Maj ja Tor Nesslingin Säätiön rahoittama tutkimus vuonna 2010

PRO
AERE
AQUA
TERRA

MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ

Maj ja Tor Nesslingin Säätiön toiminnan tarkoituksena on edistää ympäristönsuojeluun liittyvää ratkaisuhakuista tutkimusta sekä tutkimustuloksista tiedottamista ja ympäristövalistusta. Säätiön tukeman **tutkimuksen painoalat** on luokiteltu kuuteen pääryhmään seuraavasti:

1. Ilmakehän tutkimus
Ilman epäpuhtaudet; koostumus ja käyttäytyminen, ilmastonmuutosten havaitseminen ja arviointi

2. Vesiympäristön tutkimus
Ekosysteemien rakenne, toiminta ja monimuotoisuus, ympäristökuormituksen vaikutukset

3. Maaekosysteemien ja pohjavesien tutkimus
Ekosysteemien rakenne, toiminta ja monimuotoisuus, ympäristökuormituksen vaikutukset

4. Ympäristötekniikan tutkimus ja kehittäminen
päästöjen vähentämiseen tähtäävä prosessitekniikka, rakenteelliset ratkaisut, kunnostus- ja puhdistustekniikat

5. Yhteiskunnallisten ohjauskeinojen tutkimus
ympäristötalous, ympäristöoikeus, ympäristöpolitiikka

6. Ympäristötutkimuksesta tiedottaminen
julkaisut, ympäristösymposiumit, konferenssit

Säätiön keskeisimpiä rahoitusmuotoja ovat henkilökohtaiset apurahat ja tutkimukseen liittyvien kulujen, kuten matkojen, tarvikkeiden, laitteiden ja analyysipalveluiden kattaminen. Henkilökohtaisia apurahoja myönnetään sekä väitöskirjan tekoon että post doc –työskentelyyn. Rahoitusta myönnetään pääasiassa Suomea ja lähialueita koskevien ympäristökysymysten tutkimukseen.

Tähänastisen toimintansa aikana (1976–2010) Säätiö on myöntänyt apurahoina yhteensä runsaat 42 miljoonaa euroa. Vuosittain myönnettävä rahoitus on 2000-luvun alusta lähtien kasvanut 1,5 miljoonasta eurosta noin 2,3 miljoonaan euroon. Suurin osa hankkeista on monivuotisia. Vuodeksi 2010 myönnettiin apurahojen yleisessä jaossa yhteensä 2,31 miljoonaa euroa 104 hankkeelle. Ne jakautuivat painoalojen kesken seuraavasti: ilmakehän tutkimus 17 hanketta, vesiympäristön tutkimus 35, maaekosysteemien ja pohjavesien tutkimus 23, ympäristötekniikan tutkimus 13 ja yhteiskunnallisten ohjauskeinojen tutkimus 8 hanketta. Lisäksi ympäristötutkimuksesta tiedottamiseen ja muihin aiheisiin myönnettiin 8 hankerahoitusta.

Tässä katsauksessa esitellään hankkeita, jotka saatiin päätökseen tai aivan loppuvaiheeseensa vuoden 2010 aikana. Tulokset ja niiden soveltamismahdollisuudet on koottu hankkeiden Säätiöön toimittamista raporteista.

Etukannen taustakuva: Vili Lahti

I

ILMAKEHÄN TUTKIMUS

Ilmakehän tutkimuksen aihepiirin hankkeet liittyivät vuonna 2010 leimallisesti mallintamiseen ja toisaalta ilmakehän hiukkasten muodostumiseen ja käyttäytymiseen. Hankkeissa tutkittiin mm. hiukkasten poistumista ilmasta lumisateen mukana ja satelliittihavainnoinnin käyttömahdollisuuksia ilmanlaadun seurannassa.

Kuva: Vili Lahti

Lauri Laakson hankkeessa Helsingin yliopistossa paneuduttiin aiheeseen *Ilmansaasteiden ja lumisateen vuorovaikutus arktisilla alueilla*. Hankkeen tärkein tavoite oli määrittää, kuinka lumisade vaikuttaa pienten, halkaisijaltaan 3-1000 nanometrin mittaisten aerosolihiukkasten poistumiseen ilmakehästä. Aihetta on tutkittu varsin vähän, vaikka se muodostaa ilmastomalleissa merkittävän ongelman. Kaukokulkeutuneiden hiukkasten pitoisuuksien sekä niiden kuiva- ja märkälaskeumien mallintaminen on tämän vuoksi epätarkkaa.

Tässä hankkeessa saatiin tuotettua kaksi eri parametrisaatiota, joilla voidaan mallintaa saastehiukkasten poistumaa erityyppisten lumisateiden aikana. Tuloksia on jo käytetty lumisateiden aiheuttaman hiukkaslaskeuman mallintamisessa. Tulokset osoittivat, että lumi poistaa hiukkasia tehokkaammin kuin vesisade ja että lumisateen aikana vallitseva ilmankosteus vaikuttaa merkittävästi hiukkasten poistumistehokkuuteen.

Kuva: Päivi Tikka

Aki Virkkulan tutkimusryhmä työskenteli niinikään Helsingin yliopistossa. Aiheena oli *Ilmakehän pienhiukkasten haihtuvuus ja optiset ominaisuudet.* Hankkeen alussa rakennettiin DMPS-laitteisto eli differentiaalinen liikkuvuusanalysaattori, jossa näyteilmaa kuumennetaan ja johon yhdistetään valonabsorptiomittalaite. Laitteistolla saadaan samanaikaisesti mitattua hiukkasten haihtuvuus ja absorboivien hiukkasten kokojakauma.

Ensin mitattiin kaupunki-ilman aerosoleja SMEAR III -asemalla Helsingin Kumpulassa. Kolmessasadassa Celsius-asteessa haihdutetun aerosolin yksittäissironta-albedo vaihteli, mikä osoitti jäljelle jääneen noen lisäksi muitakin aineita. Koska alle mikrometrin läpimittaisissa hiukkasissa epäorgaanisten komponenttien tiedetään haihtuvan jo tätä alhaisemmissa lämpötiloissa, tulos epäsuorasti osoitti aerosolin sisältävän vaihtelevia määriä eri lämpötiloissa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Laitteistoa käytettiin myös SMEAR II -tutkimusasemalla Hyytiälässä, jossa aerosoli on toisentyyppistä. Hyytiälän aineiston analyysi on kesken. Alustavien tulosten mukaan kehitettyä menetelmää voidaan joka tapauksessa käyttää epäsuorana indikaattorina eri lämpötiloissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osuudelle koko aerosolista ja siten mahdollisesti myös ihmisen toiminnasta peräisin olevien aerosolien osuudelle. Laitteisto on helppo liittää erityyppisten aerosolimittalaitteiden eteen. Liitettäessä se valon absorptiota ja sirontaa mittaaviin laitteisiin voidaan arvioida, kuinka suuri osuus nokihiukkasista on peräisin lähipäästöistä ja kuinka suuri osuus on kaukokulkeutunutta. Yhdessä hiukkaskokojakaumaa mittaavan laitteiston kanssa sen avulla pystytään puolestaan arvioimaan kaasu-hiukkasmuuntumalla syntyneiden saastehiukkasten osuutta aerosolien kokonaismassasta.

Antti Arola Ilmatieteen laitokselta oli vastuussa hankkeesta *Ilmanlaadun seuranta satelliittihavaintojen avulla*. Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka hyvin satelliittihavainnot vastaavat ilmanlaadun mittauksia Suomen olosuhteissa. Normaalioloissa satelliitti-AOD –datan (aerosol optical depth) ja maanpinnan PM2,5-mittausten (halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometriä olevien pienhiukkasten) korrelaatio oli välillä 0,52 ja 0,82, joten satelliittidata tarjosi kohtalaisen hyvän tavan monitoroida pienhiukkapitoisuuksia. Korrelaatio parani selvästi kuukasikeskiarvoja käytettäessä, eli satelliittihavainnot soveltuvat varsinkin pitkäaikaiseen pitoisuuksien arvioimiseen. Samoin ne antavat hyödyllistä tietoa korkeiden hiukkaspitoisuuksien tapauksissa, kuten kesällä 2010 Venäjältä saapuneen voimakkaan savuepisodin aikana. Näissä tapauksissa satelliittidatasta saadaan hyvä alueellinen kattavuus, jota ei maanpintamittauksilla saavuteta.

