkuvasti, Itämeri on yhä myös tutkijoilleen monella tapaa Suuri Tuntematon.

”Marsin pinnastakin tiedetään enemmän kuin maapallon merien pohjasta”, vertaa erikoistutkija **Harri Kankaanpää** Suomen ympäristökeskuksen (Syke) Merikeskuksesta.

Työsarkaa merentutkimuksessa siis riittää. Orgaanista kemiaa opiskellut Kankaanpääkin on tehnyt alalla pitkän uran. Hän on paneutunut tutkimuskohteeseensa niin kemiallisin menetelmin kuin laajoista tieteidenvälisistä näkökulmista.

Tutkija on kartoittanut meren pohjakero-rostomia ja selvittänyt Itämeressä esiintyvien haitallisten aineiden, kuten levämyrkköjen ja öljyn pitoisuuksia. Hänen tehtäviinsä kuuluu myös esimerkiksi lausuntojen laatiminen öljypäästöjen seurauksista.

Päästöjen riski on lisääntyvien öljynkuljetusten myötä kasvanut erityisesti Suomenlahdella, jolla nykyisellään seilaa vuosittain noin 150 miljoonaa tonnia öljyä. Määrän enustetaan lähivuosina kasvavan peräti 260 miljoonaan tonniin.

”Mahdollinen öljyvahinko täytyy pystyä torjumaan nopeasti, jotta avomeren ekosysteemille ja Suomen pitkälle rantaviivalle koitua vahinko voidaan minimoida”, Kankaanpää sanoo.

Öljypäästöjen varalta ja myös Itämeren tilan yleisemmän seurannan tehostamiseksi suunnitelmassa on ottaa käyttöön veden öljypitoisuuden automaattisia mittauslaitteita. Syken koordinoimassa öljyntorjuntahankkeessa on jo selvitetty automaattilaitteiden toimintaa.

### Mutakinoksia ja rikkivetypurkauksia

Juuri nyt Harri Kankaanpää tutkii tarkemmin Itämeren pohjaympäristöä.

”Yritämme ymmärtää pohjan ja yllä olevan veden vuoropuhelua, sillä pohjalla tapahtuvat muutokset vaikuttavat monella tapaa veden kemiaan.”

Myös tässä työssä tarvitaan uutta mittausautomaatiota eli pienellä aikaikkunalla toimivia laitteita, joilla päästään heti kiinni yksittäisten ha-

vaintopaikkojen sisäisiin muutoksiin.

Avainasema tutkimuksen edistymisessä on myös ”hienolla yhteispelillä” suomalaisten merigeologien kanssa. Se on alkanut vuosikymmeniä sitten ja jatkuu edelleen.

Vaikka Itämeri on suhteellisen matala ja sen vesimäärä valtameriin verrattuna vähäinen, sen sisältämät pohja-ainemassat eivät ole aivan pieniä.

”Itämeren pohjassa on runsaasti löyhää, kovan aallokon vaikutuksesta helposti liikkeelle lähtevää sedimenttiä. Aineiden kulkeutumista mietittäessä on syytä muistaa sekä pohja-aineksen että vesimassojen liike.”

Vesimassojen liikkeen vaikutuksesta haitallisten aineiden etenemiseen saatiin hyvä esimerkki loppuvuodesta 2016. Voimakas tuuli potkaisi vauhtiin suuret määrät vettä Itämeren päältäaassa. Kun tammikuulle 2017 vielä osui iso myrsky, etenkin itäisen Suomenlahden fosforipitoisuudet ampaisivat paikoin ennätysmäiseen nousuun.

Syken ja Merisotakoulun tutkimuskeskuksen ammattilaiset kykenivät vain hämmästelemään valtavia liejuginoksia, jotka matkasivat kovaa vauhtia pitkin merenpohjaa.

