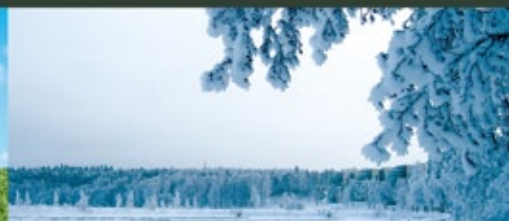


IS

Ilmansuojeluyhdistys ry:n jäsenlehti

Magazine of the Finnish Air Pollution Prevention Society

2/2016



Voisiko pienhiukkasilla viilentää ilmasto?

ACTRIS luo maailmanluokan
tutkimusympäristön ilman laatu- ja
ilmastotutkimukseen

HSY:n supermittausasemalta uutta tietoa kaupunki-ilmasta

Lähes nollaenergiarakentamisen
vaikutus päästöihin Suomessa

**Uusia ulottuvuuksia pakokaasupäästöjen mittaamisessa -
WLTP ja Real Driving Emissions (RDE)**

**Ilmansuojeluyhdistys juhli pyöreitä
vuosia Helsingin kattojen yllä**

ISYn taival salaseurasta ympäristövaikuttajaksi

Nordic Envicon hiukkaspäästöjä selvittämässä

Mittaajatapaaminen Porvoossa kartanomiljöössä

Ilmansuojelussa tapahtuu

ILMANSUOJELU

Ilmansuojelu on Ilmansuojeluyhdistys ry:n jäsenlehti, joka ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Medlemstidning av Luftvårdsföreningen rf.

Päätoimittaja / Redaktör

Johanna Kare-Haavisto
ilmansuojelulehti@gmail.com

Toimituskunta / Redaktionsråd

Anna Häyrinen, Helsingin Energia
Emmi Laukkanen, IL
Tuula Pellikka, VTT
Taina Ruuskanen, HY
Mikko Savolahti, SYKE
Antti Tohka, Metropolia AMK
Pia Tynys, HSY
Jari Viinanen, Helsingin kaupunki

Yhteystiedot / Kontakt information

Johanna Kare-Haavisto
Ilmansuojeluyhdistys ry., PL 136,
00251Helsinki

Ilmoitushinnat normaali /yritysjäsen: Annonpris vanligt / för medlemmar:

1/1 sivu 380 € / 305 €

1/2 sivu 290 € / 233 €

1/3 sivu 195 € / 156 €

Kestoilmoittajille lisäksi 20 % alennus.
Fortgående annons ger 20 % rabatt.

Taitto / Ombrytning

www.grafioso.fi/Tarmo Lavikka

Kannen kuva / Omslagsbild

Grafioso

Paino / Tryckeri

Vammalan Kirjapaino Oy
ISSN-L 1239-8950
ISSN 1239-8950 (Painettu)
ISSN 2323-1211 (Verkkajulkaisu)

Lehden osoitteenmuutokset ja yksittäisnumeroiden tilaukset: Adressförändringar och beställning av enskilda nummer:

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Liisa Kallio
PL 136, 00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi
www.isy.fi

Lehti on luettavissa yliopistojen, korkeakoulujen ja ammattikorkeakoulujen kirjastoissa sekä suurimmissa kaupunginkirjastoissa (maakuntakirjastot).

Tidningen finns till påseende i universitetens, högskolornas och yrkeshögskolornas bibliotek samt i de största stadsbiblioteken (landskapsbiblioteken).



Hallitus / Styrelse Puheenjohtaja / Ordförande

Katja Lovén

Varapuheenjohtaja / Viceordförande

Anu Kousa

Jäsenet / Medlemmar

Tommi Forsberg, Petteri Huuska,
Olli Nevalainen ja Kari Wellman

Varajäsenet / Suppleanter

Maija Leino, Jukka Makkonen,
Ari Männikkö ja Laura Sokka

Jäsenrekisterin ylläpito ja talousasiat/ Upprätthållande av medlemsregister och ekonomiska ärenden

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Liisa Kallio
PL 136, 00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi
www.isy.fi

Pankkitili / Bankkonto

Nordea 126930-615326

Osoite / Adress

Ilmansuojeluyhdistys ry.
Sihteeri Liisa Kallio
PL 136, 00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi
www.isy.fi