Hanketta myös laajennettiin uuteen suuntaan tutkimalla, miten voitaisiin pienentää epävarmuutta arvioitaessa eri aerosolityyppien aiheuttamaa suoraa säteilyvaikutusta. Aerosolien vaikutukset ovat tällä hetkellä suurimpia yksittäisiä epävarmuustekijöitä ilmastonmuutosta arvioitaessa, joten kaikki edistysaskeleet kohti tarkempaa kokonaiskuvaa ovat merkityksellisiä.

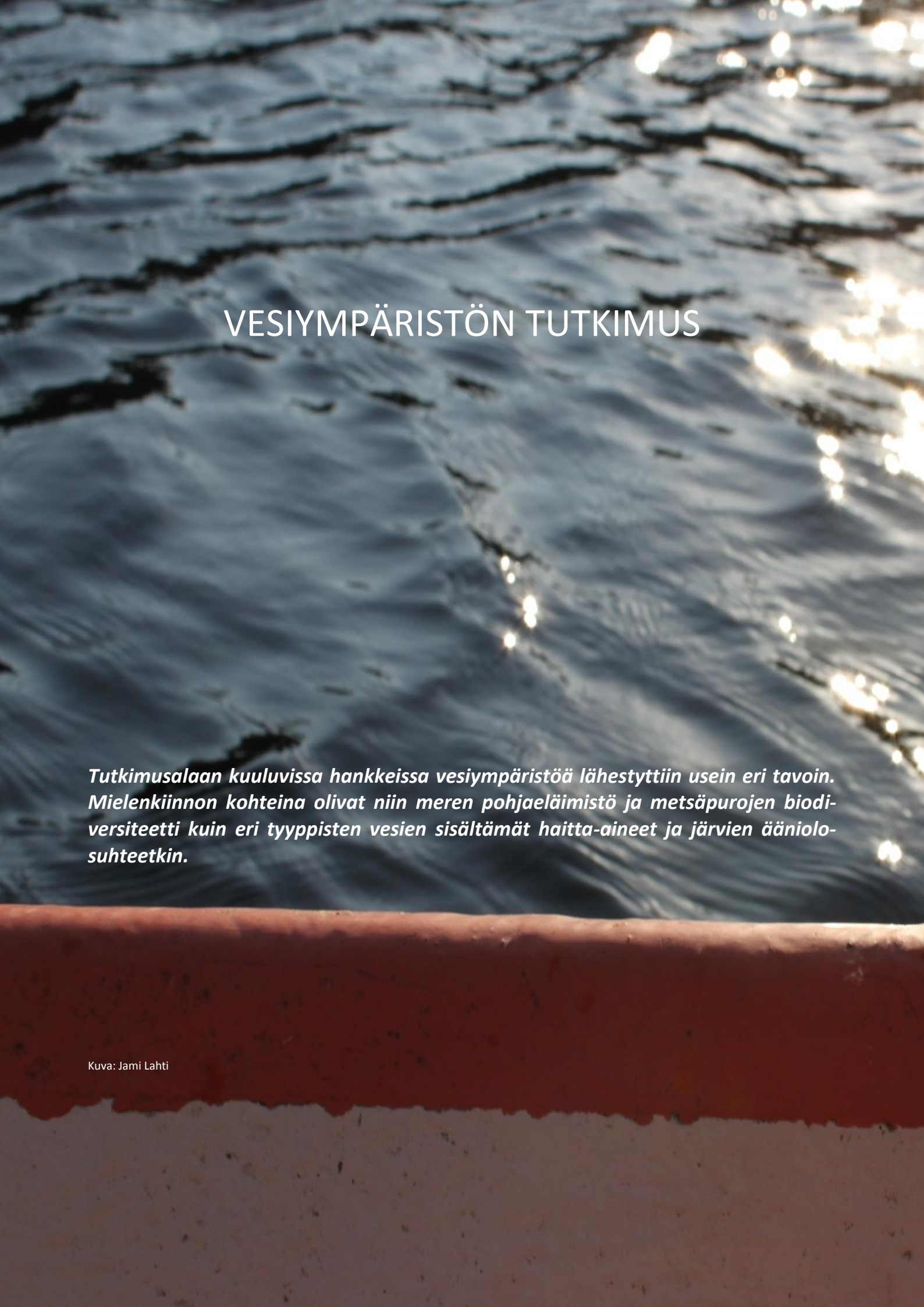
Kuva: NASA

Helsingin yliopistossa tutkittiin **Ilona Riipisen** johdolla aihetta *Ionisoivan säteilyn ja ilmansaasteiden merkitys ilmakehän hiukkasmuodostuksessa*. Tutkimuksessa käytettiin 13 vuoden aikasarjaa kosmisten säteiden ionisointi-intensiteetin vaihtelusta Juupajoen Hyytiälässä. Kosmisen säteilyn aiheuttaman ionisoinnin vaihtelua verrattiin ilmakehän hiukkasmuodostukseen, mutta minkäänlaista yhteyttä näiden ilmiöiden välillä ei havaittu. Sen sijaan aurinkoisten päivien ja hiukkasmuodostuspäivien välillä näkyi selvä yhteys. Galaktiset kosmiset säteet eivät siis kontrolloi ilmakehän hiukkasmuodostusta – ainakaan alailmakehässä pohjoisissa havumetsissä. Pikemminkin valokemiallisissa reaktioissa syntyvien tiivistyvien höyryjen määrä näyttäisi olevan aerosolihiukkasten määrää kontrolloiva tekijä. Tämän tuloksen mukaan ilmaston muuttuminen ei ainakaan tämän mekanismin kautta voi olla kosmisten säteiden ajamaa.

Hiukkasmuodostustapahtumien lisäksi tutkittiin pitkän aikavälin trendejä vastamuodostuneiden hiukkasten kasvunopeuksissa. Rikkiyhdisteet eivät selittäneet pienhiukkasten kasvua, vaan valtaosa tiivistyvistä höyryistä oli metsistä peräisin olevia biogeenisiä orgaanisia yhdisteitä. Pohjoisissa havumetsissä syntyneet hiukkaset vaativat muodostuakseen luonnon ja ihmisen yhteispeliä: ihmisen toiminnasta peräisin oleva rikkihappopitoisuus määrää usein hiukkasten muodostuksen ensivaiheita, mutta luonnosta peräisin olevat orgaaniset aineet vastaavat hiukkasten kasvattamisesta ilmastollisesti merkittäviin kokoihin. Hankkeessa kehitettiin menetelmiä orgaanisten aineiden ominaisuuksien arvioimiseksi sekä niiden aiheuttaman hiukkasten kasvun mallittamiseksi raskaissa ilmastomalleissa.

Sanna Sevanto Helsingin yliopistosta johti hanketta nimeltä *Ilmastomallien biosfäärikuvauksen parantaminen*. Projektissa pyrittiin kehittämään elollisen luonnon vaikutusten huomioon ottamista ilmaston mallintamisessa. Parempien mallien avulla voidaan nykyistä tarkemmin ennustaa ilmaston muuttumista, tunnistaa muutoksen suuntaan vaikuttavia tekijöitä ja lopulta suunnitella toimenpiteitä ilmastonmuutoksen hillintään.

Metaani on voimakkaimpia olemassa olevia kasvihuonekaasuja, minkä vuoksi hankkeessa tuotettiin malli soiden metaanipäästöistä. Tämä malli pyritään jatkossa sisällyttämään osaksi laajempia ilmastomalleja. Lisäksi arvioitiin biogeenisten orgaanisten haihtuvien yhdisteiden (BVOC) vaikutuksia hiukkasmuodostukseen. Haihtuvat yhdisteet vaikuttivat hiukkasten syntyyn ja kasvuun eri tavoin paikallisista olosuhteista riippuen, joten hiukkasmuodostuksen tarkka mallintaminen vaatisi tutkimuspaikkakohtaista mittaustietoa esim. rikkihapon ja tiivistymisytiminä toimivien orgaanisten höyryjen pitoisuuksista. Tutkimuksessa kuitenkin huomattiin, että riittävän tarkkojen mallinnustulosten saamiseksi kohdekohtainen mittaustieto voidaan korvata paikallisella säteilyintensiteetin arvolla. Tämä havainto helpottaa huomattavasti hiukkasmuodostuksen huomioon ottamista globaaleissa malleissa, koska säteilyintensiteetti on mallinnuksessa jo käytössä.



VESIYMPÄRISTÖN TUTKIMUS

Tutkimusalaan kuuluvissa hankkeissa vesiympäristöä lähestyttiin usein eri tavoin. Mielenkiinnon kohteina olivat niin meren pohjaeläimistö ja metsäpurojen biodiversiteetti kuin eri tyyppisten vesien sisältämät haitta-aineet ja järvien ääniolosuhteetkin.