”Oli aikamoinen yllätys, että tutkimuskohteenaamme olleella muuttaman neliökilometrin alueella liikkui

» » »

## Tutkijat kykenivät vain hämmästelemään valtavia liejuginoksia, jotka matkasivat vauhdilla pitkin merenpohjaa.

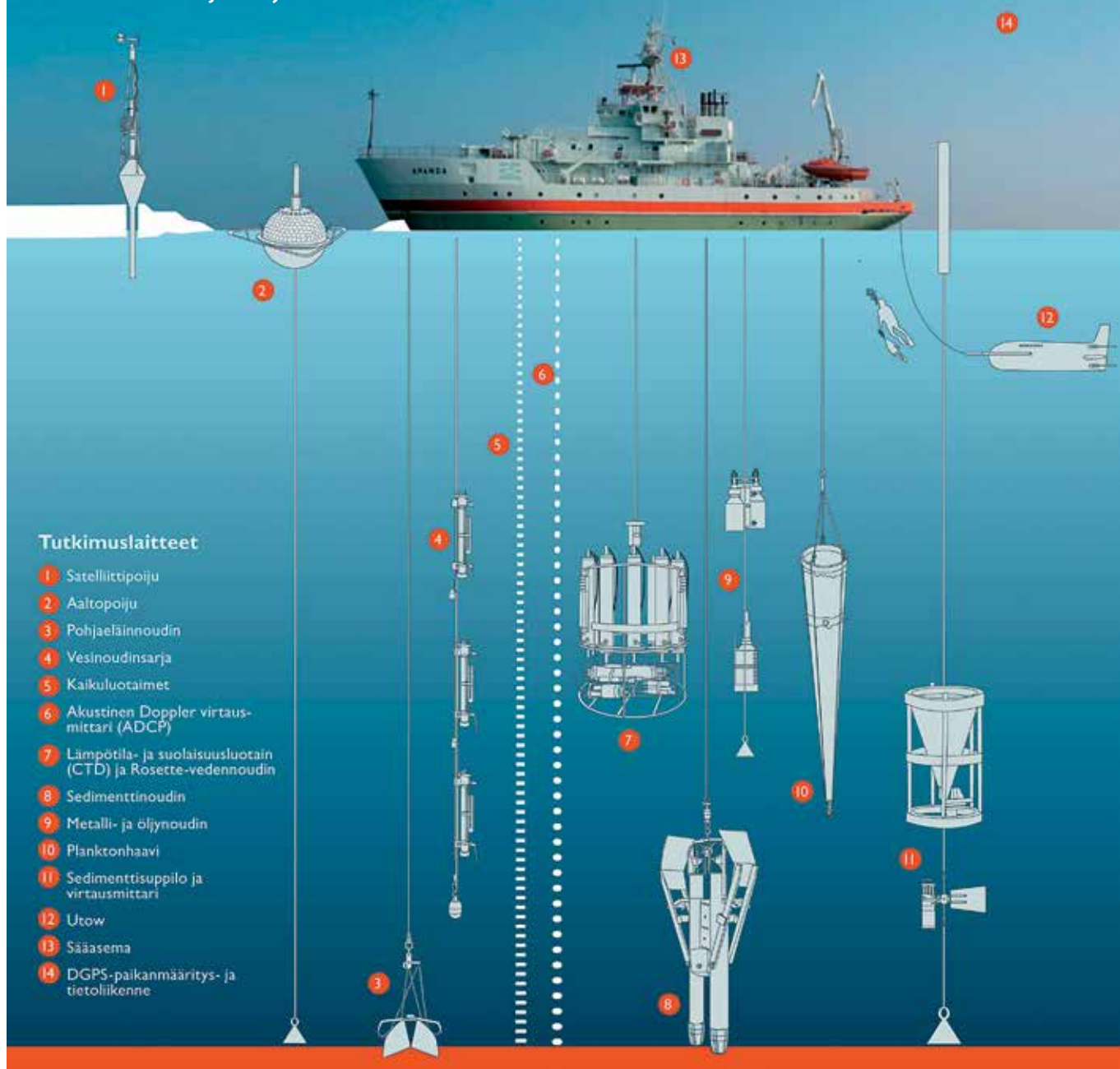
◀ Herkkä pohjoinen meremme on valtameriin verrattuna matala. Se on siksi myös erityisen haavoittuvainen.