Pääkirjoitus

Ajatuksista konkretiaksi

Pariisin ilmastositomuksen käytännön yksityiskohtia voidaan parhaimmillaan ja haasteina tulee olemaan sitoumusten muuttaminen konkretiaksi. Tuttuja haasteita kansainvälisissä sopimuksissa mutta olen itse ainakin varovaisen optimistinen tästä kehityssuunnasta. Ilmastomuutos uhkaa meitä monin tavoin ja liennytyn sekä sopeutumistoimien lisäksi keskustelussa on myös astetta kovempia torjumiskeinoja, kuten ilmaston muokkaus pienhiukkasten avulla. Aiheesta saamme katsauksen tuoreen väitöskirjan pohjalta.

Ilmansuojelun uusia tuulia Suomeen tuo yhteiseurooppalainen ACTRIS, jonka tarkoitus on helpottaa tutkimuksen tekemistä vertailukelpoisilla materiaaleilla ja pitkän aikavälin mittauksilla. Hankkeen päämajan sijoittaminen Kumpulaan tulee varmasti vaikuttamaan Suomen ilmansuojelukenttään. Helsingissä muuta uutta ilmansuojelutyössä on Supermittausaseman ottaminen käyttöön Mäkelänkadulla.

Uudet direktiivit ohjaavat EU-maita lähes nollaenergiarakentamiseen ja mitä tämä käytännössä sitten tarkoittaakaan selviää artikkelista uudisrakentamisen energiatehokkuusvaatimusten ympäristövaikutuksista. Paljon esillä olleita autojen päästömittauksia ollaan myös ohjaamassa uuteen ja luotettavampaan suuntaan uusilla mitaustavoilla erinäisten skandaalien jälkeen.

Ilmansuojeluyhdistys juhli 40-vuotista taivalta Helsingin kattojen yllä seminaarin ja juhlaillallisen merkeissä ja samalla kuultiin otteita ISYn matkasta pienen porukan seurasta suomalaisiksi ympäristövaikuttajaksi. Paljon onnea ISYlle esimerkillisestä ilmansuojelutyöstä!

Johanna Kare-Haavisto
päätoimittaja



Ilmansuojelu-lehteen otetaan mielellään vastaan ehdotuksia artikkeleista.

Ota yhteyttä osoitteeseen ilmansuojelulehti@gmail.com jos sinulla on mielessäsi kiinnostava ajankohtainen aihe.

Sisältö 2/2016

- 3 Pääkirjoitus
- 4 Voisiko pienhiukkasilla viilentää ilmastoa?
- 8 ACTRIS luo maailmanluokan tutkimusympäristön ilman laatu- ja ilmastotutkimukseen
- 11 HSY:n supermittausasemalta uutta tietoa kaupunki-ilmasta
- 13 Lähes nollaenergiarakentamisen vaikutus päästöihin Suomessa
- 17 Uusia ulottuvuuksia pakokaasupäästöjen mittaamisessa - WLTP ja Real Driving Emissions (RDE)
- 20 Ilmansuojeluyhdistys juhli pyöreitä vuosia Helsingin kattojen yllä
- 22 ISYn taival salaseurasta ympäristövaikuttajaksi
- 24 Nordic Envicon hiukkaspäästöjä selvittämässä
- 25 Mittaajatapaaminen Porvoossa kartanomiljöössä
- 26 Ilmansuojelussa tapahtuu



Voisiko pienhiukkasilla viilentää ilmastoa?

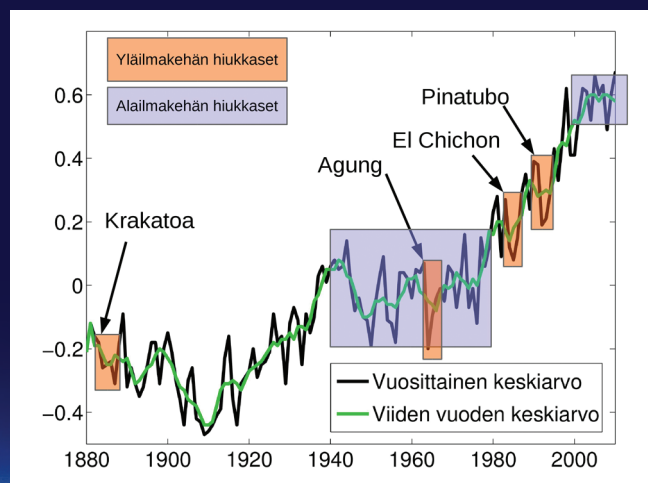
Ilmakehän pienhiukkasten tiedetään viilentävän ilmastoa sirottamalla auringonvaloa takaisin avaruuteen ja tekemällä pilvistä heijastavampia. Olisiko niiden avulla mahdollista hidastaa tai jopa pysäyttää ilmaston lämpeneminen? Pienhiukkasten kykyä viilentää ilmastoa on tutkittu Itä-Suomen yliopistossa 9.4.2016 tarkastetussa väitöskirjassa.