Kuva: Jami Lahti

Jyväskylän yliopistossa väitöskirjaansa valmisteleva **Heli Ratia** tutki aihetta *Hartsihappojen muuntumistuotteiden ja raskasmetallien valotoksisuus virtavesien pohjaeläimille*. Hankkeen aikana painopiste siirtyi riskitutkimuksen suuntaan, ja uutta tietoa saatiin metsäteollisuuden voimakkaasti saastuttaman Äänekosken vesistön nykytilasta ja vesieliöiden kohtaamista riskeistä. Vesistöreitin sedimentistä löytyi kohonneita hartsihappo- ja reteenipitoisuuksia, vaikka pitoisuudet olivat pienentyneet verrattuna korkeimman kuormituksen aikaan ennen tehokasta jäteveden puhdistusta. Haitta-aineita mitattiin edelleen yli 30 km:n päässä päästölähteestä alavirtaan. Ääritilanteissa eli voimakkaiden tulvien ja virtausten tapauksissa veteen vapautuvien hartsihappojen määrä voi yhä olla eliöille haitallisella tasolla, mutta reteenin vapautuminen oli puolestaan vähäistä.

Vesiperhosen toukkien kidusvaurioita tutkittiin vuosien 1999 ja 2008 välillä kerätyllä aineistolla. Aikaisemmissa tutkimuksissa alueella oli havaittu kidusvaurioita, ja tässä aineistossa kidusvauriot laskivat vasta vuonna 2008 yhtä alhaiselle tasolle kuin vertailukohteissa. Vesiperhosten toukkien kidusvauriot soveltuvatkin bioindikaattoriksi vesistön ekologisen tilan arvioinnissa. Äänekosken vesistöstä pyydettiin myös ahvenia ja särkiä, joiden maksasta mitattiin EROD-aktiivisuutta. Reteeni on EROD-indusoiva yhdiste, ja 1970-luvulla EROD-aktiivisuus on ollut alueen kaloissa äärimmäisen korkea. Kesällä 2009 pyydetyistä kaloista ei kuitenkaan löytynyt EROD-induktiota, mikä tukee muita tuloksia vesistön palautumisesta ja eliöstön vähäisestä reteenialtistuksesta.

Jouni Lehtoranta Suomen ympäristökeskuksesta johti projektia *Mikrobiologiset prosessit kontrolloivat raudan, mangaanin ja fosforin sitoutumis- ja vapautumisreaktioita mineraalisaostumissa*. Hanke lisäsi tietoa merenpohjaan syntyvien rauta-mangaanisaostumien mikrobiyhteisöistä ja -tiheyksistä, saostumien fysikaalisista ominaisuuksista ja peruskemiasta sekä mikrobien hallitsevasta merkityksestä saostumien liukenemisessa. Mikrobiologisilla prosessitutkimuksilla selvitettiin raudan ja mangaanin pelkistyksen osuutta mineraalien muodostumisessa ja liukenemisessa.

Hankkeessa osoitettiin, että mikrobit osallistuvat sekä mangaanin että raudan hapettumiseen. Saostumien sisältämät mikrobit kykenevät siis muodostamaan liukoisista pelkistyneistä metalliyhdisteistä kiinteitä metallioksideja ja näin edelleen kasvattamaan saostumia. Hankkeen yhteistyökumppanina toimineessa Helsingin yliopiston Geologian laitoksessa tehtiin lisäksi analyysejä saostumien vyöhykkeellisyydestä. Mangaani- ja rautavyöhykkeet saostumissa vaihtelivat selvästi sisäkehältä ulkokehälle siirryttäessä. Vyöhykkeisyys saattaa heijastaa ympäristötekijöiden muutoksia, jotka puolestaan ovat vaikuttaneet saostumien mikrobiprosesseihin. Tuloksia voidaan soveltaa mm. raudan ja mangaanin kiertotutkimuksiin sellaisissa ympäristöissä, joissa rauta- ja mangaanioksideja esiintyy runsaasti (esim. erilaiset luonnolliset ympäristöt, kaivosteollisuuden ympäristöt, kaivosteollisuuden jätevedet). Hanke tuotti myös menetelmällistä tietotaitoa, sillä mikrobiologisen pelkistymisen mittaamiseen käytetyt tekniikat ovat sovellettavissa moniin muihinkin ympäristöihin, joissa esiintyy hapettomuutta, kuten suot, pohjavedet, jäteveden puhdistamot, pohjasedimentit ja vesijohtoverkostot.

Indikaattorilajit ja biodiversiteetin suojelu muuttuvassa metsämaisemassa: edistävätkö avainbiotoopit terrestrisen ja akvaattisen luonnon suojelua? Tätä pohdittiin **Timo Muotkan** hankkeessa Oulun yliopistossa. Tutkimus käsitteli latvapurojen ja niiden rantametsien biodiversiteetin vaihtelun samansuuntaisuutta ihmisen muokkaamassa metsäympäristössä. Oletuksena oli, että lajimäärä, erityisesti uhanalaisten ja silmälläpidettävien lajien määrä, kasvaa luonnontilaisuuden myötä.

Tulosten mukaan vain osa rantametsän lajiryhmistä vastasi ihmisvaikutukseen odotetulla tavalla. Useimpien akvaattisten ryhmien (mm. koskikorennot, päivänkorennot, vesisammalet ja piilevät) vasteet rantametsän luonnontilaisuuteen olivat vahvempia kuin terrestrisillä ryhmillä. Vesiselkärangattomien ja -sammalten lajikoostumuksen vaihdunta eli beta-diversiteetti jopa väheni luonnontilaisuuden asteen kasvaessa. Perinteisesti on uskottu ihmisvaikutuksen homogenisoivan yhteisöjä, jolloin beta-diversiteetti vähenee. Vesieliöillä havaittu yllättävä tulos johtunee siitä, että ihmisvaikutteisuuden luonne vaihteli muutettujen paikkojen välillä, jolloin ihmistoiminta ei ollutkaan ympäristöä ja eliöstöä homogenisoivaa. Tulokset osoittivat, että vesi- ja rantaluonto muodostavat kiinteässä vuorovaikutuksessa olevan kokonaisuuden, jonka hoidon, suojelun ja tutkimuksen tulisi olla integroitua eli maa-vesirajapinnan ylittävää.

Kuva: Päivi Tikka

Suomen ympäristökeskuksessa toteutettiin **Saara Bäckin** alulle laittama hanke *Pohjaeliöstön ja habitaattien mallintaminen pohjoisen Itämeren sublitoraalivyöhykkeillä*. Hankkeessa kerättiin pohjaeläinaineistoja ja fysikaalis-kemiallisia aineistoja läntiseltä Suomenlahdelta ja Saaristomereltä. Saaristossa pohjan rakenne on mosaiikkimainen, joten aineistoa saatiin monentyyppisistä ympäristöistä. Suuret kontrastit ympäristötekijöissä tarjosivat hyvät mahdollisuudet pohjaeläinhabitaatti-suhteiden analysointiin. Pehmeillä pohjilla pohja-aineskoostumus selitti hyvin pohjaeläinyhteisön koostumusta, koska ravinnonkäytöltään erilaiset pohjaeläinryhmät asuttivat erilaisia pohjahabitaatteja. Tunnettaessa merialueen fysikaalinen rakenne voidaan siten arvioida sen arvoa pohjaeläinten elinympäristönä. Pohjaeläimet ovat esimerkiksi monien kalojen sekä vesilintujen ravintoa, joten niiden yhteisökoostumus ja lajistollinen runsaus vaikuttavat suoraan ympäristön kokonaismonimuotoisuuteen.

Tulokset edesauttavat meriensuojelua lisäämällä tietämystä merenpohjan eliöyhteisöjen biodiversiteetin alueellisesta ja ajallisesta vaihtelusta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Tuloksia voidaan hyödyntää mm. merialueiden käytön alueellisessa suunnittelussa ja tehtäessä päätöksiä mereisistä suojelualueista. Pohjaeläimet osallistuvat aineiden kierrätykseen ekosysteemeissä, minkä vuoksi niiden runsaus ja lajikoostumus sekä lajien funktionaaliset roolit tulee ottaa huomioon myös kehitettäessä ekosysteemien toimintaa ja meren tilaa kuvaavia malleja.

Matti Leppärannan johtamassa hankkeessa Helsingin yliopistossa tutkittiin *Suomen järvien ääni-ilmastoa*. Ääni kulkee vedessä hyvin, minkä vuoksi yksittäinen äänilähde vaikuttaa laajalla alueella, ja äänihäiriötä on vaikea päästä pakoon. Järvien akustiikasta ei juurikaan ole aiempaa tietoa, ei Suomesta eikä muista maista.