▶ ”Meille kemisteille riittää töitä Itämeren tutkimuksessa vielä pitkään”, sanoo erikoistutkija Harri Kankaanpää.



Eeva Pitkälä

Tutkimusalus Arandalla on käytettävään iso mittaus- ja analytiikkalaitteiden arsenaali.



Syke Merikeskus

nopeasti satojatuhansia kuutiometrejä pohja-ainesta ja varmasti merkittävä määrä fosforia”, Kankaanpää muistelee.

Tutkijoiden tarkat laitteet ovat paljastaneet senkin, että Itämeren pohjasta purskahtelee silloin tällöin kaasua, joka sisältää muun muassa rikkivetyä.

”Mukana kulkee varmasti myös metaania, muita kaasuja ja kaikkea, mitä sedimenttiin on varastoitunut.”

Veden kemiallisen koostumuksen tutkimus on osoittanut, että kaasupitoisuudet pohjan yläpuolella voivat

## Itämeren suurimpana uhkana pidetään siihen valuvia lannoitekemikaaleja.

vaihdella suuresti.

”Silti meillä on yhä paljon aukkoja Itämerta koskevassa perustietämyksessä, kuten muutosten nopeuksissa. Moni ilmiö odottaa vielä löytämistään.”

Asia on toisaalta myös ilahduttava. Kemiallista ymmärrystä ja kemiallisen datan tuottamista ja tulkintaa

tarvitaan jatkossa entistä enemmän. Niin siis myös kemian osaajia.

”Kemistejä eivät laskenta-algoritmit helposti korvaa. Päinvastoin, töitä tulee koko ajan lisää.”

## Fosfori ja typpi yhä isoin uhka

Itämeren suurimpana uhkana pidetään siihen valuvia lannoitekemikaaleja, etupäässä fosforia ja typpeä. Vanhan, merenpohjaan kertyneen fosforin liukeneminen veteen pahentaa ongelmaa entisestään.

”Meren tilan suurin haaste on ihmisperäinen typen ja fosforin kuormitus”, vahvistaa erikoistutkija **Kaarina Lukkari**, joka hänkin työskentelee Syken Merikeskuksessa. Työssään Lukkari keskittyy meren biogeokemiallisiin prosesseihin ja ravinteiden kiertoon.

Hänen tutkimuksissaan on selvinnyt, että varsinkin runsaasti orgaanista ainesta sisältävien ja hapettomuudesta kärsivien pohjasedimenttien fosforista veteen voi vapautua merkittävä osa. Asialla on iso merkitys Itämeren rehevöitymisessä.

”Kun arvioidaan fosforivarastojen roolia meren tilan kehittymisessä, on oleellisen tärkeä tuntea sedimenttien ja veden rajapinnan prosessit”, Lukkari kertoo.

Hän osoitti jo väitöskirjassaan, että fosforivarastojen kemiallinen luonne vaihtelee alueittain. Näin myös fosforin sisäisen kuormituksen määrässä on suurta alueiden välistä vaihtelua.

Lukkari on mukana muun muassa kollegansa, erikoistutkija **Risto Lignellin** johtamassa hankkeessa, jossa Syke yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen merifyysikoiden kanssa kehittää Saaristomeren ja sen valuma-alueen ravinteiden kokonaiskuormitusmallia.

Ekosysteemimallien tarpeita varten on tehtävä jatkuvasti fysikaalis-kemiallisia mittauksia varsinkin matalissa, helposti rehevöityvissä rannikkovesissä.

Mallilla on tarkoitus tuottaa viranomaisille arvioita vesistöjen hoito- toimenpiteiden vaikutuksista ja näin helpottaa näiden päätöksiä jatkotoimista. Mallin antamat arviot pidetään ajan tasalla veden tilan suorien mittausten ja kaukokartoituksen avulla.

Mittaustuloksia tutkijoille tuottaa muun muassa tutkimusala Aranda. Tulevaisuudessa tietoa saadaan myös automaattisista seurantalaitteistoista.