Ilmaston lämpötilaan vaikuttavat monet erinäiset tekijät. Osa näistä on luonnollisia tekijöitä, mutta osa on myös noussut esiin ihmisten toiminnan seurauksena erityisesti ihmiskunnan teollistumisen jälkeen. Yleisesti tunnetuin ja merkittävin ihmislähtöinen tekijä on hiilidioksidi, jonka pitoisuuden kasvu ilmakehässä on nostanut maan pinnan lämpötilaa 0.85 °C esiteolliseen aikaan verrattuna. Ilman merkittäviä kasvihuonekaasuihin kohdistuvia päästövähennyksiä ilmasto lämpenee edelleen, jonka seurauksena luonnon ja ihmiskunnan olisi sopeuduttava rajuihin olosuhdemuutoksiin.

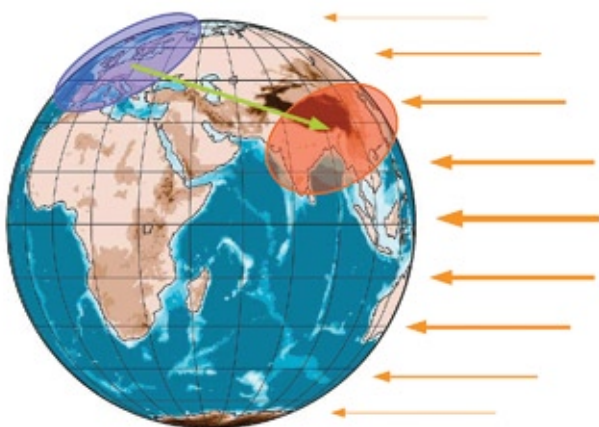
Hiilidioksidi ja kasvihuonekaasut eivät ole suinkaan ainoita tekijöitä, jotka vaikuttavat säteilyn kulkuun maan ilmakehässä. Ilmakehä on kauttaaltaan ympäröity koostumukseltaan ja kooltaan erilaisilla pienhiukkasilla. Nämä aerosolihiukkaset vaikuttavat suoraan säteilyn kulkuun sirottamalla auringonvaloa takaisin avaruuteen tai absorboimalla säteilyä. Tämän lisäksi ne vaikuttavat säteilyyn epäsuorasti pilvien kautta. Pilvet koostuvat pienistä pilvipisaroista. Pilvipisarat taas muodostuvat sopivissa olosuhteissa ilmakehässä olevien tiivistymisytimien, käytännössä siis pienhiukkasten, ympärille. Yksinkertaistettuna, mitä enemmän ilmakehässä on pienhiukkasia, sitä enemmän pilvissä on pilvipisaroita ja sitä heijastavampia pilvet ovat.

Pienhiukkasten rooli lähihistoriassa

Pienhiukkasten ilmastovaikutuksia voidaan arvioida vertailemalla päästöjen muutoksia yhdessä ilmaston lämpötilan kanssa. Koko lämpötilan mittaushistorian aikana ihmiskunnan hiukkaspäästöissä on tapahtunut suuria muutoksia niin kokonaismäärässä kuin alueellisesti. **Kuva 1** osoittaa lämpötilan muutokset viimeiseltä 130 vuodelta. Pääosin hiilidioksidipäästöistä johtuen ilmaston lämpötila on noussut merkittävästi tuolla ajanjaksolla. Kuitenkin tarkastelemalla lyhyempiä ajanjaksoja, voidaan huomata, että lämpötilan nousu on hetkellisesti hidastunut ja muutaman vuoden pi-



Kuva 1. Keskimääräinen lämpötilan muutos vuoden 1880 jälkeen (Hansen et al., 2010, GISTEMP Team 2015). Pienhiukkaset ovat osaltaan vaikuttaneet ilmaston lämpötilaan. Suurista tulivuorista yläilmakehään vapautuneet pienhiukkaset ovat viilentäneet ilmastoa purkausten jälkeisinä vuosina. Ihmiskunnan päästöt taas ovat voineet viilentää ilmastoa erityisesti toisen maailmansodan jälkeen, mutta mahdollisesti myös viime vuosikymmeninä.