Luonnollisia ääniä järviin aiheuttavat tuuli ja aallokko, kaasukuplien dynamiikka, sade ja talvella lisäksi jään halkeilu. Ääniä syntyy myös vesiliikenteestä, rakennustoiminnasta, kalastuksesta ja erilaisista vapaa-ajan toiminnoista. Tässä hankkeessa koottiin Etelä-Suomen järvistä edustava, kaikki vuodenajat kattava aineisto. Yksittäiset äänimittaukset kestivät kymmenestä minuutista kahteen tuntiin, ja tuloksena oli kussakin tapauksessa äänispektrin aikasarja. Talviajan äänitaso oli yleenä 30–50 dB. Voimakkainta ääni oli 100–700 Hz taajuuksilla. Talven ääni-ilmastossa matalat taajuudet olivat heikkoja paitsi toisinaan jään halkeilun aikana. Kesäaikana äänitaso oli järvillä korkeampi, 60–90 dB, koska jääpeitteettömänä aikana tuulen, aallokon ja sateen vaikutukset tulivat kuuluviin. Vesijärvellä tutkittiin myös erilaisten alusten aiheuttamia ääniä. Vaikka äänitaso nousi huomattavasti alusten läheisyydessä, yli kilometrin päässä veneliikenneväylältä merkittävää eroa ei enää havaittu luonnontilaan verrattuna.

Aineistoa voidaan käyttää järvien ympäristöselvityksissä. Tietoja äänten vaikutuksista esim. kalojen käyttäytymiseen järvissä ei juuri ole saatavissa, mutta hankkeen tulosten perusteella voidaan aiempaa paremmin arvioida, miten ääniolosuhteet heijastuvat kaloihin. Nyt pystytään testaamaan esim. kalastajien subjektiivisia havaintoja, joiden mukaan moottoriveneliikenteen lisääntyminen olisi karkottanut kaloja liikenneväylien läheisiltä alueilta.

Kuva: Päivi Tikka

Tom Wiklundin ryhmä Åbo Akademista käsitteli aihetta *Tributyylitinalla saastuneen veden ja sedimentin vaikutus kalojen lisääntymiskykyyn*. Rannikkovesiemme pohjasedimenteissä esiintyy lähinnä laivojen pohjamaaleista peräisin olevaa tributyylitinaa (TBT) korkeina pitoisuuksina. TBT:aa vapautuu jossain määrin sedimenteistä veteen, eikä yhdisteen kaikkia vaikutuksia tunneta. Sen kuitenkin tiedetään aiheuttavan esim. lisääntymisongelmia kaloille.

Tutkimuksessa altistettiin akvariossa kasvatettuja seeprakaloja erilaisille TBT-pitoisuuksille, ja naaraille laskettiin lisääntymiskykyä mittaava gonadosomaattinen indeksi sekä mitattiin plasman vitellogeniinin eli ruskuaisen esiasteen pitoisuus. Mielenkiintoisin tulos oli, että alhaiset TBT-pitoisuudet (0,1; 1; 5 ja 25 ng/l) näyttivät olevan haitallisempia kalojen lisääntymiskykyä indikoiville muuttujille kuin korkeammat pitoisuudet (50, 250 ja 500 ng/l). Samaan suuntaan viittaavia tuloksia saatiin Itämerestä pyydystetyillä kolmipiikeillä. Kokeita on jatkettu, jotta saataisiin selville, miten TBT vaikuttaa itse lisääntymistulokseen eli mätimunien määrään, niiden hedelmöittymiseen ja poikasten kuoriutuvuuteen, mutta tulokset eivät ole vielä valmiita. Hankkeen lopputulemana pyritään arvioimaan TBT:n vaikutuksia luonnonkalojen populaatioihin.

Helsingin yliopistossa työskentelevä **Anna-Lea Rantalainen** ryhmineen tutki aihetta *Kaupungin hulevesien sisältämät haitta-aineet ympäristössä*. Hankkeen aikana kerättiin hulevesinäytteitä eriasteista urbanisoitumista edustavista kohteista Lahden alueelta. Mitä kaupunkimaisempaan ympäristöön siirryttiin, sitä korkeammiksi kasvoivat veden polyaromaattisten hiilivetyjen (PAH) pitoisuudet. Hulevesien mukana kulkeutuvassa kiintoaineksessa niiden keskimääräinen pitoisuus oli samoin korkein kaupunkikeskustan alueella, mutta muiden, vähenevää kaupunkimaisuutta edustavien kohteiden välillä ei ollut eroja. Paikalliset ympäristötekijät, kuten teiden vilkkaus ja parkkipaikkojen tai viheralueiden läheisyys sen sijaan vaikuttivat merkitsevästi maa-aineksen PAH- ja PCB-pitoisuuksiin. Hulevedet purkautuvat suoraan Vesijärveen, ja keskusta-alueen purkuaukkojen lähellä järvivedessä havaittiinkin korkeampia haitta-ainepitoisuuksia kuin muilla alueilla.

Hulevesien kuljettama kiintoaines sisältää merkittäviä määriä orgaanisia ympäristömyrkkyjä, joten kiintoaineksen poistaminen hulevesistä osaltaan parantaisi vastaanottavan vesistön tilaa. Osa kiintoaineksesta toki pidättyy viemäriverkostoon, mutta aktiivisempia menetelmiä sedimentaation edistämiseksi on syytä kehittää. Pidättyneen kiintoaineksen haitta-ainepitoisuus olisi myös otettava huomioon aineksen jatkokäsittelyssä.

MAAEKOSYSTEEMIEN JA POHJAVESIEN TUTKIMUS

Tutkimusala on laaja, mikä näkyy myös rahoitettujen hankkeiden aihevalikoimassa. Vuonna 2010 tuettujen tutkimusten keskiössä olivat mm. soiden ennallistaminen, luonnonuraanin liikkuvuus maaperän ja elollisen luonnon välillä, erilaiset populaatiobiologiset kysymykset ja metsäinventointimenetelmien kehittäminen.

Kuva: Päivi Tikka

Janne Kotiaho Jyväskylän yliopistosta tutki ryhmineen kysymystä *Voidaanko ennallistamalla palauttaa metsäojituksen muuttaman suoekosysteemin rakenne ja toiminta?* Hankkeessa seurattiin kahden ennallistetun suon veden pinnan tasoa, turpeen kemiaa ja kasvistoa kymmenen vuoden ajan ennallistamisen jälkeen. Lisäksi perustettiin vertaileva koe, joka sisälsi ennallistettuja, ojitettuja ja luonnontilaisia kohteita.

Ennallistamisella oli useita positiivisia vaikutuksia. Suon hydrologian palautuminen käynnistyi nopeasti, ja suoveden pinta nousi luontaiselle tasolleen jo ennallistamistoimia seuraavana vuonna. Suoveden alkuainepitoisuudet palautuivat kymmenessä vuodessa lähelle luonnontilaista tasoa. Lisäksi ennallistetun suon pintaturve osoittautui tehokkaaksi hiilen sitojaksi. Kymmenessä vuodessa ennallistetulle suolle kertyi 8 cm uutta turvetta lähinnä rahkasammalten kiihtyneen kasvun myötä, ja turpeeseen laskettiin varastoituneen 1200 g hiiltä neliömetriä kohden. Hiilidioksidiksi muunnettuna tämä vastaa suuruusluokaltaan ojituksen aiheuttamaa hiilen vapautumisen kasvua.

Ennallistaminen myös käynnisti ojitettujen soiden kasvillisuuden rakenteen palautumisen kohti luonnontilaa. Kymmenen vuotta ennallistamisen jälkeen kasviyhteisöt eivät keskimäärin enää eronneet luonnontilaisten soiden yhteisöistä. Ennallistamisen alussa suolla kasvanut lajisto vaikutti kuitenkin merkittävästi rakenteen palautumiseen; ennallistaminen on siis tehokkainta kohteilla, joilta alkuperäinen lajisto ei ole kokonaan hävinnyt ojituksen seurauksena.