Saaristomeren alueen kokonaiskuormituksen vaikutuksia kuvaavaa mallia kehitetään ympäristöministeriön Ravinteet kiertoon -ohjelmassa. Mallijärjestelmä on määrä sovittaa käytettäväksi myös Suomenlahdella ja Selkämerellä.

”Lopullisena tavoitteena on mallintaa koko Suomen rannikkovyöhyke”, Lukkari kertoo.

Sen jälkeen viranomaiset pääsevät



## Aranda hakee tietoa suoraan mereltä

Itämereltä kantautuu onneksi myös hyviä uutisia. Meri on viime vuosina puhdistunut. Merikotka ja hylkeet lisääntyvät taas, ja meren kalaa saa syödä hyvillä mielin.

Jokavuotisista myrkkylevükinnoista ei kuitenkaan ole päästy eroon. Ne ovat päinvastoin jopa laajenemaan päin.

Niin hyviä kuin huonojakin uutisia mereltä tuo Syken Merikeskuksen tutkimusala Aranda. Sen uusimman seurantamatkan tulokset valitettavasti enteilevät leville hyviä kasvuolosuhteita myös alkavana kesänä. Leväkukintojen muodostuminen on tosin viime kädessä kiinni säästä.

Aranda seuraa Itämeren tilaa Suomen tekemien kansainvälisten sopimusten mukaisesti. Merta ahkerasti kyntävällä aluksella tehdään

sekä biologisia, fysikaalisia, kemiallisia että merigeologisia tutkimuksia.

Hyvin varustettujen laboratorio-tilojen ja tietojenkäsittelyjärjestelmän ansiosta näytteiden analysointi ja tulosten käsittely ovat mahdollisia jo merellä.

Viisi kemistiä pitää vuorollaan huolen siitä, että ravinne- ja hydrografiamääritykset ja muut kenttätöyt tulevat tehdyiksi keikkuvasakin laivassa. Yksi heistä on meriekologian tutkimuslaboratoriossa Helsingin Kumpulassa työskentelevä merianalyytikko **Pia Varmanen**.

”Arandan tutkimusmatkat suuntautuvat pääosin Itämerelle, mutta se on tehnyt useita tutkimusmatkoja myös pohjoiselle Jäämerelle ja Etelämannerta ympäröivälle merialueelle”, Varmanen kertoo.



Eeva Pitkälä

Arandan Pia Varmanen työpyöytänsä aäressä. Flow Injection Analysis (FIA)-menetelmällä vesinäytteistä määritään ravinteet eli kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, epäorgaaniset typpiyhdisteet ja epäorgaaninen veteen liuen- nut fosfaattifosfori.



sujuvan käyttöliittymän avulla sekä suunnittelemaan vesienhoidollisia toimenpiteitä että arvioimaan niiden vaikutuksia omilta työpöydiltään. Heidän käsittelemiään asioita voivat olla vaikkapa kalankasvattamon optimaalinen sijainti ja kalamäärä tai jätevedenpuhdistamon pistekuormitus.

### Huolenaiheena lääkeaineet

Lannoitefosforin ja -typen lisäksi Itämereen päätyy myös alati kasvava määrä arjen kemikaaleja. Vesiympäristössä ne voivat käyttäytyä arvaamattomasti.

Erityisen huolestuttavia ovat lääkeaineet.

Emme vielä tarkkaan tiedä, mitä niille mereen joutumisen jälkeen tapahtuu. Hajoavatko ne valon vaikutuksesta tai biologisissa prosesseissa vai liukenevatko ne veteen sellaisinaan? Entä kuinka ne reagoivat muiden aineiden kanssa?

Lääkkeiden matkaa jätevedenpuhdistuslaitoksesta eteenpäin ja edelleen vesiympäristössä on vuodesta 2003 selvittänyt Åbo Akademin orgaanisen kemian professorin **Leif Kronbergin** tutkimusryhmä.