Kuva 2. Osa pienhiukkaspäästöistä on siirtynyt länsimaista Aasiaan alueille, joissa auringon keskimääräinen säteily on voimakkaampaa kuin kauempana päiväntasaajasta.

tuisina ajanjaksoina lämpötila on jopa laskenut. Yksi tällainen ajanjakso oli toisen maailmansodan jälkeen, jolloin ilmastoon lämpeneminen näyttäisi pysähtyneen useiksi vuosikymmeniksi. Tämän ajatellaan usein johtuvan juuri ihmiskunnan kasvattamista hiukkaspäästöistä. Toinen vastaava ajanjakso on viimeiseltä kahdelta vuosikymmeneltä. Voisivatko hiukkaspäästöt olla syynä tähän?

Vaikka ihmiskunnan kokonaishiukkaspäästöissä ei olekaan tapahtunut suurta muutosta viime vuosikymmenien aikana, ovat päästöt muuttuneet maantieteellisesti. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa hiukkaspäästöt ovat vähentyneet merkittävästi rajoitusten myötä kun taas Aasiassa ja erityisesti Kiinassa sekä Intiassa päästöt ovat kasvaneet. Auringosta tuleva keskimääräinen säteily on taas sitä voimakkaampaa mitä lähempänä päiväntasaajaa ollaan (Kuva 2.). Siten sama määrä hiukkasia lähempänä päiväntasaajaa heijastaa suhteellisesti enemmän säteilyä kuin keskileveyspiireillä, jossa Eurooppa ja Pohjois-Amerikka sijaitsevat. Näin ollen voisi olla mahdollista, että hiukkaspäästöjen maantieteellinen muutos olisi aiheuttanut sen, että enemmän auringon säteilyä heijastuu takaisin avaruuteen ja ilmastoon lämpeneminen olisi siten hidastunut.

Aerosolien ilmastovaikutuksia viimeisiltä kahdelta vuosikymmeneltä on tarkasteltu mallisimulaatiokokeilla, joissa hyödynnettiin koko globaalin ilmakehän kattavaa ilmastomallia yhdessä aerosolien muodostumista, kasvua ja poistumista simuloivan aerosolimallin kanssa (Kühn et al 2014.). Yllättäen pienhiukkaspäästöjen alueellinen muutos näyttääkin ennemmin kiihdyttävän lämpenemistä sen sijaan että se hidastaisi sitä. Päästöistä johtuva viilennysvaikutus on odotetusti laskenut länsimaissa, mutta kasvanut odotettua vähemmän Kiinassa ja Intiassa. Tämä johtuu ennen kaikkea pilvistä, joilla on vielä pienhiukkasiakin merkittävämpi viilennysvaikutus. Kiinassa ja Intiassa pilvipisarapitoisuus on ollut jo alunperin suuri johtuen suurista päästöistä jo ennen vuosituuhannen vaihdetta. Lisäksi suuresta pilvisyydestä johtuen iso osa säteilystä on jo heijastunut pilvistä takaisin

avaruuteen, ennen kun ne vuorovaikuttavat hiukkasten kanssa. Tästä syystä lisäpäästöjen lisävaikutus jää pieneksi. Toinen merkittävä syy ovat kasvaneet nokihiukkaspäästöt, jotka imevät auringonvaloa ja lämmittävät siten ympäröivää ilmaa. Viimeaikainen lämpötilan kasvun hidastuminen onkin johtunut todennäköisimmin maapallon sisäisestä vaihtelusta ja lämmön siirtymisestä meriin ja pienhiukkaspäästöjen muutoksella on huomattavasti pienempi rooli. Olisiko kuitenkin pienhiukkasilla mahdollisuus viilentää ilmastoa, jos siihen pyritäisiin kasvattamalla ilmakehän hiukkaspitoisuutta kontrolloidusti?