Turun yliopistossa tutkittiin **Tero Klemolan** johdolla aihetta *Ilmaston lämpenemisen uhka Lapin koivumetsille: uusien massaesiintymiin kykenevien mittarilajien invaasio*. Keskeisenä kysymyksenä oli hallamittarin ja ruskamittarin todennäköisyys levitä tunturimittarin kaltaisiksi koivutuholaisiksi. Talvehtivien munien pakkasenkestävyyskokeet osoittivat, että ruskamittari ei edes talvien hieman lämmitessä pystyisi leviämään Lapin mantereisiin osiin. Hallamittari kuitenkin kestää lähes samat pakkaslukemat kuin tunturimittari, joten talvilämpötilat eivät sen esiintymistä rajoita. Mikään muukaan tutkittu tekijä ei näyttänyt rajoittavan hallamittarin leviämistä Pohjois-Lappiin. Se ei mainittavasti kärsinyt kilpailutilanteesta tunturimittarin kanssa, se pystyi tehokkaasti käyttämään erilaista koivuravintoa, eivätkä alueen yleispedot pystyneet estämään sen kannankasvua. Näyttääkin siltä, että hallamittarista muodostuu tunturimittarin rinnalle toinen koivutuholainen, jolla on selkeä syklinen kannanvaihtelu ja koivikoita lehdettömiksi syövien toukkien joukkoesiintymä noin kymmenen vuoden välein. Tunturimittarin joukkoesiintymä näyttäisi syystä tai toisesta tapahtuvan kahdesta kolmeen vuotta aikaisemmin kuin hallamittarin joukkoesiintymä. Tästä seuraa, että pahimmillaan yhteen koivikkoon voi kohdistua 5-6 vuotta kerrallaan jatkuva jokakesäinen lehvästövaurio.

Hallamittarista on tulossa tunturikoivikoiden tuholainen jo vakiintuneen tunturimittarin rinnalle Pohjois-Lappiin. Jo nyt koivikot ovat kärsineet aiempaa enemmän tunturimittarin ja hallamittarin yhteistuhoista. Tuhojen torjuminen olisi periaatteessa mahdollista biologista, perhosspesifistä taudinaiheuttajaa käyttäen, mutta tuhoalueiden laajuudesta johtuen torjunta olisi vaikeaa ja vaatisi laajat lentoruiskutukset.

Kuva: Päivi Tikka

Hanke *Luonnonuraanin liikkuvuus biosfäärissä ja sen ekologinen riskinarviointi* toteutettiin Itä-Suomen yliopistossa **Jukka Juutilaisen** johdolla. Kahdelta uraaniesiintymältä kerättiin maaperä- ja kasvillisuusnäytteitä, joista analysoitiin uraanin ja 33 muun alkuaineen pitoisuudet. Pitoisuusmittausten avulla selvitettiin uraanin käyttäytymistä suomalaisessa metsäympäristössä. Uraanin kertyminen kasvien maanpäällisiin osiin oli vähäistä, mutta juuriin uraania varastoitui selvästi enemmän. Radioekologisessa mallintamisessa oletetaan yleisesti, että maaperässä ja eliöissä tavattavien pitoisuuksien välillä on lineaarinen yhteys, jota voidaan kuvata siirtokertoimella. Tässä aineistossa lineaarisuusoletus ei toteutunut, vaan siirtokerroin kasvoi maaperän alkuainepitoisuuden pienentyessä. Koska ydinjätteen loppusijoituksesta ja uraanikaivoksista maaperään kulkeutuvat pitoisuudet ovat todennäköisesti alhaisia, voi siirtokertoimen epälineaarisella käyttäytymisellä alhaisilla pitoisuuksilla olla merkitystä riskianalyyseihin liittyvässä biosfäärimallinnuksessa.

Myös ydinjätteessä esiintyvien koboltin, lyijyn, molybdeenin ja nikkelin siirtymistä maaperästä kasveihin tarkasteltiin. Kaikkien aineiden siirtokertoimet juuriin olivat suurempia kuin varsiin ja lehtiin. Kaikki siirtokertoimet myös vaihtelivat suuresti yhden kasvilajin sisällä, eikä vaihtelu eri kasvilajien välillä ollut lajinsisäistä vaihtelua suurempaa. Mallintamisen yksinkertaistamiseksi on täten perusteltua käyttää samaa siirtokerrointa eri kasvilajeilla.

Muiden alkuaineiden ja maaperän ominaisuuksien vaikutuksia tutkittaessa havaittiin fosfori- ja savipitoisuuden olevan tärkeimpiä uraanin siirtokertoimeen vaikuttavia tekijöitä. Fosforipitoisuus vaikutti myös muiden tutkittujen aineiden siirtokertoimiin. Siirtokertoimen lineaarisuusoletus samoin kumottiin kaikkien aineiden kohdalla. Tuloksia voidaan hyödyntää ydinpolttoainekierron eri vaiheiden riskinarvioinnissa kaivostoiminnasta loppusijoitukseen. Radioekologista mallinnusta voidaan kehittää soveltumaan riskinarvioinnin tarpeisiin sekä suomalaisiin ympäristöolosuhteisiin.

Tallinnassa sijaitsevassa National Institute of Chemical Physics and Biophysics:issa työskentelevä **Angela Ivask** johti hanketta *Keskeisten ympäristömyrkkyjen biosaatavuuden mekanismit ja niihin vaikuttavat tekijät*. Haitta-aineet voivat esiintyä kiintoainekseen sitoutuneina tai veteen liuenneina, ja niiden biosaatavuus eliöille vaihtelee. Tutkimuksessa oletettiin, että partikkeleihin kiinnittynyt biosaatava osuus maaperän ja sedimentin ympäristömyrkyistä on suhteellisen heikosti sitoutunutta ja vapautuu helposti partikkeleiden ja bakteerien suorassa kontaktissa bakteerien eritystoiminnan tai ympäristön fysio-kemiallisten olosuhteiden muutosten seurauksena.

Tulokset osoittivatkin kahden myrkyllisen raskasmetallin, kadmiumin ja elohopean, biosaatavuuden lisääntyvän bakteerisolujen ja maapartikkeleiden joutuessa kosketuksiin keskenään. Biosaatavuuden kasvu johtui pääasiassa bakteeritoiminnan aiheuttamasta paikallisesta happamuuden lisääntymisestä. Tietyt Pseudomonas-bakteerit kuitenkin tuottivat myös pintaaktiivisia aineita, ramnolipidejä, jotka mobilisoivat raskasmetalleja mutteivät välttämättä lisää niiden biosaatavuutta. Ramnolipidit päinvastoin kompleksoivat kadmiumia vähentäen sen biosaatavuutta. Ramnolipidit saattavatkin olla käyttökelpoinen vaihtoehto raskasmetallien saastuttamien kohteiden kunnostamisessa. Kaikkineen tutkimus havainnollisti, kuinka monimutkaisia ympäristömyrkkyjen biosaatavuuteen vaikuttavat mekanismit ovat.

Jouni Nieminen Jyväskylän yliopistosta tutki aihetta *Ravinteiden kierrätys metsäekosysteemiin: ravinteiden huuhtoutumisen ja ilmastovaikutusten vähentäminen*. Hankkeessa selvitettiin helposti hajoavan orgaanisen aineen saatavuuden vaikutusta muokatun ja tuhkalannoitetun avohakkuualueen humuskerroksen hajottajaravintoverkon rakenteeseen ja hajotustoimintaan. Laboratorioesikokeissa havaittiin, että puhtaalla puuntuhkalla käsitellyn maan änkyrimatopopulaatiot kasvoivat useiden sukupolvien ajan käsittelemättömän maan populaatioita hitaammin – sen jälkeenkin, kun populaatiot oli siirretty puhtaaseen maahan. Tuhkalle altistuneiden populaatioiden yhteydessä maaperän typen mineralisaationopeus oli pienempi kuin verrokkipopulaatioiden yhteydessä kaikkien muiden tekijöiden ollessa kontrolloituja. Tuhkan vaikutus välittyi siis myös änkyrimatopopulaation ja sen toiminnan muutoksen kautta. Aiemmin on oletettu tuhkan vaikuttavan lähinnä orgaanisen maan ominaisuuksien ja mikrobiston yhteisörakenteen muutosten kautta.

Yhä käynnissä olevassa maastokokeessa kuusentaimia istutettiin eri tavoin käsiteltyyn maahan. Käsittelyt sisälsivät istutuksen ilman maanmuokkausta, mätästyksen, tuhkan lisäyksen, mätästyksen ja tuhkan sekä edelliset yhdistettyinä orgaanisten aineiden lisäykseen. Maastokokeet perustettiin mahdollisimman hyvin todellisia metsänkäsittelykäytäntöjä vastaavin menetelmin. Tämän ansiosta kokeiden tuottamaa tietoa voidaan suoraan hyödyntää kehitettäessä tehokkaampia ja ympäristöystävällisempiä menetelmiä ravinteiden kierrättämiseksi metsäekosysteemiin.