”Lääkeaineiden kohdalla kyse ei niinkään ole akuutista myrkyllisyydestä vaan jo hyvin pienten pitoisuuksien aikaansaamista hormonaalisista vaikutuksista eliöihin, esimerkiksi kalojen lisääntymiskäyttäytymiseen”, Kronberg kertoo.

Monet lääkeaineet esiintyvät vedessä nanogrammina litraa kohti. Näin minimaalisten pitoisuuksien tunnistaminen vaatii orgaanis-kemiallisten analyysimenetelmien vahvaa osaamista.

Åbo Akademin ryhmä tunnisti jo 2000-luvun alkupuolella Aurajokeen päätyvästä puhdistamattomasta yhdyskuntavedestä muun muassa kolesterolilääke betsafibraatin sekä kipulääkkeinä käytettävät ibuprofeenin, ketoprofeenin, diklofenaakin ja naprokseenin.

Turun halki virtaavasta joesta löytyi myös rikkakasvien torjuntaan tarkoitettua fenopropia.

Tuoreemmat tulokset ovat peräisin Itä-Suomesta. Lappeenrannan vedenpuhdistuslaitoksesta valuu Haapajärven kautta Itämereen myös noin kym-

## Helsinki ei päästä fosforia mereen

**Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY tekee oman osuutensa Itämeren hyväksi puhdistamalla jäteveden fosforista ennen kuin vesi jatkaa matkaansa mereen. Kehitteillä on entistä tehokkaampi talteenottomenetelmä.**

Viikinmäen jätevedenpuhdistamossa on jo vuosikymmeniä ollut käytössä kemiallinen fosforinpoisto. Sen ansiosta fosforia voidaan kierrättää multaan ja kompostituotteisiin.

Menetelmässä fosfori saostetaan vedestä heti puhdistusprosessin alkuvaiheessa. Fosforisakka sitoutuu lietteeseen, kun taas typpi erottuu bakteeritoiminnan avulla ilmakehään.

Nyt Viikinmäkeen kaavaillaan koelaitosta, jossa testattaisiin fosforin uudenlaista talteenottoa, niin kutsuttua Ravita-prosessia. HSY:n kehittämässä menetelmässä fosforin annetaan jatkaa matkaa läpi koko puhdistuksen, ja sitä saostava kemikaali lisätään vasta lopuksi.

Näin syntynyt fosforipitoinen liete liuotetaan fosforihappoon, jolloin muodostuu uutta, puhdasta fosforihappoa. Sillä on huomattavasti enemmän käyttökohteita kuin magnesium-ammoniumfosfaatilla eli struviitilla, jota aiemmat talteenottotekniikat tuottavat.

Struviittia muodostavat teknologiat myös soveltuvat ainoastaan biologisesti fosforia poistaville ja lietteen mädättäville puhdistamoille.

”Ravita-prosessin etuna on sekin, että se voidaan toteuttaa erikokoisissa puhdistamoissa”, kertoo vs. osastojohtaja **Mari Heinonen** HSY:stä.

Prosessissa syntyvän fosforihapon jalostus on mahdollista toteuttaa keskitetysti muualla, eikä kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden näin tarvitsisi investoida siihen.

”Mikä parasta, jäteveden tyypestä osa poistuu ilmakehään, mutta osa tyypestäkin voidaan ottaa talteen. Fosforihapon kanssa siitä voidaan tuottaa lannoitteen raaka-aineeksi sopivaa ammoniumfosfaattia.”



Sinileväkukintojen pelätään röyhähtävän Itämerellä myös tänä kesänä.



Åbo Akademi

**Emeritusprofessori Leif Kronberg on huolissaan vesiin valuvista haitallisista kemikaaleista. "Itämeressä esiintyy esimerkiksi palonestoaineita huomattavina pitoisuuksina, mutta niiden vaikutuksista siellä ei vielä tiedetä juuri mitään."**

## Mereen päätyy kolesterolilääkkeitä, kipulääkkeitä, beetasalpaajia ja antibiootteja.

mentä muuta lääkeainetta, kuten beetasalpaajia ja antibiootteja.

