

IS

3 | 2019

ILMANSUOJELU

SMART-MR TEKEE ASEMANSEUDUISTA
ILMASTOYSTÄVÄLLISIÄ s.4

EURO 6 DIESELHENKILÖAUTOJEN
TODELLISEN AJON NOX-PÄÄSTÖT s.8

ROBOTTIBUSSI PILOTOI KALASATAMASSA s.12

HELSINGIN PÄÄSTÖJEN **REAALIAIKAISTA SEURANTAA** s.14

DROONIT VALJASTETAAN KERÄÄMÄÄN OLOSUHDETIETOA s.20

DIALOGIA ILMASTONMUUTOSKESKUSTELUUN
POSTNORMAALIN TIETEEN AVULLA s.24

ELÄMÄÄ JA ILMANLAATUA **AZERBAIDŽANISSA** s.28



20

Droonien avulla uudenlaista havaintoaineistoa



28

Ilmanlaadun monitorointia ja diplomatiaa Azerbaidžanissa



“tarve ilmastonmuutos-tiedolle on kasvanut”

VALOKEILASSA Juhani Damski

23



32

Ilmansuojelupäivillä uusimpia alan teemoja ja mukavaa illanviettoa

- 4 Asemanseuduille terveellistä ja ilmastoystävällistä kaupunkielämää **SMART-MR -KEINOILLA**
- 8 Uusien dieselbussien ja dieselhenkilöautojen todellisen ajon NOx-päästöt – **OSA 2: EURO 6 DIESELHENKILÖAUTOT**
- 12 **ROBOTTIBUSSI** pilotoi Kalasatamassa
- 14 **HELSINKI EDELLÄKÄVIJÄNÄ** hiilineutraaliudessa – Päästöjen reaaliaikaista seurantaa ja ilmastopolitiikan johtamista tiedolla
- 20 Kauas ja takaisin – **DROONIT** valjastetaan keräämään olosuhdetietoa
- 23 **VALOKEILASSA** Juhani Damski
- 24 Avointa dialogia ilmastonmuutoskeskusteluun **POSTNORMAALIN** tieteen avulla
- 28 **MUUALLA** Elämää ja ilmanlaatua Azerbaidžanissa
- 32 **TAPAHTUU** Ilmansuojelupäivät 2019 Lappeenrannassa – Liikenteen viimeisimpiä tuulia
- 36 **TAPAHTUU** Ilmanlaadun mittajaat kokoontuivat aurinkoisessa Turussa

Maankäytön vaikutukset ja kryosfääri pinnalla

Elämme jännittäviä aikoja ilmastomuutoksen kanssa ja tietoisuus tästä on edennyt jo yleiseen keskusteluun sekä arkipäivän kansalaisaktivismiksi: esimerkiksi perjantaiset ilmastolakot ovat yleistyneet koko maailmassa, flygskam eli lentohäpeä sekä kasvisruoka ovat yleistymässä ja ilmastoteemat näkyvät jo lähes jokaisella elämän alalla. Silti tarvitaan vielä paljon muutosvoimaa ja poliittista tahtoa jos haluamme päästä IPCC:n linjaamiin 1,5 asteen rajoihin.

IPCC:n viimeisimmät erityisraportit maankäytön ilmastovaikutuksista ja kryosfäärin muutoksista olivat taas hyvin mielenkiintoista luettavaa. Maankäytön päästöt ovat noin neljänneksen globaaleista ilmastomuutokseen liittyvistä päästöistä, joten maankäytön muutoksilla on merkittäviä vaikutuksia. Lisäksi kasvava väestö sekä nouseva elintaso edellyttävät yhä enemmän maa-alaa, joten resursseja ja hiilivarastoja säästävien maankäytön ratkaisujen löytäminen on kaikilla tavoin järkevää. Jokaisella toimella on merkitystä, kun maailman keuhkot savuavat yhä Brasiliassa, jäätiköt sulavat ja merenpinta nousee.

Tämän lehden teemoina ovat kestävä liikenne ja reaaliaikainen seuranta. Smart-MR -hankkeen raportti on nyt julkaistu ja saamme lukea lisää asemanseutujen muokkaamisesta ilmastoystävällisiksi ja terveellisemmiksi. Lisäksi dieselajoneuvojen päästöjä käsittelevän EURO 6 -artikkelin toinen osa kertoo dieselhenkilöautojen päästömittauksista todellisissa olosuhteissa.

Helsingissä meneillään olevaa robottibussin pilottia avataan lyhyesti omassa artikkelissaan ja saamme lukea myös Helsingin käyttöönottamasta laajasta ilmastotoimenpiteiden seurannasta, jota rakennetaan konkreettiseksi työkaluksi kaikille kaupungin toiminnoille. Hiilineutraali Helsinki -palvelua pääsevät tarkastelemaan oman organisaation lisäksi myös kaupunkilaiset ja toiminnan todellisia ilmastovaikutuksia pyritään arvioimaan jo suunnitteluvaiheessa palvelun mittareiden avulla. Palvelun mukaan Helsinki on hiilineutraali vuonna 2073, eli palvelu tuo konkreettisesti esiin riittävät nykyiset toimet.

Droonit ovat yhä merkittävämmässä osassa ilmanlaadun sekä olosuhteiden seurannassa ja droonien toimintaa sekä uusia havainnointimahdollisuuksia avataan artikkelissa "Kauas ja takaisin". Uusia näkökulmia ilmanlaadun monitorointiin avaa myös Katja Lovénin artikkeli Azerbaidžanissa työskentelystä ja valokeilassa meillä on tällä kertaa Ilmatieteenlaitoksen pääjohtaja Juhani Damski, joka kertoo meille urastaan ja ajatuksistaan alan kehityksen suhteen.

Ilmansuojelupäivät pidettiin elokuussa Lappeenrannassa ja ISY:n sihteeri kertoo meille päivien kohokohdista. Myös Ilmansuojeluyhdistyksen vuoden 2019 stipendit jaettiin Ilmansuojelupäivillä ja toinen stipendiaateista, Heidi Lehtiniemi, avaa meille tutkielmaansa artikkelissaan post-normaalin tieteen merkityksestä ilmastomuutoksen käsittelyssä. Lisäksi saamme lukea kevään Mittaajapäivien kohokohdista aurinkoisesta Turusta.

Kiitos vielä sijaisenani toimineelle Maiju Lehikoiselle kevään lehtien toimittamisesta ja aurinkoisia syyspäiviä teille, lukijat!

JOHANNA KARE-HAAVISTO
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

Johanna Kare-Haavisto
ilmansuojelulehti@gmail.com

TOIMITUSKUNTA / REDAKTIONSRÅD

Nelli Kaski
Birgitta Komppula
Taina Ruuskanen
Mikko Savolahti
Laura Sokka
Antti Toikka
Jari Viinanen

Taitto / Ombrytning

Hella Pakaslahti

Kannen kuva / Omslagsbild

Hella Pakaslahti

Paino / Tryckeri

Scanseri Oy

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

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
Annonpris vanligt / för medlemmar:

1/1 sivu 390 € / 315 €
1/2 sivu 300 € / 240 €
1/3 sivu 225 € / 188 €

Kestoilmottajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

TILAUKSET / BESTÄLLNINGAR

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

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Ella Koljonen
PL 136,
00251 Helsinki
Puh. 045 1335989 (ti, pe klo 9-13)
sihteeri@isy.fi



Asemanseuduille terveellistä ja ilmastoystävällistä kaupunkielämää **SMART-MR-keinoilla**



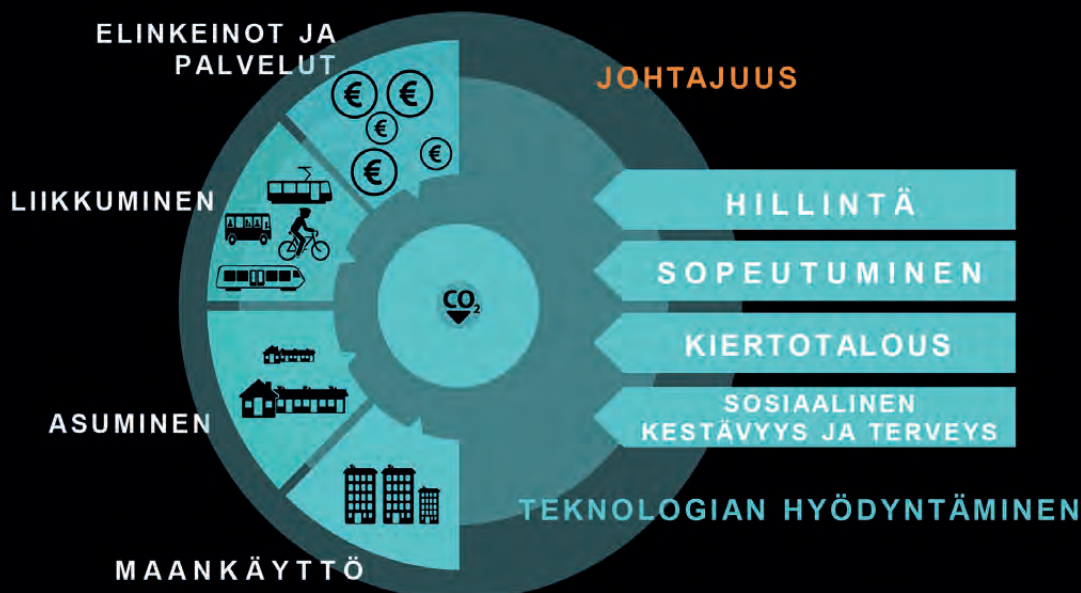
Maaliskuussa 2019 julkaistu
SMART-MR -hankkeen raportti.

Päästöjen vähentäminen liikenne-sektorilta edellyttää perusteellista muutosta sekä liikkumisessa että yhdyskuntasuunnittelussa sekä siirtymistä autoista ja tieliikenteestä kestävämpiin kulkumuotoihin kuten raideliikenteeseen. Keväällä julkaistu SMART-MR Interreg -hankkeen raportti kokoaa yhteen kahdeksan eurooppalaisen kaupunkiseudun laajassa yhteistyössä valmistelemat politiikkasuositukset ja keskeisimmät toimenpiteet sekä keinot muutoksen aikaansaamiseksi.

AINO HATAKKA, vs. projektipäällikkö, HSY

VÄHÄHIILISEN ASEMANSEUDUN SUUNNITTELUKONSEPTI

Minkä pitää muuttua?

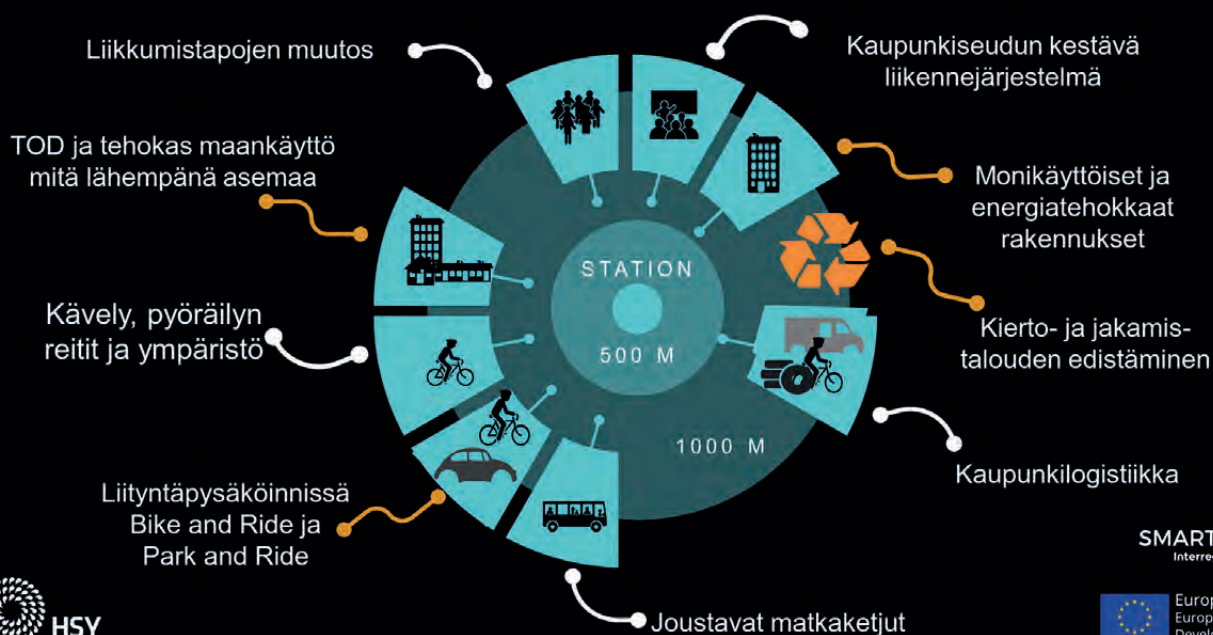


Vähähiilisen asemanseudun kehittämiskonsepti



KESKEISET ASKELEET KOHTI VÄHÄHIILISTÄ ELÄMÄÄ KAUPUNKISEUDUILLA

70 Toimintatapaa, joilla teet vähähiiliset elämän helpommaksi





Kunnat ovat sitoutuneet kunnianhimoisiin ilmastotavoitteisiin, joiden saavuttaminen vaatii laaja-alaista kehitystä ja yhteistyötä sekä kaiken vähähiilisyyttä edistävän potentiaalin käyttöönottoa. Kaupunkien älykkyyden ja vähähiilisyyden kehittämiseen liittyen asemanseuduissa voidaankin tunnistaa merkittävää potentiaalia eri toimintojen, kuten maankäytön, asumisen, työpaikkojen, liikenteen, palveluiden ja elinkeinoelämän, näkökulmasta.

Asemanseudut vähähiilisyyden keskiöön

Asemien vielä hyödyntämätön potentiaali tulisi ottaa täysimääräisesti käyttöön ihmisten elämäntapojen ja kestävä liikumisen kehittämiseksi. Asemanseudut toimivat ilmastoystävällisen arjen solmukohtina ja niitä tulisi hyödyntää täysin uudentyyppisten vähähiilisyyttä sekä asemien älykästä toimintaa kehittävien liiketoimintakonseptien kehittämisessä. Asemanseutuja kehittämällä voidaan tukea vähähiilisen yhdyskuntarakenteen kehittymistä.

Keskeisimmiksi asemanseutujen kehittämisen osa-alueiksi on tunnistettu liikennepalveluiden ja matkaketjujen kehittäminen, vähähiilistä arkea tukevien palveluiden kehittäminen ja kaupunkiympäristön ja kiinteistöjen kehittäminen. Toimivan asemanseudun perustana tulisi olla hyvä, yhteensovitettu runko- ja syöttöliikenne, jota täydentävät erilaiset viimeisen kilometrin ratkaisut sekä turvallinen pyöräpysäköinti ja uudet liikumisen palvelut. Vähähiilistä arkea tukevat kotiinkuljetuspalvelut, noutopalvelut ja esimerkiksi kaupungin palvelupiste, mikä tuo julkiset palvelut lähelle kotiovea. Kaupunkiympäristön ja kiinteistöjen kehittäminen tarkoittaa aseman lähiympäristön optimaalista täydentämistä työpaikkojen ja asukasmäärien kasvattamiseksi, jolloin saadaan toivon mukaan lisää matkustajia joukkoliikenteelle ja positiivinen kehityskäki käyntiin.

SMART-MR -hanke

SMART-MR (Sustainable Measures for Achieving Resilient Transportation in Metropolitan Regions) -hankkeen tavoitteena on parantaa liikennepoliittikkaa ja kehittää keinoja kestävä, vähähiilisen liikumisen edistämiseksi eurooppalaisilla metropolialueilla. Hankkeessa on mukana kahdeksan eurooppalaista kaupunkiseutua: Ljubljana, Oslo/Akershus, Göteborg, Helsingin seutu, Budapest, Rooma, Porto ja Barcelona.

Kaupunkiympäristön kehittämiseen kuuluu myös viihtyisyyden ja turvallisuuden parantaminen, jotka ovat edellytyksenä asiakkaiden ja yritysten saapumiselle asemalle.

Kansainvälistä, kansallista ja seudullista yhteistyötä

Seitsemän kansainvälisen työpajan tuloksena syntyneet toimenpite- ja politiikkasuositukset EU:n tasolla, kansallisella sekä seudullisella ja paikallisella tasolla viitoittavat tietä sille, miten eurooppalaisilla kaupunkiseuduilla mahdollistetaan yhtä aikaa toimiva liikennejärjestelmä ja liikennesektorin päästövähennykset. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää vuorovaikutuksellisen suunnittelun avulla valmisteltua kaupunkiseudun yhteistä visiota ja strategiaa, joka viestitään ja toimenpannaan tehokkaasti eri hallinnollisilla tasoilla sektorit ylittäen.

Politiikkasuosituksia seudullisella ja paikallisella tasolla:

- Varmistetaan logistiikan osalta riittävä osaaminen ja tietotaito paikallis- ja alueviranomaisten kesken
- Kehitetään paikallisia ja alueellisia logistiikkasuunnitelmia ja strategioita
- Toteutetaan Liveability-suuntautuneen asemanseudun kehittämisen konsepti (LOAD) paikallisiin yleiskaavoihin
- Kehitetään saavutettavien LOAD-yhteisöjen alueellinen verkosto
- Suunnitellaan julkinen avoin tila priorisoiden jalankulkijoita, pyöräilijöitä ja julkista liikennettä
- Luodaan julkisen tilan käytön periaatteet yhteiskäyttö- ja jakamistalouden palveluille osana julkisen liikenteen järjestelmää
- Mukautetaan osallistamisprosesseja seudulliseen kontekstiin
- Kehitetään kohdennettuja viestintäkampanjoita eri sidosryhmille
- Priorisoidaan asemanseutuja vähähiilisten alueiden kehittämisessä
- Käytetään asemanseutuja pilottiympäristöinä uusille ratkaisuille, jotka voivat edistää vähähiilistä arkea, sujuvoittaa matkaketjuja ja mahdollistaa kierto- ja jakamistalouden ratkaisut

Toimenpiteiden jalkauttaminen

Ilmastoviisas asemanseutu rakennetaan jalkauttamalla toimenpiteet maankäytön, asumisen, liikkumisen sekä palvelujen ja elinkeinojen suunnittelukäytäntöihin ottaen huomioon ilmastopäästöjen vähentämistavoitteet, ilmastomuutokseen sopeutuminen, kierto- ja jakamistalouden mahdollistaminen sekä sosiaalisen kestävyys ja terveen kaupunkiympäristön kehittäminen. HSY yhdessä pääkaupunkiseudun kuntien, asemanseutukehittäjien sekä kansainvälisten hankepartnerien kanssa on tunnistanut SMART-MR -hankkeessa merkittävät vähähiilisen alueen kehittämisen toimenpiteet asemanseuduille ja koonnut ne helppokäyttöiseksi suunnittelutyökaluksi.

70 toimenpidettä sisältävät toimenpidekortit toimivat vähähiilisten alueiden suunnittelijoille ja käyttäjille oppimispolkuna sekä ideapankkina, jonka avulla voidaan kirkastaa alueen kehittämisen yhteisiä tavoitteita. Toimenpiteiden priorisoinnin kautta voidaan muodostaa alueen suunnittelulle vähähiilitietokartta. Työkalu julkaistaan syksyllä 2019 ja se käännetään myös englanniksi.

Lisätietoja

www.hsy.fi/smart-mr

www.interreg.europa.eu/smart-mr/

Lue raportti: zalozba.zrc-sazu.si/sites/default/files/transforming_european_metropolitan_regions.pdf



**TUTUSTU KATTAVAAN ILMANLAADUN MITTALAITE- JA
PALVELUVALIKOIMAAMME KOTISIVUILLAMME**

www.kontram.fi

**Kontram Oy, Tuupakantie 32a, 01740 Vantaa, Puh. (09) 8866 4500
kontram@kontram.fi**

Teknologian tutkimuskeskus VTT julkaisee uusimpien dieselkaupunkibussien ja dieselhenkilöautojen todellisen ajon päästömittaustuloksia kahdessa Ilmasuojelu-lehden artikkelissa. Ensimmäisessä osassa, joka julkaistiin Ilmansuojelulehden vuoden 2019 2. numerossa, käsiteltiin Euro VI dieselkaupunkibussien todellisen ajon NO_x -päästöjä. Tässä osassa käsitellään Euro 6 dieselhenkilöautojen todellisen ajon NO_x -päästöjä. Euro 6 dieselhenkilöautojen päästöjen kenttäseurantaprojektin jäseninä olivat Traficom (Keijo Kuikka ja Aki Tilli), Helsingin kaupunki (Suvi Haaparanta ja Antti Venho), Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) (Anu Kousa ja Outi Väkevä), Neste Oyj (Jukka Nuottimäki) sekä The Institute of Transport Economics (TØI) Norjasta.

Uusien dieselbussien ja dieselhenkilöautojen todellisen ajon NO_x -päästöt

OSA 2: EURO 6 DIESELHENKILÖAUTOT

PETRI SÖDERENA, erikoistutkija, VTT
JUHANI LAURIKKO, johtava tutkija, VTT

Mitä uusilta henkilöautoilta vaaditaan

Henkilöautojen nykyinen päästölainsäädäntö Euro 6 tuli voimaan vuonna 2014 samanaikaisesti sekä bensiini-, että dieselautoille. Voimaantulon jälkeen lainsäädäntöön on tehty useita muutoksia sekä lisäyksiä. Varsinaiset päästötasot ovat kuitenkin pysyneet samoina.

Euro 6 -päästölainsäädäntö laski dieselautojen sallittuja NO_x -päästöjä noin 56 % edelliseen rajoitustasoon verrattuna. Bensiini-autojen osalta sallitut NO_x -päästöt pysyivät Euro 5 -vaiheen tasolla. Tosin suurin sallittu päästömäärä NO_x -päästöjen osalta on silti bensiiniautoille 25 % pienempi kuin dieselautoille. Henkilöautojen osalta bensiinillä käyvien autojen NO_x -päästötasoissa ei ole raportoitu merkittäviä ylityksiä lainsäädännön vaatimuksista, vaan ongelmat ovat esiintyneet dieselillä käyvissä henkilöautoissa.

Euro 6 -lainsäädännön voimaantullessa vuonna 2014 se ei vielä sisältänyt käytönaikaisten päästöjen testaamisvaatimusta toisin kuin raskaan kaluston Euro 6. Ainoana päästöttestauksena oli ajoneuvojen laboratoriotestin ajettava tyyppihyväksyntäsykli NEDC (New European Driving Cycle), joka oli jo tässä vaiheessa vanhentunut siinä mielessä, että se ei vastannut henkilöautojen todellisen käytön ajotilanteita. Lisäksi NEDC -testausmenetelmä salli autonvalmistajille suuren vapauden ”räätälöidä” ajoneuvoja tyyppihyväksyntätestausta varten.

