

IS

1 | 2021
ILMANSUOJELU

ELOHOPEA – IKUINEN KIERTOLAISEMME? s.4

LAHTI ON EUROOPAN YMPÄRISTÖPÄÄKAUPUNKI 2021 s.10

GREEN PATHS -REITTIOPAS AUTTAA LÖYTÄMÄÄN
MIELLYTTÄVIMMÄT REITIT PÄÄKAUPUNKISEUDULLA s.14

VOIKO SADETTA TEHDÄ? s.18

**MAAILMAN ENSIMMÄINEN PÄÄTÖKSIÄ TEKEVÄ
GLOBAALI YMPÄRISTÖKOKOUS ETÄNÄ** s.22

**ISY:N SYYSSEMINAARISSA PEREHDYTTIIN
ENERGIA- JA LIIKENNESEKTORIIN** s.29

4 Suomessa energiantuotanto, raudan ja teräksen tuotanto sekä kemianteollisuus vastaavat suurimmista elohopeapäästöistä.

10 Lahden yhdyskuntajätteestä päätyy hyötykäyttöön jo 99 %.

14 Green Paths -reittiopas auttaa valitsemaan pääkaupunkiseudun reitit, joissa matkaympäristö on hiljaisempi, puhtaampi ja vihreämpi.

- 4 Elohopea – ikuinen kiertolaisemme?
- 10 Ilmastotyötä Euroopan ympäristöpääkaupunki Lahden malliin
- 13 VALOKEILASSA: Ilkka Savolainen
- 14 Green Paths -reittiopas auttaa löytämään miellyttävimmät reitit pääkaupunkiseudulla
- 18 MUUALLA: Voiko sadetta tehdä?
- 22 VIERASKYNÄ: Maailman ensimmäinen päätöksiä tekevä globaali ympäristökokous etänä
- 28 PINNALLA: Kirjaesittely: Petteri Taalas: Ilmastomuutos ilmatieteilijän silmin
- 29 TAPAHTUU: Syysseminaarissa oli tarkastelussa 55 prosentin päästövähennystavoitteet energia- ja liikennesektorilla

13

”Uskoisin, tai ainakin toivoisin, että nykyinen trendi jatkuu ja ilmastonsuojelu otetaan yhä laajemmin mukaan yhteiskunnan kehittämisen valtavirrassa.”

– ILKKA SAVOLAINEN –



KUVA: MIKA KOMPPULA

18

Suomalaisessa yhteisprojektissa selvitettiin säännuokkauksen mahdollisuuksia Arabiemiirikunnissa



Pääkirjoitus 1/2021

Lumen lumoissa

Tervehdys uudelta päätoimittajalta kaikille ilmansuojelun asiantuntijoille. Astun pestiini innostuneena ja valmiina oppimaan uutta ilman- ja ilmastonsuojelusta. Olen kokenut viestinnän ja toimitustyön ammattilainen ja tuon ilolla osaamiseni Ilmansuojeluyhdistyksen työhön. Pidän ilmaston hyväksi tehtävää työtä todella tärkeänä ja merkityksellisenä, erityisesti myös näinä erikoisina aikoina. On hienoa päästä työskentelemään alansa todellisten ammattilaisten kanssa.

Tänä talvena tänne Helsinkiinkin saatiin pienen odotuksen jälkeen kunnan talvi. Lunta tuprutti kerralla niin paljon, että hetken ajan Helsinki oli Suomen lumisin kaupunki. Omakoti- ja rivitaloasujat ovat saaneet tehdä lumitöitä monen vuoden edestä ympäri Suomen. Ihmiset nauttivat täysin siemauksin ulkoilusta ja talven suomista harrastusmahdollisuuksista. Hiihto, luistelu ja avantouinti ovat saaneet innokkaita uusia harrastajia koronaviruksen sulkiessa sisäharrastuspaikkoja. Itsekin lukeudun uusiin avantouinnista innostuneisiin. Ehkä pandemiassa on nähtävissä jotain myönteisiäkin vaikutuksia. Raikas ulkoilma piristää kummasti säällä kuin säällä.

Tämän vuoden ensimmäinen Ilmansuojelu-lehti on nyt käsissäsi. Lehdessä on paljon kiinnostavaa ja ajankohtaista sisältöä. Pääsemme Arabiemiirikuntien kuiviin olosuhteisiin katsomaan, onko sadetta mahdollista tehdä. Voisiko säännuokkaus olla ratkaisu hiekka-aavikoiden peittämän alueen vesivaraongelmiin?

Koronapandemian vuoksi organisaatioiden palaverit ovat siirtyneet lähes kokonaan etäpalaveriksi. Sama koskee myös kansainvälisiä kokouksia. Montrealin pöytäkirjan neuvottelut pidettiin marraskuussa etänä ensimmäistä kertaa. Saamme lukea neuvottelijan arvioita ja näkemyksiä globaalin etäkokouksen onnistumisesta. Myös ISY:n syysseminaari järjestettiin etänä. Seminaarissa oli tarkastelussa 55 prosentin päästövähennystavoitteet energia- ja liikennesektorilla.

Lehdessä on myös kattava katsaus elohopeapäästöihin. Toimenpiteitä elohopeapäästöjen vähentämiseksi on tehty vuosikymmeniä, mutta pitkäaikaisen kuormituksen, globaalin kulkeutumisen ja monimutkaisen kemiansa vuoksi elohopeapäästöistä ei päästä eroon pitkään aikaan.

Pääkaupunkiseutulaiset pääsevät pian hyötymään suunnitteilla olevasta Green Paths -sovelluksesta, jonka avulla voi valita matkalleen hiljaisemman, puhtaamman ja vihreämmän reitin. Tutkijaryhmä kertoo sovelluksesta ja sen tavoitteista tarkemmin lehden jutussa.

Minuun voi olla matalalla kynnyksellä yhteydessä lehteen liittyvissä asioissa. Jatketaan yhdessä Ilmansuojelu-lehden tärkeää matkaa.

Lumisin terveisin,

LIINA PALOHEIMO-KOSKIPÄÄ
Päätoimittaja



**ILMANSUOJELU-
YHDISTYS ry.**

ILMANSUOJELU-LEHTI

Ilmansuojeluyhdistys ry:n jäsenlehti
Magazine of the Finnish Air
Pollution Prevention Society
Medlemstidning av Luftvårdsföreningen rf.

Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa.

PÄÄTOIMITTAJA / REDAKTÖR

Liina Paloheimo-Koskipää
ilmansuojelulehti@isy.fi

TOIMITUSKUNTA / REDAKTIONSRÅD

Nelli Kaski
Birgitta Komppula
Jenni Kontkanen
Mia Nores
Mikko Savolahti
Laura Sokka
Antti Toikka
Jari Viinanen

Taitto / Ombrytning

Hella Pakaslahti

Kannen kuva / Omslagsbild

Liina Paloheimo-Koskipää

Paino / Tryckeri

Scanseri Oy

ISSN-L 1239-8950
ISSN 1239-8950 (Painettu)
ISSN 2323-1211 (Verkkajulkaisu)

Lehti on luettavissa korkeakoulujen kirjastoissa sekä suurimmissa kaupunginkirjastoissa
Tidningen finns till
påseende i högskolornas bibliotek
samt i de största stadsbiblioteken

ILMOITUKSET / ANNONSER

Ilmoitushinnat normaali / yritysjäsen
Annonsspris vanligt / för medlemmar:

1/1 sivu 420 € / 350 €

1/2 sivu 320 € / 270 €

1/3 sivu 250 € / 210 €

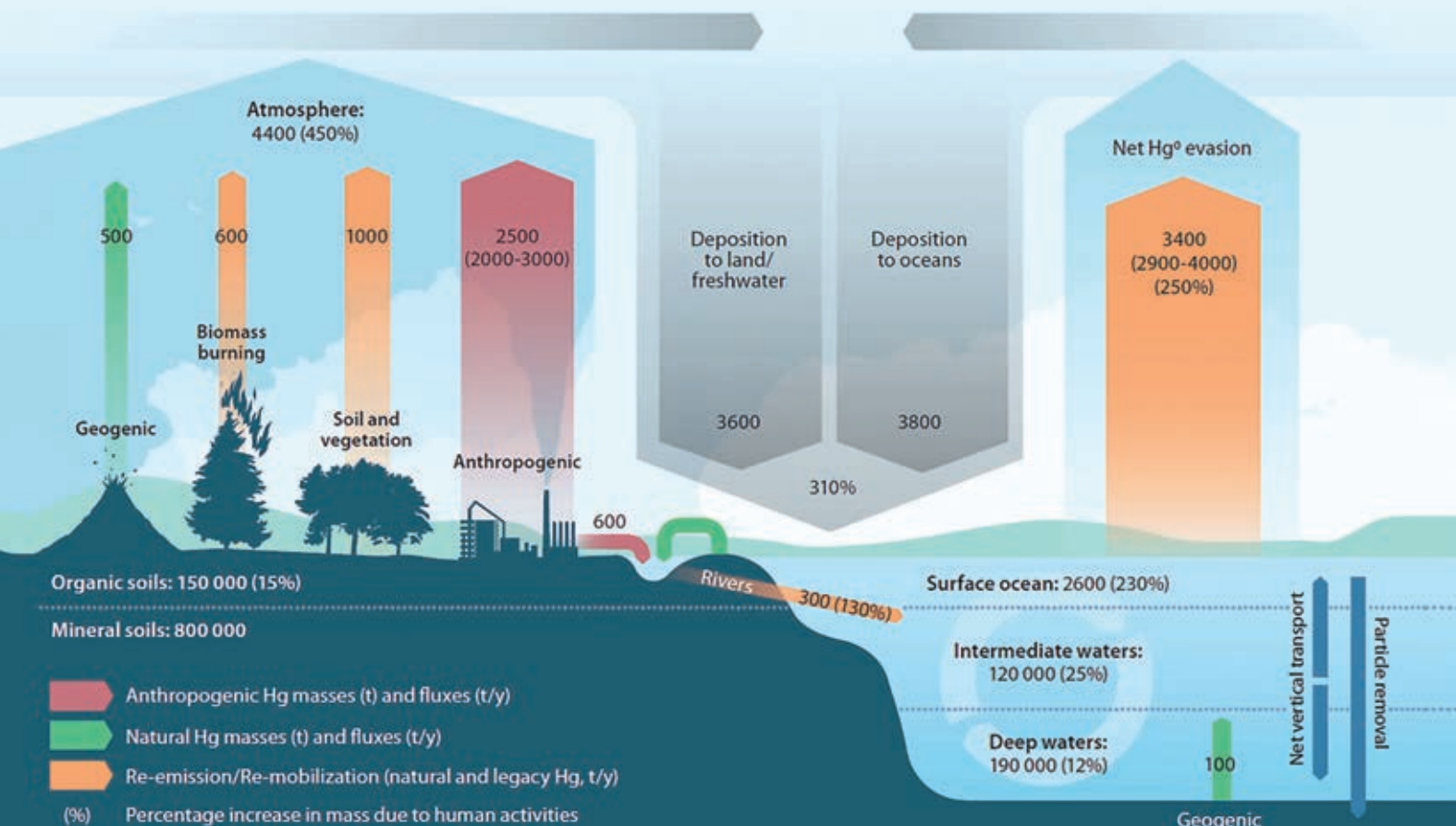
Kestoilmotitajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

TILAUKSET / BESTÄLLNINGAR

Lehden osoitteenmuutokset ja yksittäisnumeroiden tilaukset /
Adressförändringarna och
beställning av enskilda nummer:

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Essi Haapaniemi
PL 136,
00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi

Kuva 1. Päivitetty maailman elohopeabudjetti osoittaa ihmistoiminnan vaikutuksen elohopean kiertoon ja lisääntyneeseen kertymiseen maaperään ja valtameriin (UN environment, 2019).



ELOHOPEA

– ikuinen kiertolaisemme?

Elohopea ei poistu ympäristöagendalta, koska maapallo huohottaa sitä jatkuvasti. Toimenpiteitä elohopeapäästöjen vähentämiseksi on tehty vuosikymmeniä, mutta pitkäaikaisen kuormituksen, globaalin kulkeutumisen ja monimutkaisen kemiansa vuoksi emme pääse sen vaikutuksista eroon pitkään aikaan. Tilanne ei kuitenkaan Suomessa, erityisesti Lapissa, näytä erityisen huolestuttavalta.

VILLE JUNTILA, tutkija, Suomen ympäristökeskus
JAAKKO MANNIO, johtava tutkija, Suomen ympäristökeskus
KATRIINA KYLLÖNEN, erikoistutkija, Ilmatieteen laitos

Elohopea on kaukokulkeutuva alkuaine, jota on vapautunut ilmakehään aikojen saatossa tulivuorten purkauksista ja sittemmin muun muassa kivihiilen poltosta. Sen pitoisuus valtamerissä, maaperän orgaanisissa pintakerroksissa ja ilmakehässä on ihmistoiminnan johdosta kasvanut globaalisti moninkertaiseksi esiteolliseen aikaan verrattuna (AMAP/UN Environment 2019).

YK:n alaisuudessa solmitun elohopeaa koskevan Minamatan yleis-sopimuksen (2017) tavoitteena on vähentää ihmisperäisistä elohopean ja elohopeayhdisteiden päästöistä aiheutuvia terveys- ja ympäristöriskejä. Sopimuksessa asetetaan rajoituksia uuden elohopean tuotannolle ja kansainväliselle kaupalle, kielletään monien erilaisten lisättyä elohopeaa sisältävien tuotteiden valmistus, tuonti ja vienti sekä määrätään kielloista ja kehoitetaan välttämään elohopean uusia käyttötapoja tuotteissa ja valmistusprosesseissa. EU:ssa Minamatan sopimus on toimeenpantu elohopea-asetuksella (EU) 2017/852.

Minamatan sopimus edellyttää valtioilta toimien tehokkuuden arviointia. Tämä tapahtuu paljolti ympäristön pitoisuuksien ja ihmisten altistuksen seurannan avulla. Oleellista on kuitenkin ymmärtää, että pitkäaikaisen kuormituksen ja elohopean jatkuvan kiertokulun vuoksi sopimuksen vaikutukset näkyvät kuitenkin vasta viiveellä edes laskeumassa. Vuotuisen nettolaskeuman osuus on erittäin pieni verrattuna sedimenteissä ja valuma-alueen maaperässä jo olevaan elohopeaan (Kuva 1).

Arktisen neuvoston alaisen arktisen ympäristön seurannan ja arvioinnin ohjelman (Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP) työohjelmaan kuuluvat säännölliset ympäristön tila-arvioinnit myös elohopeasta (mm. Verta ym. 2003, AMAP 2011). Useat tutkimuslaitokset, kuten SYKE, THL, IL, Luke, HY ja OY, osallistuvat AMAPin meneillään olevaan elohopea-arvioon (<https://mercury.amap.no/>), jonka päätulokset julkaistaan toukokuussa 2021 Arktisen neuvoston ministerikokouksen yhteydessä.

Koska elohopean kiertokulku, muuntumisreaktiot ja vaikutukset ovat erilaisia eri alueilla, pyritään yhteistyössä tarkastelemaan elohopeakysymystä myös ”kolikon toiselta puolelta”:

- Millaisia havaintoja elohopean kiertokulusta on Suomessa, erityisesti Lapissa?
- Kuinka tämä eroaa muista pohjoisista alueista?
- Millaiset prosessit vaikuttavat ilmakehässä, maaperässä ja sedimenteissä?
- Kuinka tämä heijastuu ravintoketjuissa – erityisesti kaloissa?
- Mitä tämä merkitsee ihmisten altistumiselle?
- Mitä tietoja meiltä puuttuu tulevaisuuden hahmottamiseksi?

Tässä artikkelissa tarkastellaan lähinnä elohopean ilmakehämittausta, laskeumaa ja sen muutoksia, kuormituksen heijastumaa järvisedimenteissä sekä kalojen elohopeapitoisuuksia Suomessa.

Suomessa ilmakehän elohopeapitoisuutta mitataan jatkuvatoimisesti tausta-aseilla

Elohopea esiintyy ilmakehässä lähinnä kaasumaisena alkuaine-elohopeana ja sen elinikä ilmakehässä on pitkä, noin 0,5-2 vuotta eli se ei reagoi kovin herkästi. Lisäksi hiukkasiin sitoutunutta elohopeaa ja reaktiivisia kaasumaisia yhdisteitä vapautuu erilaisista päästölähteistä. Maailmanlaajuisesti elohopean tärkeimpiä päästölähteitä ovat kivihiilen poltto sekä pienimuotoinen kullanhuhdonta, kun taas Suomessa energiantuotanto, raudan ja teräksen tuotanto sekä kemian teollisuus vastaavat suurimmista päästöistä.