Kuva: Jari Niemelä

Suomen uhanalaisten petolintujen populaatiobiologia ja suojelu kiinnostivat Oulun yliopistossa toimivaa **Markku Orellin** ryhmää. Hankkeen tulosten mukaan ihmisvaikutusta karttavan maakotkan esiintymistä selitti parhaiten ihmisen muokkaaman ympäristön osuus maisemassa. Muuttohaukan esiintymiseen taas vaikutti ennen kaikkea lajin suosimien yhtenäisten avosoiden määrä. Näiden lajien potentiaalisen pesimisympäristön määrää ja sijoittumista tutkittiin mallintamalla tuotettujen karttojen avulla, jotka paljastivat molempien lajien elinympäristöjen olevan äärimmäisen pirstoutuneita. Petolintujen on aiemmin havaittu kasvattavan reviirikokoaan suotuisan habitaatin osuuden pienetessä maisemassa. Vahvan reviirikäyttäytymisen vuoksi tietylle alueelle mahtuu tällöin pesimään vähemmän pareja, mikä edelleen pienentää populaatiokokoa. Hankkeen tulokset siis tukevat aiemmin esitettyä huolta maakotkan ja muuttohaukan elinympäristöjen laadusta ja määrästä.

Tulosten avulla voidaan arvioida elinympäristön laatua maanlaajuisesti ja paikantaa sekä pahiten pirstoutuneet että korkealaatuisimmat elinympäristöt, jolloin on mahdollista antaa yksityiskohtaisia alueellisia suojelusuosituksia. Tällä hetkellä suojelualueiden ulkopuolella sijaitsevat maakotkan pesät on rauhoitettu metsätaloudelta 800–1000 metrin vyöhykkeellä pesintäkauden aikaan ja muulloin 200 metrin säteellä. Hankkeen tulosten mukaan nykyiset suojarajat ovat riittämättömiä: Mikäli ihmisen muokkaaman ympäristön osuus nousi yli viiteen prosenttiin neljän neliökilometrin laajuisissa havaintoruuduissa, lajia ei todennäköisesti esiintynyt. Jos taas pesien ympärillä olevan suojavyöhykkeen leveys kasvatettaisiin vähintään 1150 metriin, saataisiin 4,15 km^2:n laajuisia häiriöttömiä alueita. Muuttohaukan kohdalla puolestaan olennaisinta on pyrkiä turvaamaan pesintään soveltuvat avosuot laajoina yhtenäisinä alueina.

Mikko Vehmas Itä-Suomen yliopistosta teki väitöskirjaansa aiheesta *Suojelualueiden ekologisesti tärkeiden luontokohteiden kartoitus ja tulkinta laserkeilauksen avulla*. Työssä kehitetyillä menetelmillä saatiin erotettua metsiköistä ympäristönsuojelullisesti tärkeitä piirteitä. Laserkeilaimen tuottama kolmiulotteinen pisteparvi erotteli hyvin erilaisiin ravinteisuusluokkiin kuuluvia metsikkötyyppejä vertikaalisten rakennepiirteiden erojen avulla, joten rehevimmät kasvupaikat saatiin tunnistettua. Laserkeilauksen avulla pystyttiin myös arvioimaan pienaukoissa esiintyvän lahopuun määrää, mikä taas osaltaan toimii metsän luonnontilaisuuden indikaattorina.

Tutkimus edistää luonnontilaisten metsien tunnistus- ja kartoitustyötä siten, että maastoinventoinnit pystytään suuntaamaan laserkeilainaineiston avulla havaittuihin potentiaalisiin kohteisiin. Kasvupaikkatutkimuksissa käytetty menetelmä mahdollistaa esimerkiksi pienialaisten lehtolaikkujen tunnistamisen metsikkökuvioilta. Erityyppisistä metsiköistä on kuitenkin koottava kattava referenssiaineisto, jotta tulokset olisivat riittävän tarkkoja. Tutkimuksessa saatuja tuloksia luonnontilaisten metsien pienaukkojen spatiaalisesta rakenteesta (esim. pienaukkojen koko, muoto ja tilajärjestys) taas voidaan käyttää suunniteltaessa ennallistamistoimenpiteitä metsiköille.

Kuva: Päivi Tikka

Helsingin yliopistossa tutkittiin **Fred Asiegbun** johdolla aihepiiriä *Juurikäävän (Heterobasidion spp) biologisen torjunnan ympäristövaikutusten arvioiminen*. Saprotrofista harmaaorvakka-sientä (*Phlebiopsis gigantea*) käytetään yleisesti juurikäävän luonnonmukaisessa torjunnassa. Juurikäävän esiintymistä estävistä tekijöistä tiedetään kuitenkin varsin vähän. Tässä hankkeessa vertailtiin eri maantieteellisiltä alueilta peräisin olevien harmaaorvakkakantojen kasvua, entsyymien tuotantoa, puun lahottamiskykyä ja kykyä syrjäyttää juurikääpä.

Kasvualustalla oli merkitsevä rooli sienten välisessä vuorovaikutuksessa. Puhtaalla puulla kasvaessaan 90 % oravakkakannoista pystyi syrjäyttämään juurikäävän, kun vastaava luku synteettisellä glukoosipitoisella Hagem-alustalla oli vain 4 %. Harmaaorvakan eri kantojen kasvukyky vaihteli lisäksi esim. lämpötila- ja ravinneolosuhteiden mukaan. Orvakan ja käävän välinen antagonistinen suhde perustuu ainakin osittain niiden erilaiseen kykyyn hajottaa puun ainesosia, mikä puolestaan määräytyy osittain paikallisten olosuhteiden mukaan.

Lisäksi analysoitiin riskiä biologiseen torjuntaan käytetyn harmaaorvakan kehittymisestä metsäpatogeeniksi. Mäntyjä ja kuusia infektoitiin sekä harmaaorvakalla että juurikäävällä, ja molempien lajien havaittiin aluksi aiheuttavan solukuolemista johtuvia vioittumia. Juurikääpävauriot jatkoivat kasvuaan ajan kuluessa, kun taas harmaaorvakan aiheuttamat vioittumat paranivat muutaman viikon kuluessa infektiosta. Siten riskiä harmaaorvakan muuttumisesta puille haitalliseksi patogeeniksi voidaan pitää vähäisenä.

YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKIMUS JA KEHITTÄMINEN

Kuva: Päivi Tikka

Ympäristötekniikan painoalan tarkoituksena on tuottaa tutkimukseen pohjautuvia innovaatioita ympäristön tilan parantamiseksi. Vuoden 2010 aikana rahoitettiin mm. mikrobitunnistukseen sekä vesissä ja maaperässä esiintyvien haitta-aineiden hajottamiseen ja poistamiseen liittyvää tutkimusta.

Helsingin yliopistossa työskentelevän **Petri Auvisen** tutkimusryhmän haasteena oli *Tarkan tunnistamismenetelmän kehittäminen ympäristön mikrobeille*. Projektin tavoitteena oli kehittää yleiskäyttöinen ja tarkka mikrosirusovellutus mikrobien havaitsemiseksi ympäristönäytteistä sekä ratkaista diagnostisille siruille tyypillisiä herkkyys- ja spesifisyysongelmia. Kehitetty testi saatiinkin toimimaan toivotulla tavalla ja herkkyydellä.

Testin ensimmäisen version (LDR1) kvantitatiivisuus ei kuitenkaan ollut tavoiteltua tasoa, joten hankkeessa on kehitetty jo seuraavan sukupolven testi, LDR2. Uusi versio on merkittävästi parantanut testin herkkyyttä sekä testin toimivuutta haluttaessa mitata monia kohteita yhtä aikaa. Testin merkittävin parannettu ominaisuus on, että ympäristönäytteitä ei aina tarvitse monistaa ennen testin tekemistä, toisin kuin LDR1-testissä. Herkkyyden lisääntyminen ei kuitenkaan ole tapahtunut spesifisyyden kustannuksella.

Projekti on luonteeltaan ollut soveltava, mutta samalla on tutkittu ympäristöjen mikrobistoa. Kehitetyillä testeillä voidaan kohtuullisen tarkasti seurata ympäristön mikrobipopulaatioiden vastetta esimerkiksi vesien rehevöitymiseen ja kemikalisoitumiseen. Testiä on jo sovellettu useissa hankkeissa erilaisissa ympäristöissä, mm. yhteistyöprojektissa, jossa tutkitaan järvien rehevöitymisen vähentämiskeinoja.

Martin Romantschuk Helsingin yliopistosta veti hanketta *Elektrolyyttinen ja kemiallinen hapentuotto saastuneen merenpohjan sedimentin in situ bioremediaatiossa; tributyylitina (TBT) mallisaasteena*. Vesistöjen syvänteiden pohjavesi ja sedimentti kärsivät usein ajoittaisesta hapettomuudesta. Muiden negatiivisten vaikutusten ohella hapen puute rajoittaa haitta-aineiden, kuten tributyylitinan, hajoamista sedimentissä. Hankkeen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia hapen määrän lisäämiseen happea hitaasti vapauttavan rakeisen kalsiumperoksidin avulla. Happitason nosto kiihdyttää orgaanisten aineiden hajotusta hiilidioksidiksi ja vedeksi. Myös aerobisten bakteerien määrä lisääntyy sedimentissä, mikä edelleen nopeuttaa haitta-aineiden hajotusta.