Muokkausmenetelmillä voitaisiin viilentää merkittävästi ilmastoa

Kuvassa 1 on maalattu oranssilla muutaman vuoden pituisia ajanjaksoja, jolloin ilmasto on selkeästi viilentynyt muutaman vuoden pituiseksi ajaksi. Nämä kuvaan merkityt ajanjaksot voidaan liittää suuriin tulivuorenpurkauksiin maapallolla. Viimeisin suuri purkaus oli Pinatubon purkaus 90-luvun alussa. Purkauksesta vapautui suuret määrät rikkidioksidia yläilmakehään, jossa siitä muodostui pieniä sulfaattihiukkasia. Purkauksesta vapautuneen rikin määrä on vain noin 10-20% ihmiskunnan kokonaisrikkipäästöistä, mutta sillä oli merkittävä vaikutus ilmastoon. Alailmakehän hiukkaset poistuvat ilmakehästä muutamassa päivässä. Yläilmakehässä taas ei ole merkittäviä hiukkaspoistomekanismeja, jotka poistaisivat hiukkaset ilmakehästä. Tästä syystä yläilmakehän hiukkasten elin aika on n. 1-2 vuotta. Tässä ajassa hiukkaset muodostavat yläilmakehään suhteellisen pitkäikäisen hiukkaspeiton, joka heijastaa auringonvaloa takaisin avaruuteen ja ilmasto viilenee, kunnes hiukkaset ovat poistuneet ilmakehästä.

Koska kasvihuonekaasujen päästövähenneksissä ei olla onnistuttu riittävästi, ja ilmastoon lämpötila jatkaa nousuaan, on ehdotettu, että ilmastoa voitaisiin viilentää keinotekoisesti jäljittelemällä tulivuorenpurkauksia. Tällöin yläilmakehän hiukkaspeittoa pidettäisiin yllä kuljettamalla yläilmakehään jatkuvasti uusia hiukkasia, jonka seurauksena viilennysvaikutus olisi pysyvä, kunnes hiukkasten syöttö lopetettaisiin. Näin voitaisiin saada ilmastoon lämpeneminen keinotekoisesti pysäytettyä, kunnes kasvihuonekaasupäästöjä olisi vähennetty riittävästi. Tämä on yksi ns. Ilmastomuokkausmenetelmistä, joilla ilmastoa voitaisiin teoriassa pitää viileämpänä. Toinen suuren mielenkiinnon kohteena oleva menetelmä on kasvat- ta alailmakehän hiukkas- pitoisuutta merten päällä, ja hyödyntämällä hiukkasten epäsuoraa vaikutusta säteilyyn pilvien välityksellä. Pilvistä olisi mahdollista tehdä heijastavampia esimerkiksi ruiskuttamalla merivettä ilmaan, jonka seurauksena pilvien pilvipisaralukumäärä olisi nykyistä suurempi.

Lentokoneet ja laivat ilmaston muokkaajina

Ilmastomuokkausta voitaisiin tehdä myös normaalin ihmiskunnan toiminnan ohessa hyödyntämällä kansainvälistä liikennettä. Tähän mennessä laiva- ja lentoliikenteestä aiheutuvia hiukkaspäästöjä on pyritty vähentämään ilmanlaadullisista syistä rajaamalla mm. polttoaineiden rikkipitoisuuksia.