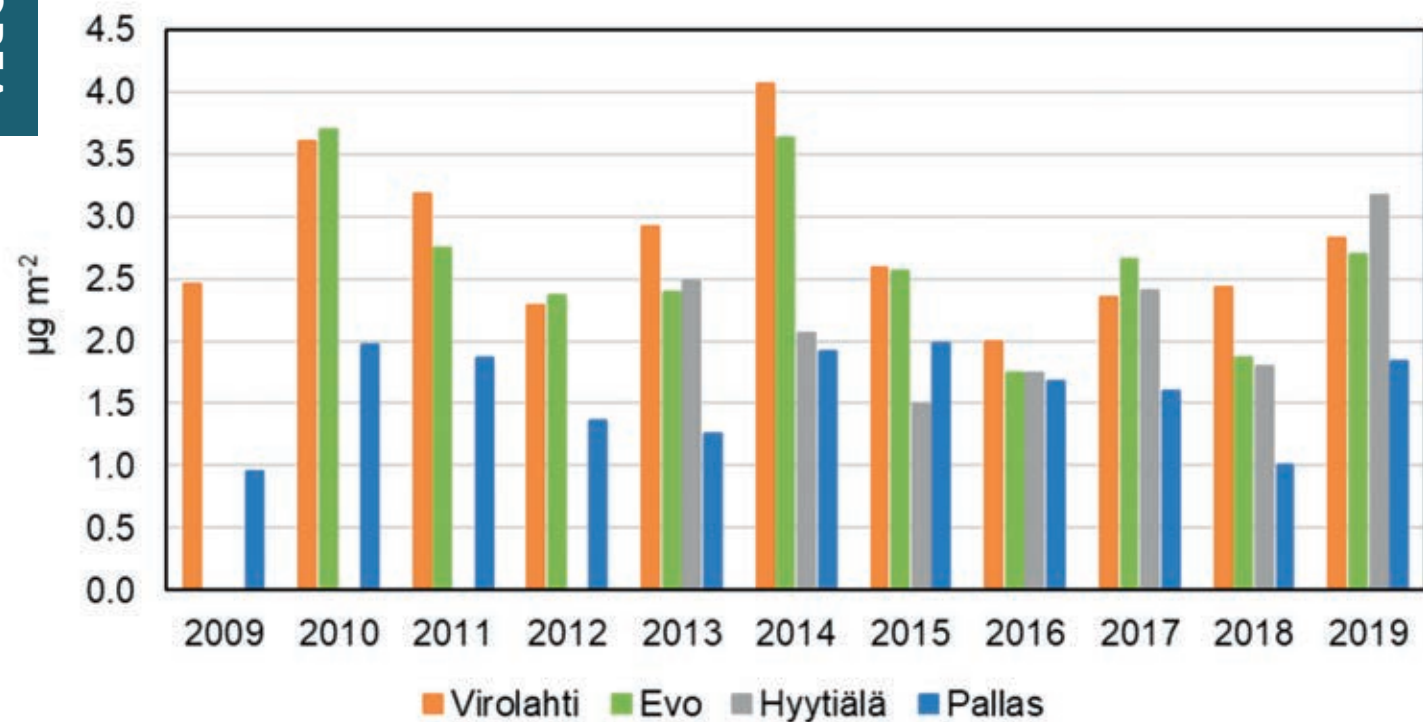
Ilmanlaatuasetus asettaa elohopean mittausselvityksen kolmelle tausta-asealle Suomessa. Ilmatieteen laitos vastaa tästä seurannasta, ja ilmakehän elohopeapitoisuuksia mitataan Suomessa Pallaksella, Hyytiälässä ja Virolahdella. Elohopealaskemaa mitataan samoilla asemilla sekä Evolla. Ilmakehän elohopealle ei ole asetettu raja-arvoa tai muuta tavoitetta. Kaupunki- tai teollisuusalueille ei ole asetettu ilmanlaatuun liittyviä mittausselvityksiä, ja Suomessa mittauksia on tehtykin vain kampanjaluonteisesti esimerkiksi Helsingissä (Kyllönen ym., 2014) ja Torniossa (Saari ym., 2018).

Ilmapitoisuudet Lapissa jopa korkeampia kuin etelässä

Monien ihmansaasteiden pitoisuudet vähenevät etelästä pohjoiseen päin johtuen eroista paikallisissa päästöissä sekä kasvavasta etäisyydestä Euroopan suuriin päästöalueisiin. Tämä pätee myös elohopealaskemalle, joskin vuosittaisia eroja on (kuva 2).

Kaasumaisen elohopean pitoisuus on sen sijaan hyvin tasainen ympäri Suomen muutamia pistelähteitä lukuun ottamatta (Kyllönen, 2020), ja jopa aavistuksen korkeampi pohjoisella Pallaksen asemalla kuin eteläisemmillä tausta-aseilla (kuva 3). Koska elohopea reagoi hitaasti ja kertaalleen maaperään laskeuman mukana päättynyt elohopea voi haihtua uudelleen ilmaan, sen kiertokulku suuntaa pohjoiseen. Meret ovat suurin luonnollinen elohopean lähde (kuva 1), ja Jäämeren läheisyys vaikuttanee myös lievästi Pallaksella mitattuun ilmapitoisuuteen. Talvisin mitataan korkeampia elohopeapitoisuuksia johtuen energiantuotantoon liittyvistä päästöistä, kun taas kesäisin ja syksyisin pitoisuudet ovat tyypillisesti alhaisimmillaan johtuen kesällä kiihtyvistä reaktioista sekä kasvien ilmaa elohopeasta puhdistavasta vaikutuksesta (Jiskra ym., 2018).

Keväisin Pallaksella elohopeapitoisuus saattaa ajoittain romahdella alle puoleen normaalista taustatasosta. Tällöin arktisen alueen meri-ilmassa tapahtuu voimakasta elohopean hävikkä eli depletiolmiötä, jolloin suotuisissa olosuhteissa muuten hyvin stabiili elohopea muuntuu merellä tai rannikolla ilmakehämittausten reakti-



Kuva 2. Suomen tausta-asemien elohopealaskemassa on vuosittaisia vaihteluita, mutta tilastollisesti merkitseviä trendejä ei ole havaittavissa.

Elohopeayhdisteistä myrkyllisin on metyylielohopea, jota muodostuu tehokkaimmin vähähappisissa olosuhteissa tiettyjen bakteerien aineenvaihdunnan sivutuotteena. Metyylielohopea on hermomyrkky, joka kertyy eliöihin. Ihminen altistuu metyylielohopealle lähinnä elintarvikkeiden kautta, joista merkittävin on kala, erityisesti suuret petokalal.

oiden myötä ja poistuu ilmakehästä laskeumana pitkän kaamoksen jälkeen. Tämä ilmiö on arktisille alueille epäsuotuisa. Vaikkakin ilman elohopeapitoisuus hetkellisesti laskee, elohopea siirtyy vesistöihin ja maaperään laskeumana, jolloin se voi muuntua alkuaine-elohopeaa vaarallisemmaksi metyylielohopeaksi, päätyä kaloihin ja edelleen ihmiseen. Suomen Lapille tällä ilmiöllä ei ole haittavaihtuksia, sillä ilmasta poistunut elohopea laskeutuu tyypillisesti ilmiön tapahtumapaikan lähistölle merialueilla.

Päästövähennykset eivät näy suoraan ilmakehässä

Vaikkakin monien ilmansaasteiden pitoisuudet ovat vähentyneet voimakkaasti viime vuosikymmeninä, elohopean kohdalla kehitys ei ole ollut erityisen suotuisaa vähentyneistä päästöistä huolimatta. Kaasumaisen elohopean pitoisuudessa ei ole juuri tapahtunut muutoksia viimeisen vuosikymmenen aikana. Elohopealaskemusakaan ei havaita tilastollisesti merkitseviä muutoksia samalla ajanjaksolla. Vaikkakin elohopeapäästöt ovat vähentyneet voimakkaasti Euroopassa viime vuosikymmenien aikana, Aasiassa päästöjen suunta on ollut päinvastainen.

Tunturijärven sedimentin pitoisuus kasvussa

Pallas-Yllästunturin kansallispuiston Keimiöjärvestä kevättalvella 2019 otetun viipaloidun ja ajoitetun sedimenttipatsaan elohopeapitoisuudet kertovat elohopean kertymishistoriasta Lapin pelkästään laskeumakuormitteisissa järvissä (Junttila ym., julkaisematon). Elohopean pitoisuus sedimentissä on kasvanut melko tasaisesti ja suun-

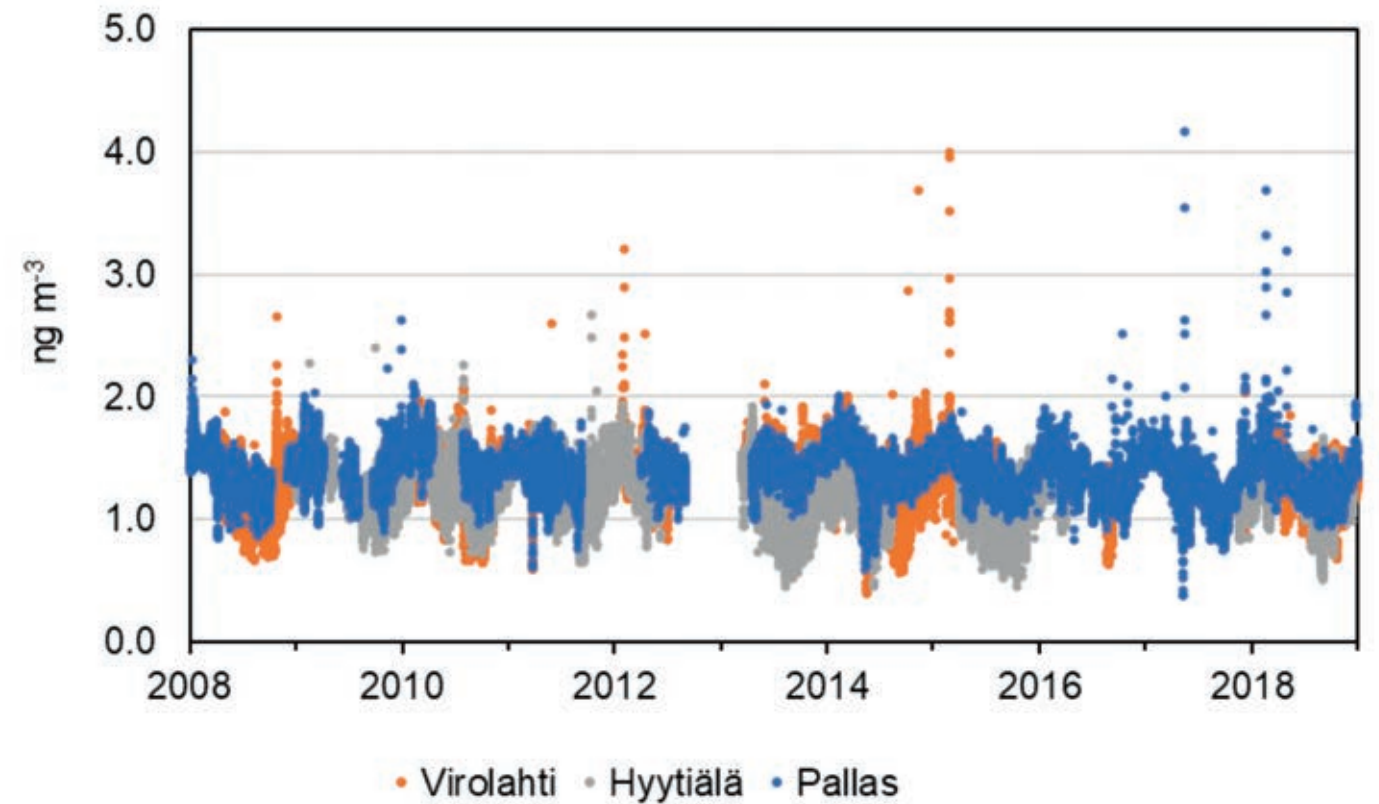
nilleen kaksinkertaistunut 1920-luvulta nykypäivään. Tämä vastaa myös aiempia havaintoja Suomen Lapissa (AMAP 1998).

Myös sedimentaatio on kuiva-aineksen ja orgaanisen hiilen määränä mitattuna kiihtynyt viimeisen 50 vuoden aikana. Täten myös elohopean kertyminen järven sedimentteihin on kasvanut. Valuma-alueelta tulevan tai järven omasta tuotannosta syntyvän kokonais-sedimentaation muutos viime vuosikymmeninä saattaa peittää al- leen mahdolliset muutokset elohopeakuormassa.

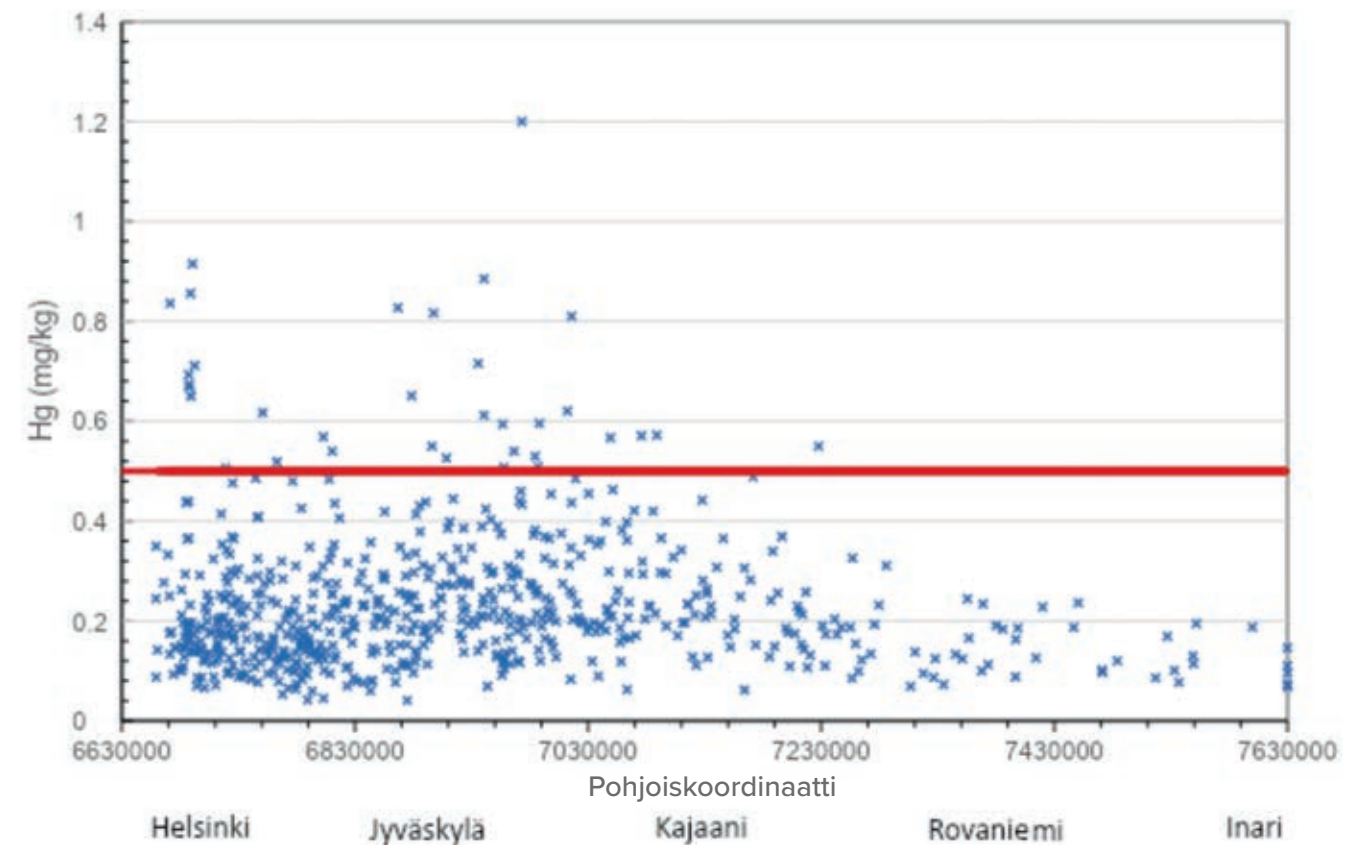
Ihminen altistuu elohopealle pääasiassa kalan kautta

Elohopeayhdisteistä myrkyllisin on metyylielohopea, jota muodostuu tehokkaimmin vähähappisissa olosuhteissa tiettyjen bakteerien aineenvaihdunnan sivutuotteena. Metyylielohopea on hermomyrkky, joka kertyy eliöihin. Ihminen altistuu metyylielohopealle lähinnä elintarvikkeiden kautta, joista merkittävin on kala, erityisesti suuret petokalal.

Ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin on vuosina 2010–2020 tallennettu mittaustuloksia ahventen elohopeapitoisuuksista yli 650 sisävesistössä (kuva 4). Vesistöistä noin puolessa elohopean pitoisuus ylittää ympäristön tilan arvioinnissa käytettävän hyvän kemiallisen tilan alimman raja-arvon 0,20 mg/kg (SYKE 2020). Raja-arvon ylityksiä mitataan erityisesti runsashumuksisissa metsäjärvissä, joilla on kokoonsa nähden suurehko metsäinen valuma-alue. Oulun pohjoispuolella sijaitsevilla 61 sisävesimuodostumassa raja-arvon ylityksiä on enää 18 prosentissa. Elintarvikkeille asetettu raja-arvo 0,50 mg/kg ei ylity tällä alueella yhdessäkään vesistössä, kun koko



Kuva 3. Kaasumaisen elohopean pitoisuudella on selkeä vuodenaikaissykli ja se on pysynyt hyvin vakaana viimeisen vuosikymmenen ajan.



Kuva 4. Sisävesistöjen (659 kpl, vuodet 2010–2020) ahventen keskielohopeapitoisuus pohjoiskoordinaatin mukaan. Punainen viiva kuvaa elintarvikkeiden raja-arvoa 0,50 mg/kg ja oranssi alue ympäristön tilan luokittelussa käytettävää veden huumuspitoisuudesta riippuvaa ympäristölaatuunormia 0,20–0,25 mg/kg.

aineistossa ylityksiä on viidessä prosentissa. Myös laajemmin Fennoskandiassa havumetsävyöhykkeellä ahventen elohopeapitoisuuksien on todettu olevan subarktista aluetta korkeampia (Braaten ym. 2019). Suomalaisen aineiston kalat on pyydystetty pääasiassa ympäristön tilan seurantatutkimuksiin, johon valikoidaan 15–20 cm mittaisia yksilöitä. Koska metyylielohopeaa kertyy iän ja kasvun myötä, suurempikokoisissa ahvenissa olisi todennäköisesti näissäkin vesistöissä suurempi pitoisuus.

Suomalaisten kalojen elohopeapitoisuuksien pitkäaikaisuutok-sista ei ole kattavaa selvitystä, mutta Fennoskandiassa sekä ahven-ten että haukien elohopeapitoisuuksien on arvioitu vähentyneen viimeisen 50 vuoden aikana (Braaten ym. 2019). Elohopean vähe-nemää on tapahtunut niin pistekuormitteisilla kuin laskeumakuor-mitteisilla järvillä ja niin boreaalisella kuin subarktisella vyöhyk-keellä. Ahvenissa pitoisuuksien pieneneminen subarktisella alu-eella on ollut 6 % ja hauella 5 % vuodessa, kun boreaalisella vyö-hykkeellä vastaavat lukemat ovat olleet 7 % ja 3 %. Nämä tulokset yhdessä suomalaisten ahventen matalahkon elohopeapitoisuuden kanssa rohkaisevat erityisesti alihyödynnettyjen alemman trofiata-son kalalajien, kuten särkikalajien, elintarvikekäyttöön. Elohopean alueellisten erojen huomioiminen ja haitallisuuden suhteuttami-nen kalan syönnin lukuisiin terveyshyötyihin on tärkeää kotimai-sen kalan käytön edistämässä.