Suuren yleisön tietoisuuteen dieselhenkilöautojen päästöongelmat tulivat vasta vuonna 2015 nk. ”Volkswagen skandaalin” myötä. Tämän jälkeen Euro 6 -lainsäädäntöön tehtiin muutoksia ja lisäyksiä, jotka ovat tulleet tai tulevat voimaan vaihteittain lisäyksinä. Tärkeimmät muutokset ovat olleet NEDC:n korvaaminen uudella päästöjen testausmenetelmällä WLTP (World harmonized Light-duty Vehicles Testing Procedure) sekä normaaliajajan aikaisten päästöjen mittaaminen RDE-syklillä (Real Driving Emissions) käyttäen kannettavaa päästöjen mittaustilastusta PEMS:a (Portable Emissions Measurement System). WLTP testimenetelmän uusi testisykli WLTC (World Harmonized Light-duty Vehicles Test Cycle) on muodostettu siten, että se pitää sisällään normaalia ajoa jäljitteleviä ajotilanteita NEDC sykliä huomattavasti enemmän. WLTP menetelmä myös

rajoittaa huomattavasti ajoneuvovalmistajan mahdollisuuksia ”räätälöidä” ajoneuvo testisykliä varten. Lisäksi ajoneuvovalmistaja on ensimmäistä kertaa velvollinen ilmoittamaan testissä käyttämänsä ajovastusten asetusarvot, jotka vaikuttavat merkittävästi ajoneuvon tehontarpeeseen syklin aikana ja sitä kautta polttoaineenkulutukseen sekä säänneltyihin päästöihin.

Tällä hetkellä on henkilöautojen osalta voimassa ns. Euro 6d-TEMP päästövaihe, joka edellyttää ajoneuvovalmistajilta laboratoriotestiä WLTP-syklillä sekä maantiellä tehtävää RDE-testiä, jossa on vaatimustenmukaisuus kerroin 2,1 (Conformity factor, CF) NO_x - ja PN-päästökomenttien osalta. Raskaalla kalustolla ISC syklillä on vaatimustenmukaisuuskertoimen 1,5 päästökomenttien NO_x , CO, THC/NMHC ja CH_4 osalta. Seuraava henkilöautojen päästövaihe Euro 6d tulee voimaan uusien mallien osalta tammikuussa 2020 ja kaikkien uusien autojen osalta tammikuussa 2021. Euro 6d laskee vaatimustenmukaisuuskertoimen arvoon 1,43, mutta muuten säänneltyjen päästökomenttien raja-arvot pysyvät ennallaan.

Eurooppalainen Euro 6d-TEMP henkilöautojen päästölainsäädäntö oli ensimmäinen maailmassa, joka sisältää ajoneuvon tyyppihyväksyntäprosessissa myös maantiemittaukset säänneltyjen päästökomenttien sääntöjen mukaisuuden todentamiseksi. Sittenkin useat muut maat, kuten Kiina, ovat seuranneet perässä.

Euro 6 RDE-testauksessa autolla ajetaan reitti, joka koostuu kaupunki-, maantie- sekä moottoritieajasta, joita kutakin tulisi olla 33 % kokonaismatkasta. Reitin kokonaiskeston tulee olla välillä 90–120 min. Euro 6d-TEMP lainsäädännön mukaisesti reitti voidaan ajaa ulkoilman lämpötila-alueella 7 °C...30 °C ja laajennettuna -7 °C...35 °C (komission asetus (EU) 2017/1151). Näiden lämpötilojen ulkopuolella ajoneuvojen valmistajilta ei veloiteta päästölainsäädännön mukaisten päästötasojen täyttämistä.

Mitä näyttävät Euro 6 dieselhenkilöautojen päästöt

Euro 6 dieselhenkilöautojen ajon aikaisten päästöjen tutkimiseksi VTT:llä on ollut käynnissä toukokuussa 2018 alkanut ja nyt toukokuussa 2019 päättynyt tutkimusprojekti yhdessä projektikumppa-

Id.	Kuvaus	Euro	Moottori	Vaihteisto	Jälkikäsittelyjärjestelmä	Ajokilometrit alussa	CO ₂ päästö
Auto A	C-luokan farmariauto MY2015	Euro 6b	1.5-2.0 TDI	M6	DOC+DPF+LNT	73500 km	90 g/km @ NEDC
Auto B	C-luokan farmariauto MY2017	Euro 6b	1.5-2.0 TDI	M5	DOC+DPF+LNT	24800 km	106 g/km @ NEDC
Auto C	C-luokan farmariauto MY 2014	Euro 6b	1.5-2.0 TDI	M6	DPF+SCR (*)	59100 km	109 g/km @ NEDC
Auto D	C-luokan viistoperäauto MY 2018	Euro 6d-temp	1.5-2.0 TDI	AT8	DOC+DPF+2xLNT	2000 km	112 g/km @ WLTP

Taulukko 1. Projektissa käytettyjen autojen keskeisimmät tiedot.

* Autoon päivitetty valmistajan edustajan toimesta uusi moottorin ohjausohjelmisto NO_x-päästöjen laskemiseksi.

nien Helsingin Kaupungin, Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY), Nesteen, Traficom ja sekä norjalaisen The Institute of Transport Economics (TØI) kanssa. Projektin tavoitteena oli seurata neljän Euro 6 dieselhenkilöauton NO_x-päästöjä vuoden kestäväällä aikajaksolla. Tässä artikkelissa keskitytään todellisen ajon NO_x-päästöihin ja esitellään projektin todellisen ajon mittausten tulosten keskeisimmät tulokset.

Autoille on toteutettu alla kuvattu seurantaohjelma:

- Alustadynamometrimittaukset projektin alussa ja lopussa
- PEMS-mittauskampanja kesä- ja talviolosuhteissa
- Jatkuva NO_x-pitoisuuden seuranta

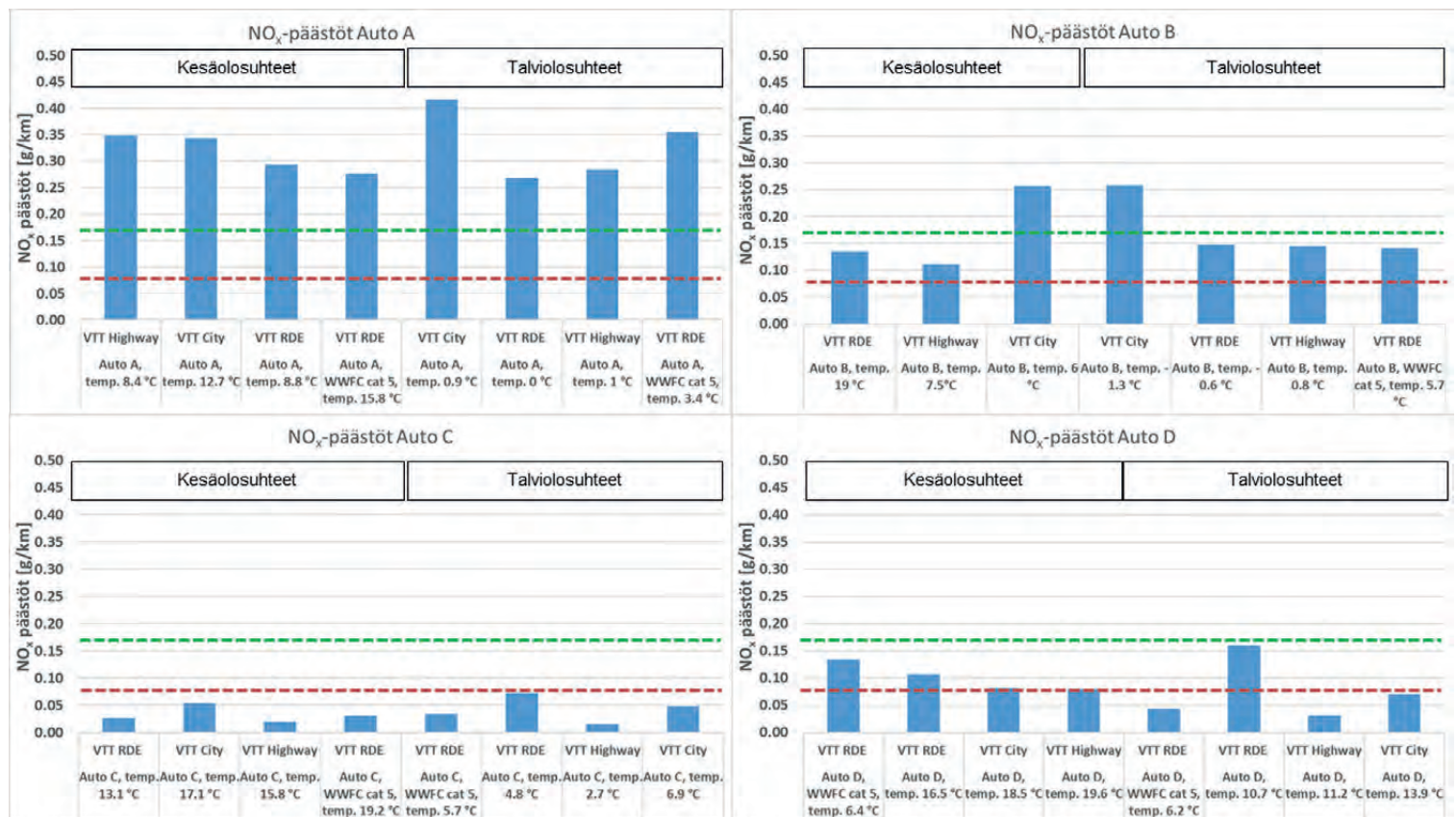
Projektissa seurattiin neljää Suomessa yleisesti käytössä olevaa dieselhenkilöautoa (Taulukko 1). Autot A ja B ovat saman valmistajan samaa mallia, mutta eri vuosimallia. Molemmat on varustettu hapeuskatalysaattorilla (Diesel Oxidation Catalyst, DOC), hiukkassuodattimella (Diesel Particulate Filter, DPF) sekä NO_x-päästölokulla (Lean NO_x Trap, LNT). DOC hapettaa tehokkaasti dieselautojen CO ja HC-päästöt hiilidioksidiksi ja vedeksi. LNT toimii jaksottaisena NO_x-päästövarastona. LNT:n varastointikyky on kuitenkin rajallinen, jonka takia se täytyy muutamien minuuttien välein regeneroida, jolloin NO_x-päästöt muuttuvat alkuainetyypeksi sekä hapeksi. Auto C on varustettu hiukkaspäästöjen vähentämiseksi DPF:llä ja NO_x-päästöjen osalta selektiivisellä katalysaattorilla (Selective Catalytic Reduction, SCR). SCR-katalysaattorissa urean avulla pelkistetään NO_x-päästöt alkuainetyypeksi ja vedeksi. Hiilimonoksidi- ja hiilivetyypäästöjen osalta Autossa C ei ole jälkikäsittelylaitteistoa. Auto C:n moottorin ohjausjärjestelmään tehtiin päivitys kesken projektin valmistajan edustajan toimesta osana valmistajan yleistä kampanjaa. Päivityksen tarkoituksena oli vähentää NO_x-päästöjä. Auto D on varustettu DOC, DPF ja kaksois-LNT yhdistelmällä. Autot A-C on tyyppihyväksytty Euro 6b-lainsäädännön mukaisesti, jolloin niillä ei ole ollut todellisen ajon päästövaatimuksia. Lisäksi päästöjen testaussyklinä on toiminut NEDC. Auto D on Euro 6d-TEMP

-lainsäädännön mukainen, eli sitä koskevat RDE-vaatimukset. Lisäksi päästöjen testaussyklinä on toiminut WLTP.

PEMS-mittaukset suoritettiin autoilla kolmella eri mittausreitillä. ”VTT RDE” reitti täyttää virallisen Euro 6 henkilöautojen RDE-mittausten vaatimukset, jossa NO_x-päästöjen raja-arvona on 168 mg/km (2,1 x tyyppihyväksyntä raja-arvo 80 mg/km). ”VTT-City” reitti koostuu yli 90 % kaupunkiajosta ja ”VTT Highway” reitti koostuu pääosin maantie- ja moottoritieajasta. ”VTT RDE” reitti mitattiin kahdella eri polttoaineella. EN590 standardin täyttävällä ”tavallisella” dieselpolttoaineella sekä WWFC cat 5 täyttävällä dieselpolttoaineella. Merkittävimpänä erona polttoaineiden välillä oli, että jälkimmäinen polttoaine ei sisällä lainkaan FAME:a (Fatty Acid Methyl Ester) ja sen parafiinisten komponenttien osuus on suurempi, jolloin myös sen syttymisherkkyyttä kuvaava setaaniluku on korkeampi.

PEMS-mittalaitteella suoritettiin kaksi mittauskampanjaa: toinen kesäolosuhteissa ja toinen lähellä 0 °C olevissa talviolosuhteissa. Merkittävimmät erot kesä- ja talvimittausten olosuhteiden välillä ovat ulkoilman lämpötila, maantien pinta (puhdas vs. luminen/jäinen), autojen rengastus (kesärenkaat vs. talvirenkaat) sekä matalimmat ja suurimmat sallitut ajonopeudet maantiellä ja moottoritieellä talviolosuhteissa. Kaikki neljä autoa oli varustettu myös jatkuvalla NO_x-pitoisuuden seurantalaitteistolla, joka täydentää PEMS-mittauksista saatavaa tietoa tuomalla esille koko seurantaperiodin päästökäyttäytymisen. PEMS-mittaukset suoritettiin Autolla C moottorinohjauslaitteen ohjelmiston päivityksen jälkeen.

PEMS-mittausten tulokset on esitetty alla (Kuva 1). Kuvassa on punaisella katkoviivalla esitetty tyyppihyväksyntäsyklejä (NEDC tai WLTP) koskeva raja-arvo 0,08 g/km. Vihreällä katkoviivalla on esitetty Euro 6d-TEMP autoja koskeva RDE-mittauksen raja-arvo 0,168 g/km (vastaten CF-arvoa 2,1). Mittauksissa olleista autoista siis vain Auto D on tyyppihyväksytty Euro 6d-TEMP-lainsäädännön vaatimusten mukaisesti, joten ainoastaan sen tulosten tulisi pysyä vihreän katkoviivan alapuolella, ja niin myös kävi. Myös auto C näytti toimivan erittäin hyvin sekä kesä- että talviajan mittauksissa, vaikka sille ei RDE-koetta olekaan tyyppihyväksymisen yhteydessä tehty.



Kuva 1. Autojen NO_x-päästöt kolmella eri mittausreitillä kesä- ja talviolosuhteissa.

Jatkuvan NO_x-pitoisuuden seurannan tulokset on esitetty kuvissa 2. ja 3. Kuvassa 2. näkyy kunkin auton keskimääräinen NO_x-pitoisuus sekä päiväkohtainen keskiarvolämpötila. Kuvassa 2 päiväkohtaiset NO_x-pitoisuudet on esitetty esiintymistiheyden mukaan. Koska kyseessä on pitoisuus ei päästöarvoja eri autojen kesken voi suoraan vertailla massapohjaisesti. Poikkeuksena ovat Autot A ja B, jotka ovat samaa perusteknologiaa ja siten pakokaasun massavirta on niissä oletettavasti hyvin lähellä toisiaan. Pitoisuuksista voidaan kuitenkin päätellä kunkin auton kohdalla suhteelliset vaihtelut NO_x-päästöissä.

Mitä tulokset kertovat

PEMS-mittauksista (kuva 1) voidaan nähdä hyvin Euro 6 päästölainsäädännön kehityksen sekä viime vuosien dieseleihin kohdistuneen julkisen painostuksen vaikutus NO_x-päästöihin. Auto A on tullut markkinoille ennen ns. "Volkswagen skandaalia" ja on esimerkki aikaisemman lainsäädännön puutteista. Auton A NO_x-päästöt ovat 3-5 kertaa suuremmat normaalissa ajossa kuin tyyppihyväksyntäsyklillä NEDC oli sallittu. Auto B on skandaalin jälkeen paranneltu versio Autosta A. Auto B tuottaa merkittävästi pienemmät NO_x-päästöt kuin Auto A: NO_x-päästöt ovat täysin kaupunkiin painottuvaa ajoa (VTT City) lukuun ottamatta jopa alle Euro 6d-TEMP päästölainsäädännön RDE-vaatimuksen. Auto C suoriutui PEMS-mittauksista mallikkaasti, ja tuotti joukon pienimmät NO_x-päästöt, vaikka on selkeästi joukon painavin. NO_x-päästöt olivat jopa alle auton tyyppihyväksyntä syklillä NEDC vaaditun raja-arvon 0,08 g/km. Auto D on tyyppihyväksytetty uuden päästöjenmittausnormin WLTP sekä RDE-vaatimuksen mukaisesti. Auto D:ltä saatoin siis odottaa, että NO_x-päästöt olivat alle RDE-vaatimustason

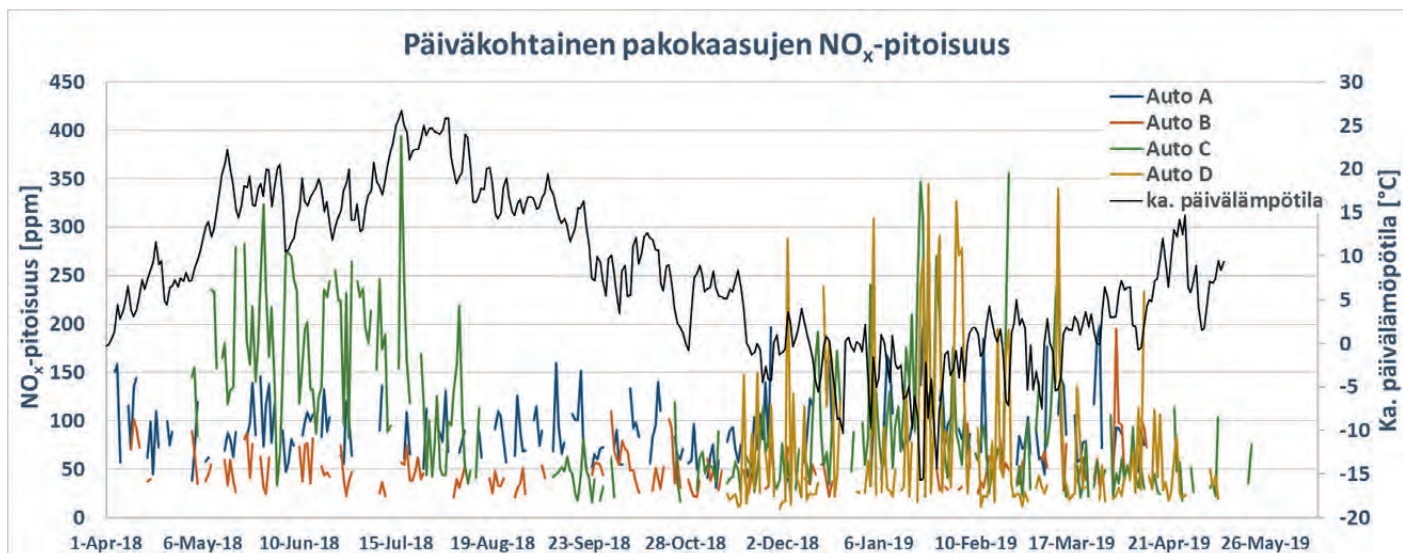
kaikilla mittausreiteillä. Yllättäen tämä kaksois-LNT:llä varustettu Euro 6d-TEMP lainsäädännön mukainen Auto D ei suoriutunut yhtä hyvin kuin Auto C, joka on Euro 6b lainsäädännön mukainen ja varustettu SCR-järjestelmällä.

Suorittujen mittausten perusteella ei voida todeta lämpötilavaihtelulla välillä 0 °C - 19 °C ja talviolosuhteilla olevan vaikutusta mitattujen autojen NO_x-päästöihin. RDE-reitti ajettiin kullakin autolla kahdella eri polttoaineella, EN590 standardin ja WWFC cat 5 mukaisilla. Suorittujen mittausten perusteella kahden eri polttoaineen välillä ei NO_x-päästöissä ollut mittauksarkkuuden puitteissa havaittavissa olevaa eroa.

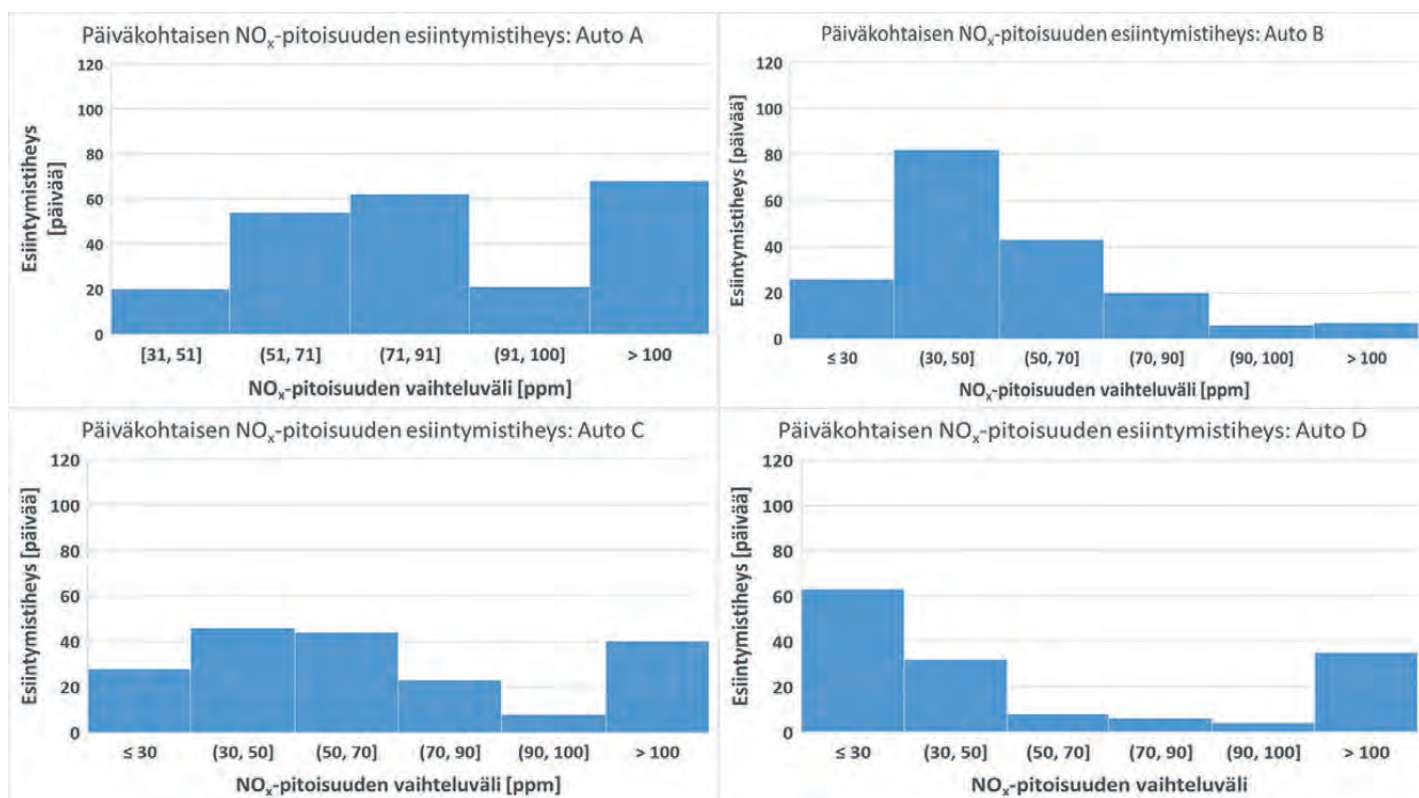
Maantiemittauksissa on huomattava joukko erilaisia muuttujia kuten kuljettaja, muu liikenne, keliolosuhteet, nopeusrajoitukset jne., jotka vaikuttavat mittausten toistettavuuteen. Tästä syystä PEMS-mittauksia tulisi tarkastella enemmän NTE (Not-To-Exceed) ajattelun pohjalta, jossa raja-arvona, jota ei tulisi ylittää on lainsäädännön asettamat rajat. Tämän johdosta eri autojen ja polttoaineiden keskinäinen vertailu ei ole mielekäästä, elleivät erot ole selkeitä ja trendi toistuva tai kyse ole samoista malleista tai niiden eri versioista (kuten Autot A ja B).