Kalsiumperoksidin vaikutuksia testattiin sekä laboratorio- että kenttäoloissa. Järvimittakaavan koe toteutettiin levittämällä kalsiumperoksidia Hollolan Työtjärven syvänteeseen annostuksella 50g/m^2 ja käyttämällä kontrollina toista saman järven aluetta. Talven aikana happitaso säilyi käsitellyllä alueella hieman korkeampana kuin kontrollialueella. Aerobisten heterotrofien määrä samoin nousi käsittelyn vaikutuksesta. Mitään haittavaikutuksia, esim. kalsiumpitoisuuden kasvua tai pH:n nousua ei havaittu. Kalsiumperoksidia voidaan täten pitää ympäristölle turvallisena aineena jonka käytöllä on etuja moniin muihin menetelmiin verrattuna. Kemikaali hajoaa hitaasti luovuttaen happea useiden kuukausien ajan. Kalsiumperoksidi on helppo levittää veneestä eikä sedimenttiä tarvitse pöyhiä. Näin veden laatu ei heikkene väliaikaisestikaan käsittelyn takia. Huoltokustannuksia ei ole, ja työvoimakustannukset jäävät pieniksi.

Tampereen teknillisessä yliopistossa tutkittiin **Tuula Tuhkasen** johdolla aihetta *Vaikeasti hajoavien yhdisteiden biohajoavuuden parantaminen optimoimalla Fenton-käsittelyä*. Kemiallisen esikäsittelyn tiedetään nopeuttavan saastuneen maaperän ja jätevesien haitta-aineiden häviämistä. Tässä hankkeessa testattiin vetyperoksidin ja ferroraudan yhdistelmän eli Fentonin reagenssin käytettävyyttä sekä laboratorissa että täyden mittakaavan kunnostuskohteissa.

Todellisissa kunnostuskohteissa paikalliset olosuhteet vaikuttivat merkittävästi haitta-aineiden hajoamiseen. Paljon orgaanista ainesta sisältävässä maaperässä vaikeasti hajoavien yhdisteiden hapettaminen vaati niin suuria reagenssiannoksia, ettei käsittely olisi taloudellisesti kannattavaa. Toisaalta taas orgaanisen aineen pitoisuuden ollessa alhainen yhdisteet hajosivat helposti. Jätevesisssä vastaavien yhdisteiden havaittiin olevan hajotettavissa Fentonin avulla, kunhan muut hajotusta häiritsevät ainesosat oli esikäsittelyssä poistettu. Kemikaalikäsittely ei tuhonnut maaperän tai veden luontaista mikrobiaktiivisuutta vaan pikemminkin edisti bioaktiivisuutta. Fenton-käsittely siis sopii vaikeasti hajoavien yhdisteiden hapettamiseen, mutta reagenssin annostus sekä lisäys- ja sekoitustekniikat täytyy suunnitella ja testata tapauskohtaisesti. Huomattavaa on, että todellisissa kunnostustapauksissa reagenssia tarvitaan yleensä laboratorio-olosuhteita enemmän.

YHTEISKUNNALLISTEN OHJAUSKEINOJEN TUTKIMUS

Yhteiskunnallisen ympäristötutkimuksen alueeseen kuuluvissa hankkeissa mm. kehitettiin taloudellista arvottamista, tutkittiin lasten ja nuorten ympäristöasenteita ja asuinympäristön käyttöä sekä etsittiin monitieteistä lähestymistapaa ympäristöongelmien ratkomiseen.

Kuva: Päivi Tikka

Marko Lindroos Helsingin yliopistosta johti hanketta *Taloudellinen vuorovaikutus ja arvottaminen monilajimalleissa – esimerkkitapauksena Itämeren lohi ja harmaahylje*. Käytännössä hankkeessa keskityttiin Itämeren loheen, koska hyljekannan nykytilaan, kalastukselle aiheutuviin hyljevahinkoihin, vahinkojen estämiseen ja rahalliseen kompensointiin liittyvä tieto osoittautui liian puutteelliseksi ja hajanaiseksi. Lohikantojen osalta tutkittiin suojelun ja virkistyskalastuksen markkinahinnattomien hyötyjen taloudellista arvottamista.

Tornionjoen ympäristössä toteutetussa kyselytutkimuksessa sovellettiin ehdollisen arvottamisen menetelmää (contingent valuation method) ja valintakoemenetelmää (choice experiment). Tutkimusaineistoa tullaan käyttämään intervalliaineistojen mallintamiseen, vastaajien valintoihin liittyvän epävarmuuden ja vaikeuden arviointiin sekä vastaajien heterogeenisuuden mallintamiseen. Arvottamismenetelmien kehittäminen on tärkeää, jotta tulosten luotettavuutta saadaan parannettua. Arvottamistutkimuksen keskeisenä antina puolestaan on rahamääräisen arvon määrittäminen markkinahinnattomille hyödykkeille (esim. lohikantojen suojelusta aiheutuville hyödyille), jolloin ne on nykyistä helpompi ottaa huomioon päätöksenteossa.

Marko Joas luotsasi Åbo Akademissa toteutettua laajaa hanketta *Saaristomeren uhkakuvat ja ratkaisumallit – poikkitieteellinen tutkimus alueellisesta kestävästä kehityksestä rannikon ja saariston ekosysteemeissä*. Hankkeen tausta-ajatuksena oli henkilökohtaisten ympäristökokemusten kietoutuminen kulttuurisiin ja yhteiskunnallisiin hallintorakenteisiin. Nämä ovat keskenään linkittyneitä ja erilaisissa vuorovaikutussuhteissa luonnonympäristöjen kanssa. Peruskysymyksiksi asetettiin: Millä edellytyksillä voidaan saavuttaa yksilöitä ja yhteiskunnallisia ryhmiä yhdistävä ymmärrys Saaristomeren kestävän kehityksen ulottuvuuksista? Millä tavoin yksilöiden asenteet, muuttuvat sosiaaliset ja taloudelliset elinehdot sekä olemassa olevat hallinnolliset rakenteet ovat kytköksissä muuttuvaan paikalliseen ympäristöön?

Vastauksia etsittiin empiirisellä tutkimuksella, jossa kartoitettiin saariston vakituisten asukkaiden, kesäasukkaiden, päättäjien ja virkamiesten näkemyksiä kestävästä kehityksestä ja hyvästä elämästä sekä pyrittiin ymmärtämään, millä tavalla kestävän kehityksen käsite on riippuvainen tarkasteltavan alueen sijoittumisesta keskusta–periferia –akselille. Ympäristökysymykset ja kestävän kehityksen aihepiirit osoittautuivat vaikeasti hallittaviksi ja ratkaistaviksi. Vaikka yksittäisiin ongelmiin olisi osoitettavissa luonnontieteisiin pohjaavia ratkaisumalleja, ne jäävät käyttökelvottomiksi, mikäli yhteiskunnallisia reunaehtoja ja yksilöiden kokemusmaailmaa ei kyetä ottamaan huomioon. Tulevaisuudessa päätösvalmistelun ja yhteiskunnallisten ohjauskeinojen valinnan tuleekin perustua nykyistä osallistavampiin ja useampia lähestymistapoja sisältäviin prosesseihin.

Kuva: Päivi Tikka

Jyväskylän yliopistossa tutkittiin aihetta *Ympäristöasenteisiin vaikuttavat tekijät ja niiden pitkäaikaismuutokset nuorilla*. Hankkeen johtajana toimi **Markku Kuitunen**. Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli selvittää, vaikuttaako perheen sisäinen vuorovaikutus ja perhekulttuuri nuorten ympäristöasenteisiin ja ympäristövastuulliseen käyttäytymiseen. Asenteisiin ja käyttäytymiseen luontoa ja ympäristöä kohtaan voidaan vaikuttaa vasta, kun ymmärretään paremmin ympäristötietoisuuden kehittymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Eniten yhteneväisyyttä havaittiin perheiden vanhempien välillä tiedossa, asenteissa ja käyttäytymisessä. Tiedon osalta riippuvuutta oli myös poikien ja äitien välillä, asenteissa tyttöjen ja isien välillä, sekä käyttäytymisessä tyttöjen ja äitien välillä. Perheissä isien ympäristötiedon määrä oli korkein. Tyttöjen ja poikien tiedossa ei ollut eroja. Asenteiltaan tytöt olivat yhtä myönteisiä kuin vanhempansa, mutta pojat olivat huomattavasti vanhempiaan sekä ikäisiään tyttöjä negatiivisempia. Ympäristökäyttäytymisessä äidit olivat perheissä aktiivisimpia ja pojat selvästi passiivisimpia. Vanhempien koulutustaustalla ei ollut vaikutusta nuorten tietoon, asenteisiin tai käyttäytymiseen. Myönteinen asennoituminen ympäristöön vaikutti käyttäytymiseen. Tiedon vaikutus asenteisiin ja käyttäytymiseen ei ollut yhtä selvä. Nuorempi sukupolvi ei osoittautunut vanhempiaan ympäristötietoisemmaksi, ja etenkin poikien negatiivinen asennoituminen oli merkillepantavaa.