ABSTRACT

Mercury - eternal vagabond?

Mercury has been and remains to stay in the environ-mental agenda, despite the restrictions in use and emis-sions from various sources. Mercury in the air can be carried around the world and is eventually deposited onto soils, waters or plants. After deposition, mercury can re-volatilize back into the air, transport further by water or be taken into the food web. Mercury cycling, transformation reactions and thus effects are different in different ecosystems and regions. In Finland, cooper-ative work between national research institutes and uni-versities is active serving e.g. the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). The working group is assessing the mercury cycling also in national perspec-tive in air, atmospheric deposition, soils, sediments, food webs, fish and human exposure.

In this article, focus is in air and deposition, load in sediments and concentration in fish. Despite the emis-sion reductions in Europe, the air concentrations and deposition have remained in the same level during the last 10 years. Only a small fraction of the mercury pres-ent in the environment is methylmercury, a toxin of high concern that biomagnifies in the food web. Fish is the main exposure route of methylmercury for humans in Finland, and the concentrations in Northern Finland are generally lower than elsewhere in the country.

Kirjallisuus

AMAP (1998). AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Chapter 7: Heavy Metals. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xii+859 pp.

AMAP (2011). AMAP Assessment 2011: Mercury in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xiv + 193 pp.

AMAP/UN Environment (2019). Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway/UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch, Geneva, Switzerland. viii + 426 pp including E-Annexes.

Braaten H.F.V., Åkerblom S., Kahilainen K., Rask M., Vuorenmaa J., Mannio J., Malinen T., Lydersen E., Poste A.E., Amundsen P.-A., Kashulin N., Kashulina T., Terentyev P., Christensen G., de Wit H.A. (2019). Improved Environmental Status: 50 Years of Declining Fish Mercury Levels in Boreal and Subarctic Fennoscandia. Environmental Science & Technology 53 (4), 1834-1843DOI: 10.1021/acs.est.8b06399.

Jiskra M., Sonke J.E., Obrist D., Bieser J., Ebinghaus R., Lund Myhre C., Aspö Pfaffhuber K., Wängberg I., Kyllönen K., Worthy D., Martin L.G., Labuschagne C., Mkololo T., Ramonet M., Magand O., Dommergue A. (2018) A vegetation control on seasonal variations in global atmospheric mercury concentrations. Nature Geoscience, 11, 244–250.

Kyllönen K. (2020) Fluxes, trends and source characterisation of atmospheric trace elements. Finnish Meteorological Institute Contributions No. 164. Väitöskirja. ISBN 978-952-336-104-1 (pdf). <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/319807>

Kyllönen K., Paatero J., Aalto T. & Hakola H. (2014) Nationwide survey of airborne mercury in Finland. Boreal Environment Research 19 (suppl. B): 355–367.

Minamatan yleissopimus (2017).<http://www.mercuryconvention.org/Home/tabid/3360/language/en-US/Default.aspx>

Saari H., Salmi J., Vestenius M., Kyllönen K., Makkonen U., Wemberg A., Laakia J. ja Latikka J. (2018). Outokumpu Stainless Oy. Ilmanlaatumittaukset Tornion tehtaan ympäristössä. Rikkidioksidin, elohopean, hengitettävien hiukkasten, arseenin, metallien, PAH-yhdisteiden ja ionien pitoisuudet vuonna 2017. Loppuraportti. Asiantuntijapalvelut - Ilmanlaatu ja Energia, 64 s. + 18 liites. http://expo.fmi.fi/ages/public/Tornio_Outokumpu_Ilmanlaatumittauksen_2017_loppuraportti.pdf

SYKE (2020). Vesistöjen kemiallinen tila: [https://www.syke.fi/fiFI/Ajankohtaista/Vesistojen_kemiallinen_tila_on_edelleen_\(58390\)](https://www.syke.fi/fiFI/Ajankohtaista/Vesistojen_kemiallinen_tila_on_edelleen_(58390))

UN Environment, 2019. Global Mercury Assessment 2018. UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch Geneva, Switzerland

Verta, M., Mannio, J., Porvari, P. (2003). Elohopea - ympäristöongelmien Feeniks-lintu. Ilmansuojelu 26(3): 10-14.

AX-SUUNNITTELU KERTOO ILMASI LAADUN

Ilmansuojeluselvitykset

Sisäilmaselvitykset ja -mittaukset

Teollisuuden- ja työhygieniamittaukset

Energiakatselmukset ja -mallinnukset

Kemikaalien riskiarvioinnit sekä onnettomuus- ja leviämismallinnukset

Melu- /ympäristöselvitykset ja -mittaukset, hajupaneeli ja asukaskyselyt



Toimintamme on
sertifioitu
ISO9001
standardin mukaisesti

ORGANISATION
CERTIFIED BY
Inspecta
ISO 9001

FINAS
Finnish Accreditation Service
T232 (EN ISO/IEC 17025)

Insinööritoimisto AX-LVI Oy:n päästömittaus-toiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T232. Akkreditoinnin pätevyysalue löytyy FINASin sivuilta. Toimielin täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 vaatimukset.

Tekniikan moniosaajat kumppanina

AX-Suunnittelu Kuokkamaantie 4 A 33800 Tampere

puh. 03 26801111



KUVA: TUOMAS UUSHEIMO, LAHDEN KAUPUNKI

ILMASTOTYÖTÄ EUROOPAN YMPÄRISTÖPÄÄKAUPUNKI LAHDEN MALLIIN

Tammikuussa 2021 Lahdessa juhlittiin Euroopan ympäristöpääkaupunkivuoden avajaisia (European Green Capital Award, EGCA). Euroopan komissio myöntää nimityksen kilpailun kautta vuosittain yhdelle kaupungille, joka on ympäristötoiminnan edelläkävijä, toimii esimerkkinä muille kaupungeille sekä kehittää innovatiivisia ratkaisuja ympäristöhaasteisiin.

Lahti on kilpailun historian pienin, pohjoisin ja itäisin voittaja ja menestyksessä erityispainoa toi kunnianhimoinen ja uskottava hiilineutraaliustavoite.

AINO KULONEN, ympäristökoordinaattori, Lahden kaupunki

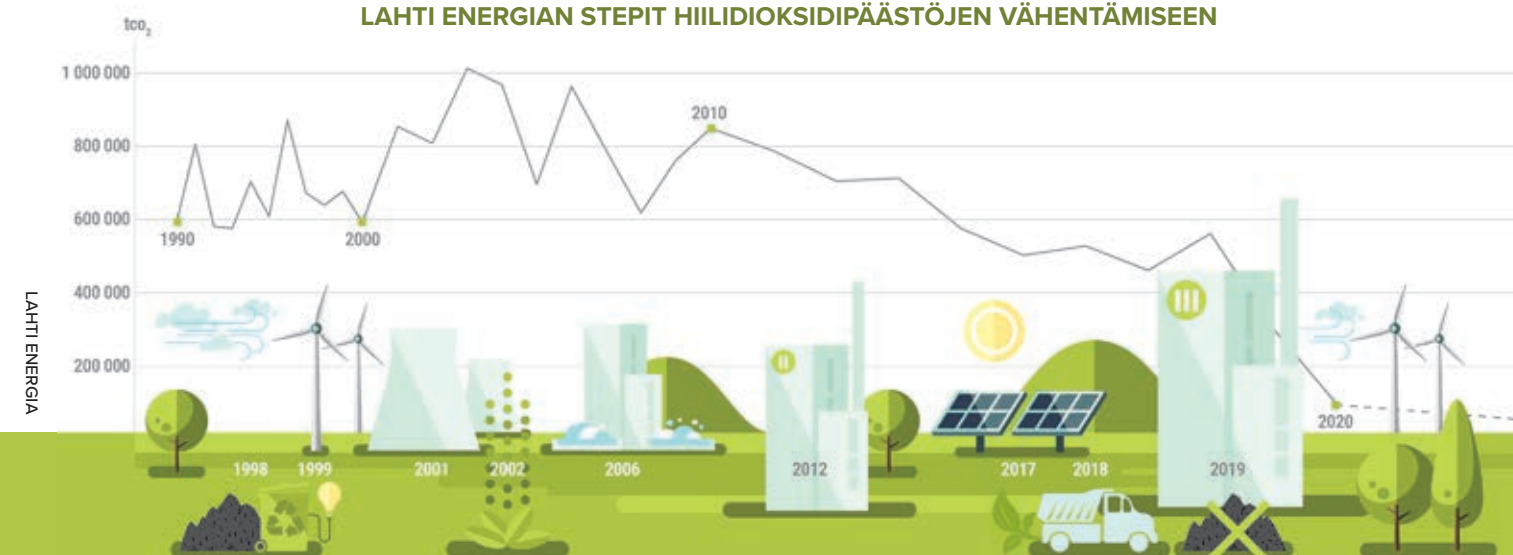
Kun kansainväliset ilmastoneuvottelut junnaavat paikallaan ja valtioiden on vaikea sitoutua kunnianhimoisiin päästövähennyksiin, ovat kaupungit ottaneet näkyvän roolin ilmastotyön etulinjassa. Vuonna 2021 Euroopan ympäristöväen katseet kääntyvät kohti Lahtea, mutta Suomessa Lahden edelläkävijyys ympäristötoimissa on tullut monille yllätyksenä. Vaikka Lahti tunnetaan ennen kaikkea perinteisenä raskaan teollisuuden keskuksena ja urheilukaupunkina, myös aktiivisen ympäristönsuojelutyön juuret ulottuvat pitkälle. Kaupungin suurimman järven Vesijärven kunnostus oli valtava urakka, joka alkoi jo 70-luvulla ja suojelutyö jatkuu edelleen. Toisen paikallisen ylpeydenaihe on kiertotalous: kaupungissa aloitettiin jätteen syntypaikkalajittelu ja energiajätteen kerääminen energiantuotantoon Suomen mittakaavassa varhain. Kaupungin yhdyskuntajätteestä päätyy hyötykäyttöön jo 99 % ja kiertotaloutta edistetään osana seudullista yhteistyötä.

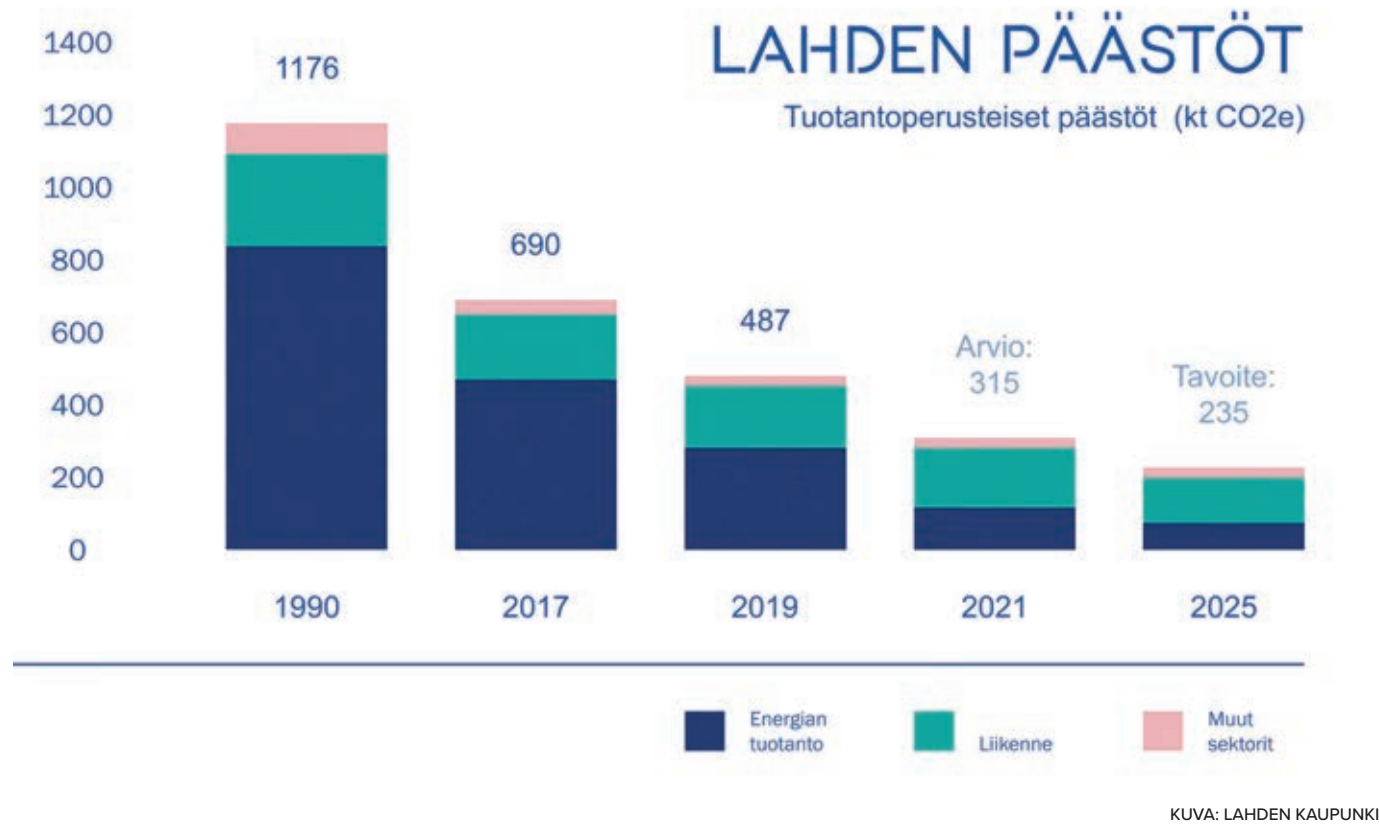


LAHTI ENERGIAN STEPIT hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen

- 1998** Kymijärven voimalaitoksella otetaan käyttöön kaasutinyksikkö ja osa kivihiilestä korvataan energiajätteellä ja puulla.
- 1999** Lahti Energia mukaan tuulivoimatuotantoon, vuonna 1999 rakennetaan aikansa Suomen suurinta tuulivoimapuistoa Meri-Poriin.
- 2001** Lahti Energia mukaan ydinvoiman tuotantoon.
- 2002** Kaatopaikkakaasun hyödyntäminen Hartwallin juomatehtaan lämpökeskuksessa alkaa.
- 2006** Jätevedenpuhdistamojen hukkalämmön hyötykäyttö alkaa.
- 2012** Maailman ensimmäinen kierrätyspolttoainetta käyttävä kaasutusvoimalaitos Kymijärvi II otetaan käyttöön. Samalla kivihiilen käyttö polttoaineena vähenee.
- 2016** Polttimon uusi prosessilämpökeskus otetaan käyttöön, samalla laitoksen polttoaineeksi biomassaa aiemman maakaasun tilalle.
- 2017** Ensimmäiset aurinkosähköjärjestelmät asennetaan lämpökeskuksille.
- 2018** Vääksyn biolämpökeskus otetaan käyttöön, jolloin biomassaa korvaa maakaasun kaukolämmön tuotannossa Vääksyssä. Dieselkäyttöisissä työajoneuvoissa siirryttiin käyttämään uusiutuvaa dieseliä. Ajoneuvohankinnoissa pääpaino uusiutuvia polttoaineita/sähköä käyttäviin.
- 2019** Lahti Energia luopuu kivihiilen käytöstä energiatuotannossa. Uusi biolämpölaite Kymijärvi III otetaan käyttöön.
- 2021** Fazerille uusi biokattila korvaamaan maakaasukattilaa.

LAHTI ENERGIAN STEPIT HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEEN





Hiilineutraalius siintää jo vuodessa 2025

Lahti on sitoutunut tavoittelemaan hiilineutraaliutta jo vuonna 2025. Tämä tarkoittaa tuotantoperusteisten päästöjen vähentämistä 80 % vertailuvuodesta 1990 ja jäljelle jäävien päästöjen sitomista hiilinieluihin tai hyvittämistä kompensoinnin kautta. Kaupungin tuoreimmat päästölaskennat vuodesta 2019 näyttävät, että päästöt ovat jo vähentyneet alle puoleen vertailuvuodesta. Merkittävin yksittäinen toimenpide saatiin maaliin juuri vuonna 2019, kun kaupungin tytäryhtiö Lahti Energia lopetti kivihiilen polttamisen kaukolämmön tuotannossa ja uusi biolämpölaitos vihittiin käyttöön.

Energiantuotannon muutoksilla kaupunki on laskenut saavuttavansa 70 % päästövähennyksen, mutta yksinään se ei hiilineutraaliuteen riitä. Kaukolämmöntuotannon jälkeen katseet kääntyvät erityisesti liikenteen päästöjen vähentämiseen. Tammikuun pakkasissa kaupunkilaisten käyttöön tarjottiin kaupunkisuksia, mutta myös kaupunkipyöräjärjestelmä tulee toteutumaan tänä vuonna. Julkisen liikenteessä sähköbussien osuutta kasvatetaan ja latausverkostoa parannetaan. Lisäksi tulevina vuosina satsataan myös rakennusten energiatehokkuuden lisäämiseen, hiilineutraaliin rakentamiseen ja paikallisten hiilinielujen kasvattamiseen.

Yksi avain Lahden ilmastotyön menestymiseen on ollut onnistunut ilmastojohtaminen. Ilmastotyö on jo varhain viety kaupungin strategiaan ja Lahti on ollut mukana Euroopan kaupunginjohtajien Covenant of Mayors -ilmastosopimuksessa jo vuodesta 2012, mikä on helpottanut toimenpiteiden hyväksymistä ja työn jalkauttamista. Nykyinen ilmastotiekartta vuoteen 2030 sisältää 97 ilmastomuutoksen hillintään ja sopeutumiseen liittyvää toimenpidettä, joihin on sitoutettu kaikki kaupungin toimialat ja konserniyhtiöt.