Jatkuvasta NO_x-pitoisuuden seurannasta (kuva 2) voidaan nähdä hyvin samat erot Autojen A ja B välillä kuin PEMS-mittauksissa (kuva 1). Auto B tuottaa päiväkohtaisesti karkeasti puolet vähemmän NO_x-päästöjä kuin Auto A. Talven kylmällä ajanjaksolla ei näyttäisi myöskään olevan merkittävää vaikutusta autojen NO_x-päästöihin. Auton B NO_x-päästöt jakautuvat myös merkittävästi kapeammalle vaihteluvälille kuin Auton A (kuva 3) ja painottuvat alle 50 ppm tason alapuolelle. Auton C NO_x-pitoisuus (myös päästöt) laskivat huomattavasti elokuussa 2018 autolle tehdyn päivityksen seurauksena.

Volkswagen-skandaalin jälkeen markkinoille tullut parenneltu saman mallin auto B tuottaa merkittävästi pienempiä päästöjä kuin ennen skandaalia tuotettu auto A.



Kuva 2. Autojen päiväkohtainen NO_x-pitoisuus seurantajaksolla



Kuva 3. NO_x-pitoisuus esiintymistiheyden mukaan jaoteltuna. Auton C osalta data käsittää ajanjakson 15.8.2018-31.5.2019.

*Tulokset kertovat, että
dieselautojen päästöjen
laskemiseksi hyvin matalalle
tasolle on olemassa täysin
valmiita teknologioita
ja niitä yhdistelemällä voisi
mahdollisesti saavuttaa
hyvin matalat NO_x-päästöt.*

Auton C kohdalla nähdään hyvin myös talven kylmimmän ajanjakson (alle - 5°C) vaikutus SCR-järjestelmän tehokkuuteen ja sitä kautta kohonneisiin NO_x-pitoisuuksiin (ja päästöihin). Talven kylmä ajanjakso näyttäisi vaikuttavan selkeästi Auton C päiväkohtaisen keskimääräisen NO_x-pitoisuuden jakaumaan (kuva 3). SCR-järjestelmän NO_x-päästöjen pelkistyskyky laskee hyvin jyrkästi katalyytin syttymislämpötilaa (light-off) ennen. Auto D:n NO_x-pitoisuus on keskimäärin matalalla tasolla, mutta siinä esiintyy tarkasteluvälillä melko paljon vaihtelua. Pääpainotus on alle 30 ppm tasossa, mutta toisaalta yli 100 ppm tason päivätuloksia on myös merkittävästi (kuva 3). Syynä suureen vaihteluun on todennäköisesti kaksois-LNT-järjestelmän ajoittaiset regenerointitapahtumat, joiden aikana NO_x-päästöjen varastointia ei tapahdu yhtä tehokkaasti kuin ”puhdistetulla” LNT:llä.

Mitä tuloksista tulisi päätellä

Tulokset kertovat selkeästi, että Euro 6 luokan eri vaiheiden (a - d-temp) dieselhenkilöautojen NO_x-päästöissä on eroja. Tulokset kertovat myös, että NO_x-päästöt laskevat (ainakin projektissa mukana olleiden autojen osalta) mitä uudempia ne ovat. Euro 6b vaiheen dieselhenkilöauto, kuten Auto C, joka on varustettu SCR-järjestelmällä, on myös mahdollista moottorin ohjausjärjestelmän muutoksella päivittää huomattavasti matalammalle NO_x-päästötasolle. Kysymys herää tietenkin miksi valmistaja ei alun perin tehnyt autosta yhtä matalapäästöistä kuin mitä se päivityksen jälkeen on? Vastaus on todennäköisesti se, että valmistaja on halunnut alun perin minimoida urean kulutuksen mahdollisimman pieneksi ja vain huolto-ohjelman mukaisien huoltojen yhteydessä täytettäväksi, jotta käyttäjälle ei aiheutuisi vaivaa urean täytöstä. Euro 6d-temp auto osoittaa, että nyt ollaan menossa oikeaan suuntaan ja todellisen ajon NO_x-päästöt ovat sillä tasolla mitä lainsäädännössä niiltä odotetaan.

Tulokset kertovat ennen kaikkea sen, että dieselautojen NO_x-päästöjen laskemiseksi jokapäiväisessä ajossa hyvin matalalle tasolle on olemassa täysin valmiita teknologioita ja niitä yhdistelemällä (LNT+SCR) voisi mahdollisesti saavuttaa hyvin matalat, jopa ”lähes nollatason”, NO_x-päästöt. Lisäksi nykyisen lainsäädännön voidaan sanoa olevan selkeä parannus aikaisempaan ja se on ohjaamassa dieselhenkilöautojen NO_x-päästöjä oikeaan suuntaan.

VILLE ARFFMAN, projekti-insinööri,
Metropolia Ammattikorkeakoulu

A lkukesästä Helsingin Kalasatamassa alkoi liikennöidä hiljainen, sähkökäyttöinen robottibussi, joka kyyditsee ihmisiä Redin kauppakeskuksen edustalta Isoisänsillalle ja takaisin. Kokeilu on osa paikallista Helsinki Robobus-line ja mySMARTLife EU-hanketta. Robottibussin liikennöinnin tarkoituksena on demonstroida uudenlaista last/first mile -lisäpalvelua osana julkista liikennettä. Reitti on nimetty numerolla 26R ja se löytyy Helsingin seudun liikenteen reittioppaasta. Hankkeiden tavoitteena on selvittää, missä mennään tällä hetkellä bussien tekniikan osalta, millaiset ympäristöt soveltuvat parhaiten robottibussin operointialueiksi sekä kerätä matkustajilta palautetta heidän kokemaansaan kyydistä. Teknologian kehittyessä autonomisia ja etävalvottuja joukkoliikenteen ratkaisuja voitaisiin käyttää kutsusta, niin etteivät ajoneuvot liiku reitillä tyhjinä. Tämä mahdollistaisi linjoja alueille, missä ei ole muuten kannattavaa ajaa.

Autonomisten ajoneuvojen tavoitteena on tehdä joukkoliikenne monipuolisemmaksi ja houkuttelevammaksi ja saada näin ollen vähennettyä yksityisautoilua. Teknologia voisi toimiessaan mahdollistaa muitakin palveluita, kuten on-demand pakettilogistiikkaa tai vaikkapa palveluita haja-asutusalueille esimerkiksi pankkiin, kirjastoon tai kauppaan.

Tällä hetkellä robottibussien tekniset ominaisuudet kuitenkin rajoittavat reittien valintaa. On myös huomattu, että esimerkiksi Helsingissä, jossa robottibusseja on testattu, joukkoliikenne toimii erittäin hyvin. On vaikea löytää alueita, joissa normaaleja linjaliikenteen busseja ei jo kulkisi. Tämä vaikeuttaa järkevien reittien, eli reittien joissa olisi tarve parantaa joukkoliikennetarkaisujen tarjontaa, löytämistä entisestään. Robottibussit on laitettava kulkemaan alueille ja reiteille, jotka on mahdollista toteuttaa käytettävissä olevalla tekniikalla - ehdot toteutettavalle reitille sanelee tekniikka, ei liikkumistarve.

Ongelmaksi on muodostunut se, että toteutetuilla reiteillä busseja ei ole usein käytetty osana matkaketjua, vaan ihmiset ovat tulleet varta vasten vain kokeilemaan niitä, myös autolla paikalle saapuen. Lisäksi bussien kyytiin ovat hypänneet ihmiset, jotka jo usein ennestään ovat käyttäneet joukkoliikennettä ja nyt taittavat aikaisemmin kävellessä tai pyöräillen kuljetun matkan robottibussilla. Sähköinen robottibussikin tuottaa CO₂ päästöjä, ei paikallisesti, mutta ainakin jossain vaiheessa elinkaartaan tai sähköntuotannon ohessa. Näin kokeilu- ja kehitysvaiheessa tämä on ehkä vielä hyväksyttävää.

Robottibussien tuomisessa osaksi kestäväää liikennejärjestelmää ja matkaketjuja on siis ensiarvoisen tärkeää miettiä missä niitä tulevaisuudessa oikeasti tarvitaan, ja miten voidaan parhaiten vähentää henkilöautoliikennettä samalla joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta kasvattamalla. On hyvä pitää mielessä, että last/first-mile liikennepalvelu sellaisenaan kävelyä ja pyöräilyä korvaten ei välttämättä ole kestäväää.

Kalasatamassa robottibussin kyytiin mahtuu 8 henkilöä kerrallaan ja matka on maksuton sekä avoin kaikille. Bussi liikennöi arkisin kello 9 ja 15 välillä kolme kertaa tunnissa. Liikennöinnin on tarkoitus jatkaa marraskuun 22. päivään saakka sään salliessa.

ROBOTTIBUSSI

pilotoi Kalasatamassa



Tulevaisuudessa robottibusseja voitaisiin käyttää esimerkiksi kutsuliikenteessä tyhjän ajon välttämiseksi tai haja-asutusalueiden palveluajossa.

KUVA: VILLE ARFFMAN

Helsingin kaupunki on juuri julkistanut seurantapalvelun, josta kuka tahansa pystyy tarkastamaan, miten kaupunki etenee päästövähennystavoitteissaan ja toimenpiteiden toteutuksessa. Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelmaan lähivuosille kirjattuja 147 ilmastotekoa vastuutahoineen ja aikatauluineen voi tarkastella verkkosivujen hakutoimintojen kautta ja sivusto myös kertoo arvion milloin Helsinki on hiilineutraali nykyisillä toimilla.



HELSINKI EDELLÄKÄVIJÄNÄ HIILINEUTRAALIUDESSA

Päästöjen reaaliaikaista seurantaa ja ilmastopolitiikan johtamista tiedolla

SONJA-MARIA IGNATIUS, ympäristösuunnittelija, Helsingin kaupunki

Helsingin tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 80 prosenttia vuodesta 1990 vuoteen 2035 mennessä. Loput päästöt kompensoidaan. Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelmaa varten tehtyjen selvitysten perusteella tavoite on haastava mutta mahdollinen.

“Tiedostamme, että mitä emme voi mitata, sitä emme voi johtaa. Odotukset toimenpidekokonaisuuksien päästövähennyspotentiaalista on viritetty tappiinsa ja vuosi 2035 tulee nopeasti. Onnistuaksemme tavoitteessamme meidän on pystyttävä seuraamaan hyvin tarkasti, miten toimenpiteet etenevät ja miten päästöt kehittyvät. Jos huomaamme, että sovitut toimenpiteet eivät etene tai että päästökehitys ei ponnisteluista huolimatta ole oikeasuuntaista, meidän on pystyttävä tekemään nopeasti korjausliikkeitä. Tämän vuoksi panostamme toimenpideohjelman seurantaan”, kertoo Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelman projektijohtaja Kaisa-Reeta Koskinen.

Seurantapalvelu kertoo tilannekuvan

147 toimenpiteeseen mahtuu hyvin erilaisia toimenpiteitä kaupungin rakennuskannan energiakatselmuksista ruokahävikin vähentämiseen. Kaikille toimenpiteille oli jo alussa määritelty vastuujärjestelyt ja toteutuksen aikajänne toimenpideohjelmaan.

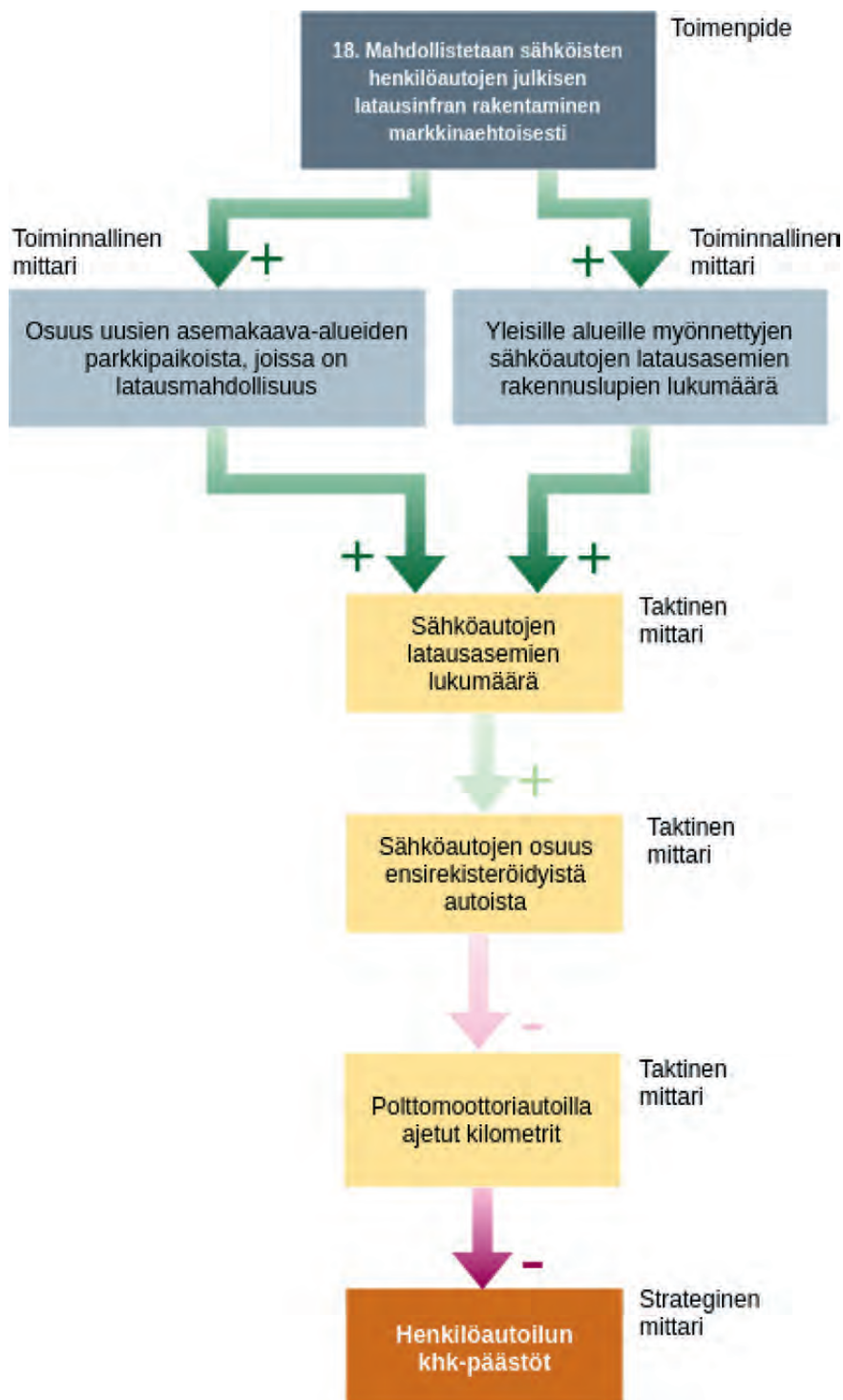
Jo toimenpideohjelman laatimisen aikana huomasimme, että toi-

menpiteiden hallinnointiin ei excel riitä vaan toimenpiteiden hallinnointiin ja seurantaan tarvittiin työkalu, joka helpottaa omaa koordinoituvuuttamme sekä kokoaa kaikkien toimenpiteiden toteutuksen tilanteen ja vaikutusarviot yhteen paikkaan. Sieltä voisi tarkistaa, kuinka pitkällä ollaan vaikkapa kierto- ja jakamistalouden tiekartan laatimisessa, tai mitä oli sovittu energiakatselmusten edistämisestä. Samoin sieltä näkisi, eteneekö jokin toimiala toteutuksessa heikommin kuin muut.

Seurantapalvelu lanseerattiin noin vuoden kehitystyön jälkeen lokakuussa 2019. Siihen on avattu jokaiselle toimenpiteelle oma sivu, josta käyvät ilmi toimenpiteen tarkemmat tiedot, yhteyshenkilö, jo toteutuneet ja seuraavaksi suunnitellut tehtävät, sekä toimenpiteen etenemistä kuvaavat mittarit. Tarkoituksena on, että tiedot olisivat mahdollisimman ajantasaisia ja ne haetaan automaattisesti olemassa olevista järjestelmistä aina kun mahdollista. Järjestelmä muistuttaa yhteyshenkilöitä tietojen päivittämisestä vähintään neljännesvuosittain tai aina silloin, kun sovittu määräpäivä lähestyy.

Avoin päätöksentekokäytäntö haastaa perinteiset valmisteluprosessit

Vaikka lähdimme liikkeelle virkamiesten tarpeista, oli selvää, että tässä ei olla tekemässä työkalua vain kaupungin sisäiseen käyttöön. Haluamme seurantapalvelun palvelevan myös Helsingin ilmastopolitiikasta kiinnostuneita kansalaisia, päättäjiä ja tutkijoita.



Kuva 1. Toiminnalliset ja taktiset mittarit sekä strateginen mittari näkemysverkossa. Nuolet kuvaavat syy-seuraussuhteita ja toimenpiteiden merkitys perustuu siihen, että siitä johtaa vaikutusketju johonkin strategiseen mittariin.

Reaaliaikaisella päästöjen arvioinnilla lisää tehoa ilmastotyöhön

Tällä hetkellä eri organisaatioiden päästöjen arviointi perustuu vuosittaiseen, tarkautuvaan arvioon. "Tavoitteenamme on päästä päästölaskennassa tarkemmalle tasolle. Esimerkiksi liikennemääristä tai rakennusten energiankulutuksesta on kattavasti olemassa tuntitasen dataa. Kun tiedetään tarkemmin, missä ja milloin päästöjä syntyy, päästövähennystoimenpiteitä voidaan kohdistaa tehokkaammin. Esimerkiksi aurinkopaneelien ja kysyntäjoustopuhtausyhteisöjen yhteensovittaminen vaatii tunti-kohtaisen, reaaliaikaisen tiedon," sanoo seurantapalvelun ohjelmoinut Juha Yrjölä.

Avoin päätöksentekokäytäntö

Avoin päätöksentekokäytäntö on Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksella kehitetty menetelmä, jonka tarkoituksena on auttaa tekemään julkisen hallinnon päätösprosesseista avoimempia ja läpinäkyvämpiä. Avoimeen päätöksentekokäytäntöön kuuluu osallistumisen ja tiedon avoimuus: mahdollisimman laaja joukko saa osallistua ja heillä on sama informaatio käytössään kuin virkamiehillä koko prosessin ajan asian valmistelusta päätöksentekoon ja toimeenpanosta seurantaan. Tällä tavalla voidaan varmistaa, että paras asiantuntemus on käytössä ja että osallistujat sitoutuvat toimintaan paremmin. Avoin päätöksentekokäytäntö sitoo yhteen Helsingin tavoitteet avoimuudessa, osallisuudessa sekä digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisessä.

Avointa päätöksentekokäytäntöä on testattu Helsingin ilmastotyössä useaan otteeseen, laajimmillaan Hiilineutraali Helsinki -toimenpideohjelman laatimisessa. Kaikki materiaalit olivat saatavilla Stadinilmaston nettisivuilla ja ohjelmaa yhteiskirjoitettiin avoimessa verkkodokumentissa. Vaikka laajaa kampanjointia ei aikataulun kiireisyyden vuoksi pystytty tekemään, työpajoihin ja verkossa työstämiseen osallistui yhteensä lähes 300 henkilöä. Avoimesti toteutettua valmistelua kehuttiin ja sen arvellaan myös nopeuttaneen kirjoitustyötä. Avoin päätöksentekokäytäntö on määritelty ohjaavaksi periaatteeksi toimenpideohjelman toteutuksessa ja seurannassa.

Helsingin kaupunki on saanut jo useita tunnustuksia avoimen tiedon edistämisestä. Avoin data tarkoittaa yleensä sitä, että jonkin työn lopputulokset julkaistaan koneluettavassa muodossa: esimerkiksi kaupungin rakennuskannan energiankulutus on julkaistu avoimena datana Helsingin ympäristötilastossa jo useiden vuosien ajan. Avoimeen dataan liittyvät myös avoimet rajapinnat, joiden avulla data saadaan helposti hyödynnettyä eri järjestelmissä.

Julkisen tiedon avaaminen ja avoimet rajapinnat eivät riitä, kun halutaan edistää julkisen hallinnon avoimuutta ja läpinäkyvyyttä. On tärkeää ulottaa avoimuus koskemaan myös selvitys-, valmistelu- ja päätöksentekoprosesseja eikä vain niiden lopputuotoksia. Hiilineutraali Helsinki -seurantapalvelussa avoin päätöksentekokäytäntö näkyy siten, että julkistamme tietoa toimenpiteiden etenemisestä mahdollisimman reaaliaikaisesti. Kaupunkilaisten täytyy saada tietää, mitä toimenpiteissä suunnitellaan tehtävän ja mitä niissä on jo tehty. Tässä tarvitaan meiltä virkamiehiltä asennemuutosta: meidän pitää hyväksyä keskeneräisyyttä ja kertoa avoimesti sekin, mistä emme vielä tiedä tarpeeksi.

Toimenpiteitä on seurattava ja arvioitava

Kun puhutaan seurannasta, on tärkeä hahmottaa kaksi näkökulmaa: toimenpiteiden toteutumisen seuranta ja toisaalta niiden vaikuttavuuden seuranta. Toimenpiteiden toteutumisen seuranta vastaa useisiin kysymyksiin: Onko toimenpide aloitettu ja eteneekö se aikataulussa? Kuinka pitkällä tämän toimenpiteen toteutuksessa ol-

laan? Mitä tämän toimenpiteen edistämiseksi on kaupungilla tehty? Toimenpiteiden vaikuttavuuden seurannalla taas vastataan kysymyksiin: Miten tämä toimenpide on jo vähentänyt päästöjä? Miten sen arvioidaan vähentävän päästöjä seuraavien kahden vuoden aikana? Mitä sosiaalisia vaikutuksia/terveysvaikutuksia/kustannusvaikutuksia toimenpiteellä on?

Seurantapalvelu auttaa tällä hetkellä ensisijaisesti seuraamaan toimenpiteiden toteutumista, mutta jatkossa sen on tarkoitus tuottaa entistä enemmän tietoa myös vaikuttavuuden seurantaan. Tällöin pystytään ymmärtämään paremmin, miten päästökehitys ja sovitut toimenpiteet kytkeytyvät toisiinsa ja tekeekö kaupunki oikeita asioita päästöjen vähentämiseksi.

Toimenpiteiden seuranta auttaa myös toimenpiteiden toteutusta. Lähdimme liikkeelle haastattelemalla yhteyshenkilöitä siitä, mitä toimenpiteessä halutaan saada aikaan. Huomasimme, että monet toimenpiteet kaipaavat konkretisointia ja tarkempaa määrittelyä sille, mitä niissä tehdään. Jotta toimenpidettä voitaisiin seurata, niille täytyy määritellä numeerinen mittari.