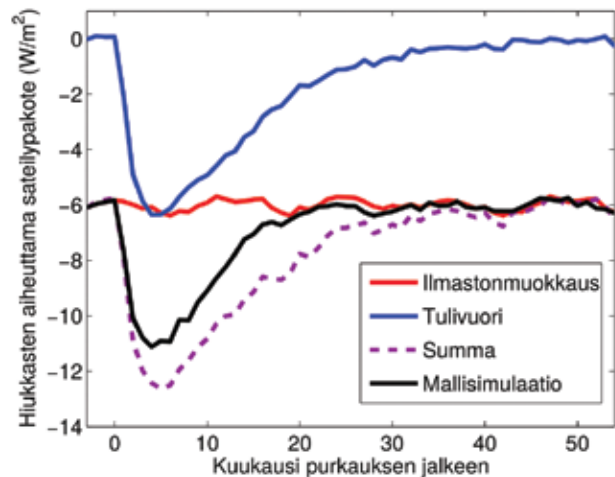
Terveysvaikutuksia ei voida jättää huomiotta, ja siten laivojen päästöjä ei ole mahdollista kasvattaa ainakaan rannikkoalueilla. Aavalla merellä lisääntyneistä hiukkaspäästöistä ei ole kuitenkaan merkittävää haittaa ihmisille. Siten käytännössä laivojen polttoaineiden rikkipitoisuutta voitaisiin kasvattaa merkittävästi aavalla merellä, jonka myötä myös pienhiukkaspitoisuus kasvaisi ja mertenpäälliset pilvet olisivat nykyistä heijastavampia (Partanen et al., 2013). Vastaavasti myös lentoliikenteessä käytettävän polttoaineen rikkipitoisuutta voitaisiin kasvattaa (Laakso et al., 2012). Koska lentoliikenne on tällä hetkellä pääosin liikennöintiä alailmakehässä, siitä vapautuneiden päästöjen ilmastovaikutus on pieni vaikka rikkipitoisuutta kasvatettaisiinkin. Käyttämällä lentoliikenteessä Concorden tapaisia ylääänikoneita, liikennöinti siirtyisi pääosin yläilmakehään, joka kasvattaisi hiukkaspäästöjen elinaikaa ja ilmastovaikutuksia.

Ilmastomuokkaukseen itsessään liittyy monia ilmastollisia, teknisiä, oikeudellisia sekä eettisiä ongelmia. Kaupallisen liikenteen käyttäminen ilmastomuokkaukseen toisi tähän omat erityisongelmansa. Ensinnäkin polttoaineiden rikkipitoisuutta olisi kasvatettava huomattavasti nykyisten tai lähitulevaisuudessa suunnitteilla olevien rajoitusten yli. Ilmastomallisimulaatioissa tarkasteltiin polttoaineiden rikkipitoisuuksia, jotka ylittäisivät rajoitukset kymmenkertaisesti. Jos hiilidioksidipitoisuus ilmakehässä kaksinkertaistuu esiteolliseen aikaan nähden, on siitä arvioitu aiheutuvan noin 3.7 W/m^2 lämmittävä säteilyvaikutus. Laivaliikenteen päästöt kumoaisivat tästä lämmitysvaikutuksesta noin 15%. Vastaava luku lentoliikenteelle olisi 23%. Eräs pienhiukkaspäästöjen viilennysvaikutusta laskeva tekijä on niiden alueellinen jakauma. Nykyinen lento- ja laivaliikennöinti keskittyy pääosin pohjoisen pallonpuoliskon keskileveyspiireille. Kuten jo viime vuosikymmenten päästöistä puhuttaessa tuli ilmi, näillä leveyspiireillä auringon keskimääräinen säteily on heikompaa kuin lähempänä päiväntasaajaa. Jos esimerkiksi lentoliikenne siirrettäisiin täysin päiväntasaajalle, sen lisäksi että käytössä olisivat ylääänikoneet ja kymmenkertaisesti rajoitukset ylittävä polttoaineen rikkipitoisuus, olisi sen seurauksena viilennysvaikutus, joka olisi jo 36% ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kaksinkertaistumisesta aiheutuvas- ta lämpenemisvaikutuksesta. Pienhiukkasilla saataisiinkin merkittävästi tehokkaampi viilennysvaikutus, jos niiden injektioinen ilmakehään tehtäisiin kontrolloidusti. Tällöin myös niiden haitalliset sivuvaikutukset olisivat helpommin hallittavissa.

Mitä tapahtuu jos pienhiukkasia onkin liikaa?

Kuten historia on osoittanut, suuret tulivuorenpurkaukset johtavat hetkellisesti viileämpään ilmastoon. Ilmastomuokkauksella ja yläilmakehän hiukkaspeittoa ylläpitämällä voitaisiin taas saada ylläpidettyä myös viileämpää ilmastoa. Mutta mitä tapahtuisi, jos suuri tulivuori purkautuisikin samaan aikaan, kun yläilmakehässä olisikin ilmastomuokkauksesta johtuva hiukkaspeitto. Tätä tilannetta on myös voitu simuloida aerosoli-ilmastomallilla (Laakso et al., 2016).