Kansainvälisestä yhteistyöstä potkua myös kaupunkivihreän lisäämiseen ja ilmanlaadun parantamiseen

Ilmastotyöllä on ollut viime vuosina pääpaino monien kaupunkien ympäristöpolitiikassa, mutta on jo nähtävissä että tulevina vuosina

työn painopisteet levittäytyvät ilmastosta laajemmalle ympäristön laadun ja luonnon monimuotoisuuden suojeluun ja kiertotalouteen. Syksyllä 2020 Lahti liittyi ensimmäisten kaupunkien joukossa Euroopan komission uuteen Green City Accord -sopimukseen, jossa kaupungit sitoutuvat parantamaan ympäristön laatua viidellä eri sektorilla. Mukana on myös ilmanlaatu. Sopimuksen tavoitteena on, että ilmanlaatu eurooppalaisissa kaupungeissa parantuisi merkittävästi ja kaikkialla päästäisiin lähemmäksi Maailman terveysjärjestö WHO:n linjauksia. Lahdella on nyt kaksi vuotta aikaa päättää omista ilmanlaatuun liittyvistä tavoitteistaan ja linjata toimenpiteet niiden saavuttamiseksi vuoteen 2030 mennessä.

Tavoitteena sujuva ja hyvinvointia lisäävä arki

Lahden ympäristöpääkaupunkivuoden teemat ovat hiilineutraali elämä, kiertotalous, osallisuus sekä luonto ja vesi. Teemat näkyvät esimerkiksi kansainvälisille asiantuntijoille suunnattuina verkko-tapahtumina ja rahoitusmahdollisuuksina paikallisille toimijoille. Kaupunki kutsuu paikalliset yritykset ja organisaatiot osallistumaan ilmastotyöhön kaupungin ilmastokumppaneina sitoutumalla omiin päästövähennyksiin. Tittelin tuoma näkyvyys antaa tietysti mahdollisuudet vahvistaa kaupungin imagoa, mutta ensisijainen tavoite on sujuva ja hyvinvointia lisäävä arki lahtelaisille sekä uusien onnistuneiden ympäristöratkaisujen innovoiminen ja viemisen muihin kaupunkeihin.

Lisätietoja:

www.greenlahti.fi
www.lahdenymparistovahti.fi

Ilkka Savolainen

Tutkimusprofessori emeritus

Kuinka kauan olet työskennellyt ilmastokysymysten parissa?

Ennen ilmastokysymyksiä tutkimme happamoitumiseen ja rehevöitymiseen liittyviä päästöjä (SO₂, NO_x ja NH₃) ja niiden vähentämisen mahdollisuuksia. Meitä oli VTT:llä pieni ryhmä 1980-luvun loppupuolella ja olimme osa HAPRO-tutkimusohjelmaa. Meillä oli paljon yhteistyötä muun muassa Ilmatieteen laitoksen kanssa. 1990-luvun alkupuolella työmmme painottui ilmastokysymyksiin, lähinnä kasvihuonekasujen päästöjen hillintään muun muassa Suomen Akatemian SILMU-hankkeen ja Teknologian kehityskeskusten CLIMTECH-hankkeen puitteissa. VTT:llä teimme töitä aina tutkimusryhmässä, joka oli aluksi pieni, mutta myöhemmin 2000-luvulla meitä oli kymmenkunta.

Tulin VTT:lle töihin harjoittelijaksi vuonna 1973 ja jäin sieltä eläkkeelle tutkimusprofessorina vuonna 2013. Kahteen otteeseen olin työssä vuoden tai pari VTT:n ulkopuolella. Ensin kansainvälisessä atomienergiajärjestössä IAEA:ssa Wienissä ja myöhemmin Jyväskylän yliopistossa ympäristöjohtamisen professorina.

Eläkkeellä olen vielä hiukan pitänyt luentoja, tarkastanut opinnäytteitä ja ollut parissa työryhmässä. Lisäksi olen tehnyt yleisaiaisia artikkeleita ja mielipidekirjoituksia lehtiin.

Mitkä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat ilmastonsuojelussa oman urasi aikana?

Kyllä varmaankin tärkeimpiä vaiheita on ollut ensimmäinen IPCC:n arviointiraportti vuonna 1990 ja sitten Rion ilmastopuolustus vuonna 1992. Kioton päästörajoituspöytäkirja 1997 on myös tärkeä etappi. IPCC:n raportit ovat kirjanneet kansainvälisen tutkimuksen edistymistä. Suurista toiveista huolimatta Kööpenhaminan ilmastokokouksessa ei onnistuttu saamaan tulosta, mutta Pariisissa 2015 sitten onnistuttiin.

Murros on tapahtunut vähitellen. Aluksi ilmastonsuojelusta oli kiinnostunut vain pieni joukko tutkijoita. Sitten on tullut mukaan ympäristöjärjestöjä, ministeriöiden virkamiehiä, kansalaisia ja 2010-luvulla paljon yrityksiä ja teknologian kehittäjiä. Nykyisin ilmastonsuojelu alkaa olla osa tavanomaista politiikkaa ja yhteiskunnan kehityksen ohjausta.

Mitä pidät urasi tärkeimpinä saavutuksina?

Pyrimme aina tarkastelemaan asioita järjestelmänäkökulmasta. Kytkennot muihin asioihin ovat tärkeitä. Uudet näkökulmat ja tulokset löytyvät usein eri alueiden keskinäisiltä rajapinnoilta. Päästöjen rajoittamista tarkastelimme esimerkiksi ottaen huomioon kaikki merkittävät lähteet ja poistumat, hiilidioksidin lisäksi esimerkiksi muut kasvihuonekasvat, teknologiat, kustannukset sekä eri tekijöiden epävarmuudet jne.

Työtämme vuoksi meillä oli paljon yhteistyötä muiden organisaatioiden kanssa kuten yliopistojen, Suomen ympäristökeskuksen, ministeriöiden ja energia-alan yritysten sekä Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) ja Kansainvälisen systeemianalyysin tutkimuslaitoksen (IIASA) kanssa.



Yhtäältä teimme tieteellistä tutkimusta ja tieteellisiä artikkeleita. Useat ryhmämme jäsenet kutsuttiin osallistumaan IPCC:n raporttien kirjoittamiseen ja IPCC:n päästöjenlaskentaohjeiden laatimiseen. Ryhmässä tehtiin paljon diplomitoita ja väitöskirjoja. Toisaalta sitten kirjoitimme suomenkielisiä raportteja ja pidimme esitelmiä, jotka levittivät tietoa ilmastomuutoksen hillitsemisestä.

Mitä näet suurimpina tulevina trendeinä ja haasteina ilmastoalalla?

Uskoisin, tai ainakin toivoisin, että nykyinen trendi jatkuu. Ilmastonsuojelu otetaan yhä laajemmin mukaan yhteiskunnan kehittämisen valtavirrassa. Maailmalla on kuitenkin nähty poliittisia vastavirtoja, kuten Brasiliassa, Itä-Euroopassa ja kuten oli Yhdysvalloissa.

Mitä haluaisit sanoa alalla toimiville ammattilaisille juuri nyt?

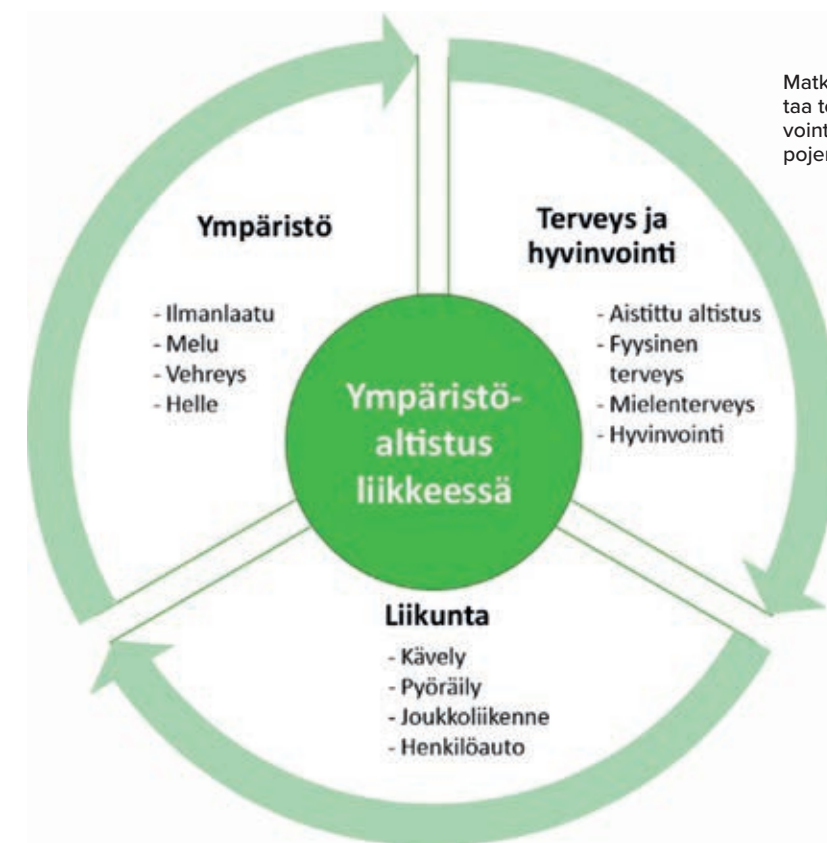
Yritysten mukanaolo toimenpiteissä on välttämätöntä, mutta toisaalta on hyvä tehdä arviointeja siitä, että hankkeet edistävät ilmastomuutoksen hillintää eikä vain yritysten lyhytaikaista etua. Tarvitaan vahvaa ja kriittistä tutkimusta.



GREEN PATHS -REITTIOPAS

AUTTAÄ LÖYTÄMÄÄN MIELLYTTÄVIMMÄT REITIT PÄÄKAUPUNKISEUDULLA

Joka viides suomalainen tekee päivittäin matkan pääkaupunkiseudun alueella. Matkustamisen aikana, varsinkin kävellessä tai pyöräillessä, altistumme ympäristön olosuhteille. Green Paths -reittioapas auttaa valitsemaan reitit, joilla matkaympäristö on hiljaisempi, puhtaampi ja vihreämpi. Suunnittelijoille ja tutkijoille se antaa työkalun liikkumisympäristöjen laajempaan alueelliseen vertailuun.



Matkaympäristö vaikuttaa terveyteemme ja hyvinvointiimme sekä kulkutapojen valintaamme.

AGE POOM, tutkijatohtori, Helsingin yliopisto
JOOSE HELLE, sovelluskehittäjä, Helsingin yliopisto & Suomen ympäristökeskus
ELIAS WILLBERG, väitöskirjatutkija, Helsingin yliopisto
TUULI TOIVONEN, professori, Helsingin yliopisto

Tiedämme, että ulkoilu edistää hyvinvointiamme. Fyysinen aktiivisuus auttaa sekä kehoa että mieltä pysymään terveenä. Liikkumisympäristön laatu vaikuttaa liikkumisen tuomaan hyvinvointiin, sillä matkanteko raikkaassa ilmassa tai kauniissa ympäristössä edistää terveyttä huonoa ympäristöä enemmän. Liikkumisympäristöjen laatu ja niihin

liittyvät kokemukset vaikuttavat myös kulkutapojen valintaan. Lähdemme todennäköisemmin liikkeelle kävellessä tai pyöräillä, jos reitti kulkee miellyttävässä ja turvallisessa ympäristössä. Viheralueiden kautta kulkeva reitti voi houkuttaa meluisaa katukuilua enemmän.

Liikkumisen aikaista ympäristöaltistumista ja sen aiheuttamia terveysvaikutuksia ei ole toistaiseksi tutkittu paljoakaan. Epidemiologisissa tutkimuksissa on keskitytty arvioimaan asuinalueiden ilmansaasteiden terveysvaikutuksia. Huonolle ilmanlaadulle altistuminen liittyy hengitystiesairauksiin, sydän- ja verisuonitauteihin ja pahimmillaan varhaiseen kuolleisuuteen. Ilmansaasteiden lisäksi myös melutasolla tai vaikkapa kaupunkien kesähelteillä varastoituva lämmöllä tiedetään olevan terveysvaikutuksia. Tiedämme, että meluisassa ympäristössä eläminen aiheuttaa esimerkiksi stressiä, unihäiriöitä ja kognitiivisen kapasiteetin heikkenemistä.

Myös myönteisiä terveysvaikutuksia lisääviin ympäristöolosuhteisiin on kiinnitetty huomiota. Erityisesti on tutkittu viheralueisiin liittyviä terveysvaikutuksia ja esimerkiksi viheralueiden hyvää saatavuutta on pidetty tärkeänä myös suomalaisessa kaupunkisuunnittelussa. Tutkimustulokset osoittavat, että viheralueilla oleskeluun voi liittyä mielenterveydellisiä hyötyjä, kuten rentoutumista, stressistä toipumista ja parempaa kognitiivista suorituskykyä.

Liikkumisen aikainen ympäristöaltistus

Yleensä oleskelemme huomattavan osan ajastamme asuinpaikkamme ulkopuolella, esimerkiksi liikenteessä. HSL:n vuoden 2018 tutkimuksen mukaan Helsingin seudun asukkaat käyttivät matkoihin arkivuorokaudessa keskimäärin 82 minuuttia henkeä kohti ja 38 prosenttia matkoista tehtiin kävellessä tai pyöräillen [1]. Liikkumisen aikaista ympäristöaltistumista onkin tärkeää tutkia, jotta voimme ymmärtää, miten liikkumisympäristö voi vaikuttaa väestön terveyteen, hyvinvointiin tai liikkumiskäyttäytymiseen.

Tuoreessa tieteelliseen kirjallisuuteen sukeltaavassa katsauksessamme huomasimme selvän harppauksen liikkumisen aikaisen ympäristöaltistusten tutkimuksessa viimeisten 5-10 vuoden aikana. Aiheen tärkeyden lisäksi tutkimusta on helpottanut teknologian kehittyminen ja ympäristöstä mittaavien kannettavien sensorien saatavuuden parantuminen.

Globaalisti tarkasteltuna valtaosa liikkumisen aikaisia ympäristöaltistuksia tarkastelevista tutkimuksista keskittyy länsimaihin, joissa yleinen tietoisuus kaupunkiympäristön laadun merkityksestä on jo valmiiksi korkea. Viime vuosina aiheesta on kuitenkin tutkittu yhä enemmän myös niissä maissa, joissa kaupunkiympäristöihin liittyy suurimpia terveysongelmia, erityisesti Kiinassa ja Intiassa.

Valtaosa alan tutkimuksista käsittelee ilmansaasteille altistumista. Kautta maailman yksilötasoisien, ajallisesti ja alueellisesti vaihtelevan ympäristöaltistuksen mittaaminen on yleistynyt juuri kannettavien sensorien saatavuuden myötä. Yksilötasoisesta altistuksesta mittaamalla voidaan tuottaa alueellisesti ja ajallisesti tarkempaa tietoa liikkumisympäristön laadun vaihteluista, muutamaa mitausasema ja mallinnukseen verrattuna. Lähestymistavalla on kuitenkin puutteensa. Näitä ovat usein ajallisesti ja alueellisesti rajalliset otokset sekä henkilökohtaisten, edullisten laitteiden kunnollinen kalibrointi. Ilmanlaatuututkijat kuitenkin uskovat, että ilmanlaatumalle on mahdollista parantaa ja tarkentaa yksilöiden keräämän tiedon avulla.

Ilmansaasteen lisäksi ihmiset altistuvat kaupungissa liikkueensa myös monille muille ympäristötekijöille kuten katumelulle, korkeil-

le lämpötiloille helleaikaan tai vaikkapa kaupunkivihreälle. Näiden altistusten ajallisesta ja alueellisesta vaihtelusta sekä niiden vaikutuksista tiedetään paljon vähemmän kuin ilmansaastealtistuksista. Emme esimerkiksi tiedä, minkälainen kumulatiivinen vaikutus eri ympäristötekijöillä voi olla tai miten altistukset mahdollisesti vaikuttavat liikkumismuodon ja liikennevälineen valintaan. Mitkä ovat väestön alueelliset mahdollisuudet valita terveellisempiä vaihtoehtoisia reittejä ja onko nämä mahdollisuudet yhtäläiset kaikilla väestöryhmillä? Näitä valintoja tehtäessä on tärkeää, että ihmisillä on mahdollisuus saada tietoa eri reittien ympäristöominaisuuksista.

Green Paths -reittiopas edistää terveellistä ja aktiivista kaupunkiliikkumista

Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) innovatiivisia kaupunkihankkeita tukevan Urban Innovative Actions (UIA) -aloitteen rahoittamassa HOPE-hankkeessa edistetään liikkumisympäristön laadun tutkimusta. Helsingin kaupungin vetämä HOPE eli Healthy Outdoor Premises for Everyone -hanke tutkii ilmanlaatumallien parantamista kansalaisten keräämällä tiedolla. Lisäksi laajan tutkimuskonsortion pyrkimyksenä on kartoittaa laajemmin kansalaisten ympäristöaltistusta liikkumisen aikana. Helsingin yliopistolla toimiva Digital Geography Lab -tutkimusryhmämme on kehittänyt hankkeessa ympäristöaltistuksiin keskittyvää Green Paths -reittiopasta. Olemme sen avulla voineet analysoida myös liikkumisen aikaista ympäristöaltistusta koko väestön tasolla.

Green Paths -reittiopas auttaa valitsemaan hiljaisemman, ilmanlaadultaan paremman ja vihreämmän pyöräily- ja kävelyreitit. Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten alueella toimiva sovellus on prototyyppi ja se pyrkii osoittamaan ympäristöolosuhteet huomioon ottavan reittisuunnittelun mahdollisuuksia. Sovellus on kehitetty kokonaan avoimen aineistojen ja työkalujen avulla. Yleensä reittioppaat tarjoavat nopeimpia tai lyhimpiä reittejä, mutta miellyttävyyttä ja terveellisyyttä ei niissä huomioida. Ohjaamalla pyöräilijät ja kävelijät miellyttävämpään matkaympäristöön Green Paths-reittiopas pyrkii edistämään kaupunkiliikkujien terveyttä ja hyvinvointia, sekä kannustamaan ihmisiä liikkumaan pyörällä ja kävelen.