Toimenpiteiden toteutumisen seurannassa käytettäviä mittareita nimitetään toiminnallisiksi mittareiksi ja ne ovat luonteeltaan sellaisia, että yhteyshenkilö pystyy niistä raporttoimaan. Esimerkkejä ohjelman toiminnallisista mittareista ovat energianeuvontakoulutukseen osallistuneiden määrä, rakennetun baanaverkon pituus, kaupungin rakennuksiin asennettujen aurinkopaneelien piikki-teho tai sellaisten tontinluovutuskilpailujen määrä, joissa on hiilineutraaliuskriteerit.

Toimenpiteiden vaikuttavuutta puolestaan seurataan taktisilla mittareilla. Taktiset mittarit kuvaavat ilmiötä, johon kaupunki pyrkii vaikuttamaan toimenpiteillään joko lisäävästi tai vähentävästi. Esimerkkejä taktisista mittareista ovat pyöräilyn kulkumuo-to-osuus, uusiutuvan energian tuotanto Helsingissä, peruskorjattujen rakennusten ominaislämmönkulutus tai öljylämmitteisten kiinteistöjen lukumäärä.

Mittarit, joista loppujen lopuksi ollaan kiinnostuneita, ovat strategisia mittareita. Hiilineutraalin Helsingin tapauksessa strategiset mittarit ovat kasvihuonekaasupäästöjä, ja ne vastaavat HSY:n päästölaskennan päästösektoreita. Myös kustannuksia ja terveys- ja hyvinvointivaikutuksia on tarkoitus arvioida. Toimenpiteet ja niiden mittarit yhteyksineen muodostavat niin sanotun näkelysverkon, josta on pieni osa kuvassa 1.

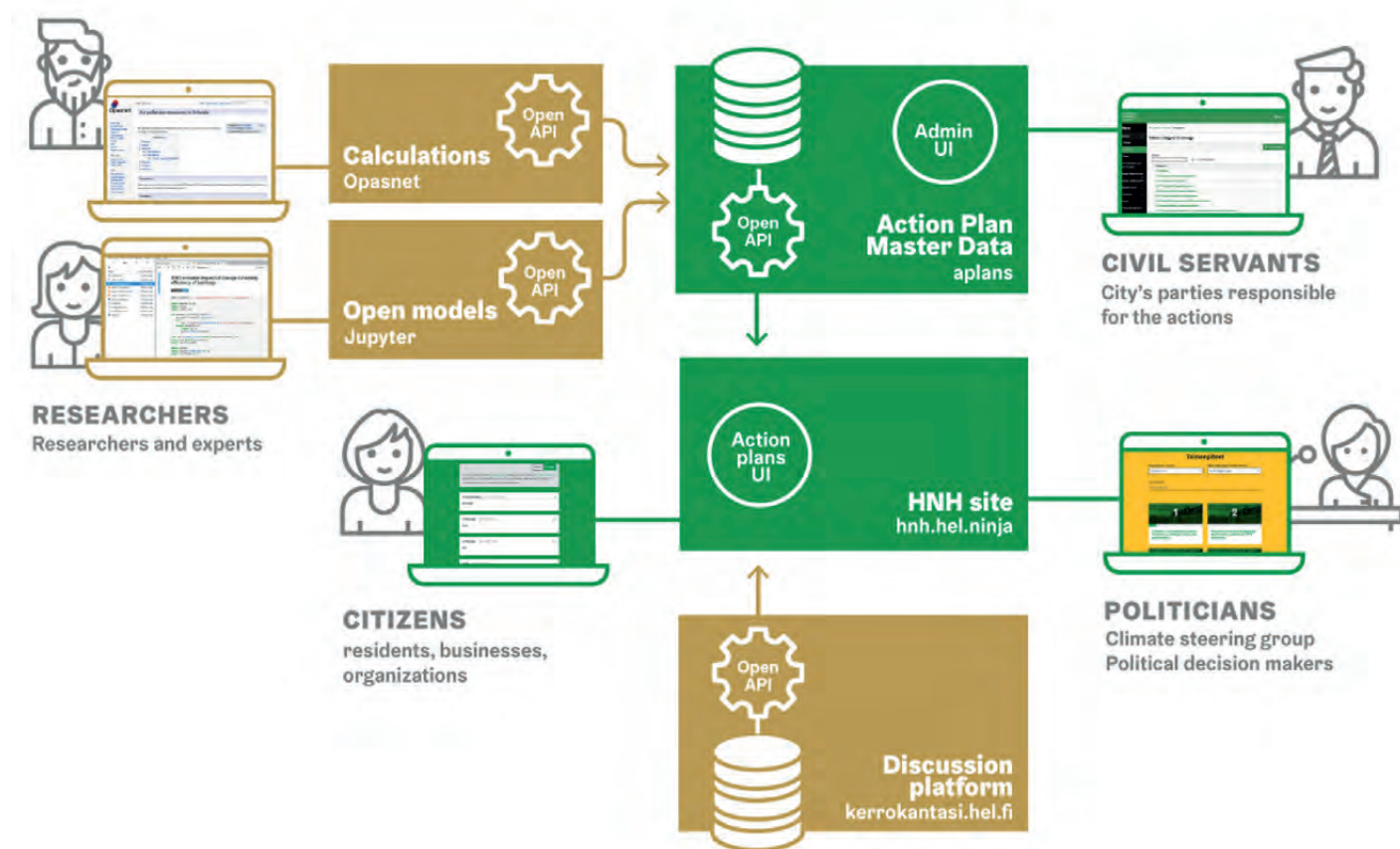
Vaikka näkelyverkossa ei ole vielä dataa läheskään kaikille mittareille, toiminnallisista mittareista sopiminen on auttanut toimenpiteiden käynnistämisessä. Se on tuonut myös ymmärrystä siihen, miten toimenpiteet liittyvät toisiinsa ja millä tavalla niiden odotetaan vähentävän päästöjä.

Kertakäyttöisistä laskelmista avoimeen mallinnukseen

Jotta kaupunki pystyy kohdistamaan ilmastotyön resursseja tehokkaalla tavalla, pitää seurata toiminnallisten, taktisten ja strategisten mittareiden kehitystä. Mittarien määrittäminen ja niiden tarvitseman datan yhdistäminen seurantapalveluun on iso työ, jossa Helsinki tarvitsee tutkijoiden ja muiden asiantuntijoiden apua. Työhön liittyy paljon määrittäviä kysymyksiä: Kuinka paljon päästöjä yhden rakennetun baanakilometrin voidaan olettaa vähentävän? Entä mikä sen hyvinvointivaikutus on? Näkyvätkö kaupungin ponnistelut päästökehityksessä eli tapahtuuko strategisissa mittareissa muutosta? Ovatko tehdyt toimet tehokkaita, vai pitäisikö tehdä enemmän tai jotain muuta?

Vaikka toiminnan vaikuttavuutta ei pystyttäisi aina etukäteen ar-

Seurantapalvelun käyttöliittymät ovat avointa lähdekoodia, ja niiden toivotaan leviävän myös muiden kuntien käyttöön



Kuva 2. Hiilineutraali Helsinki 2035 -seurantapalvelun systeemiarkkitehtuuri ja eri toimijoiden rooleja.

vioimaan, toteutuneesta kehityksestä voidaan tehdä johtopäätöksiä. Hiilineutraali Helsinki -seurantapalvelussa toimenpiteiden päästöjä, kustannuksia ja muita vaikutuksia arvioidaan avoimilla malleilla eli mallien lähdekoodi on julkaistu avoimella lisenssillä (julkaisupaikkoina esim. Jupyter Notebooks tai Opasnet-verkkotyötila). Kun lähtöoletukset ja laskenta ovat kenen tahansa asiasta kiinnostuneen saatavilla ja arvioitavina, mallien kehityksessä ei tarvitse nojata vain yhteen toimittajaan, kuten perinteisissä kertaluonteisissa selvityksissä. Avointen mallien avulla kaupungin on entistä helpompi toteuttaa esimerkiksi ideakilpailuja, teettää opinnäytteitä tai tilata vaikutusarvioita toimenpiteille. Seurantapalvelun julkinen käyttöliittymä ja ylläpitokäyttöliittymä ovat avointa lähdekoodia, ja niiden toivotaan leviävän myös muiden kuntien käyttöön. Seurantatyökalun systeemiarkkitehtuuri on esitelty kuvassa 2.

Skenaariotyökalu auttaa nostamaan riman sopivalle korkeudelle

Toimenpideohjelmasta oli ennen sen hyväksymistä teetetty päästövähennys- ja kustannusarviot rakennusten ja liikenteen toimenpiteille. Päästövähennystarve oli laskettu toimenpidekokonaisuuksittain, kuten paikallisesti tuotetulle uusiutuvalla sähköllä, paikallisesti tuotetulle uusiutuvalla lämmöllä, ajoneuvoliikenteen hinnoittelulle tai kaupunkirakenteen tiivistymiselle. Yksittäisten toimenpiteiden

päästövähennysvaikutusta ei toimenpideohjelmaa tehtäessä siis pystytty arvioimaan, ja siksi oli myös vaikea asettaa niille tavoitteita.

Laatiessamme toiminnallisia mittareita yhteyshenkilöiden kanssa päädyimme usein saman kysymyksen äärelle: mikä on riittävä taso tälle toimenpiteelle? Mistä tiedetään, kuinka paljon vaikkapa hiilineutraaliuteen tähtääviä tontinluovutuskilpailuja pitäisi järjestää, jotta ne riittäisivät heilauttamaan kasvihuonekaasupäästöjä riittävästi alaspäin? Huomasimme, että päästövähennyksiä on pystyttävä jyvittämään eri toimenpidekokonaisuuksille aikaisempaa tarkemmin.

Pyrimme tässä yhdistämään kaksi lähestymistapaa: Toimenpiteet on alunperin rakennettu alhaalta ylös eli on listattu, mitä kaikkea kaupunki pystyy tekemään. Toimenpiteiden tavoitetasot pitää kuitenkin asettaa ylhäältä alas, jotta toteutus saadaan riittävän kunnianhimoiselle tasolle ja vastaamaan strategisten mittareiden tavoitteita. Olemme tätä varten kehittäneet skenaariotyökalua, joka auttaa löytämään valitulle toimenpiteiden yhdistelmälle tavoitetason ja auttaa kertomaan esimerkiksi, kuinka paljon kaupungin omistamien rakennusten energiankulutuksen tulisi olla tietyillä päästöoletuksilla.

Ketterä kehitys parantaa seurantapalvelua ja toimenpideohjelmaa

Hiilineutraali Helsinki -seurantapalvelu on perustunut avoimeen ja ketterään ohjelmistokehitykseen, joka jatkuu edelleen. Seuranta-

Ruuhkamaksut käyttöön Helsingissä?

Näin jäsennät keskustelun tietokiteessä

1
Muotoile väite, josta on tarpeen keskustella.

Ruuhkamaksu parantaisi liikkuvuutta Helsingin keskustassa.

4
Tarkastele argumentteja kriittisesti: Onko totta? Onko keskustelun kannalta merkityksellinen?

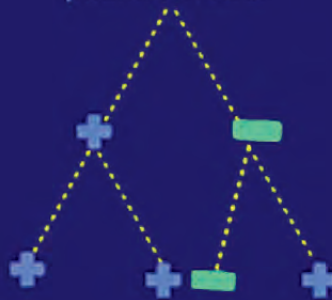
"Autojen kokonaismäärä vähenisi"
- totta
"Helsinki on huono paikka asua"
- merkityksetöntä

7
Keskustelun edetessä palaa tarvittaessa mihin tahansa aiempaan kohtaan.

2
Työkalu kokoaa keskusteluista argumentteja, näkökulmia ja tarkentavia kysymyksiä.

Lisää kaupunkia Helsinkiin - FB -ryhmä
Työpaja keskustakirjasto Oodissa

5
Työkalu visualisoi alkuperäisen väitteen ja kertyneet argumentit puurakenteena



3
Etsi väitettä puolustavia ja haastavia argumentteja.

+ Autojen kokonaismäärä vähenisi.
- Köyhien liikkumismahdollisuudet huononisivat.

6
Korjaa väitettä argumentaation perusteella vastaamaan synteisiä. Sen avulla päivität tietokiteen vastausta.

"Ruuhkamaksut parantaisivat liikkuvuutta, mutta tasapuolisuus on huomioitava toteutuksessa"

Kuva 3. Keskustelun jäsentyminen tietokiteessä.

Hiilineutraali Helsinki käyttää tietokiteitä

Hiilineutraali Helsinki on lukuisten toimijoiden, toimien ja mittareiden viidakko, jossa asiat muuttuvat koko ajan ja muutoksista on vaikea pysyä perillä. Tämän haasteen takia ohjelmassa käytetään järjestelmällisesti tietokiteitä. Tietokide on täsmälliseen kysymykseen joukkoistamalla vastausta etsivä nettisivu, jonka tietopohjaa täydennetään jatkuvasti. Vastaus löytyy aina samasta osoitteesta sekä selväsanaisena että koneluettavassa muodossa, jolloin sen varaan voidaan rakentaa erilaista laskentaa ja seuranta.

Seurantapalvelussa onkin jo kymmeniä mittareita, joiden vastaus esitetään kuvaajana ja joiden laskenta ja päivittäminen tehdään säännöllisesti tai jopa reaaliaikaisesti avoimen datan palvelusta. Osa mittareista liittyy toisiinsa, ja myös niiden laskenta on kytketty toisiinsa. Tällöin yhden päivittyessä myös muut voidaan päivittää, ja käyttäjä

voi tarkastella kokonaisuutta eri näkökulmista saaden aina johdonmukaista tietoa. Tällöin myös monimutkaisia asioita voi seurata tehokkaasti ja tarvittaessa korjata toimintaa.

Kaikki tietokiteet eivät kuitenkaan ole edellä kuvatun tapaisia, dataan ja malleihin perustuvia asiantuntijakiteitä. Esimerkiksi hahmotuskiteet auttavat etsimään selkeyttä uuden tai hämärän aihepiirin olennaisiin kysymyksiin. Silloin vastauksena ei olekaan jokin luku vaan täsmennyneitä kysymyksiä, joihin vastaaminen sitten auttaa saamaan aihepiirin tarkasteluun ja haltuun. Ristiriitakiteet puolestaan auttavat selventämään ihmisten arvoja ja toimintaa tilanteissa, joissa eri tavoitteet joutuvat vastakkain eikä kaikkia voida saavuttaa. Tietokiteiden muodostamisessa tärkeä rooli on keskustelulla, jossa puolustetaan relevantteja ja todenperäisiä väitteitä ja hyökätään kysymyksen kannalta epärelevantteja ja vääriä väitteitä kohtaan.

palvelua on kehitetty iteratiivisesti ja käyttäjiltä saadun palautteen mukaisesti. Julkaisun aikaan seurantapalvelu on edelleen kesken-
eräinen siinä mielessä, että mittareiden määrittämisessä ja tarvitta-
vien vaikutusarviontimallien integroinnissa on vielä paljon tehtä-
vää. Seurantapalvelu toimii kuitenkin jo toimenpiteiden toteutuk-
sen seurannassa. Toiminnalliset mittarit on määriteltä suurimmal-
le osalle toimenpiteistä.

Toimenpideohjelman toimenpiteet ovat ensimmäinen arvaus sii-
tä, mitä pitää tehdä hiilineutraaliuteen pääsemiseksi. Ohjelmaa on
pystyttävä päivittämään ja uudistamaan sitä mukaa, kun uutta tie-
toa saadaan ja seurantapalvelun tiedot tarkentuvat.

Seurannasta yhdessä tekemiseen

Seurantapalvelua on ensimmäisen vuoden aikana kehitetty enim-
mäkseen virkamiesten työn tueksi toimenpiteiden seurantaan ja
vaikutusarviointiin. On selvää, että myös kaupunkilaisia kiinnostaa,
miten Helsingin päästöt kehittyvät ja miten he voivat olla mukana
päästöjen vähentämisessä. "Olemme pohtineet jo laajemmin sitä,
miten seurantapalvelu voisi toimia Hiilineutraali Helsinki -yhteiske-
hitysalustana. Jatkossa kansalaiset, yritykset ja organisaatiot voivat
kommentoida toimenpiteiden toteutusta tai kehittää uusia toimen-
piteitä, joista vastuu voi olla muullakin kuin kaupunkiorganisaati-
olla", kertoo avoimen demokratian asiantuntija **Raimo Muurinen**.

Hiilineutraali Helsinki on kohteena myös Open Knowledge Fin-
land ry:n Kansalaishankkeiden hankkeissa, jossa on otettu kokeilukäyt-
töön työkalu monimutkaisista aiheista käytävän yhteiskunnallisen

keskustelun jäsentämiseksi. Erityisesti tavoitteena on helpottaa yh-
teenvedon tekemistä ja tärkeimpien puheenvuorojen tunnistamis-
ta keskustelusta, perinteiset kommentointityökalut kun eivät auta
tässä lainkaan. Kansalaishankkeessa lähestymistapa onkin erilainen:
keskustelu jäsennetään alusta saakka puurakenteeksi ja puheen-
vuorojen väliset yhteydet kuvataan tarkasti. Näin keskustelun ko-
konaisuutta voidaan tutkia koneellisesti ja toissijaisia osia häivyttää
käyttäjää häiritsemästä, vaikka tietokone ei ymmärräkään yk-
sittäisen puheenvuoron sisältöä.

Seurantapalvelua kehitetään vuorovaikutteisemmaksi, jotta kau-
punkilaiset pääsevät kertomaan mielipiteensä siitä, miten Hiilineut-
raali Helsinki -toimenpiteet tulee toteuttaa ja miten he haluavat olla
mukana. Kuvassa 3 on esimerkki tietokiteitä hyödyntävästä keskus-
telusta. Tavoitteena on saada toimenpiteisiin liittyvistä faktoista ja
arvoista jaettu ymmärrys, jonka pohjalta on hyvä tehdä päätöksiä

Hiilineutraali Helsinki -seurantapalvelu

Palvelu löytyy osoitteesta: hnh.hel.ninja

Seurantapalvelua ovat olleet kehittämässä:

Sonja-Maria Ignatius (Helsingin kaupunki, ympäristöpalvelut)

Juha Yrjölä (Solid Boot)

Jouni Tuomisto (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, THL)

Tero Tikkanen (Byfar Studio)

Raimo Muurinen (Avanto Insight)

Juuso Koponen (Koponen+Hildén)



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASIAANTUNTIJA

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

[WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI/ILMANLAATUPALVELUT](https://www.ilmatieteennlaitos.fi/ilmanlaatupalvelut)
ILMANLAATUPALVELUT@FMI.FI



Kuva: Laura Karlin

Ilmakehän ja ympäristön havainnointitekniikat kehittyvät nyt kovalla vauhdilla.

Yksi tämän hetken kiinnostavimmista uusista tekniikoista ovat droonit (engl. drones) ja kiinteäsiipiset lennokit (engl. fixed wing) eli kauko-ohjattavat miehittämättömät ilma-alukset, jotka kuljettavat meteorologisia antureita sekä kamera- ja keilaustekniikoita. Droonitekniikan kypsyessä ilmasto- ja ympäristötutkijat saavat käyttöönsä uudentyyppistä, aiemmin tavoittamatonta havaintoaineistoa.

KAUAS JA TAKAISIN

Droonit valjastetaan keräämään olosuhdetietoa



Kuva 2. Ilmatieteen laitos mittaa kasvihuonekaasuja AirCore-mittalaitteella Sodankylän mittausasemalla.

KUVA: RIGEL KIVI

ANNE HIRSIKKO, ryhmäpäällikkö, Ilmatieteen laitos
JARKKO HIRVONEN, ylimeteorologi, Ilmatieteen laitos
RIGEL KIVI, erikoistutkija, Ilmatieteen laitos

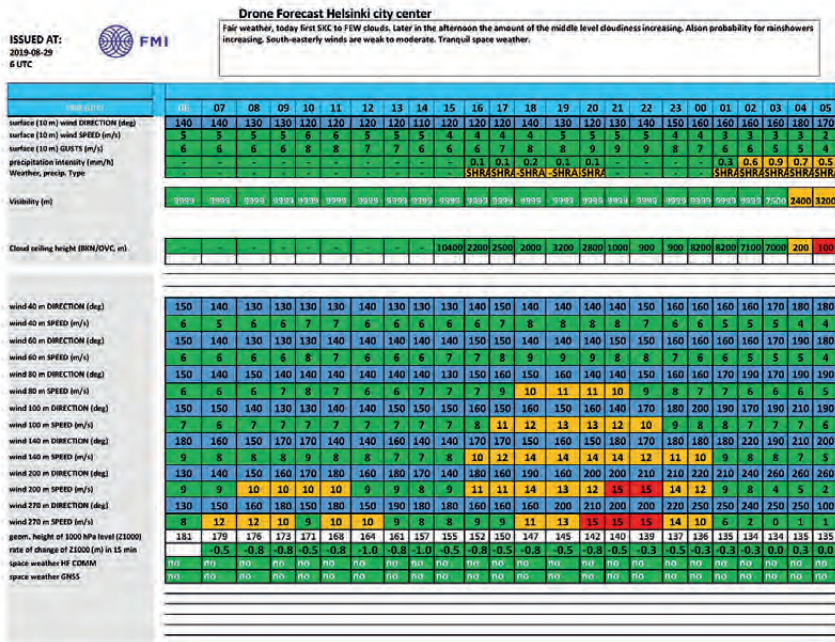
Uudentyyppisiä havaintoja

Järkevä ilmastoon ja ympäristöön liittyvä päätöksenteko perustuu mitattuun ja tutkittuun tieteelliseen tietoon. Ilmatieteen laitos sat-saa uusiin havaintomenetelmiin, koska ne mahdollistavat havaintoaineiston, jollaista ei perinteisin keinoin saada. Uudet havaintomenetelmät täydentävät perinteisin menetelmin kerättyjä pitkiä havaintoajaksarjoja. "Älykkäät esineet tarjoavat mielettömän potentiaalisen olosuhteiden havainnointiin. Tässä vain mielikuvitus on rajana. Ilmatieteen laitoksella on tällä hetkellä kehityshankkeita droonien lisäksi mm. ajoneuvohavaintojen, tienvarsi-infran ja kansalaisten tuottamien säähavaintojen käyttöön.", toteaa Havaintopalvelut-yksikön päällikkö **Juhana Hyrkkänen** Ilmatieteen laitokselta.

Perinteisesti sää-, ilmakehä- ja ympäristöhavaintoja on tehty pistemäisin mittauksin. Tutkijoiden tiedonjano siitä, mitä ilmakehässä tapahtuu maanpinnan yläpuolella, kasvaa jatkuvasti. Viime vuosikymmenten tekninen kehitys on kiihdyttänyt erilaisten profiloivien menetelmien hyödyntämistä tutkimuksessa ja operatiivisissa

sääpalvelussa. Valon sirontaan perustuvilla tekniikoilla (engl. lidar - light detection and ranging) mitataan aerosolihiukkasten ja pilvien sekä tuulen nopeuden ja suunnan pystyprofiilia ilmakehän alaosassa. Tutkatekniikan (engl. radar - radio detection and ranging) avulla mitataan sade- ja pilvialueita.