Tutkimuksen jatkoksi pyritään kehittämään uusi, validi mittari ympäristöasenteiden tutkimiseen. Mittaria voisi käyttää esim. tutkittaessa erilaisten ympäristökasvatusprojektien vaikutuksia ympäristötietoisuuden muuttumiseen.

Sirpa Tanin johtama tutkimusryhmä paneutui aihepiiriin *Elämisen, oppimisen ja hyvinvoinnin tilat: ympäristön merkitykset lasten ja nuorten arkielämässä*. Tutkimus tehtiin Helsingin yliopistossa.

Hankkeessa kerättiin aineistoja helsinkiläisten peruskoululaisten parissa. Oppilaat tuottivat kirjoittaen, piirtäen ja valokuvaten aineistoja aiheesta "Minun ympäristöni", ja lisäksi kokeiltiin aikatilapolun soveltamista lasten kanssa. Myöhemmin keskityttiin nettikartan käyttöön lähiympäristön tutkimisessa; oppilaat merkitsevät karttaan heille merkityksellisiä lähiympäristön paikkoja, kirjoittavat niistä kuvaukset ja liittävät mukaan valokuvia. Lopuksi oppilaat keskustelevat tekemistään merkinnöistä pienryhmissä. Hanke tuottaa uutta tietoa lasten suhtautumisesta ympäristöönsä kaupungeissa ja korostaa heidän aktiivista osallisuuttaan. Näin ollen hanke vahvistaa aiemmin vähälle huomiolle jäänyttä kaupunkimaiseen ympäristöön sijoittuvaa ympäristökasvatuksen tutkimusta.

Kuva: Päivi Tikka

YMPÄRISTÖTUTKIMUKSESTA TIEDOTTAMINEN

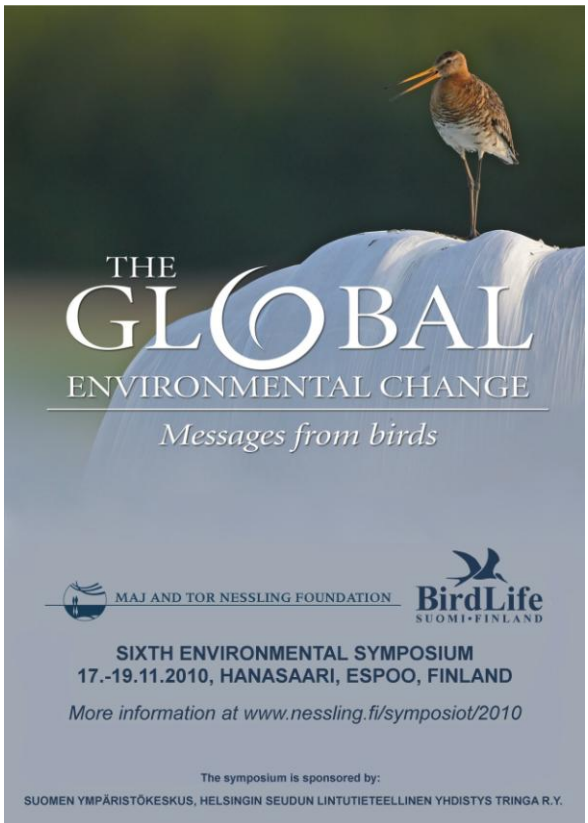
Kuva : Päivi Tikka

Ympäristötutkimuksesta tiedottamisen alaan kuuluvat sekä tieteelliset tutkijakonferenssit että päättäjille ja muille tiedonkäyttäjille suunnatut tiedottamis- ja keskustelutilaisuudet. Lisäksi tuetaan ympäristönsuojelua edistävien julkaisujen tuottamista. Tiedottamistoiminnan tukemisen perimmäisenä tarkoituksena on vaikuttaa sekä yhteiskunnalliseen päätöksentekoon että yleiseen mielipiteeseen ja ympäristötietoisuuteen.

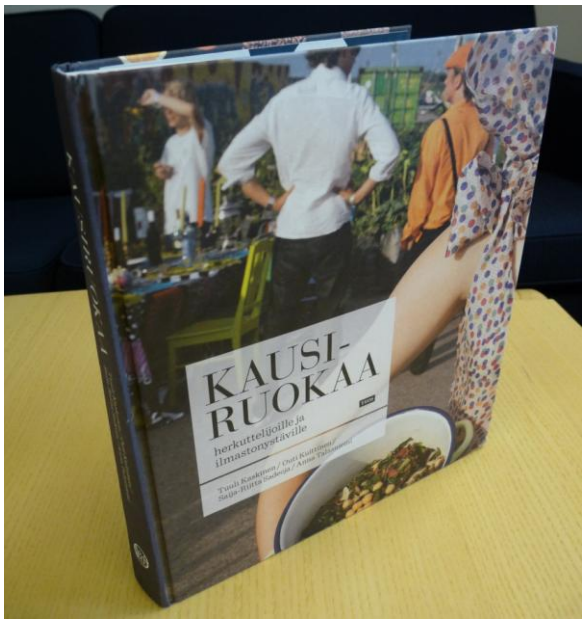
Säätiö tuki vuonna 2010 seuraavia Suomessa järjestettyjä ympäristötutkimuksellisia tapahtumia:

1. *Unohdetut uhanalaiset – Luonnonsuojeluseminaari ja julkaisu*
2. *Suurjärviseminaari 2010. Muuttuva ilmasto – muuttuvat vesistöt ja yhteiskunta.*
3. *International Aerosol Conference 2010*
4. *HENVI Science Day 2010: Man-Made Substances and Environment – Multidisciplinary Research on Risks and Future Possibilities*
5. *Helsinki Summer School 2010 public seminar: In Partnership with Nature: how can agriculture and forestry contribute?*
6. *2010 World Conference of Resource Modelling Association: Integrating biology, economics and mathematics for sustainable use of natural resources*

Säätiö järjesti marraskuussa 2010 kuudennen oman ympäristösymposionsa *The Global Environmental Change – Messages from Birds* yhteistyössä BirdLife Suomen kanssa. Kolmipäiväisen symposion tieteellisiin esitelmiin ja keskusteluihin osallistui noin 180 henkilöä ja erilliseen yleisötilaisuuteen lisäksi noin 40 henkeä. Symposion erikoisnumero julkaistaan vuoden 2011 lopussa sarjassa Boreal Environment Research.



Säätiö tuki myös uraauurtavan keittokirjan *Kausiruokaa herkuttelijoille ja ilmastonystäville* kirjoittamista. Keväällä 2011 julkaistun kirjan tekijöitä ovat **Tuuli Kaskinen, Outi Kuittinen, Saija-Riitta Sadeoja ja Anna Talasniemi**. Ensimmäisenä suomalaisena keittokirjana teos esittelee reseptejä, joiden hiilijalanjälki on laskettu. Hiilijalanjäljessä on otettu huomioon sekä raaka-aineiden että ruoan valmistamisen osuus. Lisäksi kirjassa on tieto-osioita, joissa kuvaillaan tarkemmin ruoan tuottamisen, kuljettamisen, pakkaamisen ja valmistamisen ilmastovaikutuksia. Kirja on suunnattu pääsääntöisesti kotikokeille, ja se tarjoaa helpossa ja ymmärrettävässä muodossa tutkittua tietoa ruoan ilmastovaikutuksista sekä ruokareseptejä, joilla on pieni hiilijalanjälki. Näin kirja pyrkii toimimaan käytännön oppaana kohti vähemmän hiilipäästöjä tuottavaa elämäntapaa.



PRO
AERE
AQUA
TERRA

MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ

Yhteystiedot:

MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ

Fredrikinkatu 20 B 16, 00120 Helsinki

Puh: (09) 4342 550, sähköposti: toimisto@nessling.fi

www.nessling.fi