Green Paths -sovelluksen käyttäjä näkee lyhimmän ja nopeimman reitin lisäksi pidemmät, mutta terveellisemät reittivalinnat matkan lähtöpaikan ja määränpään välillä. Työkalu optimoi reittien valinnan ympäristöaltistuksen haittojen ja hyötyjen sekä matkan kestön perusteella. Mitä pidempi vaihtoehtoinen reitti on verrattuna lyhimpään, sitä pienempi keskimääräinen melutaso tai parempi ilmanlaatu matkan varrella on. Eri reittejä verrataan toisiinsa keskimääräisen ilmanlaadun, melutason ja uusimpana toimintona myös vihernäkymiä kuvaavan indeksin perusteella.

Vaihtoehtoisia kävely- ja pyöräilyreittejä voi tarkastella sekä matkapuhelimella että tietokoneella. Erityisesti kävellessä reittiä kannattaa seurata myös matkan aikana. Green Paths -reittiopas löytyy mobiilikäyttöiseltä verkkosivustolta <https://green-paths.web.app/> ja sen voi lisätä puhelimen avausnäyttöön sekä iOS- että Android-puhelimissa.

Työkalu hyödyntää avointa dataa

Reittityökalun suositukset perustuvat kaupungissa tehtyihin melutasomittauksiin, katutason vihernäkymään sekä reaaliaikaiseen tietoon ilmanlaadusta. Katu- ja polkuverkosto on haettu reittioptimointiin joukkoistamalla tuotetusta OpenStreetMap-kartta-aineistoista.

Sovellus saa reaaliaikaista ilmanlaatua koskevaa tietoa Ilmatieteen laitoksen HOPE-hankkeesta kehittämästä FMI-ENFUSER järjes-

telmästä. Käytämme Air Quality Index (AQI) 2.0 ilmanlaatuindeksiä, jossa otetaan huomioon typpidioksidin, rikkidioksidin, otsonin, pienhiukkasten, mustan hiilen ja hiukkasten keuhkodepositoituvan pinta-alan tasoja. Käytämme joka tunti päivittyvää tiedostoa 13 x 13 metrin tarkkuudella.

Melutietojen osalta sovellus käyttää tie- ja raideliikenteen keskimääräisiä mallinnettuja päivä-ilta-yö-melutasoja. Paikallisen tiedon tarjoavat kunnat sekä Suomen ympäristökeskus. Tiedot on mallinnettu EU:n ympäristömeludirektiivin mukaisesti vuoden 2017 aineistolla. Melumallinnuksen spatiaalinen tarkkuus on 4 x 4 metriä.

Olemme aloittaneet myös katutason vihernäkymien- ja altistusten arvioinnin, mutta reittiohjeiden tarjoaminen vihreyden perusteella on vasta kehitysvaiheessa. Vihreyden mallintamisessa käytämme katunäkymäkuville havainnoitavaa vihernäkymää, joka osoittaa vihreän kasvillisuuden prosentuaalisen osuuden katunäkymästä. Vihernäkymä on laskettu Googlen ohjelmointirajapinnasta ladattujen ja Helsingistä otettujen katunäkymäkuvien (street view) perusteella [2]. Paikoista, joista katunäkymäkuvia ei ole käytössä, olemme käyttäneet pääkaupunkiseudun maanpeiteaineistosta saatavaa tietoa yli kaksi metriä korkeasta kasvillisuuden määrästä.

Reittiehdotusten lisäksi Green Paths -sovelluksella voi tarkastella ympäristöolosuhteita kävely- ja pyöräilyverkostossa. Ilmanlaatukartta päivittyy kerran tunnissa, kun taas melu- ja vihernäkymäkartat ovat staattisia. Samankaltaiset tiedot ilmanlaadusta näkyvät HSY:n julkaisemalta reaaliaikaiselta ilmanlaatukselta. Siinä ilmanlaatu-tiedot perustuvat viralliseen FMI-ENFUSER 1.0 versioon kokeellisen 2.0 version sijasta ja ne on esitetty pintana kartalla, eli tietoja ei ole erikseen liitetty tieverkostoon.

Green Paths-reittiopas on kehitetty prototyypinä ja uusia ominaisuuksia tulee saataville sitä mukaan, kun kehitystyö etenee. Yksilöllisen reitityksen lisäksi Green Paths -reittioppaan tutkimusversiota on mahdollista käyttää väestötason ympäristöaltistuksen arviointiin. Tällä tavoin voimme tutkia esimerkiksi kaupunkipyöräilijöiden mahdollisuuksia valita terveellisempiä vaihtoehtoisia reittejä kaupunkipyöräasemien välillä.

Reittioppaan lähdekoodi on julkaistu avoimesti GitHubissa ja työkalu sisältää ohjelmointirajapinnan, jonka avulla ympäristön kannalta optimoituja reititustuloksia voidaan viedä muihin sovelluksiin. Lähdekoodin avoin saatavuus auttaa muita kehittäjiä huomioimaan ympäristökustannustekijät reittisovelluksissaan.

Ympäristön terveellisyyden huomioiva reititys olisikin mahdollista lisätä osaksi myös yleisiä reittioppaita, jotka tarjoavat reittiehdotuksia kävelyille, pyöräilylle tai julkiselle liikenteelle. Toivomme Green Paths -reittioppaan edistävän ilmastollisesti vastuullista ja kestävää kaupunkiliikennettä ja sitä kautta kaupunkien kehittämistä entistä miellyttävimmiksi elinympäristöiksi kaikille.

LISÄTIETOJA

Green Paths -reittiopas: green-paths.web.app
Digital Geography Lab Green Paths verkkosivu: www.helsinki.fi/en/researchgroups/digital-geography-lab/green-paths
HOPE-hanke: ilmanlaatu.eu

Lähdeluettelo

[1] HSL. Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2018.

HSL:n julkaisuja 9/2019. Helsinki: 2019.

[2] Toikka A, Willberg E, Mäkinen V, Toivonen T, Oksanen J.

The green view dataset for the capital of Finland, Helsinki.

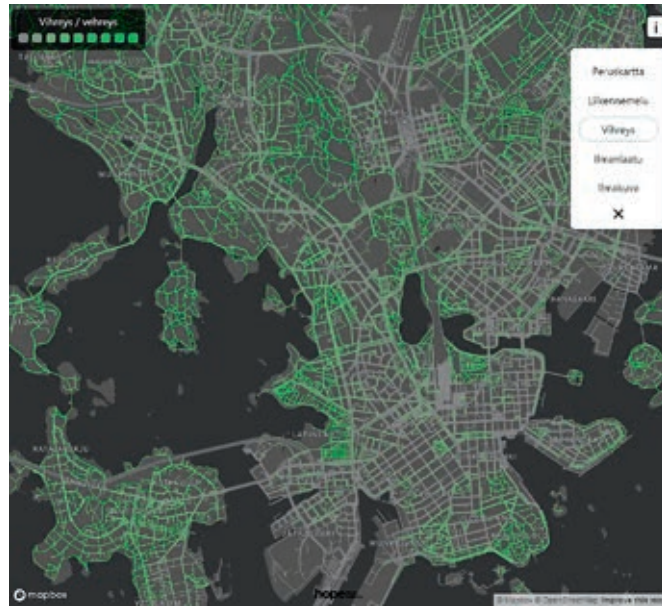
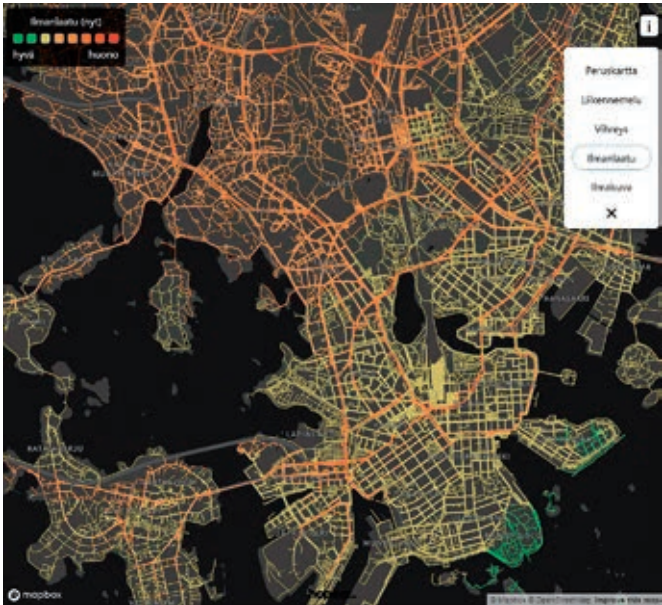
Data Br 2020;30:105601. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105601>.



Kuvakaappaus Green Paths -reittiehdotuksista 2.2.2021. Kehittäjä: Joose Helle.

GREEN PATHS ROUTE PLANNER HELPS TO FIND MORE PLEASANT TRAVEL ROUTES IN THE HELSINKI CAPITAL REGION

We spend around five per cent of our daily time for travel. Travelling in quiet, green and fresh air environment is beneficial for our health and wellbeing and improves our travel experience. This encourages us to use active travel modes such as walking or cycling. Green Paths route planner helps us to find pleasant walking and cycling paths in the Helsinki Capital Region. It gives multiple route suggestions from the shortest and fastest path to paths where the surrounding environment is less noisy and polluted. It also shows how much greenery we can see on each route. Green Paths route planner uses air quality data from the FMI-ENFUSER model, modelled noise levels from road and rail traffic, and street greenery data that are derived from street view images and land cover data. The tool is an open-source prototype available for further development and utilization in other applications.



Esimerkit ilmanlaatu-, liikennemelu- ja vihernäkymästä Helsingin keskustan kävely- ja pyöräilyverkostossa Green Paths -sovelluksessa. Kehittäjä: Joose Helle.

VOIKO SADETTA TEHDÄ?

Suomalaisessa yhteisprojektissa selvitettiin säänmuokkauksen mahdollisuuksia Arabiemiirikunnissa

Suomalaista pienhiukkasosaamista on sovellettu
myös varsin eksoottisiin tutkimuskohteisiin.

Ilmatieteen laitoksen, Helsingin yliopiston ja Tampereen
yliopiston yhteinen projekti selvitti pienhiukkasten roolia
säänmuokkauksessa Arabiemiirikunnissa. Tulosten mukaan
alueen kuiva ilmakehä vaikeuttaa muodostuvan sateen
selviytymistä maan pinnalle saakka.



KUVA: MIKA KOMPPIA

Kuva 1. Kenttämittauskampanjan laitteistoa Arabiemiirikunnissa.

HANNELE KORHONEN, Ilmastotutkimusohjelman johtaja /
tutkimusprofessori, Ilmatieteen laitos

Maailman niukat vesivarat

Makea vesi on välttämätöntä ihmiselämälle, mutta samalla varsin
rajallinen luonnonvara. Ainoastaan noin 2,5 % kaikesta maapallol-
la esiintyvistä vedestä on makeaa ja siitäkin vain pieni osa ihmis-
kunnan helposti hyödynnettävissä. Vesivaroihin kohdistuu myös
merkittävää painetta: 1900-luvun aikana makean veden kysyntä ar-
violta kuusinkertaistui johtuen erityisesti väestönkasvusta ja yleis-
estä elintason kohentumisesta (WMO, 1997). Viime vuosikymme-
ninä myös ilmastomuutos on lisännyt veteen kohdistuvaa kuormi-
tusta erityisesti kuivilla ja vähäsateisilla alueilla (IPCC, 2013). YK:n
elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO onkin arvioinut, että vuoteen
2025 mennessä kaksi kolmasosaa maapallon asukkaista elää alueil-
la, joilla kärsitään veden niukkuudesta (FAO, 2016).

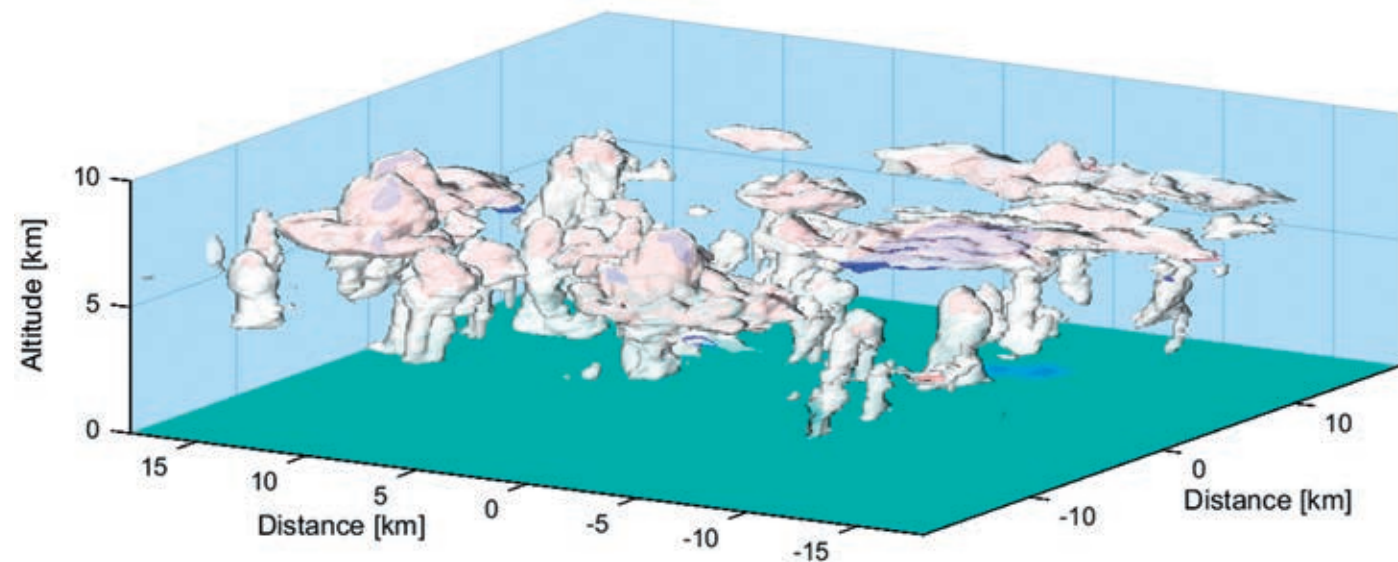
Keskeisiä keinoja yhä pahenevan vesiongelman selättämiseen
ovat kulutuksen suitsiminen (esimerkiksi tiedon lisääminen, hin-
noittelun ja lainsäädännön avulla), sadeveden keräämisen tehosta-
minen, jakeluverkon parantaminen sekä jäteveden puhdistaminen
ja kierrätys. Lisäksi nopeat ja kunnianhimoiset ilmastomuutoksen
hillintätoimet ovat globaalisti tarkasteltuna tärkeässä roolissa ve-
sikriisin torjunnassa. Näiden keinojen lisäksi noin 50 maata ympä-
ri maailman on turvautunut säänmuokkaukseen pyrkimyksenään
vahvistaa vesivarojaan.

Säänmuokkauksesta helpotusta vesiongelmaan?

Säänmuokkauksessa pilvien pystyvirtauksiin kylvetään lentokoneis-
ta pienhiukkasia, joiden toivotaan muokkaavan pilviä siten, että ne
satavat entistä voimakkaammin. Menetelmä pohjautuu siihen, että
kaikki nestemäiset pilvipisarat ja merkittävä osa pilvien jääkiteistä
muodostuu pienhiukkasten ympärille. Tutkimukseen pohjautuen
tiedetään myös, että hiukkasten pitoisuus, kokojakauma ja kemial-
linen koostumus vaikuttavat syntyvän pilven ominaisuuksiin ja eri-
tyisesti pilvipisarajakauman kautta sateenmuodostukseen. Sään-
muokkauksessa lentokoneesta kylvettävien hiukkasten toivotaan
siirtävän pisarajakaumaa kohti suurempia kokoja, minkä seurauk-
sena isompi osa pisaroista alkaisi pudota painovoiman seuraukse-
na kohti maan pintaa ja täten muodostaa sadetta.

Vaikka säänmuokkausta on harjoitettu kymmenissä maissa, mi-
kään ihmelääke vesiongelmaan se ei ole. Pelkästään tieteellinen
todistusaineisto menetelmän toimivuudesta on osin ristiriitaista.
Tämänhetkinen tieteellinen käsitys onkin, että pilvien kylvämi-
nen voi lisätä sadetta ainoastaan joissain tilanteissa. Tällöinkin on

KUVA: MIKA KOMPPIA



Kuva 2. LES-mallin simuloima pilvikenttä Arabiemiirikuntien kesäolosuhteissa. Punertavat ja siniset sävyt ilmaisevat pilvien osat, joissa esiintyy sadepisaroita ja jääkiteitä.

usein epäselvää, onko vaikutus niin suuri, että sillä olisi merkitystä alueen vesitalouden kannalta.

Pienhiukkasten ja pilvien tutkimusta Arabiemiirikunnissa

Yksi säänmuokkausta harjoittavista valtioista on Arabian niemimaalla sijaitseva Yhdistyneet arabiemiirikunnat. Tämän pääosin hiekka-aavikon peittämän valtion luontaiset vesivarat ovat hyvin niukat. Onkin arvioitu, että tässä varsin ylellisestä elämäntyylistä tunnetussa maassa vuotuinen vedenkulutus on noin 20-kertaista makean veden varojen uusiutumismäärään nähden. Pääosan käyttövedestään maa tuottaa desalinaation avulla eli poistamalla suolaa merivedestä. Säänmuokkauksesta toivotaan kuitenkin lisäapua vesivarojen turvaamiseen.

Lisätäkseen tieteellistä ymmärrystä säänmuokkauksesta sekä arvioidakseen oman kylvöohjelmansa toimivuutta Arabiemiirikunnat ovat rahoittaneet viime vuosien aikana yhdeksän isoa kansainvälistä projektia aiheen tiimoilta. Yksi näistä oli Ilmatieteen laitoksen, Helsingin yliopiston ja Tampereen yliopiston kolmevuotinen OASIS-hanke, jossa tutkittiin pienhiukkasten roolia pilvien ja sateen muodostuksessa.

Suomalaisen tutkimushankkeen suuri ponnistus oli vuoden kestänyt mittauskampanja Sharjahin emiraattikunnassa maan pohjoisosassa. Jo pelkästään sopivan mittauspaikan löytäminen osoittautui haastavaksi paikallisten lupakäytäntöjen takia ja Arabiemiraattikuntien ilmatieteen laitoksen apu olikin koko mittauskampanjan ajan korvaamaton. Lopulta mittauspaikaksi valikoitui laitoksen mediavastaavan vapaa-ajan asunnon takapiha keskellä hiekka-aavikkoa ja mittauskampanja päästiin käynnistämään puolisen vuotta suunnitellusta aikataulusta jäljessä.