Tutka- ja lidar-tekniikoiden lisäksi Ilmatieteen laitoksen tutkijat innostuivat joitakin vuosia sitten selvittämään, millaisia mahdollisuuksia droonit ja lennokit tuovat ilmakehämittauksiin. Tällä hetkellä Ilmatieteen laitos mittaa droonien avulla säämuuttujia, kasvihuonekaasujen pitoisuuksia sekä aerosolihiukkasten (esim. siitepöly) ja pilvien ominaisuuksia. Perinteisesti radioluotauksin tehtävien meteorologisten profiilihavaintojen tueksi on nyt otettu autonominen drooni, jolla saadaan reaaliaikaista tietoa säästä (lämpötila ja kosteus) eri korkeuksilta aina 500 metrin korkeuteen asti. Autonomisella droonilla on telakointiasema, josta se nousee ilmaan ohjelmoidusti esimerkiksi puolen tunnin välein tekemään pystyprofiilimittauksia ja palaa takaisin telakointiasemalle vaihtamaan uuden akun. Jatkuvatoimisia droonimittauksia tehdään tällä hetkellä Saimaan rannalla 30 km Lappeenrannan lentokentältä. Lentosäämeteorologit hyödyntävät lämpötila- ja kosteusprofiilien havaintoja päivittäisessä työssään.



KUVA: JARKKO HIRVONEN

Kuva 1. Esimerkki droonisääennusteesta Helsingin keskustassa 29.8.2019 klo 6 UTC. Ennuste on julkaistu lentotaksin ja liikenteenohjausjärjestelmän yhteensopivuutta testaavaa kokeilua varten. Ennusteissa vihreät ruudut tarkoittavat hyvää droonin lennätysäätä. Kun ennuste näyttää keltaista tai punaista, kannattaa droonin lennätystä siirtää sääolosuhteiden vuoksi.

Sääennusteita myös drooneille

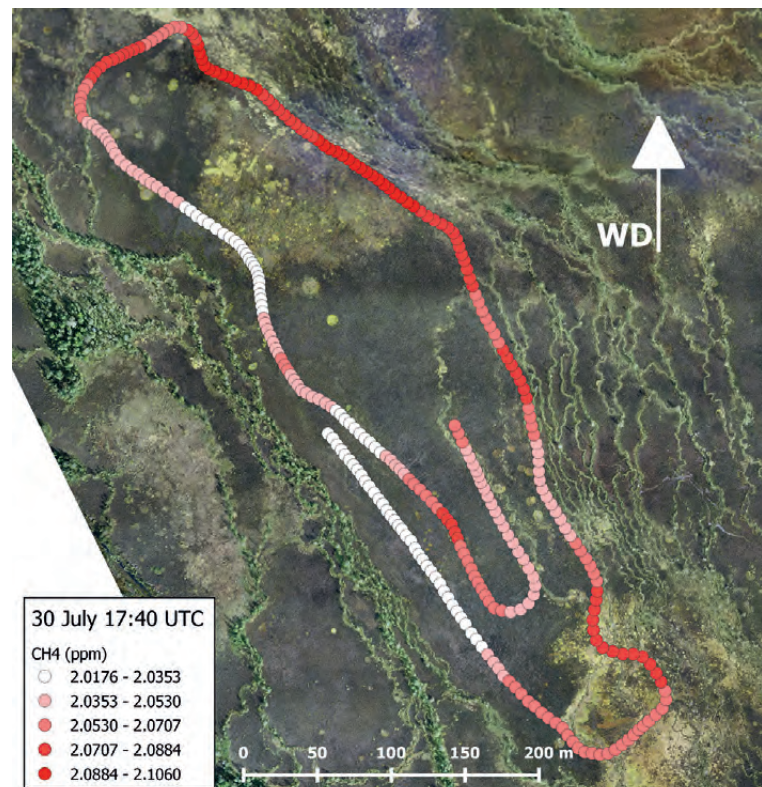
”Droonit säämittausten tuottajana ovat erityisen mielenkiintoisia, koska ne tarjoavat tietoa maanpinnan yläpuolelta ilmakehän pystyprofiilista. Toimintavarma droonien lennättäminen on varsin olosuhdekriittistä, joten Ilmatieteen laitoksen yksi keskeinen tulokulma on säämittausten keräämisen lisäksi kehittää myös sääennustepalveluja droonien lennättämisen tueksi,” toteaa Hyrkkänen. Kovat tuulet, sade ja jäätävät olosuhteet koituvat nopeasti droonien kohtaloksi. Droonitkin siis tarvitsevat omaa, räätälöityä sääpalvelua. Ilmatieteen laitoksen meteorologi Jarkko Hirvonen kehitti droonisäätaulukon (kuva 1) ensimmäisenä versiona Ilmatieteen laitoksen tarjoamasta droonisääennusteesta.

Säätaulukko palvelee drooneilla tehtävää paikallista lentotoimintaa, jossa lentoaika on alle puoli tuntia, lähtö ja paluu tapahtuvat samaan paikkaan tai paikat ovat ainakin melko lähellä toisiaan sekä lentotehtävän pituus on tyypillisesti alle 10 kilometriä. Taulukossa esitetään säämuuttujat, jotka ovat yleensäkin ilmailulle merkittäviä ja jotka pitää myös drooni-ilmailussa ottaa huomioon.

Säämuuttujia ovat:

- Pintatuulen (10 m korkeudella maanpinnasta) suunta (asteina) ja nopeus sekä puuskatuulen voimakkuus (m/s)
- Sateen voimakkuus mm/h
- Sateen olomuoto ja säätäla
- Vaakanäkyvyys (km)
- Pilvikorkeus (m)
- Tuulen suunta (asteina) ja nopeus (m/s) korkeustasoilla 40, 60, 80, 100, 140, 200 ja 270 m
- Maanpinnan läheisen painetason 1 000 hPa korkeus ja sen muutosnopeus (m/15 min)
- Avaruussään häiriöiden vaikutus radioliikenteeseen ja/tai globaaleihin satelliittinavigointi-järjestelmiin

Taulukossa on ennuste kullekin säämuuttujalle tunnin välein tyypillisesti nykyhetkestä ajassa aina 24-36 tunnin päähän tulevaisuuteen. Numerotaulukon tulkinnan helpottamiseksi käytetään lisäksi ”liikennevalo”-varoitussävyjä (vihreä, keltainen ja punainen). Vihreä tarkoittaa, että säämuuttujalla ei ole ennustettua vaikutusta droonin lentotoimintaan. Keltainen väri tarkoittaa, että säämuuttujalla voi olla kohtalainen vaikutus lentotoimintaan. Punainen väri taas tarkoittaa, että säämuuttujat voi estää lentotoiminnan kokonaan. Värien raja-arvot on määritetty yhdessä droonilennättäjien kanssa.



Kuva 3. Metaanipäästöjä suolla.

KUVA: PAULI PUTKIRANTA

Avaruussään häiriöillä on vaikutusta droonien lentotoimintaan. Keskusteluissa drooniyhteisön kanssa on käynyt ilmi, että arktisilla leveysasteilla revontulien esiintyessä droonien satelliittinavigointi-järjestelmät ovat toimineet epäluotettavasti. Yhteydenpidossa drooniin käytetään radiotaajuuksia, jotka voivat häiriintyä myös avaruussään häiriöistä. Tästä syystä taulukkoon on otettu mukaan myös muutujat avaruussään vaikutuksesta satelliittinavigointiin (GNSS, global navigaton satellite systems) ja radioliikenteeseen (HF COMM). Droonisääennusteen seuraava luonnollinen kehityssaskel olisi palvella myös etäisyydeltään pitkien lentotehtävien säätiedon tarpeita.

Kasvihuonekaasuja havainnoidaan AirCore-mittalaitteella

Ilmatieteen laitos mittaa kasvihuonekaasuja AirCore-laitteella useiden tutkimushankkeiden yhteydessä. AirCore-mittauksia on tehty



David Brus valmistelee droonia.

Drooneilla pystytään myös selvittämään ikijäätiköiden sulamista ja lumen päällä olevien epäpuhtauksien esiintymistä.

suolla sekä metsässä ja jokialueella. Tavoitteena on erityisesti metaani- ja hiilidioksidipäästöjen mittaaminen (ns. lähdekartoitus) ja kaukokartoitusmittausten varmentaminen. Ilmatieteen laitoksella rakennettu AirCore-laite painaa noin 4 kilogrammaa ja se nostetaan 6-potkurisen heksakopterin avulla ilmaan (kuva 2). Järjestelmä mahdollistaa tarkat kaasumittaukset, kun ilmanäytteet analysoidaan lennon jälkeen laboratoriossa olevan spektrometrin avulla.

Metaani on yksi merkittävimmistä kasvihuonekaasuista hiilidioksidin ohella. Suot ovat luontaisia ilmakehän metaanin lähteitä. Metaania syntyy soilla, kun bakteerit hajottavat orgaanista ainesta hapettomassa tilassa. Droonilla tehdyssä horisontaalimittauksessa (kuva 3) näkyy alueellisia metaanin vaihteluita suoalueella. Lisäksi on havaittu korkeampia metaanipitoisuuksia tuulen alapuolella. Suon yllä lentokorkeus oli tyypillisesti alle 6 metriä. Suurimmat pitoisuudet havaittiin maanpinnan lähellä, korkeammalla ilmakehässä metaanipitoisuus pieneni. Kuvassa oleva mittaus on tehty lähellä suon pintaa käyttäen koko ajan samaa lentokorkeutta.

Droonit tutkimaan jäätä ja lunta

Ikijäätiköt sulavat ja ympäristön muuttuminen vaikuttaa näiden alueiden ihmisten ja ekosysteemien elinolosuhteisiin ja -mahdollisuuksiin. Jäätiköiden ja lumen sulamiseen vaikuttavat ympäröivän lämpötilan lisäksi myös lumen pinnalle laskutuneet epäpuhtaudet. Epäpuhtaudet muuttavat lumenpinnan heijastusominaisuuksia kiihdyttämällä tyypillisesti pinnan lämpenemistä sekä edelleen lumen ja jään sulamista.

Suomen ulkoministeriön rahoittamassa kehityshankkeessa Ilmatieteen laitoksen sekä Kirgisian ja Tadžikistanin Hydrologian ja meteorologian laitosten edustajien tavoitteena oli selvittää, millaisia ja minkälaisista lähteistä peräisin olevia epäpuhtauksia näiden maiden alueilla sijaitsevien ikijäätiköiden lumella on. Drooniin kiinnitetyillä kameroilla mitattiin myös jäätikköalueen lumimäärää ja pinta-alaa. Kuvausdrooni osoittautui erittäin käyttökelpoiseksi ja luotettavaksi menetelmäksi kartoittaa laajoja alueita. Mittausmatkan tuloksia analysoidaan parhaillaan ja ne julkaistaan aikanaan tieteellisessä julkaisusarjassa.

Ilmatieteen laitoksen Arktinen tutkimuskeskus Sodankylässä etsii käytännön sovelluksena menetelmiä, joilla edistää tieliikenteen turvallisuutta entistä parempien sää- ja olosuhtetietojen avulla. Tutkijat kiinnostavat drooniin erilaisia kameratekniikoita selvittääkseen,

mikä olisi hyödyllisin tapa saada autoilijoille tietoa tienpinnan olosuhteista ja niiden muutoksista. Tutkimus- ja kehitystyö on käynnissä ja kameratekniikoista odotetaan saatavan autoilijoille reaaliaikaista tietoa esimerkiksi jään esiintymisestä.

Drooniturnauksesta innovaatioita vaativissa olosuhteissa lennättämiseen

Tulivuoren purkautuessa tai muun onnettomuuden sattuessa ilmanlaatuun ja lentoturvallisuuteen vaikuttavien päästöpilvien koostumuksen ja leviämisen seuraaminen on tärkeää. Esimerkiksi vuonna 2010 Islannissa sijaitsevan Eyjafjallajökull-tulivuoren purkautuessa vapautui suuret määrät tuhkaa, jonka vaikutus lentoliikenteelle aiheutti suurta epätietoisuutta ympäri Eurooppaa. Drooneihin tai lennokkeihin kiinnitetyillä mittalaitteilla voidaan havainnoida kaasumaisia tai hiukkaspäästöjä ilmakehässä eri korkeuksilla, laajan alueen yllä sekä tavoittaa kauempana sijaitsevan tai vaikeakuluisen kohteen. Tällä hetkellä keskeisin rajoite on droonitekniikan kypsyys ja toimintavarmuus esimerkiksi kovassa tuulessa, sateella tai jäätävissä olosuhteissa.

Ultrahack järjesti kansainvälisenä innovaatiotapahtumana drooniturnauksen Helsingissä syyskuun ensimmäisellä viikolla. Turnauksen tavoite oli haastaa kilpailijoita ratkaisemaan parhaansa mukaan erilaisia yhteiskunnallisesti tärkeitä tehtäviä. Korkealle turvallisesti lentäminen on erittäin haastavaa drooneille ja lennokeille. Tästä syystä Ilmatieteen laitos asetti Fly High and Back -haasteen houkutellakseen uusia innovaatioita. Tehtävä osoittautui vaikeusasteeltaan erittäin vaativaksi, kun keskimääräinen tuulen nopeus oli lähes 10 m/s. Karsintojen kautta ainoastaan yksi ryhmä kykeni suoriutumaan tehtävästä. Poikkeusolojen lisäksi tarve olosuhtetiedolle myös ylempää ilmakehäästä on jatkuvaa, joten Ilmatieteen laitos jatkaa aktiivisesti droonitekniikan kypsymisen kartoittamista.

LISÄMATERIAALIA LUKIJALLE

Voit lukea lisää IL:n retkikunnan jäätikkömittauksista blogeista:

blog.fmi.fi/meteorologiaaamailmalla/?cat=6

www.pix4d.com/blog/climate-change-glaciers-drones

Kiinnostavia videoita löytyy Youtubesta:

youtu.be/a2_m6BMw4PI, youtu.be/YFdNiILDfK

Lisätietoja drooniturnauksesta ja kilpailuhaasteista voi lukea: ultrahack.org

VALOKEILASSA

Sarjassa haastattelemme ilmansuojelualalla toimivia ihmisiä heidän urastaan ja ajatuksistaan ilmansuojelun tulevaisuudesta.

JUHANI DAMSKI

Pääjohtaja, Ilmatieteen laitos

Kauanko olet ollut ilmakehätieteiden alalla?

Olen ollut alalla yli 30 vuotta, ensin opintojeni ja sitten työni kautta. Opiskelin Helsingin yliopistossa, jossa pääaineeni oli meteorologia. Olen ollut valtaosan työurastani Ilmatieteen laitoksella, jossa olen työskennellyt laaja-alaisesti ilmakehäihtiöpiirissä.

Mitkä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat ilmakehätieteiden alalla oman urasi aikana?

Kolmeenkymmeneen vuoteen mahtuu monta merkittävää tapahtumaa. Tšernobylin onnettomuus oli käännteentekevä tutkimuksen, palvelukehityksen ja varautumisen kannalta. Ilmakehään ja ympäristöön vaikuttava onnettomuus nosti järkyttävällä tavalla esiin ympäristön ja yhteiskunnan haavoittuvuuden ja sen seurauksena kansainvälisen ja kotimaisen yhteistyön kriittisen merkityksen ilmakehään liittyvien teemojen parissa.

Omalle osalle sattunut vielä suurempi asia on liittynyt otsonikaatoon – ilmiönä ja globaalin yhteiskunnan löytäminä ratkaisuin. Montrealin pöytäkirja on menestystarina juuri kansainvälisestä yhteistyöstä. Otsonikerrosta tuhoavien klooriyhdisteiden päästöt lähtivät seuranta tutkimusten perusteella laskuun pian pöytäkirjan allekirjoittamisen jälkeen, mikä kertoo siitä, että pöytäkirjassa määriteltyihin tavoitteisiin on sitouduttu laajasti ympäri maailman.

Samanlaista sitoutumista tarvitaan nyt ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on noussut edelleen, mikä kiihdyttää ilmaston lämpenemistä. Hillintätoimien kiireellisyys sekä sopeutumistoimien välttämättömyys ovat tällä hetkellä keskeisiä ihmiskunnan tulevaisuuden kannalta, kuten esimerkiksi IPCC:n 1,5 asteen erikoisraportti on osoittanut.

Mitkä ovat olleet viimeisimpiä työtehtäviäsi?

Ilmatieteen laitoksen pääjohtajana sää-, meri-, ilmasto- ja avaruusteemat näkyvät työssäni päivittäin. Viime aikoina ilmastomuutos ja ilmakehään liittyvät teemat ovat näkyneet konkreettisesti omassa ajankäytössäni: tarve ilmastomuutostiedolle on kasvanut ja erilaisia luentopyyntöjä tulee minulle ja asiantuntijoillemme viikoittain. Ilmatieteen laitoksen tehtävä onkin tuottaa tutkimustietoa niin arjen kuin pitkän aikavälin päätöksenteon tueksi.

Mitä näet suurimpina tulevana trendeinä ja haasteina ilmakehätieteiden alalla?

Tiedolla johtamisen merkitys on kasvanut huomattavasti. Tarve tutkitulle tiedolle on suuri ja sitä tarvitaan ratkaisujen suunnittelemisen sekä päätösten tekemisen tueksi. Haasteena esimerkiksi ilmastomuutoskeskustelussa on se, että ratkaisuihin ja päätöksiin sisältyy arvovalintoja, joita ei voida tehdä yksin luonnontieteellisin perustein.

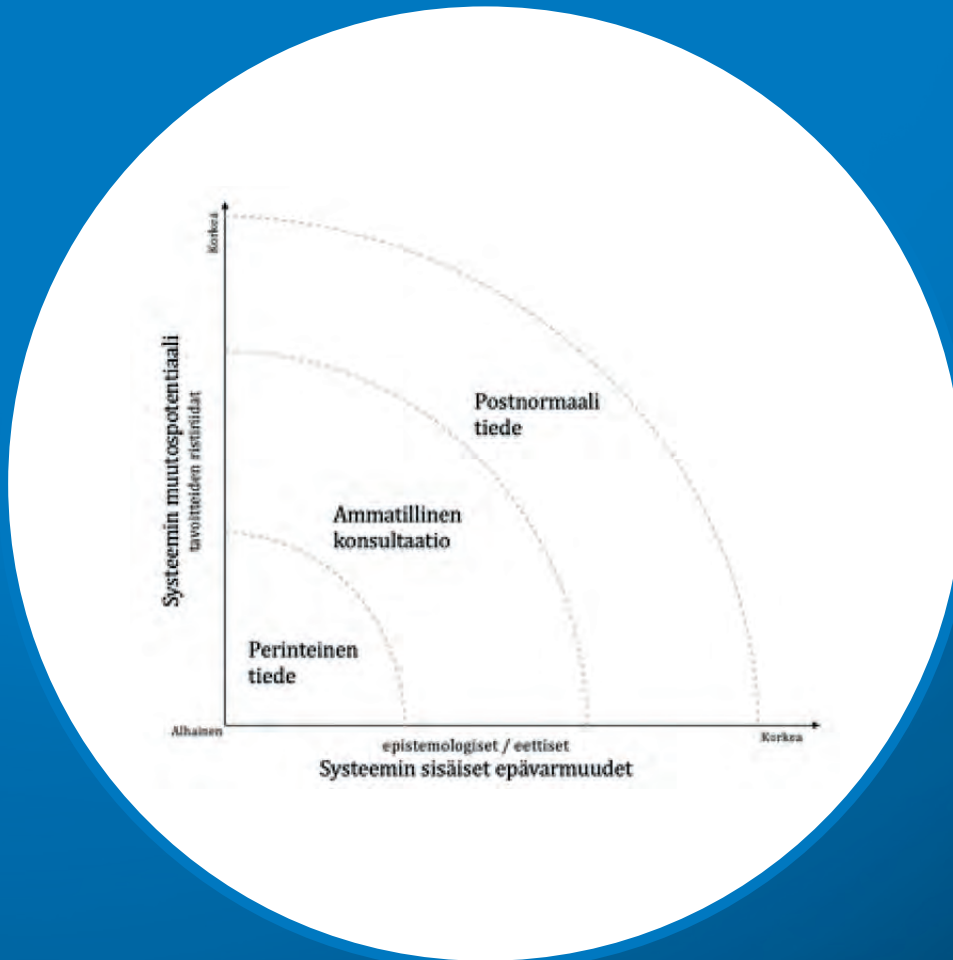


On tärkeää, että päätöksenteon tukena on tulevaisuudessa-kin pitkäjänteisesti tuotettua mittaustietoa niin kotimaasta kuin kansainvälisestikin. Todentamisen merkitys kasvaa, kun arvioidaan hillintä- ja sopeutumistoimien vaikutuksia. Todentamisen avulla voidaan ohjata toimintaa sellaisiin ratkaisuihin, joilla on todistetusti merkitystä. Toisaalta ilmastomuutoksen hillinnän kannalta mikään teko ei ole liian pieni, jotta se kannattaisi jättää tekemättä.

Mitä haluaisit saada aikaiseksi urasi aikana?

Haluan omalta osaltani ja omaan alaani liittyen varmistaa, että tutkimus, tutkimuksesta johdetut palvelut ja niiden edellyttämät infrastruktuurit säilyvät ja niitä kehitetään edelleen, jotta uutta tietoa ilmasta ja ilmastosta on saatavilla myös tulevaisuudessa.

Vaikka postnormaali tiede ei ole uusi konsepti, siitä on viime aikoina tullut entistäkin ajankohtaisempi. Postnormaali tieteen avulla voidaan pureutua etenkin epävarmuuden rooliin ja käsittelyyn ilmastonmuutoksen kaltaisissa kompleksisissa systeemeissä. Tämän lähestymistavan avulla saadaan työkaluja ilmastonmuutoksen käsittelyyn sekä tiedeyhteisön sisällä että tieteen ja muun yhteiskunnan välillä.



Kuva 1. Tutkimustavan ja tutkittavan systeemin suhde Funtowiczia ja Ravetzia (1993) mukaillen.

AVOINTA DIALOGIA

ilmastonmuutoskeskusteluun postnormaalin tieteen avulla

Ratkaisu epävarmojen ja muuttuvien kompleksisten systeemien tarkasteluun

Postnormaali tiede syntyi 1990-luvulla käsittelemään kompleksisia systeemejä, joiden tutkimiseen perinteiset tieteelliset metodit eivät systeemien ominaisuuksien vuoksi sovellu. Postnormaali tiede tarjoaa työkaluja ilmastonmuutoksen kaltaisten, paljon epävarmuuksia sisältävien sekä suuren muutospotentiaalin omaavien, ilmiöiden hallintaan. Lisäksi arvolutautuneisuus ja useiden mahdollisten ratkaisujen määrä ovat tyypillisiä postnormaalin tieteen avulla käsiteltävien systeemien piirteitä. (Funtowicz & Ravetz, 1993).

Funtowiczia ja Ravetzia (1993) mukaillen tehdyssä kuvassa 1 y-akseli kuvaa systeemin muutospotentiaalia eli systeemin aiheuttamien riskien suuruusluokkaa ja siitä seuraavaa, päätöksentekoon kohdistuvaa painetta ja merkitystä. Mitä korkeammalle kuvaajassa liikutaan, sitä suurempi systeemin muutospotentiaali on. X-akseli puolestaan kuvaa systeemin sisäisiä epävarmuuksia. Oikealle liikuttaessa sisäisten epävarmuuksien määrä kasvaa, ja näin ollen myös vaikutusten ja oikeiden ratkaisujen vaihtoehdot moninaistuvat. Erityisesti voimakkaan kompleksiset systeemit sisältävät paljon epävarmuuksia.