"Ibuprofeenista lietebakteerit onneksi pitävät. Yhä suositummaksi tulevasta 'joka säryn lääkkeestä' diklofenaakista sen sijaan poistuu korkeintaan puolet. Myös huomattava osa antibiooteista pääsee valumaan luontoon."

Monet lääkkeet ovat ihmisille elintärkeitä, joten niiden käyttö ei ole ainakaan vähenemässä. Tulevaisuus mietityttää professoria useastakin syystä.

"Kunnallisten vedenpuhdistuslaitosten puhdistuskyky on monien lääkeaineiden osalta melko alhainen. Laitoksilla ei myöskään ole lakisäätteistä velvoitetta aineiden puhdistamiseen."

Antibiooteista tiedetään, että ainakin osa niistä kerrostuu merenpohjan sedimentteihin siinä, missä ravinteet-

kin.

"Ympäristöön kertyvien antibiootien myötä erittäin vastustuskykyisten haitallisten bakteerien lisääntyminen on todellinen uhka. Tutkimuksen pitäisi reagoida asiaan nopeasti."

### Arjen kemikaaleja pesuaineista muoveihin

Lääkkeet ovat kuitenkin vain yksi vesiin valuva hankala ryhmä.

Itämerestä ja muista vesistöistä tavataan myös arjen kemikaaleja, jotka ovat peräisin pesuaineista, hygieniatuotteista, tekstiileistä, rakennusmateriaaleista, elintarvikkeista, elektronisista laitteista, kulkuvälineistä ja erilaisista muoveista.

"Useimmat näistä kemikaaleista hajoavat luonnossa valon vaikutuksesta. Kun kemiallisten yhdisteiden jatkoseurantaa ei Suomessa kuiten-

## Itämerta tutkivia laitoksia Suomessa

**Suomen ympäristökeskus (Syke)**  
Keskittyy Itämereen ja sen pinta- ja pohjavesiin yhtenä kokonaisuutena. Syken Merikeskus tuottaa tietoa Itämeren suojelun ja kestävä käytön tueksi.

### Ilmatieteen laitos

Vastaa merten fysikaalisen tilan tutkimuksesta, havaintotoiminnasta sekä meriennusteista.

### Luonnonvarakeskus (Luke)

Paneutuu Itämereen osana Sinisen biotalouden tutkimusta. Kohteina muun muassa kalatalous ja vesistön virkistyskäyttö.

### Geologian tutkimuskeskus (GTK)

Tekee merigeologista tutkimusta, jossa kerätään tietoa esimerkiksi meren pohjan laadusta, vesisyvyvyydestä ja virtauksista.

### Helsingin yliopisto

Tutkii Itämerta muun muassa ympäristötieteiden ja akvaattisten tieteiden oppiaineissa. Tvärminnen tutkimusasema Hankoniemellä.

### Turun yliopisto

Tutkimuksen keskiössä Saaristomeren tutkimuslaitos. Laitos tekee Saaristomeren ja Itämeren alueen monitieteellistä tutkimusta ja keskittyy meriympäristön tilan pitkäaikaisseurantaan.

### Åbo Akademi

Alan tutkimusta tehdään etenkin ympäristö- ja meribiologian oppiaineissa sekä kemian laitoksessa, jossa esimerkiksi tunnistetaan veden haitta-aineita.

kaan tehdä, ei tiedetä, mitä niille tapahtuu, mitä niiden hajoamistuotteet ovat, ja miten ne vaikuttavat", Kronberg sanoo.

Muun muassa PBDE:t eli polybromatut difenyleetterit, joita käytetään palonestonaineina, ovat rasvaliukoisia ja luonnossa hyvin pysyviä yhdisteitä.

"Niitä esiintyy Itämeressä ja sen eliöstössä huomattavina pitoisuuksina, mutta niiden kertymistä sedimentteihin ei kunnolla tunneta eikä mahdollisista vaikutuksista tiedetä juuri mitään." □

Kirjoittaja on vapaa tiedetoimittaja.  
epitkala@gmail.com