Kampanjaa varten paikalle laivattiin Suomesta mittauskontti, joka oli täynnä pienhiukkasia, pilviä ja meteorologisia suureita havainnoivia mittalaitteita (Kuva 1). Maanpinnan läheisestä ilmasta mitattiin muun muassa pienhiukkasten pitoisuutta, kokojakaamaa sekä kykyä toimia pilvipisaroiden tiivistymisytiminä. Lisäksi tärkeässä roolissa kampanjassa olivat kaksi lidar-laitetta, joiden avulla havainnoitiin pienhiukkasten, pilvien ja ilmakehän kosteuden pystyprofiileja sekä ilmapvirtausten kolmiulotteista kenttää.

Olosuhteet mittausasemalla osoittautuivat haastaviksi erityisesti kesäkaudella, jolloin lämpötilat nousivat säännöllisesti yli 40 as-

teen ja mittauslaitteiston pitäminen optimaalisissa olosuhteissa vaati paitsi tehokasta ilmastointia myös suomalaistutkijoiden ahkeraa vierailua mittauspaikalla laitteita huoltamassa. Vierailujen välillä mittauksista huolehtivat yhteistyökumppanit paikalliselta ilmatieteen laitokselta.

Mittauksia hyödynnettiin hankkeen aikana mallinnettaessa sateenmuodostusta ja pilvien kylvön vaikutusta niin kutsuttujen suurten pyörteiden simulaatioissa (englanniksi Large Eddy Simulation, LES), joissa kuvattiin pilvien syntyä ja kehittymistä muutamien kymmenen neliökilometrin alueella (Kuva 2).

Sateisuuden synnylle otolliset olosuhteet Arabiemiirikuntien ilmakehässä identifioidiin alueellisen säänennustusmallin avulla. LES-simulaatioiden tavoitteena oli löytää olosuhteita, joissa pilvet voisi ainakin teoriassa saada satamaan voimakkaammin kylvämällä ilmakehään lisää tiivistymisytimiä. LES-mallinnuksen tuloksia hyväksikäyttäen kehitettiin myös neuroverkkoihin pohjautuva menetelmä, jonka avulla voidaan alustavasti arvioida, miten tietyissä olosuhteissa muodostuvat pilvet reagoisivat lentokoneesta kylvettyihin pienhiukkasiin.

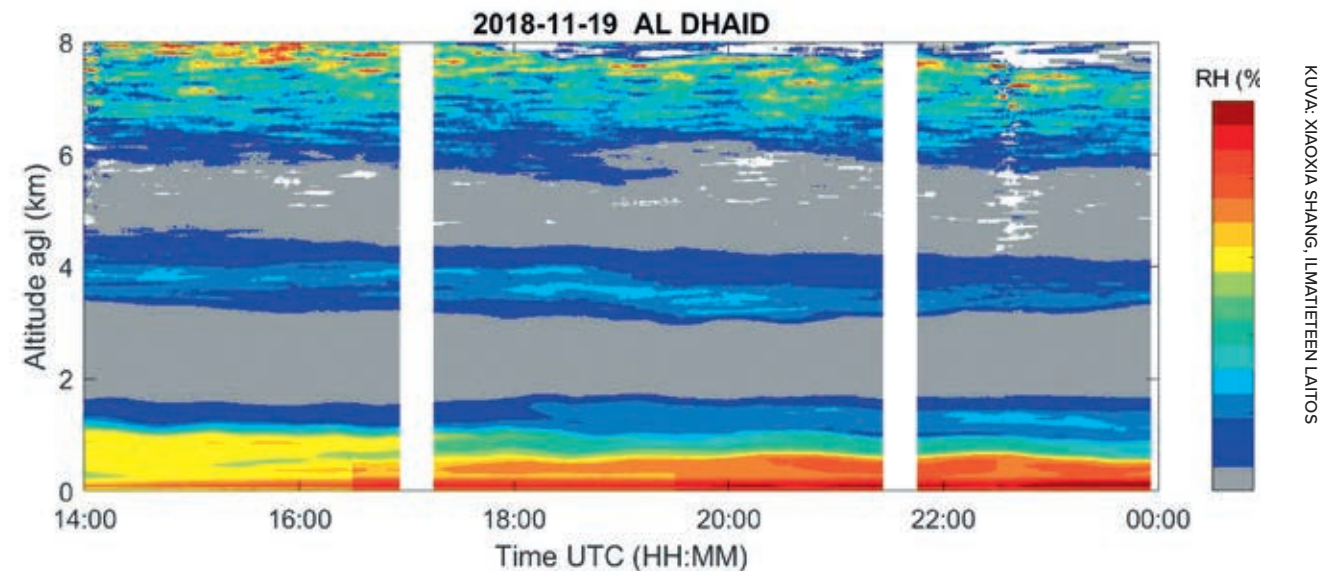
Hankkeen teoreettisimmassa osiossa tarkasteltiin, millaiset molekyyli- ja hiukkasominaisuudet tekevät pienhiukkasten pinnasta optimaalisen jääytimen eli mahdollistavat jäänmuodostuksen mahdollisimman korkeassa lämpötilassa nollan asteen alapuolella. Laboratoriokokeissa on aiemmin saatu viitteitä, että hiukkaspinnan pienet epätäydellisyydet, kuten mikroskooppiset lovet, saattavat helpottaa jäänmuodostusta. Hankkeen aikana suoritettujen molekyyli- ja hiukkasominaisuuksien tutkimusten avulla on saatu lisäviitteitä, että hiukkaspinnan pienet epätäydellisyydet, kuten mikroskooppiset lovet, saattavat helpottaa jäänmuodostusta. Hankkeen aikana suoritettujen molekyyli- ja hiukkasominaisuuksien tutkimusten avulla on saatu lisäviitteitä, että hiukkaspinnan pienet epätäydellisyydet, kuten mikroskooppiset lovet, saattavat helpottaa jäänmuodostusta.

Kuiva ilmakehä haihduttaa sateen

OASIS-hankkeen kenttämittauskampanjassa havaittiin, että pienhiukkasten pitoisuus, tyyppi ja esiintymiskorkeudet vaihtelevat Arabiemiirikuntien ilmakehässä varsin paljon. Koska pienhiukkasten määrä ja koostumus vaikuttavat merkittävästi muodostuvien pilvien ominaisuuksiin ja kykyyn muodostaa sadevettä, on pienhiukkasten pystyprofiilien ja perusominaisuuksien tunteminen tärkeää pyrittäessä ennustamaan tilanteita, joissa säänmuokkaus saattaisi saada aikaan lisäsadetta.

Myös pilvien tyyppi, korkeus ja paksuus vaihtelevat eri vuodenaikoina merkittävästi. Sateen kannalta kriittistä on, että keskimäärin

KOSTEUDEN VAIHTELU ILMAKEHÄN KERROKSISSA



Kuva 3. Esimerkki Arabiemiirikuntien kenttämittauskampanjan aikana mitatuista suhteellisen kosteuden vaihteluista ilmakehän eri kerroksissa. Vaaka-akselilla on esitetty aika ja pystyakselilla korkeus maanpinnasta. Harmaa väri ilmaisee kerrokset, joissa suhteellinen kosteus alle 6 %.

pilvet syntyvät varsin korkealla: keväisin pilvien alareuna muodostuu tyypillisesti yli neljän kilometrin korkeudelle ja talvella puolestaan yli yhdeksän kilometrin korkeudelle. Tämän vuoksi pilvessä muodostuvat sadepisarat joutuvat tippumaan hyvin pitkän matkan ilmakehässä ennen kuin ne saavuttavat maan pinnan.

Mittauksien mukaan Arabiemiirikuntien ilmakehässä on pilvien alapuolella yleisesti erittäin kuivia, useita satoja metrejä tai jopa kilometrejä paksuja kerroksia, joissa suhteellinen kosteus on hyvin matala eli alle 6 % (Kuva 3). Pudotessaan näiden paksujen ja kuivien kerrosten läpi sadepisarat ehtivät usein haihtua kokonaan ennen kuin ne saavuttavat maan pinnan. Tällaisten olosuhteiden vallitessa pinnalle tulevaa sademäärää on hyvin vaikeaa lisätä muokkaamalla pilvien ominaisuuksia keinotekoisesti.

Tilanteissa, joissa ilmakehän kuivat kerrokset eivät haihduta sadetta kokonaan, säänmuokkauksella voidaan pyrkiä vaikuttamaan pilvien jääfaasin ominaisuuksiin. Säänmuokkauksen kannalta erityisen kiinnostavia ovat heikosti satavat pilvet, joissa lumirakeiden osuus on luonnostaan alhainen. Tällaisissa pilvissä hygroskooppisten tiivistymisytimien kylväminen voi tehostaa lumirakeiden ja sitä kautta sateen muodostumista huomattavasti. Sen sijaan valmiiksi voimakkaasti satavissa pilvissä tai tilanteissa, joissa lumirakeiden osuus on luonnostaan korkea, tiivistymisytimien kylvämisellä ei mallinnuksen mukaan ole sadetta merkittävästi lisäävää vaikutusta. Hankkeessa kehitetyn neuroverkkoihin pohjautuvan menetelmän avulla voidaan arvioida, syntykö vallitsevilla ilmakehän olosuhteissa pilviä, joissa kylvö voisi ainakin teoriassa lisätä sateenmuodostusta.

Toimiiko säänmuokkaus?

Keskeinen ongelma säänmuokkauksen tehokkuuden arvioinnissa on, että sen jälkeen kun tiivistymisytimiä on kylvetty, ei ole empiiristä keinoja tietää kuinka kyseinen pilvi olisi kehittynyt ilman kylvöä. Täten yksittäisten kylvettyjen pilvien ominaisuuksien havainnointi esimerkiksi tutkien tai lentokonemittauksien avulla ei suoraan kerro kylvön vaikutuksesta sademäärään. Toisaalta ilmakehän olosuhteet vaihtelevat suuresti, joten myös pitkään kestäneet satunnaiset kylvökokeet tuottavat harvoin tilastollisesti merkittävää signaalia menetelmän toimivuudesta. Numeeristen simulaatioiden avulla voidaan mallintaa alkutilaltaan samanlaisia pilviä, joista osaan kyl-

vetään tiivistymisytimiä ja osan annetaan kehittyä ilman kylvöä. Simulaatioiden kykyä kuvata tosimaailman pilviä realistisesti on kuitenkin yleensä hyvin vaikea arvioida, koska vertailukelpoista mittausaineistoa ilmakehästä on saatavilla vain rajallisesti.

OASIS-hanke täytti osaltaan tätä tietovajetta tuottamalla varsin ainutlaatuisen, vuoden pituisen mittausaineiston alueelta, jossa pienhiukkasten roolia pilvien ja sateenmuodostuksessa on tutkittu aiemmin vain vähän. Ylipäänsä vastaavia pitkäaikaisaineistoja pienhiukkasten, pilvien, tuulien ja vesihöyryn pystyprofiileista yhdistettynä kattaviin maanpintamittauksiin on olemassa vain kourallinen maailmanlaajuisesti. Mittausten lisäksi numeerinen mallinnus syvensi merkittävästi ymmärrystä prosesseista, jotka kontrolloivat sateen syntyä Arabian niemimaalla.

Hankkeen tulokset vahvistavat aiempaa käsitystä säänmuokkauksen toimivuudesta: pilvien kylväminen saattaa lisätä sademäärää, mutta ainoastaan joissain tietyissä tilanteissa ja olosuhteissa. Potentiaalisten olosuhteiden identifiointi vaatisi varsin sofistikoituneen ennustejärjestelmän ja sen tueksi kattavaa ja reaaliaikaista (mittaus)tietoa ilmakehän pystyprofiileista. Tällaista mallinnusta ja mittauksia yhdistävää järjestelmää ei kuitenkaan usein ole saatavilla, jolloin kylvöoperaatiot joudutaan suorittamaan puutteellisin taustatiedoin ja ilman varmuutta niiden tehokkuudesta. Lisäksi koska säänmuokkaus toimii vain tietyissä tilanteissa, ei ole takeita, että onnistuessaankaan parantaisi merkittävästi alueen vesiturvaa. Yleisesti voitaneenkin todeta, että varmimmin veden niukkuusongelmaa taklaavat jatkossakin perinteiset keinot, kuten kulutuksen vähentäminen ja tehostaminen sekä veden kierrätys.

Lähteet

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Water scarcity, <http://www.fao.org/land-water/world-water-day-2021/water-scarcity/en/> (cited 3.2.2021).
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), The Physical Science Basis, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, 2013.
WMO (World Meteorological Organization), Comprehensive assessment of the fresh water resources of the world, WMO, Geneva, Switzerland, 1997.

SYKE avustaa Ympäristöministeriötä Wienin sopimuksen ja Montrealin pöytäkirjan neuvotteluissa. Tällä kertaa neuvotteluryhmässä olivat mukana Eeva Nurmi (YM), Laura Niskanen (YM), Nufar Finel (SYKE), Annika Johansson (SYKE) ja Tapio Reinikainen (SYKE)

MAAILMAN ENSIMMÄINEN PÄÄTÖKSIÄ TEKEVÄ GLOBAALI YMPÄRISTÖKOKOUS ETÄNÄ

TAPIO REINIKAINEN, projektipäällikkö, Suomen Ympäristökeskus

Minkälaista on yrittää sopia ilmastoasioista etänä kaikkien maailman maiden kesken? Sopiminen on vaikeata kasvokkain, kuten ilmastopöytäkirjan (Kioton pöytäkirja ja Pariisin sopimus) aikaansaannokset meille kertovat.

Viime vuoden marraskuun viimeisellä viikolla otettiin tuntumaa siitä, minkälaista on globaali etäneuvottelu maailman onnistuneimman kansainvälisen ympäristösopimuksen, Montrealin pöytäkirjan

piirissä. Onnistuuko sopiminen, kun siirrytään etäolosuhteisiin?

Voitaisiinko kaikki kansainväliset neuvottelut pitää etänä? Mitä hyviä puolia etäneuvotteluissa on ja mitkä ovat pahimmat rajoitteet?

Neuvottelut normaalioloissa

Normaalisti Montrealin pöytäkirjan piirissä järjestetään vuodessa kaksi globaalia neuvottelukokousta: osapuolikokous (MOP – Meeting of the Parties) syksyllä ja sitä valmisteleva kokous (OEWG – Open-ended Working Group) kesäisin. Osapuolikokouksen yhteydessä neuvotteluvuikolla olisi normaalioloissa kokoonnuttu ainakin seuraavissa kokoonpanoissa:

- **EU-maita koskevat koordinaatiokokoukset**, ja muilla alueellisilla ryhmillä vastaavat kokoukset
- **Avunantajamaiden kokoukset**, ja kehitysmailla vastaava kokous
- **Kaikkia maita koskeva yleiskokous (plenary)**, joka jakaantuu valmistelemaan osaan ja päätösosaan (high level segment)
- **Kontaktiryhmät**, joissa neuvotellaan kustakin virallisen asialistan kohdasta kiinnostuneiden maiden kanssa
- **Epäviralliset kontaktiryhmät**, joissa keskustellaan muista polttavista kysymyksistä, jotka eivät ehkä kuulu Montrealin pöytäkirjan nykyiseen sääntelyyn, mutta liittyvät siihen
- **Oheistapahtumat**, eri tahojen (teollisuus, asiantuntijaorganisaatiot, kylmäalan kansainväliset liitot, NASA, YKn järjestöt, kansalliset kehitysyhteistyöorganisaatiot jne.) järjestämät luentotilaisuudet kokousten välillä (side events)
- **Pienneuvottelut**, joista sovitaan tilanteen mukaan kiistelevien tai eri näkökantaa edustavien osapuolien välillä.
- **Käytäväkeskustelut**, joista osa perustuu tiukkaan neuvottelusuunnitelmaan ja osa vaihtelevassa määrin satunnaisiin kohtaamisiin ja keskusteluihin.



Suomen neuvottelijat Eeva Nurmi (YM) ja Tapio Reinikainen (SYKE) Montrealin pöytäkirjan neuvotteluissa Dubaissa marraskuussa 2015. Neuvotteluissa sovittiin seuraavista askelista kohti pöytäkirjanmuutosta, jolla otettaisiin superilmastokaasut (HFC:t) mukaan MP:n tiukkaan sääntelyyn.

Kokouksen asialista oli huomattavasti tavanomaista suppeampi, tarkoituksena oli sopia vain sellaisista välttämättömistä asioista, joilla saadaan Montrealin pöytäkirjan tehokas koneisto pysymään toiminnassa. Tässä kokouksessa ei yritetty vastata uusiin yllättäviin päästöongelmiin eikä yritetty kehittää sääntelyä tehokkaammaksi uusilla päätöksillä.

Etäkokouksen raamit

Kyseessä oli laatuaan ensimmäinen globaali sitovia päätöksiä tekevä YK:n etänä toteutettu ympäristöneuvottelu: Wienin sopimuksen järjestyksessään kahdestoista osapuolikokouksen (COP 12, osapuolikokouksen järjestyksessä kolmas vuosi), ja Montrealin pöytäkirjan 32. vuosittainen osapuolikokous (MOP 32) samalla vedolla.

Asialista oli huomattavasti tavanomaista suppeampi, tarkoituksena oli sopia vain sellaisista välttämättömistä asioista, joilla saadaan Montrealin pöytäkirjan tehokas koneisto pysymään toiminnassa. Tässä kokouksessa ei yritetty vastata uusiin yllättäviin päästöongelmiin eikä yritetty kehittää sääntelyä tehokkaammaksi uusilla päätöksillä.

Ensimmäinen osapuolikokous etänä

Päivät alkoivat EU-koordinaatiolla, kuten neuvottelupäivät aina alkavat normaalioloissakin. Sen sijaan väliin jäi tavallisesti edellisenä

päivänä pidettävä like minded -kokous muiden avunantajamaiden kanssa ja usein viikon varrellakin pidettävät vastaavat kokoukset.

EU:n puolesta neuvotteluja johtavat puheenjohtajamaa (PRES) ja EU:n komissio (COM) yhdessä. Nyt puheenjohtajuusvuorossa oli Saksa. Me olimme PRES vuosi sitten. Se vuosi ei helpolla unohdu!