Kun sekä muutospotentiaali että systeemin sisäinen epävarmuus ovat pieniä, systeemiä on parasta tarkastella perinteisen tieteen (applied science) keinoin (Funtowicz & Ravetz, 2003). Sen puitteissa toimittaessa voidaan luottaa asiantuntijuuteen ja teorioihin sekä yleistyksiin. Esimerkiksi luonnontieteellinen perustutkimus tai arkkitehtuuri edustavat perinteistä tiedettä.

Kun muutospotentiaali ja systeemin sisäinen epävarmuus ovat keskiuuria, toimivin tieteellinen lähestymistapa on Funtowiczin ja Ravetzin (2003) mukaan ammatillinen konsultaatio (professional consultancy). Perinteisen tieteen keinojen lisäksi keskeistä on kokemuksen tarjoama kyky luovuuden hyödyntämiseen ongelmanratkaisussa. Esimerkiksi lääketieteessä hyödynnetään usein tällaista tiedettä.

Systeemin sisäisten epävarmuuksien ja muutospotentiaalin ollessa suuria, kannattaa tutkittavaa systeemiä lähestyä postnormaalin tieteen keinoin. Tieteen ja politiikan rajapinnassa vaikuttavat systeemit, kuten ilmastonmuutos, ovat tyypillisiä postnormaalin tieteen tutkimusalueita. Postnormaalin tieteen avulla pyritään kehittämään tieteen ja muun yhteiskunnan vuorovaikutussuhdetta, ja huomioimaan myös eettisiä aspekteja ratkaisuja suunniteltaessa. (emt.)

Dialogia tieteen ja politiikan välillä

Postnormaali tiede pyrkii ennen kaikkea tuottamaan arvioita riskeistä, joita tutkittava systeemi aiheuttaa. Yksi lähtökohdista on, että kaikkien ilmiön vaikutuspiirissä olevien, instituutioiden edustajista yksityishenkilöihin, tulisi päästä mukaan päätöksentekoprosessiin. Tutkimuksen laadun ylläpito vaatii avointa dialogia kaikkien asianomaisten kesken ja tarjoaa lisäksi laajemman ja demokraattisen otannan. Laajennettu vertaisryhmä (Extended Peer Community) on tavallista vertaisryhmää kokonaisvaltaisempi ja moninaisempi. (Funtowicz ja Ravetz, 2003.)

Postnormal Science could help us understand Climate Change

The world we live in is profoundly complex. “Knowledge” and “media” are examples of words that seem simple at first. The meaning of these words has grown more complicated especially due to phenomena such as globalization and the era of the internet. Fake news, the diversification of communication channels, the ever-growing amount of knowledge and the polarization of opinions and views have quickly become a part of western societies.

Uncertainty is also a significant part of scientific research. The challenges the world is currently tackling are more complex and broader than before (Potochnik, 2017). Science is one of the most important epistemic tools our society has to solve these challenges. When the subjects become more complex, science should also adapt to be able to provide the best research and solutions possible.

In addition, uncertainty is one of the main characteristics of climate change. Whether uncertainty is understood as a flaw in the production of perfect knowledge or as a part of the nature of a complex and politically significant system is essential (Van der Sluijs, 2012). Post normal science represents the latter view.

Laajennetut vertaisryhmät tarjoavat mahdollisuuksia valtioiden vastuullisuuden kehittämiseen sisällyttämällä tieteen ja teknologian hallintoon osallistuvat instituutiot poliittiseen päätöksentekoon. Menettelyä voivat ehdottaa joko tieteenekijät tai päättäjät. Laajennettujen vertaisryhmien ideana on arvioida ehdotettuja poliittisia muutoksia ja myös niiden takana olevaa tiedettä eli yhdistää tieteellisen pätevyyden ja henkilökohtaisen kokemuksen ulottuvuuksia. (emt.) Tieteellisesti parhaat ratkaisut eivät ole aina suoraan implementoitavissa käytännön elämään ja laajennettujen vertaisryhmien avulla saadaan nopeasti tietoa toimivammista sovellutuksista. Ryhmät eivät automaattisesti ole passiivisia tiedon vastaanottajia vaan aktiivisesti mukana arvioinnissa ja tuomassa tietoa erilaisista lähteistä mukaan (emt.).

Laajennettujen vertaisryhmien avulla pystytään purkamaan väitelyä siitä, kuka on oikeassa ja kuka väärässä, ja siirtymään kohti avoimempaa dialogia, jonka myötä syntyy ratkaisuehdotuksia. Lähtökohdista on, että varmuus kalpenee uhkaavien riskien hallinnan rinnalla. Näin epävarmuuden hyväksyminen ja hallinta saadaan tuotua käytäntöön. Oikeiden ratkaisujen moninaisuutta esittelemällä pyritään dialogin, keskinäisen kunnioituksen ja oppimisen korostamiseen. (emt.)

Konsensusviestintä on usein toimiva ratkaisu yhteiskunnalliseen vaikuttamiseen, mutta myös epävarmuutta avaava ja selittävä postnormaalin tieteen tyylinen viestintä voi olla hyvä vaihtoehto, jos yleisö ehtii keskittyä aiheeseen.

Ilmastomuutoskeskustelun polarisoitumista voitaisiin purkaa avoimen dialogin avulla ja pyrkimällä keskustelemaan toden ja epätoden sijaan todennäköisestä ja epätodennäköisestä tai tavoiteltavasta ja vältettävästä.

Konsensusviestinnän hyödyt ja haitat

Ilmastomuutoksesta viestimissä ja tiedottamisessa on omat haasteensa. Tutkimuksen keskeinen viesti saattaa muuttua matkan varrella, kuten esimerkiksi yksinkertaistua verkkosivaltöön sopivia ot-sikoita tehtäessä. Media myös päättää, mitkä tutkimukset nousevat osaksi julkista keskustelua, sekä missä kontekstissa asiasta puhutaan.

Tutkijan roolista tuottamansa tiedon viestijänä on myös moninaisia näkemyksiä. Lisäksi sosiaalinen media voi aikaansaada vääristyneitä mielikuvia yleisestä mielipiteestä, sillä usein yksilö näkee eniten omien näkemystensä mukaisia uutisia ja mielipiteitä eli ”kuplautuu” osaksi samalla tavalla ajattelevien joukkoa.

Erilaiset mallinnukset ovat yleisiä ilmastomuutosskenaarioita tutkittaessa. Ilmastomuutos on kuitenkin niin kompleksinen systeemi, etteivät mallinnukset kykene täysin selittämään edes nykytilaa, ja näin ollen tuottavat epävarmuuksia sisältäviä ennusteita. Päätöksentekijät tarttuvat usein ennustusten tuottamiin numeerisiin arvoihin. Tämä saattaa antaa jalansijaa skeptikoille, kun päätäjien mainitsemat arvot eivät olekaan tarkkoja, ja näin ollen toimia argumentteina ilmastomuutoksen todellisuuden kyseenalaistamiselle (Oppenheimer ym., 2007). Tämä on yksi tapa, jolla ilmastomuutokseen liittyvä epävarmuus tulkitaan väärin.

Esimerkiksi IPCC-raportit perustuvat konsensukseen, ja konsensusviestintä onkin yleinen strategia ilmastomuutosviestinnässä. Konsensusviestintä on edistänyt yksilöiden käsitystä siitä, että ilmastomuutos on totta, ihmisen aiheuttama ja ongelmalle pitää tehdä jotain. Tutkimusten mukaan konsensus ei lisää poliittista polarisaatiota, vaan ohjaa todennäköisemmin mielipiteeltään epävarman yksilön näkemyksiä (esim. Van der Linden ym., 2015). Yhteiskunnallisen vaikuttavuuden kannalta konsensus on siis usein toimiva vaihtoehto.

Epävarmuus nähdään postnormaalissa tieteessä keskeisenä kompleksisen systeemin ominaisuutena, joka pitää hyväksyä ja josta pitää viestiä. Tämä eroaa huomattavasti esimerkiksi konsensukseen perustuvasta viestinnästä, joka – tahallisesti tai tahattomasti – vähentelee epävarmuutta ja ratkaisujen moninaisuutta. On mahdotonta sanoa, kumpi on viestinnällisesti toimivampi strategia, sillä tämä on osittain tapauskohtaista. Postnormaalille tieteelle ominainen epävarmuuden selittäminen ja hyväksyminen vaatii yleisön huomiota pidemmäksi aikaa kuin yksinkertaistava konsensusviestintä. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista kiinnittää kuulijan huomiota riittävän pitkäksi ajaksi, jolloin konsensusviestintä on järkevämpi ratkaisu.

Epävarmuuden hyväksymisen avulla uuteen dialogiin

Epävarmuudesta ja totuuden merkityksestä yhteiskunnassa olisi tärkeää puhua ja näin kasvattaa ymmärrystä kompleksisuudesta sekä siihen kuuluvasta epävarmuudesta. Postnormaali tiede, kuten myös tiettyssä määrin kestävyystiede, on riskienhallintakeino, ei faktoja tai totuuksia tuottava informaatiolähde.

Epävarmuuden nostaminen osaksi ilmastomuutoskeskustelua sen keskeisenä ominaisuutena on mielestäni järkevää. Tämän avulla nykyinen tosi tai epätosi -luokittelu voisi kehittyä jatkumoksi todennäköisen ja epätodennäköisen tai tavoiteltavan ja vältettävän välillä. Mielestäni yksi keino polarisoitumisen purkamiseen on avoin dialogi. Myös yksi postnormaalien tieteen tavoitteista on dialogin lisääminen, ja laajennetun vertaisryhmän malli on yksi tapa, jolla tavoitetta yritetään saavuttaa.

Ilmastomuutoksen ymmärtämiseen, jäsentelyyn ja hallintaan on olemassa useita erilaisia keinoja, joista postnormaali tiede on

ILMANSUOJELUYHDISTYKSEN STIPENDIT 2019

Ilmansuojeluyhdistys haluaa tukea ilman- ja ilmastonsuojeluaiheista opiskelua tarjoamalla vuosittain yhden tai kaksi 250 € arvoista stipendiä parhaille ilman- tai ilmastonsuojeluaiheisille opinnäytetöille. Stipendit jaetaan vuosittain elokuussa järjestettävillä Lappeenrannan Ilmansuojelu-päivillä, jossa stipendin saajat voivat esitellä töitään. Stipendin lisäksi palkkioon sisältyy osallistuminen Ilmansuojelupäiville matka- sekä majoituskustannuksineen ja opiskelijat pääsevät myös esittelemään opinnäytetyönsä Ilmansuojelu-lehdessä.

Vuonna 2019 stipendin saajiksi valikoituivat **Noora Piilan** pro gradu -työ Jyväskylän yliopiston corporate environmental management -ohjelmasta ”Applying sustainable supply chain management practices in mitigating scope 3 greenhouse gas emission in UPM’s value chain – a case study” sekä **Heidi Lehtiniemen** kandidaatintutkielma Helsingin yliopiston ympäristötieteiden -ohjelmasta ”Maailman muuttaminen postnormaalin tieteen avulla – tapausesimerkkinä ilmastomuutos”. Onnea stipendien saajille!

yksi. Postnormaalien tieteen tarjoamat ratkaisukeinot ja vaikutusmallit saavat tukea useammasta tutkimuksesta ja selvityksestä (mm. Hellström ja Ikäheimo, 2017; Potochnik, 2017; Silfverberg ym., 2018), vaikka näissä ei termiä ”postnormaali tiede” mainitakaan. Voidaan kuitenkin tehdä johtopäätös siitä, että tiedeyhteisön ja päättäjien vuoropuhelua tulee kehittää kohti avoimempaa dialogia sekä sisällyttää päätöksentekoprosessiin myös näiden ryhmien ulkopuolisia henkilöitä.

Lähteet

- Funtowicz, S., & Ravetz, J. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25, 739-755.
- Funtowicz, S., & Ravetz, J. (2003). Post-normal science. *International Society for Ecological Economics* (ed.).
- Hellström, E. & Ikäheimo, H.-P. (2017). Tieto päätöksenteossa – Kohti dialogiloikkaa. Sitra.
- Oppenheimer, M., Neill, B. C., Webster, M., Agrawala, S. (2007). The Limits of Consensus. *Science*, 317, 1505 LP- 1506.
- Potochnik, A. (2017). *Idealization and the Aims of Science*. University of Chicago Press, Chicago.
- Silfverberg, O., Huotari, E. & Kolehmainen, L. (2018). Ympäristötiedon ja päätöksenteon saumakohdassa – Miten parantaa tieteellisen ympäristötiedon vaikuttavuutta? *Ympäristötiedon foorumin julkaisu* 12/2018.
- Van der Linden, S., Leiserowitz, G., Feinberg, D., Maibach, E. (2015). The Scientific Consensus on Climate Change as a Gateway Belief: Experimental Evidence. *PLOS ONE*.
- Van der Sluijs, J.P. (2012). Uncertainty and dissent in climate risk assessment: A post-normal perspective. *Nature + Culture*, 7(2), 174-195.

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

www.ax.fi

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 17025:2005 vaatimukset.

Tekniikan moniosaajat kumppanina

AX-Suunnittelu Kuokkamaantie 4 A 33800 Tampere puh. 03 2680 111

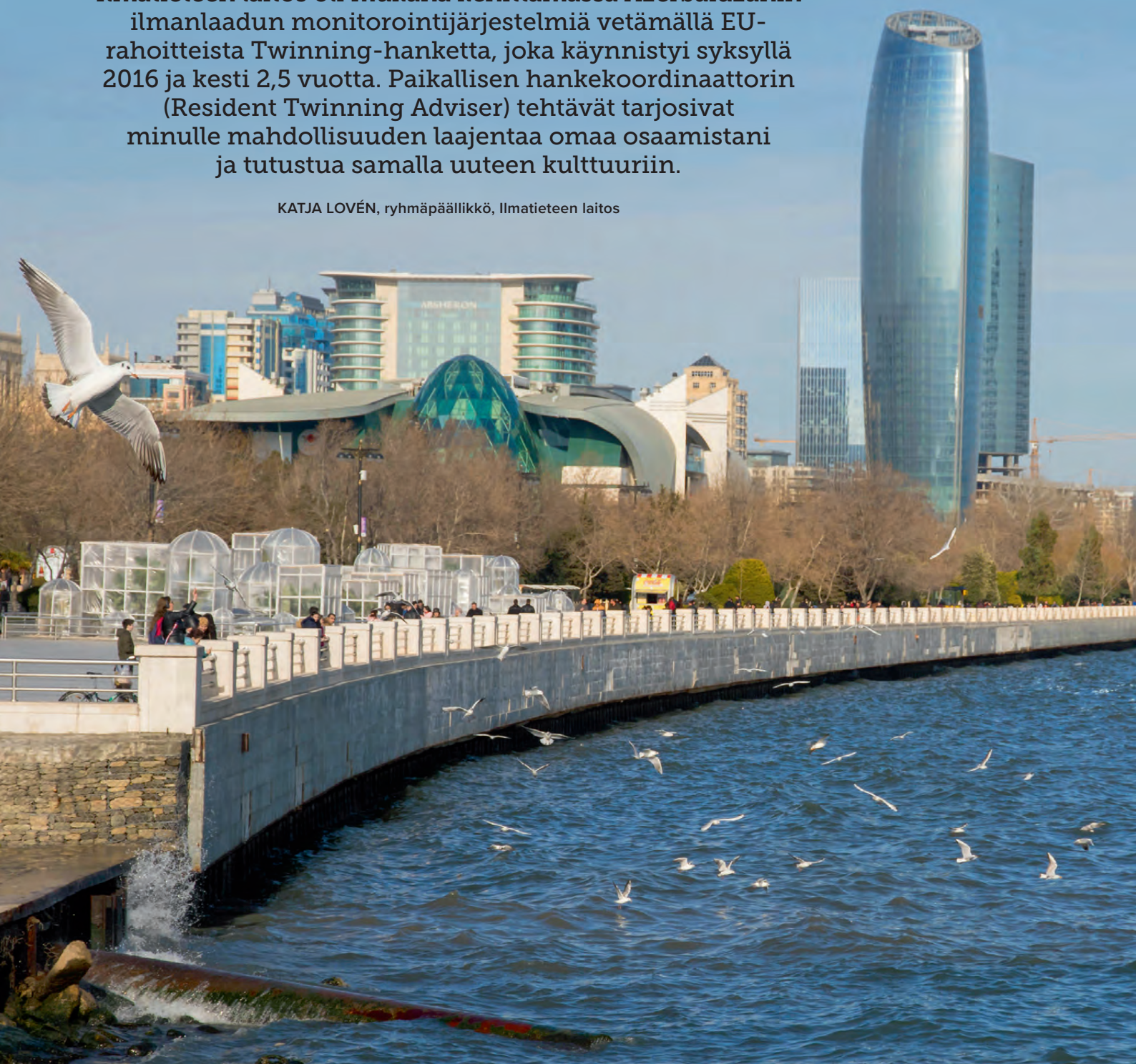
MUUALLA

Muualla-sarjassa kuulemme ajankohtaisista ilmansuojelun kysymyksistä eri puolilta maailmaa.

Elämää ja ilmanlaatua AZERBAIDŽANISSA

Ilmatieteen laitos oli mukana kehittämässä Azerbaidžanin ilmanlaadun monitorointijärjestelmiä vetämällä EU-rahoitteista Twinning-hanketta, joka käynnistyi syksyllä 2016 ja kesti 2,5 vuotta. Paikallisen hankekoordinaattorin (Resident Twinning Adviser) tehtävät tarjosivat minulle mahdollisuuden laajentaa omaa osaamistani ja tutustua samalla uuteen kulttuuriin.

KATJA LOVÉN, ryhmäpäällikkö, Ilmatieteen laitos





KUVA: ANTTI WEMBERG



KUVAT: ANTTI WEMBERG



Monien todellisuuksien maa

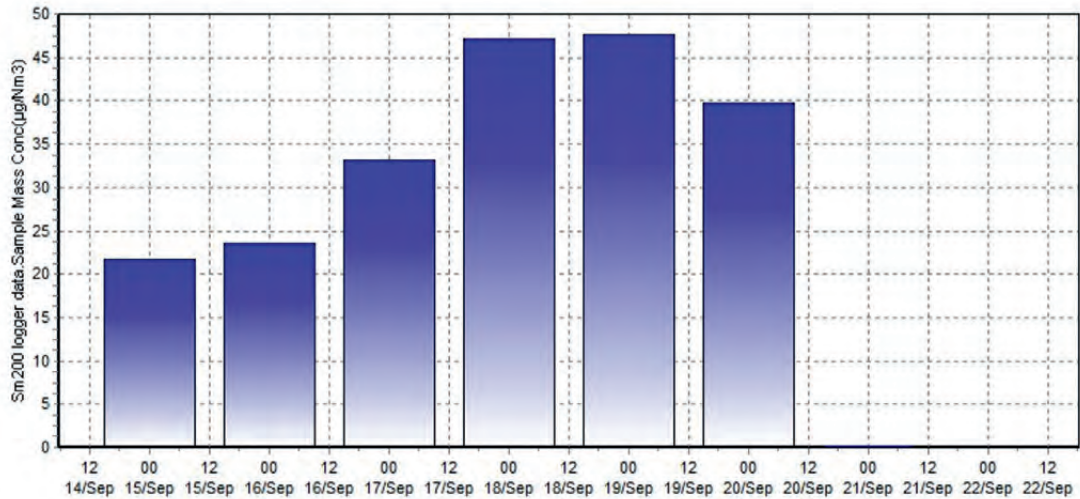
Azerbaidžan on Etelä-Kaukasiassa Kaspianmeren rannalla Euroopan ja Aasian välimaastossa sijaitseva entinen neuvostomaa. Sitä ympäröi Kaukasuksen vuoristo pohjoisessa ja Kaspianmeri idässä. Valtion rajanaapureita ovat Venäjä, Georgia, Armenia ja Iran. Väkiluku on noin 10 miljoonaa ja pääuskonto on Islam. Azerbaidžanin pinta-ala on noin neljäsosa Suomen pinta-alasta. Tärkein vientituote on öljy.

Azerbaidžanissa välimatkat eri puolille maata eivät ole pitkiä. Noin 300 kilometrin matkan aikana esimerkiksi pääkaupunki Bakusta historialliseen Shekin kaupunkiin voi nähdä hyvin monenlaista luontoa: kuivaa hiekka-aavikkotasankoa, kiemuraisia vuoristoteitä, laajoja vehreitä maatalousalueita sekä erityyppisiä metsiä ja jokia. Maan pohjoisosissa Kaukasian vuoristossa voi lasketella hienoissa uusissa laskettelukeskuksissa tai käydä vaeltamassa.

Bakun ulkopuolella maaseudulla luonto on kaunista ja paikoitellen karua. Ihmisten elintaso on paljon alkeellisem-

PM10 Conc, 24h value

Sm200 logger data Sample Mass Conc



Kuva 1. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden mittaustuloksia Bakun keskustasta syyskuussa 2019. EU:n ilmanlaadun raja-arvo PM10 vuorokausikeskiarvopitoisuuksille on 50 µg/m³, jolle sallitaan 35 ylitystä vuodessa. Lähde: <http://eco.gov.az/az/onlayn-hava-keyfiyyeti-melumatlari>.

pi kuin pääkaupungissa Bakussa. Maaseudulla liikkeessä on tavallista nähdä paimenia paimentamassa lampaita ja lehmiä sekä hevoskärryjä kuljettamassa erilaisia kuormia. Teiden kunto maaseudulla on usein heikko.

Liikennehuuhkat ja öljyteollisuus heikentävät ilmanlaatua Bakussa

Noin 2 miljoonan asukkaan pääkaupunki Baku on mielenkiintoinen sekoitus vanhaa ja uutta: kaupungista löytyy moderneja korkeita toimistorakennuksia, wau-arkkitehtuuria, neuvostoaikaisia kerrostalolähiöitä sekä historiallinen vanhakaupunki. Talvet ovat leutoja ja kesät kuivia ja kuumia. Ihmiset ovat ystävällisiä ja vieraanvaraisia, mutta vain harvat puhuvat englantia. Azerbaidžanin kieli on läheistä sukua turkin kielelle ja suurin osa väestöstä puhuu myös venäjää.

Nopeasti lisääntyvä autojen määrä ja ruuhkainen liikenne sekä

öljyteollisuus heikentävät ilmanlaatua etenkin Bakussa. Puutteellisen jätehuollon seurauksena myös jätteiden poltto maaseudulla on tavallista. Ilmanlaadun seurantaa tehdään pääasiallisesti vanhoilla manuaalisilla neuvostoaikaisilla menetelmillä ja laitteilla, jotka perustuvat kolme kertaa päivässä tehtävään näytteiden keräämiseen ja niiden analysointiin laboratoriossa. Paikallisella ekologia- ja luonnonvara-asioista vastaavalla ministeriöllä on toistaiseksi vielä vain yksi jatkuvatoiminen ilmanlaadun mittausasema, jonka mittaustiedot julkaistaan ministeriön nettisivuilla (kuva 1).

Bakun maantieteellinen sijainti on ilmanlaadun kannalta hyvä, koska Bakussa tuulee usein ja kaupunki on meren rannalla. Näin päästöt laimenevat ja leviävät tehokkaasti. Voimakkaat tuulet voivat tosin nostaa ilmaan pölyä ja hiekkaa laajoilta kuivilta tasangoilta Bakun ympäristössä. Toisinaan ilmavirtojen mukana saapuu myös kaukokulkeutuneita hiukkasia Turkmenistanin tai Arabian niemi-

Hankkeen merkittävimpiä saavutuksia on paikallisen ilmanlaatuosaamisen kehittyminen ja edunsaajaorganisaation vahvempi sitoutuminen ilmanlaadun seurannan kehittämiseen.