Sitten alkoivat suuren salin keskustelut etänä. Alkukangertelun jälkeen asiat sujuivat, ja yhteydet toimivat pitkin maailmaa melko hyvin. Leimallista oli, että puheenvuoroja käyttivät enimmäkseen suuret maat. Pienten maiden näkökulmat jäivät varjoon. Se on harmi, koska toimiakseen kunnolla, täytyy niidenkin maiden, joissa virkamieskapasiteetit ovat ohuita, pystyä osallistumaan. Kokouksissa osallistujien määrä vaihteli välillä 250-400+.

Montrealin pöytäkirjan neuvottelut eivät kyllä muutoinkaan ole samanlaisia massakarnevaaleja kuin ilmastopöytäkirjan neuvottelut, eikä niihin kohdistu niin suuria mediapaineita. Ehkä se on yk-



Yhdysvaltain ympäristöviraston pääjohtaja Gina McCarthy ja Tapio Reinikainen Montrealin pöytäkirjan neuvotteluissa Kigalissa Ruandassa, muutamaa päivää ennen historiallisen "Kigalin sopimuksen" syntymistä. Se on pöytäkirjan muutos, jolla otettiin HFC-kaasut Montrealin pöytäkirjan sääntelyyn ja ehkäistään 0,4 C ilmaston lämpenemistä, mikä on toistaiseksi suurin uskottava globaali ilmastotoimi, jota jo pannaan toimeen.

si syy sille, että tulosta syntyy kerta toisensa jälkeen. Silti kaikkien maiden osallistuminen on välttämätöntä.

Suuresta salista (plenary) siirryttiin kontaktiryhmiin. Niissä käsiteltiin yksittäisiä asiakohtia hyvin tarkasti ja kuunnellaan tasapuolisesti kaikkien maiden näkemyksiä. Niin tehtiin tälläkin kertaa. Tässä vaiheessa työskentely, vaikka oli tutunomaista muodoltaan, vaikeutui ja alkoi tökkiä etäolosuhteissa. Normaalina vuorovaikutusta ei syntynyt ja asioiden käsittely oli tuskastuttavan hidasta. Kukaan puheenjohtaja ei sanonut: "I see people nodding", kuten tavallisesti olisi tapahtunut. Tähän ei järjestelmä vielä taipunut, vaikka sellainen olisikin helppo tietoteknisesti järjestää.

Kontaktiryhmien työtapana on ylipäättään kummallinen maallikojen mielestä, eikä vaikuta tehokkaalta, mutta ehkä lopulta on siitä. Ainakaan parempaa ei ole keksitty tässä yhteisössä, jossa kaikki päätetään konsensusperiaatteella. Yksikin maa voisi torpata kaiken mitä muu maailma on sopinut. Tekstiehdotuksia käydään läpi eri

maiden esittämien muotoilujen pohjalta yhdestä dokumentista käsin, johon on hakasulkeisiin kirjattu erilaisia tekstiehdotuksia. Tätä tekstiä sitten editoidaan joskus valtavan suurella porukalla, kunnes kaikki hakasulkeet on poistettu ja jää yksi yhteinen teksti, joka vietään plenaryyn hyväksyttäväksi. Valtavan tehotonta, mutta ihailtavan sitouttavaa. Sitoutuminen, reiluus ja tasapuolisuus ovat olleet Montrealin pöytäkirjan tärkeimpiä menestystekijöitä.

Epävirallisissa kontaktiryhmässä (ei voi tehdä päätökseen johtavia esityksiä) käsiteltiin myöhemmässä vaiheessa päätöksentekoon tulevia tieteellisten ja teknisten asiantuntijajaneelien nimityksiä. Se sujui melko huonosti, koska ei päästy selville eri ehdottajatahojen näkemyksistä ja perusteista. Asiantuntijajaneelit ovat Montrealin pöytäkirjan kruununjalokiviä. Niiden toimintaan luotetaan, ja niihin halutaan paras mahdollinen asiantuntemus ja toisaalta alueellinen edustavuus. Nämä ovat joskus ristiriidassa ja siksi ehdokkaiden henkilökohtainen esittely ja tuntemus on välttämätöntä. Kun keskusteltiin päätöksestä rakenteellisesti eli nimitetäänkö vain asiantuntijakomiteoiden puheenjohtajat vaiko myös senioriekspertit, oli etäkokoukseen hiippaillut yksi ehdokkaista. Melko noloa tai suuri vahinko, koska oli erikseen sanottu, että vain maiden edustajat saavat osallistua. Tältäkin osin siis etätyöskentely sujui heikokosti. Lopulta kuitenkin päästiin tässäkin yksimielisyyteen, vaikka paineita jäi tuleviin fyysisiin kokouksiin.

Virallisissa ja epävirallisissa kontaktiryhmissä tehtävä pilkunviilaus on turhauttavaa, mutta välttämätöntä. Erilaiset muotoilut mahdollistavat mitä erilaisimpia toimia mitä vaihtelevimmilla aikaväleillä. Sanoilla on merkitystä tässä hommassa. Erilaisilla muotoiluilla eri maat tai maaryhmät voivat ansaita tai menettää kymmeniä tai jopa satoja miljoonia dollareita tai muotoiluilla voi olla gigatonneissa laskettavia ilmastohyötyjä, tai ne voivat jäädä uupumaan. Usein myös lasketaan eri toimien aiheuttamia hallinnollisia kustannuksia ja pohditaan, salliiko kunkin maan nykyinen lainsäädäntö kulloisenkin päätöksen ja mahdetaanko pääkaupungissa olla valmiita muuttamaan maan lainsäädäntöä. Neuvottelijoiden valtuudet ovat kuitenkin melko suuret, eivätkä suurienkaan maiden poliitikot helposti niihin puutu. Heidät on briifattu etukäteen. Niin mekin teemme kaksi kertaa vuodessa pidettävissä kansallisissa koordinaatioissa ja tarpeen tullen siinä välissäkin.

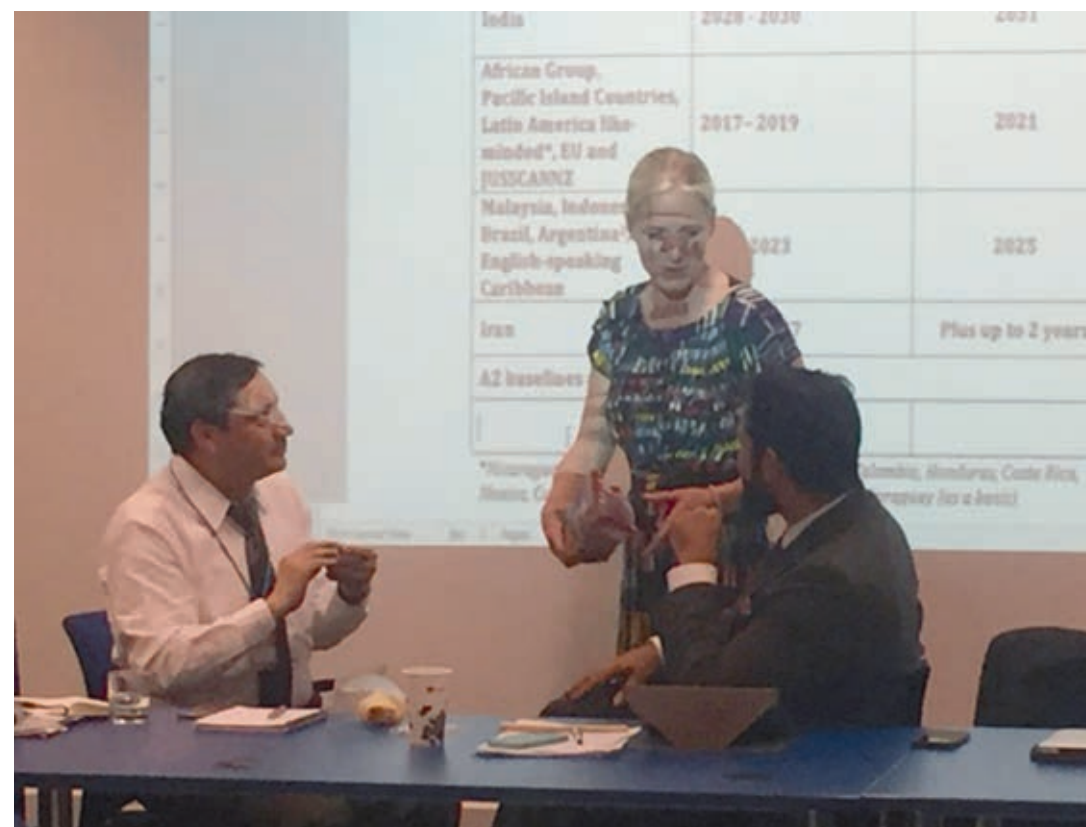
Ällistyttäviä juttuja ja kulttuurirelativismia

Montrealin pöytäkirjan asiantuntijajaneelit toimivat loistavasti. Niitä on kolme erilaista: Ilmastotieteeseen keskittyvä Tieteellinen asiantuntijajaneeli (SAP, Scientific Assessment Panel), Teknis-taloudellinen asiantuntijajaneeli (TEAP ja sen alakomiteat) sekä ympäristövaikutusten asiantuntijajaneeli (EEAP, Environmental Effects Assessment Panel). Asiantuntijajaneelisiin valitaan maailman parhaat asiantuntijat. Niille osapuolikokoukset määrittelevät tutkimusmandaatit ja mandaattien perusteella paneelit valmistavat korkealaatuiset tilannearviot kerran neljässä vuodessa (Quadrennial Assessments). Nämä arviot ovat Montrealin pöytäkirjan kehityksen kovaa ydintä. Niissä esitettiin havaintoihin usein pohjataan tulevat päätökset.

Aina kaikki neuvottelijat eivät viitsi lukea pitkiä tieteellisiä monisatasivuisia raportteja tai edes niiden hyvin popularisoituja koosteita. Yhden vaikutusvaltaisen Lähi-idän maan edustaja, pidettyään pitkään ilmatilaa hallussaan puheenvuoroillaan, kysyi minulta yksityisesti, että: "Tapio, mitä kaasuja oikeastaan ilmakehässä on?" Olin ällistynyt, mutta ystävällisesti yritin kakistelematta ja hymyilemättä vastata tähän lukiotasoiseen kysymykseen, jota en olisi odottanut vaikutusvaltaisen ja äänekkään maan neuvottelijalta.



Käytäväkeskusteluja Dubain neuvotteluissa. Etualalla Saudi-Arabian, USA:n, EU:n ja Kiinan edustajia. Taka-alalla vasemmalla liike-maiden ja oikealla kehitysmaiden edustajia.



Kanadan ympäristö- ja ilmastoministeri Catherine McKenna tarjoilee väsähtä-neille neuvottelijoille keksijä öisissä neuvotteluissa Wienissä heinäkuussa 2016.

”Diplomatia on sitä, että osaa ottaa toisten maiden intressit ja neuvottelijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet ja rajoitukset huomioon. Tässä myötäelämisen taito ja kulttuurien tuntemus on eduksi. Montrealin pöytäkirjan neuvottelijoissa on monia ihailtavia kollegoita, joilla kyky ja ymmärrys näyttää olevan myötäsyntyyisenä, mutta neuvottelutaitoja voi myös oppia.”

Me kaikki tulemme erilaisista lähtökohdista. Koulutustausta on erilainen, kulttuuriset lähtökohdat vaihtelevat ja meillä on erilaiset käsitykset totuudesta, todennäköisyyksistä ja jopa tieteestä. Toisille tieteellinen tietokin on neuvottelukysymys. Itselläni tässä kohtaa kulttuurirelativismi loppuu. Niin monelle muullekin. Yksi suurimmista arvoista ja menestystekijöistä maailman onnistuneimmalle ympäristösopimukselle, Montrealin pöytäkirjalle, on ollut tieteesen ja tietoon perustuva päätöksenteko. Se on kantanut pitkälle ja siitä mekin pidämme kiinni.

Etäneuvottelut korostavat osaavien ja hyvin resursoitujen maiden vaikutusvaltaa

Nykyiset tietotekniset neuvottelujärjestelmät eivät kunnolla taivu kuin listan alkupään virallisiin osuuksiin. Järjestelmät tosin kehittyvät nopeasti. Pienneuvottelut päätösesityksistä olivat heikosti järjestettyjä, eivätkä niihin monet maat älynneet ilmoittautua tai voineet osallistua teknisistä syistä, tai sen takia, että delegaatio on liian pieni hallinnoimaan monia keskusteluja.

Käytäväkeskusteluja ei synny spontaanisti etäolosuhteissa eikä vertaistukea synny kokemattomien osallistujien keskuudessa, kun he eivät voi tavata toisiaan aulassa kahvikupposen ääressä tai lounaalla. Tämä kaikki ajaa neuvottelujärjestelmää keskitettyyn päätöksentekoon, jossa maiden suuruus, käytettävissä olevien henkilöresurssien koko ja jo saavutetut asiantuntijuusasemat määrittävät vaikutusvallan. Etäolosuhteet ajaisivat päätöksenteon pitkän päälle epätasa-arvoistumiseen sekä maiden välillä, että maiden sisällä.

Inhimillinen tekijä – ihminen

Maiden todellisiin intresseihin liittyvät näkemyserot ovat rationaalisesti käsiteltävissä, mutta aina astuu kuvaan inhimillinen tekijä - Ihminen. Me kaikki väsymme, energia loppuu, olemme estoisia tai liian ekspressiivisiä. Käsittelemme asioita tunteella, faktoihin pohjautuen, intuitiivisesti, huolen saattelemana, kansallisen edun nimissä, teollisuuttamme puolustaan, jonkun teorian pohjalta, tieteelliseen tietoon nojautuen, ideologisesti tai kansallisen ylpeyden näkökulmasta. Usein erilaisina kombinaatioina näistä kaikista. Olemme henkilöinä avarakatseisia, suvaitsevaisia, joskus loukkaantuvia, itsepäisiä, herkkiä, jämäköitä, päättäväisiä, johdonmukaisia, ystävällisiä, ahkeria, rakastavia, intuitiivisia jne.

Joskus myös fyysiset tekijät vaarantavat tai ehkäisevät sovun syntymistä. Silloin tilannetaju ja huumori helpottavat. Kerran Wienissä pidettävissä tärkeätä HFC-muutosta valmistelevissa neuvotteluissa oltiin ahtauduttu pieneen huoneeseen 40 ihmisen ”pienryhmällä” sopimaan näiden superilmastokaasujen valmistuksen ja käytön alarajon aikatauluista eri maaryhmiä koskien. Hiilidioksidipitoisuus ilmassa nousi ja verensokeripitoisuudet olivat laskussa. Pahoinvoivat poistuivat paikalta ja erimielisyys oli juuri lävähtämässä ilmiriidaksi, kun puheenjohtajana toiminut USEPA:n pääjohtaja Gina McCarthy, nykyinen Bidenin hallinnon ”ilmastotsaari” (White House National Climate Advisor) isoäidillisen arvovallallaan ja parilla sutkauskellaan pysäytti kellot ja määräsi happihyppelyn. Sillä aikaa Kanadan ympäristö- ja ilmastoministeri Catherine McKenna tarjoili meille väsähtäneille ja nälkäisille neuvottelijoille suklaakeksejä, muuta-

man rohkaisevan sanan ja hymyn olkaan taputuksen kera osoittaman loistavaa tilannetajua. Tauon jälkeen sopu syntyi.

Diplomatia on sitä, että osaa ottaa toisten maiden intressit ja neuvottelijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet ja rajoitukset huomioon. Tässä myötäelämisen taito ja kulttuurien tuntemus on eduksi. Itselleni parasta oppia tässä on ollut reppumatkailu vähillä resursseilla pitkin maailmaa. Montrealin pöytäkirjan neuvottelijoissa on monia ihailtavia kollegoita, joilla kyky ja ymmärrys näyttää olevan myötäsyntyyisenä, mutta neuvottelutaitoja voi myös oppia.

Lopulta hyvin tärkeitä ovat hyvät käytöstavat, toisten näkökantojen kuunteleminen, oman egon hallinta, kohteliaisuus, tilan antaminen neuvottelukumppaneille, äärevien tai syyttävien näkökantojen välttäminen ja kuitenkin uskallus esittää asiansa perustellusti ja johdonmukaisesti - niin ja rehellisesti, mutta tinkimistilanteessa kortti kortilta. Rahoitusneuvottelujen loppusuoralla hymynkare väärässä paikassa voi maksaa sata miljoonaa dollaria, mutta kuinka kalliiksi tulee kaikille, jos etäoloihin pakotettuna sopimuksia ei saada aikaan.

Tunteet ja niiden hillitseminen

Neuvotteluissa on aina paljon pelissä ja joskus hiili rupeaa hehkuun itse kullakin. On sanomattakin selvää, että jos kiihdyksissä aukaisee suunsa, niin voi saada aikaan vain vahinkoa. Etäneuvotteluissa vahinkoa on vaikeata luontevasti edes korjata. Kielteisten tunteiden hillitsemisessä kaikkein käytännöllisin asia on filosofia.

Itseäni on eniten helpottanut myötätunnon käsite. Kun ajattelee ”dalailamalaisittain” vihasia argumentteja viljelevää vastapuolta ”kärsivänä olentona”, jonka on pakko ottaa huomioon maansa teollisuuden tai hallituksensa kohtuuttomat vaatimukset, vaikka ei ehkä haluaisi, ja joutuu siksi taivuttamaan totuutta, on jo joku askel otettu. Silloin voi yrittää etsiä argumentteja vastapuolen edustajalle, jotta voi auttaa häntä kotona perustelemaan taipumisensa kompromissiin. Tämänlaisessa auttamisessa välttämätöntä on ymmärtää mitä vastapuoli ymmärtää (vrt. Kierkegaard- intohimon, ahdistuksen ja huumorin filosofi, s. 53) tai usko.

Esimerkiksi intialaisia neuvottelijoita ajaa se, että maassa on vuonna 2050 yli 500 miljoonaa uutta kaupunkilaista, jotka tarvitsevat (ja joilla on yhtäläinen oikeus kuin meillä) toimivaan kylmäketjuun ja huonevilennykseen. Jos ei tällaista reunaehtoaa tunne ja tunnusta, ei voi menestyä neuvottelussa.

Sisäinen skype-chat omalla porukalla on hyvä käytäntö päästää höyryä ilman haittavaikutuksia. Minua kokeneemmatkin välillä kiihottavat, mutta normaalikokouksessa on se hyvä puoli, että voidaan tavata käytävillä ja sopia; ventiloita porukalla ja kuitata huumorilla tunnepurkauksia.

Miten se sitten lopulta meni?

Maita on UNEPin laskujen mukaan 197 ja ne kaikki ovat Montrealin pöytäkirjan allekirjoittajamaita. Myös pöytäkirjan muutokset (amendments), joita on viisi kappaletta, on universaalisti allekirjoitettu lukuun ottamatta tuoreinta, Kigalin muutosta, jonka senkin on ehtinyt jo allekirjoittaa 112 maata. Se, että kaikki maat ovat mukana, on hienoa ja kertoo asian koetusta tärkeydestä, mutta se tarkoittaa käytännössä myös sitä, että etäneuvotteluissa toimitaan kaikilla aika-

vyöhykkeillä. Toisille kokous alkaa aamuyöstä. Se näkyi tällä kertaa Amerikkokojen maiden edustajien silmäpusseista.

Tälläkin kertaa päästiin maaliin. Saatiin tarvittavat, asialistalla olleet välttämättömät päätökset aikaan, kuten Monenkeskisen rahaston oikeus käyttää koronavuonna 2020 ylijääneitä varoja kehitysmaiden työn avustamiseen vuonna 2021, muutama budjettiasia sekä rutiininomainen päätös metyylibromidin poikkeuskäytöstä koskien muutamaa maata. Sen sijaan seuraavan rahoituskauden varsinaisia rahoitusneuvotteluja ei voitu käydä etänä johtuen päätöksenteon vaikeudesta sekä aiheen moniulotteisuudesta ja tärkeydestä.

Se, että päätöksiä tekevä kokous voitiin pitää, on varsin kunnioitettava saavutus Montrealin pöytäkirjan yhteisöltä. Sellaista ei synny ilman joustavuutta toimeenpanossa poikkeusmekanismeineen, eikä ilman kulttuuria, jossa maiden on mahdollista perääntyä vaatimuksistaan menettämättä kasvojaan. Kaikki tämä kapasiteetti on kuitenkin syntynyt yli kolmenkymmenen vuoden vuorovaikutuksessa maiden välillä.

Luottamus on avainsana ja se on pääomaa, joka uusiutuu joka tapaamisessa. Etäkonferenssit eivät sitä sinänsä uusinnu. Nyt käytettiin pitkään kerättyä luottamuspääomaa, joskin säästeliäästi. Käsiteltiin vain asioita, joita oli pakko käsitellä, että voitaisiin pitää pyörät pyörimässä. Piti polkea lujaa, että pysyttiin paikallaan. Maailma ei kuitenkaan makaa, vaan ongelmat kertyvät ja tarvitaan fyysisiä neuvotteluja tulevien asioiden ratkaisemiseksi.

Henkilökohtaisia tuntemuksia ja havaintoja

Neuvotteleminen oli raskasta ja junnaavaa, eikä se olisi onnistunut lainkaan, mikäli taustalla ei olisi hyvin toimivia Montrealin pöytäkirjan instituutioita ja vuosien tai jopa vuosikymmenien mittaan

kehittyneitä hyviä henkilösuhteita ja ystävällistä ja kunnioittavaa ilmapiiriä neuvottelijoiden kesken.

Negatiiviselle puolelle menee myös se, että ei päästy tervehtimään vanhoja tuttuja ja kyselemään kuulumisia. Näillä epävirallisilla kontakteilla on suuri merkitys uusien asioiden edistymisen kannalta. Myöskään uusia henkilökohtaisia kontakteja ei pääse syntymään, mikä on erityisesti nuorempien neuvottelijoiden kannalta valitettavaa. Toisaalta etäoloissa neuvotteluryhmää voitiin laajentaa ja ottaa mukaan uusia tulokkaita saamaan tuntumaa neuvotteluista, mikä mahdollistaa neuvotteluosaamisen siirtämistä nuoremmille polville.

Vakavin puute etäneuvotteluissa oli kuitenkin se, että etäoloissa ei voitu käsitellä vaikeita tai uusia asioita. Tällä hetkellä esimerkiksi uudet vakavat ja laajat päästöongelmat uhkaavat syödä Montrealin pöytäkirjalla saavutettuja ilmastohyötyjä.

Lisätietoja ja analyysiä kokouksen kulusta ja päätöksistä löytyy verkosta: <https://enb.iisd.org/download/pdf/enb19154e.pdf>, samoin kuin kokouksen loppuraportti <https://ozone.unep.org/meetings>.

Tapio Reinikainen on ollut Wienin sopimuksen ja Montrealin pöytäkirjan Suomen ja EU:n neuvottelijana vuodesta 2009 lähtien ja myös Monenkeskisen rahaston johdokunnassa (MPn rahoitusmekanismi) sekä EU:n otsoniasetuksen ja F-kaasusetuksen toimivaltaisen viranomaisen tehtävissä.



Laadukasta päästömittausteknologiaa Suomesta

Olemme kansainvälisesti toimiva ja yksi alan johtavista päästömittausratkaisuja sekä kaasuanalysointilaitteita tarjoavista yhtiöistä. Kaikki tuotteemme valmistetaan Suomessa ja näin ollen kaikki tuki, huolto ja varaosat ovat lähellä. Maailmalta löytyy tuhansia meidän ratkaisujamme ympäristölupien mukaisesti tehtävään päästömittaukseen.

Tutustu tarkemmin ratkaisuihimme kotisivuillamme www.gasmet.fi

Gasmät Technologies Oy

+358 9 7590 0400 / contact@gasmet.fi / Mestarintie 6, 01730 Vantaa

Gasmätin tärkein tehtävä on mittausteknologian avulla mahdollistaa vähäpäästöisempi ja siten turvallisempi tulevaisuus seuraaville sukupolville.

Petteri Taalas: Ilmastonmuutos ilmatieteilijän silmin

BIRGITTA KOMPPULA, tutkija, Ilmatieteenlaitos

Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) pääsihteeri Petteri Taalas on julkaissut kirjan Ilmastonmuutos ilmatieteilijän silmin. Hän on lähes 40-vuotisen ilmatieteilijän uransa aikana toiminut myös Ilmatieteen laitoksen pääjohtajana.

Kirjassa Taalas käy läpi oman uransa lisäksi ilmatieteen ja ilmastopoliittisten historioita ja nykypäivää sekä ilmastokeskustelun ongelmakohtia. Hän kertoo faktoja ilmastomuutoksesta sekä asettaa asiat ja ongelmien ratkaisukeinot mittasuhteisiin. Taalas muistuttaa, että maailman hiilidioksidipäästöistä 90 prosenttia tulee kivihiilen, öljyn ja maakaasun käytöstä. Ilmastomuutoksen torjunnan kannalta johtava teema tulisi olla fossiilista energianlähteistä luopuminen ja uusiutuviin energiamuotoihin siirtyminen.

Ilmastokeskusteluissa on Taalaksen mielestä tapahtunut ylilyöntejä, jolloin keskei-

simmät ja vähemmän tärkeät asiat ovat menneet sekaisin. Kiellot eivät ole tehokkaita ilmastonmuutoksen torjuntakeinoja, vaan ihmisten arkielämän valintojen syyllistäminen voi kääntyä itseään vastaan.

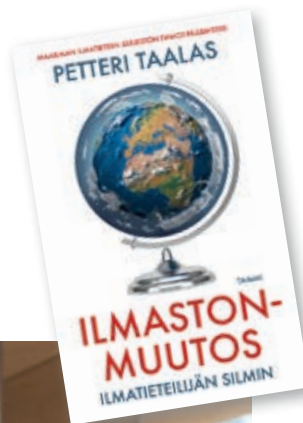
Ilmastonmuutoksen torjunta voidaan tehdä varsin pienillä muutoksilla, jotka voivat olla myös taloudellisesti houkuttelevia tai tuoda terveyshyötyjä kuten työmatkapyöräily. Jokainen voi kantaa oman kortensa kekoon miettimällä omia liikkumis-, asumis- ja kuluttamisvalintojaan.

Taalas painottaa, että ilmastonmuutoksen torjumiseksi vaadittavat toimet ovat huomattavasti helpompia kuin mitä koronapandemian torjumiseksi on tehty. Eikä niitä tarvitse tehdä välittömästi vaan pitemmällä ajanjaksolla.

Kustantaja: Tammi

Julkaistu: tammikuu 2021

Sivumäärä: 181 s.



KUVA: MARKKO TAINA

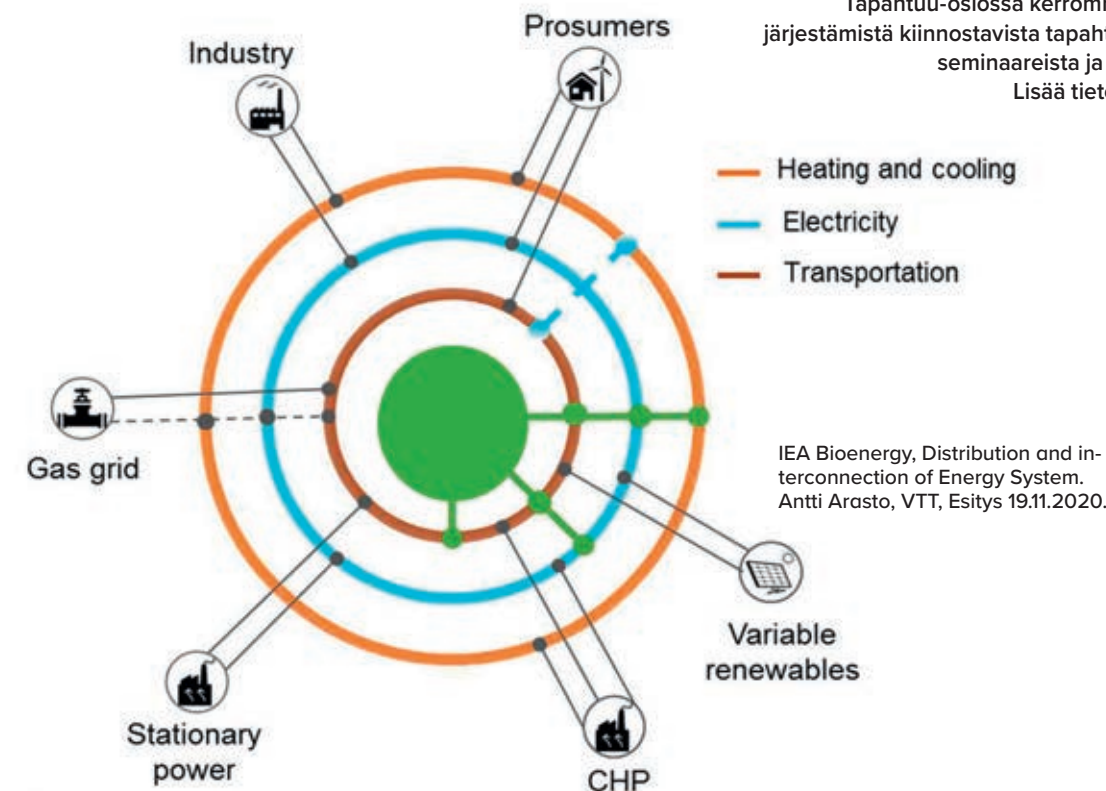
ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASiantuntija

- Päästöjen leviämismalliselvitykset
- Ilmanlaadun mittaukset
- Mittalaitteiden kalibrointipalvelut
- Ilmakemian analyysipalvelut
- Ilmanlaadun seurantasuunnitelmat
- Ilmanlaadun koulutus- ja konsultointipalvelut
- Tuulimittaukset
- Tuuli- ja jäätämislaskelmojen analysointi
- Paikallisen tuulivoimapotentialin määrittäminen
- Tuulivoiman tuuliennusteet
- Aurinkoenergian tuotantopotentiaali ja ennusteet
- Kansainväliset hankkeet ja tutkimushankkeet



Kuva: Laura Karlin

Tapahtuu-osiossa kerromme ISYn järjestämistä kiinnostavista tapahtumista, seminaareista ja retkistä
Lisää tietoa: isy.fi



IEA Bioenergy, Distribution and interconnection of Energy System.
Antti Arasto, VTT, Esitys 19.11.2020.

ENERGY SYSTEM WILL BE SIGNIFICANTLY MORE DISTRIBUTED, INTERCONNECTED AND MORE FLEXIBLE THAN TODAY'S

Syysseminaarissa oli tarkastelussa 55 prosentin päästövähennystavoitteet energia- ja liikennesektorilla

ESSI HAAPANIEMI, sihteeri, Ilmansuojeluyhdistys ry

Syyskuun 2020 maailmalla vallitsi COVID-19-tilanne, jonka myötä kokouskahvit nautittiin ruudun ääressä, kun ISY:n syysseminaari ja –kokous järjestettiin etäyhteydellä 19.11.2020. Seminaari toteutettiin yhteistyössä Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy:n kanssa ja paikalle saatiinkin kova puhujajakaarti: Petteri Kuuva Työ- ja elinkeinoministeriöstä, Saara Jääskeläinen Liikenne- ja viestintäministeriöstä sekä Antti Arasto ja Juhani Laurikko VTT:ltä. Kiitos myös lähes 50 hengen yleisölle!

Syysseminaarin avasivat ISY:n puheenjohtaja Anu Kousa sekä VTT:n tutkimuspäällikkö Antti Arasto. Seminaarin aihe oli hyvinkin ajankohtainen: 55 prosentin päästövähennystavoitteet eri toimialoilla.

Euroopan komissio julkisti 17.9.2020 päivitetyn vuoden 2030 ilmastotavoitteen, jossa suositellaan päästövähennystavoitteiden kiristämistä 40 prosentista jopa 55 prosenttiin. Suomi on ilmoittanut tukensa linjausta. Komissio antaa muutosesityksensä koskien vuoden 2030 lainsäädäntöä keuhkokuumeen 2021.

Hiilineutraalisuus 2035 tavoite edellyttää kokonaispäästöjen nopeaa vähentämistä ja nielujen vahvistamista

TEM:n teollisuusneuvos Petteri Kuuva käsitteli puheenvuorossaan Suomen ilmasto- ja energiastrategian valmistelutyötä ja miten sii-

nä tullaan huomioimaan EU:n kiristyneet vuoden 2030 päästövähennystavoitteet.

Suomen keinot ilmastotavoitteen saavuttamiseksi painottuvat pääasiassa kokonaispäästöjen vähentämiseen sekä LULUCF:n nielun ylläpitoon ja kasvuun. Komissio on myös kaavaillut vahvempaa roolia päästökaupalle laajentaen sen kattamaan lämmityksen sekä tie- ja meriliikenteen. Energialainsäädäntöä tulee myös arvioida uudelleen keskittyen todelliseen energiatehokkuuteen energian kulutuksen vähentämisen sijaan, mikä vaatii esimerkiksi teollisuuden, liikenteen ja energiajärjestelmien integroimista.

VTT:n johtama konsortio (VTT, SYKE, Luke, THL ja Pellervo) valmistelee tausta- ja vaikutusarviota ”Energia- ja ilmastopolitiikan toimet hiilineutraalin Suomen saavuttamiseksi”, jonka on arvioitu valmistuvan kesällä 2021. Päivitetty ilmasto- ja energiastrategia annetaan tiedonantona eduskunnalle syksyllä 2021.

Kohti päästötöntä liikennettä

Liikennesektori on olennainen osa ilmasto- ja energiastrategiaa. LVM:n liikenneneuvos Saara Jääskeläinen esitteli fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelua, jonka työryhmän loppuraportti julkaistiin 27.10.2020. Hallitusohjelman mukaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt tulee puolittaa vuoteen 2030 mennessä sekä liiken-

1/2021 KIRJOITTAJAT

ESSI HAAPANIEMI

Ilmansuojeluyhdistyksen
sihteeri
sihteeri@isy.fi
045 133 5989

JOOSE HELLE

sovelluskehittäjä
Helsingin yliopisto
Gustaf Hällströmin katu 2,
00560 Helsinki
sovelluskehittäjä
Suomen ympäristökeskus
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki
joose.helle@syke.fi

VILLE JUNTILA

Tutkija
Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus,
Haitalliset aineet
Latokartanonkaari 11, 00790, Helsinki
046 923 0941
ville.junttila@syke.fi

BIRGITTA KOMPPULA

Tutkija
Ilmatieteenlaitos
PL 503, 00101 HELSINKI
050 919 5459
birgitta.komppula@fmi.fi

HANNELE KORHONEN

Ilmastotutkimusohjelman johtaja /
tutkimusprofessori
Ilmatieteen laitos
PL 503, 00101 Helsinki
040 8424 852
hannele.korhonen@fmi.fi

AINO KULONEN

ympäristökoordinaattori
Lahden kaupunki, Ympäristökehitys
Askonkatu 2, 15100 Lahti
044 482 6178
aino.kulonen@lahti.fi

KATRIINA KYLLÖNEN

Erikoistutkija
Ilmatieteen laitos, Ilmakehän
koostumuksen tutkimus
Erik Palménin aukio 1, 00560 Helsinki
029 539 5461
katriina.kyllonen@fmi.fi

JAAKKO MANNIO

Johtava tutkija
Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus,
Haitalliset aineet
Latokartanonkaari 11, 00790, Helsinki
0295 251 406
jaakko.mannio@syke.fi

AGE POOM

tutkijatohtori
Helsingin yliopisto
Gustaf Hällströmin katu 2, 00560 Helsinki
age.poom@helsinki.fi

TAPIO REINIKAINEN

Projektipäällikkö
Suomen ympäristökeskus (SYKE),
Teollisuuden ympäristönsuojelu
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki
050 5988548
tapio.reinikainen@syke.fi

TUULI TOIVONEN

professori
Helsingin yliopisto
Gustaf Hällströmin katu 2, 00560 Helsinki
tuuli.toivonen@helsinki.fi

ELIAS WILLBERG

väitöskirjatutkija
Helsingin yliopisto
Gustaf Hällströmin katu 2, 00560 Helsinki
elias.willberg@helsinki.fi