Työpäivän kuluessa saattoi joutua korjaamaan esimerkiksi tulostinta tai internet-yhteyttä ja palaverikutsut piti lähettää hyvissä ajoin tapaamispyyntökirjeinä.

maan suunnalta, jolloin hiukkaspitoisuudet voivat muutamina päivinä nousta varsin korkeiksi (vuorokausikeskiarvo yli 500 µg/m³).

Twinning-hanke kehitti paikallista ilmanlaatuosaamista

Hankkeen alussa kartoitettiin Azerbaidžanin ilmanlaadun seurannan ja ilmanlaadun nykytilanne. Sen perusteella tehtiin yksityiskohtainen suunnitelma ilmanlaadun seurantajärjestelmien modernisoimiseksi ja koulutettiin laaja-alaisesti paikallisia ministeriön työntekijöitä. Asiantuntijat hankkeessa mukana olevista EU-maista, eli Suomesta, Itävalasta ja Latviasta, tulivat Azerbaidžaniin viikon mittaisille missioille kouluttamaan ja työskentelemään yhdessä paikallisten asiantuntijoiden kanssa, jolloin paikallisten asiantuntijoiden osaaminen vahvistui käytännön tekemisen kautta. Hankkeen aikana toteutettiin 80 asiantuntijamissiota Bakuun.

Projektin aikana kehitettiin mm. ilmanlaatulaboratorioiden laajajärjestelmää, uusia laboratorioanalyysimenetelmiä, päästöinventaarion laskenta- ja raportointimenetelmiä sekä tuettiin edunsaajaorganisaatiota uusien ilmanlaadun arviointityökalujen, kuten päästöjen leviämismallien ja ilmanlaadun mittaussensoreiden, käytönnotossa. Projektin sisältyi myös viikon pituiset opintomatkat Suomeen, Itävaltaan ja Latviaan paikallisille asiantuntijoille sekä kaksi kuukauden pituista työharjoittelujaksoa Suomessa Ilmatieteen laitoksella (päästöjen leviämismallinnuskoulutus) ja Suomen ympäristökeskuksessa (päästöinventaariokoulutus). Näiden lisäksi Azerbaidžanissa järjestettiin lukuisia seminaareja eri teemoista ilmanlaadun seurantaan liittyen.

Twinning-hankkeen merkittävimpiä saavutuksina voidaan pitää paikallisen edunsaajaorganisaation ilmanlaatuosaamisen kehittymistä ja sen seurauksena syntynyttä vahvempaa sitoutumista ilmanlaadun seurannan kehittämiseen. Ekologia- ja luonnonvarasioista vastaava ministeriö teki hankkeen aikana mittavan investointisuunnitelman 25 uuden ilmanlaadun mittausaseman hankkimisesta seuraavien viiden vuoden kuluessa ja ensimmäisten asemien hankintaprosessi käynnistettiin Twinning-projektin aikana. Hankkeen aikana edunsaajaorganisaation asiantuntijoita tuettiin siirtymisessä manuaalisista työmenetelmistä sähköisiin esimerkiksi ilmanlaadun mittaustietojen käsittelyssä.

Diplomatiaa ja teknisiä haasteita työpäivään

Paikalliseen työkuultuuriin tutustuminen ja sopeutuminen vei oman

aikansa. Ensivaikutelma maasta ja etenkin Bakusta on hyvinkin eurooppalainen, mutta käytännössä paikallinen mentaliteetti ja toimintakulttuuri ovat enemmän itämaisia. Ihmissuhteet, perhe ja asema sekä hierarkia ovat erittäin tärkeitä ja niiden vaikutus on merkittävä.

Päätöksenteko vie tyypillisesti aikaa ja vaatii kärsivällisyyttä. Diplomatiassa asioiden hoitamisessa ja yhteistyössä on tärkeää ja sillä voi olla ratkaiseva merkitys asioiden etenemisen kannalta. Suomalainen tapa mennä suoraan asiaan ja esittää asiat faktapohjaisesti ei välttämättä toimi. Sen sijaan ensin juodaan teetä, keskustellaan ja vaihdetaan kuulumisia, mukaan lukien perheen kuulumiset, ja vasta sitten käsitellään työasioita.

Käytännön elämä ja työskentely Bakussa oli erilaista kuin Suomessa. Työpäivät olivat pitkiä (klo 9-18), eivätkä etätyö ja liukuvat työajat olleet tuttuja käsitteitä paikallisille. Samojen työaikojen noudattaminen lähes kaikilla toimialoilla on yksi syy liikenteen pahaan ruuhkautumiseen etenkin iltaisin, yleensä klo 18-20 välillä, jolloin lyhyeenkin matkaan autolla kului paljon aikaa.

Työpäivän kuluessa piti usein ratkaista käytännönläheisiä teknisiä ongelmia, kuten miten saada rikki mennyt tulostin tai toimimaan internet-yhteys toimimaan. Palaverien järjestäminen eri organisaatioiden kanssa edellytti valmistautumista hyvissä ajoin ja virallisten tapaamispyyntökirjeiden lähettämistä ennakkoon. Suunnitellut asiat ja aikataulut muuttuivat lähes aina viime hetkellä, joten päivät olivat usein täynnä yllättäviä tilanteita.

Palkitseva ja näkökulmia avaava kokemus

Työskentely ja elämä Bakussa oli kuitenkin varsin mielenkiintoinen ja mieleenpainuva kokemus itseni lisäksi koko perheelle. Työkommunissa olivat mukana aviomieheni ja kaksi lastani. Työssä motivoivaa oli saada olla mukana tukemassa Azerbaidžania matkalla kohti parempaa ilmanlaatua ja nähdä projektin vaikutukset sen edetessä. Projektin aikana tarjoutui ainutlaatuinen mahdollisuus tutustua täysin erilaiseen kulttuuriin, maahan, ihmisiin ja tapoihin.

Projektin hyötyjä ovat epäilemättä myös oman ja projektissa mukana olleiden niin EU-maiden kuin edunsaajamaan asiantuntijoiden osaamisen vahvistuminen. Erilainen toteutusympäristö ohjaa lähestymään asioita uudesta näkökulmasta, josta voi olla hyötyä myös oman organisaation kehittämisessä. Ulkomaan komennuksen aikana myös arvostus Suomea, suomalaisia arvoja ja työkuultuuria kohtaan nousivat huomattavasti.

KUVAT: ANTTI WEMBERG



TAPAHTUU:

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

ILMANSUOJELUPÄIVÄT 2019

Lappeenrannassa

Liikenteen viimeisimpiä tuulia

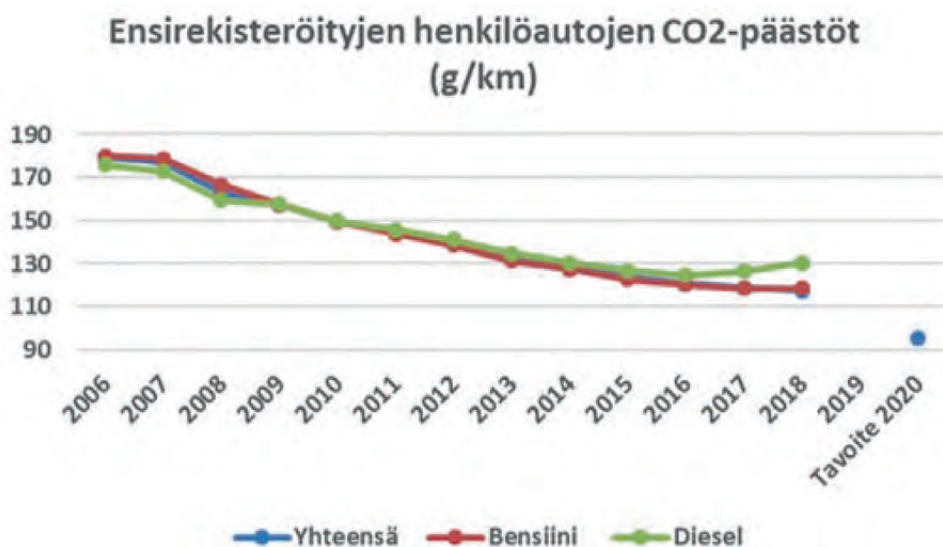
ELLA KOLJONEN, sihteeri, Ilmansuojeluyhdistys ry

Ilmansuojelupäivät pyörähtivät käyntiin Lappeenrannassa 20. päivä elokuuta 44. kerran LUT:n vararehtorin **Jari Hämäläisen** avajaissanoilla. Hämäläisen puheessa korostuivat teollisten ratkaisujen etsiminen puhtaaseen energiantuotantoon, kiertotalouteen sekä kestävään liiketoimintaan ja yrittäjyyteen.

Leena Ylä-Mononen, ympäristöministeriön ylijohtaja, painotti tieteen viestin olevan selvä ilmastonmuutoksen suhteen. Tavoitteellisia, konkreettisia toimia on saatava eteenpäin jo ensi vuonna, mikäli haluamme tehdä jotain ilmaston lämpenemiselle. Suomen EU puheenjohtajakausi antaakin maallemme erinomaiset vaikuttamismahdollisuudet mitä ilmastokysymyksiin tulee. On mahdollista, että seuraavassa ilmastokokouksessa joulukuussa 2019 Santiagossa (Chile) voidaan keskittyä teknisempiin ja rahoitusta käsitteleviin kysymyksiin. Neuvotteleva virkamies **Sirpa Salo-Asikainen** Ympäristöministeriöstä korosti myös yhteistyön merkitystä. Suomessa valtioneuvosto on hyväksynyt uuden ilmansuojeluohjelman *kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030*, jonka myötä paikallisiin ilmanlaatu-

parantaviin toimenpiteisiin saadaan tukea ja laajempia kysymyksiä pystytään edistämään valtakunnallisesti.

Ilmansuojelupäivien ehkä maineikkain puhuja, akatemiaprofessori **Markku Kulmala**, on optimistinen ilmastokysymyksen ratkaisemisesta. Hänen mukaansa teknologia hiilidioksidipäästöjen pienentämiseksi on olemassa. Isojen poikkisektoristen ja yhteiskunnallisten haasteiden vuoksi on kuitenkin erittäin haastavaa saada tarvittavan suuri muutos aikaiseksi. Kulmalan mukaan erityisesti Pohjoismailla on hyvä mahdollisuus onnistua ilmastonmuutoksen hillinnässä, mutta siihen tarvitaan vahvaa päättäväisyyttä. Ilmanlaadun ja ilmastonmuutoksen seurantaan tulisikin kasvattaa, mutta kattavan seurantaverkoston luomiseksi tarvitaan yhteistyötä ja n. 1000 mittausasemaa maailmanlaajuisesti. Kulmalan mukaan puhumisen sekä suunnittelun aika on ohi ja tarvitsemme implementaatiota, ylikansallista yhteistyötä sekä pilottihankkeita, mikäli kollektiivisesti haluamme ilmastonmuutoksen kuriin.



Ensirekisteröityjen henkilöautojen CO₂-päästöt. Saara Jääskeläinen, Liikenne- ja viestintäministeriö.



Järjestyksessä vasemmalta oikealle puheenjohtaja Ville Uusitalo sekä panelistit Anna Huttunen, Seppo Loikkanen, Juhani Laurikko ja Saara Jääskeläinen.

"Jos joku pystyy tähän, niin Pohjoismaat itse asettamaansa vuoden 2035 tavoitteeseen mennessä – ja jos ei pystytä niin sitten ei pysty kukaan muukaan," kommentoi Markku Kulmala ilmastotoimia.

Liikenteen päästöjä kuriin kaavoituksella, peleillä ja joukkoliikenteellä

Päivän pääteemana oli liikenne ja sen aiheuttamat päästöt. Liikenneneuvos **Saara Jääskeläinen** Liikenne- ja viestintäministeriöstä kertoi päästövähennemien olevan maltillisia. Edessä on suuria haasteita, jotta pääsemme kansallisiin tavoitteisiin hiilineutraalista Suomesta vuoteen 2035 mennessä. Päästötavoitteissa liikenne on merkittävässä roolissa ja sitä on hallinnoitava niin, että liikennesuorituksen kasvu pysähtyy viimeistään vuonna 2030. Autokannan hidas uusiutuminen on myös osa ongelmaa. Vanhemmat autot päästävät uusia enemmän eikä uusia autoja myydä tarpeeksi ripeää tahtia, jotta autokannan uusiutumisella saataisiin päästöt halutulle tasolle. Uusien autojen hiilidioksidipäästöjen (g/km) laskeva trendi on kääntynyt hienoiseen nousuun, ja tavoitetasoon pääsy näyttää vaikeammalta. Toisaalta Suomen autokannan päästöihin on saatu parannusta biopolttoaineiden lisäämisellä liikenteessä. Myös sähkön ja kaasun käyttö on lisääntynyt.

Liikenteen päästöjä voidaan vähentää erityisesti parantamalla liikennejärjestelmän energiatehokkuutta ja panostamalla vähemmän kuluttaviin liikennevälineisiin. Näiden vaikutukset riippuvat mm. julkisen rahan sijoittamisesta liikenneyhteyksiin sekä verotuksesta. Ruuhkamaksut voivat tulevaisuudessa olla osa isojen kaupunkien autoilijoiden arkea. Lähivuosina on myös odotettavissa iso lisäys sähköautomallien määrään markkinoilla, mikä voi osaltaan edesauttaa autokannan uusiutumista kestävämpään suuntaan.

Autoilun kestävyys saavuttamiseksi on monia vaihtoehtoja, kertoo **Juhani Laurikko** (johtava tutkija, VTT) ja muistuttaa että mo-

nista raaka-aineista saadaan jalostamalla sellaisia, että niitä voidaan käyttää polttoaineena. Laurikko näkee, että tulevaisuudessa liikenteessä nähdään erityisesti pienikokoisempia yksityisautoilun tarkoitettuja tehopakkeuksia sekä suurempia pidemmän matkan ajoneuvoja. Taajamissa ja kaupungeissa liikenteen tulisi kuitenkin selvästi ohjautua joukkoliikenteen käyttöön. Autoilun hän näkee vaihtoehtona vain alueilla, joille emme pysty kustannustehokkaasti luomaan joukkoliikennemahdollisuuksia.

Liikenteen koskettaessa lähes kaikkia sektoreita sen hallinta on monien tahojen yhteistyön summa. Emme voi nojata vain yhteisen tai kahteen kestävyystä edistävään kulkumuotoon tai polttoaineeseen, vaan tarvitsemme kaikkien ratkaisuiden yhteisvaikutuksen muutoksen aikaansaamiseksi, sanoo **Seppo Loikkanen** (yhteiskuntasuhdepäällikkö) Neste Oyj:ltä. Liikkumisen murros onkin jo hitaasti meneillään. Autoilijan ei esimerkiksi tarvitse nykyään tietää, mitä polttoainetta hänen autonsa käyttää, vaan moottorit on rakennettu niin, että ne pystyvät käyttämään yhtä lailla bensiiniä ja biopolttoainetta.

Liikenteen ohjauskeinot ovat tehokas väline liikennesektorin päästöjen vähentämisessä sekä yleisen viihtyvyyden ja turvallisuuden takaamisessa. Kaupunkien rooli kasvaa tulevaisuudessa mm. kaavoituksen tärkeyden vuoksi: mitkä alueet rajataan mahdollisesti pois liikenteeltä, mikä on sopiva tilannenopeus, suositaanko vaihtoehtoisia kestävämpiä liikkumismuotoja infrastruktuurissa jne. Olisikin tärkeää luoda sellainen väyläverkosto, joka takaa turvallisen kulkemisen kevyelle liikenteelle riippumatta vuodenajoista, projektipäällikkö **Anna Huttunen** Lahden kaupungilta muistuttaa.

Kestävän liikkumisen saavuttamiseksi ihmisten osallistaminen ta-

Ihmisten osallistaminen kestävän liikkumisen tavoitteiden saavuttamiseen esimerkiksi pelillistämisellä voi olla tehokas tapa ohjata hiiliviisasta liikkumista: Lahdessa tätä kokeillaan jo Citicap-applikaation avulla.

KUVA: ELLA KOLJONEN



Osallistujat Kehruuhuoneella.

voitteisiin on tärkeää teknologiakehityksen ohella. Lahdessa onkin jo viety käytäntöön Citicap niminen applikaatio. Applikaatio kerää tietoa kuntalaisen liikkumisesta ja laskee hiilidioksidipäästöjä sekä antaa ehdotuksia kestävämpien kulkumuotojen valintaan. Applikaatio pelillistää päästöjen tarkkailun kuluttajalle, joka osaltaan voi lisätä mielenkiintoa omien päästöjen seurantaa ja kontrollointia kohtaan. Kuntalainen saa käyttöönsä viikoittaisen hiilibudjetin, joka vähenee hänen tekemiensä valintojen seurauksena. Näin kuntalainen näkee suoraan, kuinka hiiliviisaasti hän toimii ja voi parantaa omaa kulutustaan ja päästöjään reaaliajassa, kertoo Anna Huttunen. Lahden kaupunki ei kuitenkaan saa käyttöönsä yksittäisen asukkaan tietoja, vaan ainoastaan koko datapoolin, josta ei voida eritellä yksittäisiä kansalaisia.

Ensimmäisen päivän paneelikeskustelussa tärkeäksi koettiin päästöjen rajoittaminen, mutta yksityisten henkilöiden liikkumiskäytäntöjen rajoittaminen ei saanut kannatusta. Liikkumiskäytäntöjä ei voida sanelemalla muuttaa, onkin käytettävä pehmeitä keinoja, joiden avulla kestävämmät kulkumuodot voidaan tehdä autoilua houkuttelevimmiksi. Tärkeää on myös hoitaa joukkoliikenne niin, että se on saavutettavissa helposti liikenteen solmukohdissa. Aina ei kustannustehokkaasti voida tavoittaa kaikkia asuinalueita.

Seurustelua, herkuttelua ja hyvää musiikkia

Paneelin jälkeen ensimmäinen päivä saatiinkin päätökseen ja osallistujien oli aika lähteä iltapäivän oheisohjelmiin tai viettää muutama tunti rentoutuen ennen illallista Kehruuhuoneella. Kehruuhuoneella osallistujia tervehdittiin kuohuviinillä ja ruoaksi saimme nauttia ilmastoystävällisen noutopöydän antimia.

Noutopöydän alkupaloina oli erilaisia salaatteja ja pääruokana parsakaali-nokkosterriniä ja erityisesti terriini saikin hyviä arvosteluja osallistujilta. Jälkiruoksi saimme perinteistä Brita-kakkua. Ilta olikin erittäin onnistunut sekä ruoan ja seuran puolesta ja kai-

ken kruunasi viihdyttävä 2nd Season Band, joka viihdytti vieraita illan lopussa jo toista vuotta peräkkäin.

Ilmanlaatu ja mallintaminen kaupungeissa

Ilmansuojelupäivien toisen päivän aamu oli perinteisesti jaettu kahteen sessioon, joista A sessio käsitteli pienhiukkasia kaupungeissa ja liikennettä ja B sessio teollisuuden päästöjä ja niiden hallintaa. Molempiin sessioihin olimme saaneet alan huippuasiantuntijoita paikalle kertomaan omista kokemuksistaan ja uusimmista tutkimustuloksista. B session aiheisiin voitte palata vielä esitysten kautta Ilmansuojeluyhdistyksen kotisivuilla.

A sessiossa Kaarle Kupiainen Ympäristöministeriöstä kertoi yleisölle mustan hiilen pääasiallisten lähteiden olevan liikenne ja energia. Yleisesti mustan hiilen pitoisuudet ovat laskeneet liikenteen osalta, mitä on osaltaan auttanut euronormien tiukentuminen. Hallinnon näkökulmasta mustalle hiilelle ei välttämättä ole järkevää muodostaa omaa lainsäädäntöä, vaan sitä voidaan hallinnoida osana laajempia ilmansuojelun kokonaisuuksia. Jarkko Niemi HSY:ltä kertoi pääkaupunkiseudulla noin 10 vuoden ajalta tehdyistä mustan hiilen mittauksista. Pääkaupunkiseudun ilmanlaatumittauksissa mustan hiilen pitoisuudet ovat laskeneet selvästi liikenneympäristöissä, mutta pientaloalueilla ei ole havaittavissa selkeää muutosta. Seuranta olisi hyvä laajentaa Suomessa taajamien pientaloalueille.

Energian osalta suuri osa päästöistä on pientaloalueilta tulevaa pienhiukkaspäästöä, jota syntyy mm. takkojen ja saunojen lämmityksessä. Talvikuukausina pienhiukkaspitoisuudet pientaloalueilla voivat olla jopa Helsingin keskustan Mannerheimintien pitoisuuksien luokkaa. Puun poltosta aiheutuvat pienhiukkaset ovatkin merkittävä terveyshaaitta ja aiheuttavat n. 200 ennen aikaista kuolemaa Suomessa. Niko Karvosenoja SYKE:stä keskittyi esityksessään puun pienpolton päästöihin ja kertoi tutkimustuloksista, jossa kahdeksaa erilaista kiuasta testattiin erilaisilla käyttötavoilla



Miki Tavast esittelee toimintaa Teknocalorin ständillä.

KUVA: ELLA KOLJONEN

mitaten niiden päästöjä. On selvää, että uusien kiukaiden päästöt ovat vanhoja pienempiä. Vielä uusia kiukaita parempaan tulokseen pääsevät varaavat takat.

Kansalaisille olisikin tärkeää tiedottaa eri polttotekniikoista sekä ilmanvaihdon tärkeydestä liittyen pienhiukkasten leviämiseen sisätiloissa. Tärkeintä on riittävä korvausilma, vaikka se tuokin viileyttä sisätiloihin. Huono korvausilman tulo saattaa jumiuttaa pienhiukkaset sisätiloihin ja aiheuttaa terveyshaittoja. THL:n ylilääkäri **Raimo Salonen** muistutti, että pienhiukkaspitoisuus sisätiloissa voi huonolla sisäilmanvaihdon yhdistettynä huonoon polttotapaan olla ulkotiloja suurempi aiheuttaen terveyshaittoja.

Liikenneväylien kulumisen aiheuttaa osaltaan myös hiukkas- päästöjä väylien kulumisen seurauksena, kertoi asiantuntija **Tuula Säämänen** Väylävirastosta. Erityisesti nastarenkaiden käyttö lisää tien kulumaa ja näin tiepölyn määrää. Kesäisin pitoisuudet voivat nousta korkealle erityisesti vähän käytetyillä sorateilla ja etenkin kuivalla säällä. Toimenpiteinä sorateita voidaan kastella tai suolata pölyämisen vähentämiseksi. Talvisin tieverkostoa ylläpidetään auraamalla ja suolaamalla. Tieverkon ylläpidossa on erityisen tärkeää yhteistyö kuntien ja kaupunkien kanssa, jotta ylläpito voidaan suunnitella huolella. Hyvällä yhteistyöllä ja suunnittelulla, esimerkiksi tilannenopeuksia rajoittamalla, voidaan päästä hiukkas- päästöissä vähennyksiin. Ruotsissa on tutkimuksissa saatu noin 5 µg/m pitoisuuden vähenemä vuorokausiarvoissa.

Tarkka ilmanlaadun mallintaminen kaupunkiympäristössä vaatii monipuoliset ja reaaliaikaiset tietolähteet ja niiden olisi hyvä olla avoimesti saatavilla, kertoo erikoistutkija **Lasse Johansson** Ilmatieteen laitokselta. Lisäksi tarvitaan kattavaa ilmanlaadun mittaussverkkoa, kyvykkyyttä datafuusioon ja koneoppimiseen sekä kaupungin rakenteen ja toiminnan mallintamista. Kaupungeissa haasteita aiheuttaa erityisesti pikkutarkka, jatkuvatoiminen mallinnus ilman supertietokoneita, tarkat liikennevirta tiedot usein puuttuvat ja tiedot katupölystä ovat puutteellisia.

Ilmanlaadun mittaussverkko kaupungeissa on tarkentunut huomattavasti viimeisten vuosien aikana ja tutkimusta tehdään ahkerasti. Ilmansuojeluasiantuntija **Nelli Kaski** HSY:ltä kertoi katukuilumittauksista, joissa selvisi korkeimpien ilmansaastepitoisuuksien olevan juuri hengityskorkeudella, mutta jo 100 metrin etäisyydellä vilkkaasta kadusta pitoisuudet laimenevat n. 50 % tuulettuvuuden kasvaessa. Kuilumaiset katurakenteet ja korkeat rakennukset eivät salli riittävästi tuulettumista kaupunkirakenteesta ja pitoisuudet ovat tällaisilla katuosuuksilla muita alueita korkeampia.

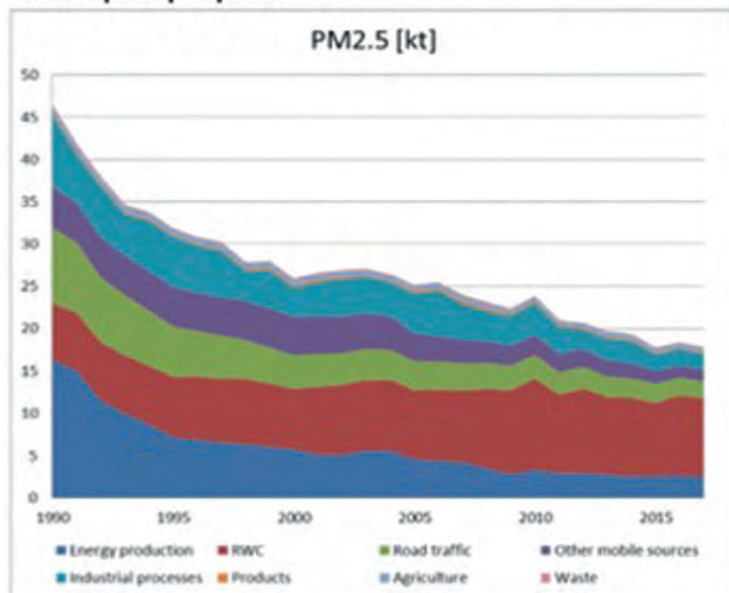
Päätössessiossa soiden päästöistä ja satellidatasta

Yhteisessä päätössessiossa kävimme vielä läpi kansainvälistä yhteistyötä Azerbaidžanin kanssa ilmanlaadun seurantaan liittyen, satelliittien roolia ilmansaasteiden kulkeutumisen seurannassa sekä metsien ojituksen vaikutuksia ilmastoon. Yhteistyöstä Azerbaidžanin kanssa kertoi ryhmäpäällikkö **Katja Lovén** Ilmatieteen laitokselta. Suurin haaste löytyi kulttuurieroista, erityisesti Azerbaidžanin hierarkkinen päätöksentekojärjestelmä asetti haasteita Twinning hankkeen läpiviennille. Hankkeen tavoitteena oli suunnitella EU kriteerit täyttävä ilmanlaadun seurantaverkosto ja tässä onnistuttiin.

Tänä vuonna rakentuu viisi uutta ilmanlaadunseuranta-asemaa, joissa Twinning on selkeästi taustalla. Tärkeintä hankkeen onnistumisessa on ollut Azerbaidžanin viranomaisten ja organisaatioiden koulutus ja hankkeessa onkin onnistuttu mm. parantamaan kansallista päästöraportointia sekä lisäämään tietoisuutta ilmanlaadun seurannan tärkeydestä ja terveysvaikutuksista. Lisää aiheesta tämän lehden Muualla-artikkelissa.

Ilmansaasteiden kulkeutumisen seurannassa satelliiteilla on suuri rooli ja vähitellen mittaushistoriaa on kertynyt riittävästi, jotta kerätyistä tiedoista saadaan pitkiä aikasarjoja. **Anu-Maija Sundström** Ilmatieteen laitokselta esitteli ESA:n Sentinel 5 satelliitin TROPOMI-mittalaitteen roolia ilmansaasteiden seuraamisessa. TROPOMI:n avulla saadaan kerättyä tietoa mm. typpioksidin lähteistä ja se pys-

Suomen PM_{2.5}-pienhiukkasten päästöt 1990-2017 (1000 ton/a) RWC = puun pienpoltto



Lähde: SYKE, kansallinen päästöinventaarior

- Pienhiukkasten ja mustan hiilen (noki) päästöt syntyvät pääasiassa epätäydellisen palamisen seurauksena
- Puun pienpoltto aiheuttaa vajaa 50 % Suomen kokonais-PM_{2.5} päästöistä ja yli 50 % nokipäästöistä

Suomen PM_{2.5}-pienhiukkaspäästöt. Niko Karvosenoja, SYKE.

tyy näkemään 3–5 km tarkkuudella. Tiedot siirretään SAMPO-palveluun, joka lähes reaaliaikaisesti kertoo ilmakehän koostumuksista pohjoisilla alueilla.

Lopuksi **Paavo Ojanen**, yliopistotutkija Helsingin yliopistosta, puhui metsien roolista ilmastomuutoksessa. Suomessa soita on ojitettu yli 100 vuoden ajan ja 2. maailmansodan jälkeen aiempaa suuremmassa mittakaavassa. Soiden ojitusta on ohjannut metsien kasvatukselliset tavoitteet, jotka ovat muuttuneet metsäalan lisäämisestä kestävästä metsätalouden tavoittelusta.

Ojanen esitteli kolme eri tietä tulevaisuuteen. Vaihtoehdossa 1 soita käytetään intensiivisesti ja niiden ojitus kunnostetaan 20-40 vuoden välein. Tässä vaihtoehdossa soiden ekologia ja mm. hiilen sidonta eivät kuitenkaan toteudu. Vaihtoehdossa 2 suot ennallistetaan, jolloin suokasvillisuus vähitellen palaa. Ennallistamalla hiilivarastot voidaan turvata, mutta metaanipäästöt kasvavat lyhyellä aikavälillä. Vaihtoehto 3 on ettei tehdä mitään. Tällä hetkellä karut suot ovat ilmastohoidollisesti hyvässä tilassa ja rehevillä soilla ojitukset vähitellen sortuvat, veden pinta nousee ja turpeen hävikki pienenee ylläpitäen hiilivarastoa. Kaikista vaihtoehtoista löytyy hyviä puolia eikä mikään ole avain onneen, sillä erilaisia eturistiriitoja on paljon.

Kiitos osallistujille ja nähdään viimeistään ensi vuonna uudelleen!

Ilmansuojeluyhdistys haluaa vielä kiittää kaikkia osallistujia vilkkaasta keskustelusta sekä onnistuneista Ilmansuojelupäivistä! Ehkäpä nämä esitykset saivat osallistujat mietiskelemään, miten saamme yhdistettyä eri toimialojen asiantuntemuksen yhdeksi kokonaisuudeksi ja sitä kautta pääsemme parempiin ilman- ja ilmastonsuojelullisiin toimenpiteisiin! Palautetta Ilmansuojelupäivien ohjelmasta tai ehdotuksia seuraavien päivien ohjelmaksi voi lähettää suoraan Ilmansuojeluyhdistykselle. Vuonna 2020 Ilmansuojelupäivät pidetään Lappeenrannassa 18.–19.8.2020.

ILMANLAADUN MITTAAJAT kokoontuivat aurinkoisessa Turussa

Ilmanlaadun mittaajatapaaminen järjestettiin keväällä Turussa Aurajoen rannalla 7.–8.5.2019. Vuosittain eri paikkakunnilla järjestettävät mittaajapäivät kokosivat yhteen 73 kuntien sekä yritysten asiantuntijaa ja päivien aikana kuultiin 12 asiantuntijapuheenvuoroa, 10 miniesitystä yrityksiltä ja väliajoilla oli mahdollisuus tutustua laitenäyttelyyn sekä postereihin. Iltapäivän oheisohjelmissa tutustuttiin vielä upeaan Turun linnaan sekä Turku Energian Luolavuoren pellettilaitokseen.

KUVA: JATTA SALMI



Vierailijoita keltaiset kypärät päässä Turku Energian Luolavuoren pellettilaitoksella. Vierailukierroksen veti asiantuntevasti **Pauli Antinoja** (valkoinen kypärä päässä kuvan keskellä). Mukana esittelemässä olivat myös **Jari Lahtinen** ja **Minna Niemelä** Turku Energialta.

BIRGITTA KOMPPULA, tutkija, Ilmatieteen laitos
EMMI LAUKKANEN, tutkija, Ilmatieteen laitos
JATTA SALMI, tutkija, Ilmatieteen laitos

Isäntäkaupunkina toiminut Turku avasi päivät esittelemällä kaupungin ajankohtaisia kuulumisia. Ympäristönsuojelupäällikkö **Olli-Pekka Mäki** kertoi, että Turku pyrittään kehittämään laajempina aluekokonaisuuksina ja että tavoitteena on kestävä Turku ja hiilineutraalius vuoteen 2029 mennessä. Kestävän liikkumisen mahdollisuuksia on edistetty ottamalla käyttöön 6 täyssähköbussia eli eFöliä linjalla 1 välillä satama-keskusta-lentokenttä ja pääsimme itsekin kokeilemaan eFöliä paluumatkalla Turun linnasta keskustaan. Lisäksi käytössä on ympärivuotiset kaupunkipyörät eli Föli-fillarit ja raitiotiekin on harkinnassa.

Turun ilmanlaadun seurannasta vastaa Turun seudun ilmansuojelun yhteistyöryhmä, joka pitää sisällään Turun, Naantalın, Raision, Kaarinan ja Paraisten kaupunkien lisäksi alueen energiantuotantoa, teollisuutta, satamia ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen. Monien muiden kaupunkien tapaan Turussakin useimpien ilman epäpuhtauksien päästöt ja pitoisuudet ovat pienentyneet, mutta katupöly kiusaa edelleen.

PAH-päästöjä, innovaatioita ja Turun linna

Kaupungin tervehdysten jälkeen pidettiin esittelykierros, jossa mittaajatapaamisen osallistajat kertoivat lyhyesti itsestään ja tutustuimme toisiimme. Sen jälkeen ääneen pääsi **Kaarina Kähäri**, joka esitteli Lahden Launeen 40–50-luvun omakotitaloalueella tehdyn PAH-mittauskampanjan yllättäviä tuloksia, jotka olivat korkeita koko Suomen mittakaavassa. Kaarina painotti PAH-pitoisuuksien tarkemman selvittämisen lisäksi myös harkitun tiedottamisen ja pienpolton opastamisen tärkeyttä.

Ilmatieteen laitoksen vertailulaboratorion kuulumisista ja työnjaoista **Jari Waldénin** eläköitymisen jälkeen kertoi laatupäällikkö **Katriina Kyllönen** ja hiukkasmittalaitteiden vastaavuuden osoittamisesta mittausympäristöissä (ongoing-vertailu) kertoi **Mika Vestenius**. Vertailulaboratorio on ensimmäinen uuden laatustandardin 17025:2017 mukaan akkreditoitu laboratorio Suomessa. Katriina esitteli lyhyesti myös ilmanlaatudirektiivien toimivuuden arviointia eli fitness checkiä, sillä ympäristöministeriön **Tarja Lahtinen** ei valitettavasti päässyt paikalle Suomen EU-puheenjohtajuusvalmisteluiden vuoksi.

Uusia ilmanlaatuhankeita puunpoltosta ja sensoreista esitteli HSY:n yksikönpäällikkö **Maria Myllynen**. Laajassa HOPE-hankkeessa (Healthy Outdoor Premises for Everyone) pyritään etsimään ja kokeilemaan innovatiivisia ratkaisuja ilmanlaatuongelmiin. Hank-

KUVA: BIRGITTA KOMPPULA



Matkalla tutustumaan historialliseen Turun linnaan.

KUVA: JATTA SALMI



Aurinkoinen Turku hotellin katolta kuvattuna.

keessa mm. osallistetaan asukkaita jakamalla kannettavia ilmanlaatusensoreita ja kehitään puhtaamman ilman Green path -reittiopas. Maria esitteli myös uusia tuloksia kaupunkisuunnittelun tueksi tehtävistä sensorimittauksista katukuilussa, kiukaiden päästömittauksista ja polttopuun käyttöön liittyvien palveluiden, kuten klapiautomaatin, kehittämisestä.

Edellisenä vuonna ensi kertaa kokeillut tiivistetyt 5 minuutin miniesitykset toteutettiin tänäkin vuonna. Ensimmäisessä nopeatempoisessa sessiossa mittalaitteiden valmistajat ja maahantuojat esittelivät toimintaansa ja tuotteitaan. Toisen session aiheena olivat sensorit ilmanlaadun seurannan täydentäjinä. Ilmanlaatusensorit ovat yleistyneet ja ne sopivat hyvin täydentämään mittausverkkojen alueellista kattavuutta, sillä ne ovat pieniä ja edullisia. Niiden tuotaman datan laatu on kuitenkin heikompaa kuin monitorimittauksen. Sensorisessiossa kuulumme minkälaisia ilmanlaatusensoreita on tarjolla, miten niitä on testattu ja mitä haasteita sensorimittauksissa voi olla. Lisäksi opimme minkälainen sensori tulisi valita mihinkin käyttötarkoitukseen ja minkäkin päästölähteen seurantaan.

Iltapäivän ohjelmassa tutustuttiin upeaan Turun linnaan ja kuultiin kiehtovia tarinoita linnan historiasta ja sen asukkaista sekä vierailtiin Turku Energian Luolavuoren pellettilaitoksessa, joka on Suomen suurin puupellettien pölypoltteknikalla toimiva laitos. Illanvietto jatkui ravintola Juliniassa entisen säästöpankin tiloissa tyylikkäässä uusrenesanssitalossa, jossa herkullinen illallisbuffet siivitti asiantuntijakeskusteluita. Ilta jatkui panimoravintola Koulussa, joka sekin edustaa uusrenesanssia ja on valmistunut koulurakennukseksi vuonna 1889 Julinian tapaan.

Uutisia Roomasta, ympäristömonitorointia ja hiukkasmittauksia

Toisen päivän aloitti Miika Meretoja Turun kaupungilta esitellen Turun seudun ilmanlaadun mittausverkon ja kertoen ilmanlaadun

seurannasta sekä muusta ympäristömonitoroinnista. Esimerkiksi paikallisilmaston kartoituksen (lämpötila ja kosteus) avulla on tarkasteltu hellejakson vaikutuksia eri puolilla kaupunkia ja ennustettu NOx-pitoisuuksia lämpösaarekeilmiötä hyödyntäen. Sen jälkeen kuultiin HSY:n Anssi Julkuselta jatkuvatoimisten hiukkasmittalaitteiden keskinäisten vertailujen tuloksista. Anssi totesi, että Suomessa on käytössä kirjavasti erilaisia menetelmiä hiukkasmittauksissa ja että eri menetelmillä saadaan erilaisia tuloksia olosuhteista riippuen. Uunituoreita uutisia ja taustatietoja standardisointityöstä kuultiin suoraan Rooman kokouksesta Turkuun saapuneelta Ilmatieteen laitoksen Karri Saarniolta. Opimme, että standardien laadinta on kaikille avointa, vapaaehtoista ja konsensusperustaista työtä. Kuulimme iloksemme, että myös päivillä paljon keskustelua herättäneille ilmanlaatusensoreille on standardeja valmistelussa.

Viimeisen kahvitauon jälkeen saimme Turun yliopiston Annika Saarron ja Jukka Limon esityksissä tietää lisää siitepölyseurannasta ja -tiedotuksesta sekä magneettisesta biomonitoroinnista. Annikan puheenvuorossa tuli ilmi, että siitepölykausi on nykyisin pidempi ja pitoisuudet ovat isompia kuin aiemmin. Topi Rönkkö Tampereen teknillisen yliopiston aerosolifysiikan laboratorista esitteli liikenneympäristön aerosolihiuksimittauksia ja kertoi, että tutkimusten mukaan polttoaineen lisäksi päästöjä tulee myös moottoriöljystä. Topi toi esiin puheenvuorossaan, että bensa-autoista tuli aikaisemmin lukumäärältään enemmän hiukkasia kuin dieselautoista, joissa on hiukkassuodattimet, mutta nyt sääntely on tasoittanut tilannetta. On kuitenkin huomioitava, että regulaatio säätelee vain 10 % hiukkasten lukumääräpitoisuuksista eli vain isoja hiukkasia. Mittaajapäivien päätteeksi Ilmatieteen laitoksen Pia Anttila valotti vielä ilmanlaatu-tiedotuksen kiemuroita.

Päivien aikana päätettiin, että seuraava ilmanlaadun mittaajataapaaminen järjestettäisiin Porissa. Tervetuloa Yyteriin 6.–7.5.2020! Lisäinfoa tulossa lähempänä tapahtumaa.

KUVA: EMMI LAUKKANEN



Mittaajatapaamisen paikkana toimi tällä kertaa Turun Virastotalo.

HALLITUS / STYRELSE

Puheenjohtaja / Ordförande
Anu Kousa

Varapuheenjohtaja / Viceordförande
Maija Leino

Jäsenet / Medlemmar
Tommi Forsberg
Suvi Haaparanta
Helena Kivi-Koskinen
Kari Wellman

Varajäsenet / Suppleanter
Jaakko Laakia
Rea Oikkonen
Tuula Pellikka
Janne Ruuth

YHTEYSTIEDOT / KONTAKT

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Ella Koljonen
PL 136,
00251 Helsinki
Puh. 045 1335989 (ti, pe klo 9-13)
sihteeri@isy.fi

www.isy.fi
@ISY_fi
www.facebook.com/ilmansuojeluyhdistys

ILMANSUOJELUYHDISTYS

Ilmansuojeluyhdistys (ISY) toimii alansa valtakunnallisen ympäristönsuojelujärjestönä. Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksena on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelututkimusta Suomessa sekä toimia yhdyssiteenä ilmansuojelun parissa työskentelevien henkilöiden ja yhteisöjen välillä Suomessa ja ulkomailla.

Ilmansuojeluyhdistys pyrkii toiminnallaan edistämään ilmansuojelualalla toimivien henkilöiden ammattitaitoa. Ilmansuojeluyhdistys on perustettu vuonna 1976.

Ilmansuojeluyhdistys:

1. seuraa alansa tutkimuksen, koulutuksen, tekniikan sekä hallinnon ja lainsäädännön kehitystä
2. suunnittelee ja järjestää koulutusta sekä keskustelutilaisuuksia
3. järjestää ekskursioita kotimaassa ja ulkomaille
4. tiedottaa ajankohtaisista ilmansuojeluasioista jäsenlehdessään
5. antaa lausuntoja ja tekee esityksiä alansa kuuluvista asioista
6. harjoittaa julkaisutoimintaa
7. osallistuu kansainväliseen tiedonvaihtoon

LUFTVÅRDSFÖRENINGEN

Luftvårdsföreningen fungerar som nationell miljövårdsförening. Luftvårdsföreningens syftemål är att främja luftvärden och luftvårdsforskningen i Finland och fungera som förbindelselänk mellan personer och samfund som arbetar med luftvårdsfrågor i Finland och utomlands.

Luftvårdsföreningen strävar att bättra yrkesskickligheter hos personer som arbetar med luftvårdsfrågor. Luftvårdsföreningen är grundad år 1976.

Luftvårdsföreningen:

1. följer med den vetenskapliga, forskningsmässiga, tekniska samt förvaltnings- och lagstiftningsmässiga utvecklingen i sin bransch
2. planerar och ordnar skolningstillfällen samt bedriver publikationer
3. ordnar exkursioner både i Finland och utomlands
4. rapporterar om aktuella luftvårdsfrågor i sin medlemstidning
5. avger utlåtanden och tar initiativ i luftvårdsfrågor
6. bedriver publikationsverksamhet
7. deltar i det internationella luftvårdsarbetet

FINNISH AIR POLLUTION PREVENTION SOCIETY

Finnish Air Pollution Prevention Society (FAPPS) is the national air pollution prevention association. The purpose of FAPPS is to prevent air pollution and to promote the research of air protection in Finland. FAPPS connects people and communities working with air protection issues in Finland and abroad. FAPPS aims to further the professional skills of the people working in the field. FAPPS was founded in 1976.

FAPPS:

1. follows technical, scientific, administrative and legislative developments of air protection
2. plans and organizes education and seminars
3. organizes excursions in Finland and abroad
4. informs about air protection issues of current interest in the magazine of FAPPS
5. gives statements and prepares proposals about air protection issues
6. publishes
7. participates in the international information exchange

> ILMANLAADUN ANALYSAATTORIT
> MITTAUSASEMAN PC-DATALOGGERIT
> MITTAUSVERKON DATAN TIEDON
KERUU, -KÄSITTELY JA RAPORTOINTI-
OHJELMAT

www.hnunordion.fi

hnu[®]NORDION

HNU Nordion Ltd Oy

PL 1 (Atomitie 5 B 6), 00371 HELSINKI
Puh 09 - 565 7240, fax 09 - 565 724 30
myynti@hnunordion.fi

3/2019 KIRJOITTAJAT

AINO HATAKKA

Vs. projektipäällikkö, Fiksu Assa, SMART-MR
Helsingin seudun ympäristöpalvelut
Seutu- ja ympäristötieto, Ilmasto-yksikkö
PL 190
00066 HSY
046 921 1737
aino.hatakka@hsy.fi

ANNE HIRSIKKO

Ryhmäpäällikkö
Ilmatieteen laitos
PL 503
00101 Helsinki
050 420 5345
anne.hirsikko@fmi.fi

JARKKO HIRVONEN

Meteorologi
Ilmatieteen laitos
PL 503
00101 Helsinki
050 523 0130
jarkko.hirvonen@fmi.fi

SONJA-MARIA IGNATIUS

Ympäristösuunnittelija (ilmastonmuutos)
Helsingin kaupunki
Kaupunkiympäristön toimiala
PL 58235
00099 HELSINGIN KAUPUNKI
040 504 4961
sonjamaria.ignatius@hel.fi

RIGEL KIVI

Erikoistutkija
Ilmatieteen laitos
Tähteläntie 62
99600 Sodankylä
040 542 4543
rigel.kivi@fmi.fi

JUHANI LAURIKKO

Johtava tutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT
PL 1000
02044 VTT
juhani.laurikko@vtt.fi

HEIDI LEHTINIEMI

Opiskelija ja tutkimusryhmän jäsen
Helsingin yliopisto
Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta
heidi.lehtiniemi@helsinki.fi

PETRI SÖDERENA

Erikoistutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT
PL 1000
02044 VTT
040 357 3420
petri.soderena@vtt.fi