Kuva 3 näyttää hiukkasten aiheuttamia säteilyvaikutuksia Pinatubon kaltaisen tulivuorenpurkauksen jälkeen ja kun



Kuva 3. Tulivuorenpurkauksen ja erään ilmastomuokkauksen säteilyvaikutukset. Violetti katkoviiva kuvaa säteily vaikutusten summaa, kun tulivuorenpurkausta ja ilmastomuokkausta on simuloitu erillisinä tapahtumina. Musta viiva taas kuvaa mallisimulaatiota, jossa on simuloitu tulivuorenpurkausta ilmastomuokkauksen aikana.

Voisiko pienhiukkasilla viilentää ilmastoa?



yläilmakehän hiukkaspitoisuutta on kasvatettu ilmastomuokkaustarkoituksessa. Tulivuorenpurkaus, joka kuvassa on kuvattu sinisellä viivalla, johtaisi voimakkaaseen viilennysvaikutukseen, joka häviäisi sen myötä, kun hiukkasets poistuvat ilmakehästä. Kuvan punainen viiva taas kuvaa viilennysvaikutusta ilmastomuokkauksessa. Se pysyy lähes samana, koska hiukkasia lisätään ilmakehään sitä mukaa lisää, kun niitä sieltä poistuu. Voisi olettaa, että ilmastomuokkaus yhdessä samanaikaisesti tapahtuvan tulivuorenpurkauksen kanssa johtaisi vaikutukseen, joka saadaan laskemalla niiden vaikutukset yhteen (violetti katkoviiva). Mallintamalla tätä tilannetta ilmastomallilla, saadaan kuitenkin alustavasta arviosta poikkeavia tuloksia. Kuvassa mallisimulaation tuloksia kuvaa musta viiva. Näyttääkin siltä, että viilennysvaikutus on alustavaa arviota heikompi, sekä myös häviää odotettua nopeammin. Tälle löytyy selitys hiukkasten välisistä vuorovaikutuksista. Kun tulivuorenpurkaus tapahtuu ilmastomuokkauksen aikana, on ilmakehän hiukkaspitoisuus huomattavasti suurempi kuin esimerkiksi tulivuorenpurkauksessa nykyisissä olosuhteissa. Tämä johtaa suhteellisesti suurempiin hiukkasiin, jotka heijastavat auringonvaloa heikommin takaisin avaruuteen. Sen lisäksi hiukkasia on suhteellisesti vähemmän ja ne poistuvat pienempiä hiukkasia nopeammin ilmakehästä.

Tutkimuksesta ja mallisimulaatiosta saatuja tuloksia voidaan käyttää arvioimaan myös erästä ilmastomuokkauksesta mahdollisesti seuraavaa tilannetta. Tämä voisi tapahtua silloin, jos yläilmakehän hiukkaspitoisuutta kasvatetaan tarkoituksellisesti kumoamaan hiilidioksiidipitoisuudesta aiheutunutta ilmaston lämpenemistä. Jos hiilidioksiidipäästöt edelleen kasvaisivat, tarvitsisi lämpenemisen kumoaminen

yhä suurempien hiukkasmäärien syöttämisen yläilmakehään. Tämä kasvattaisi yläilmakehän hiukkaspitoisuutta ja johtaisi yhä suurempiin ja suurempiin hiukkasiin ja hiukkaspeiton viilennys ei kasvaisikaan enää samassa suhteessa syötettyyn pienhiukkasmäärään nähden. Siten ilmastomuokkauksen teho heikkenisi. Tästä syystä edes yhdestä lupaavimmista ilmastomuokausmenetelmistä ei ole pysäyttämään ilmaston lämpenemistä jos kasvihuonekaasupäästöjä ei saada hillittyä.

Ilmastomuokkaus ei korvaa kasvihuonepäästöihin kohdistuvia leikkauksia

Sen lisäksi, että ilmastomuokkauksella ei välttämättä saada pysäytettyä ilmaston lämpenemistä, se ei poista monia muitakaan ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuden kasvusta aiheutuvia ongelmia. Näitä ovat muun muassa merten happamoituminen sekä sateisuuden muutokset, joilla voi olla ihmiskunnan kannalta vielä oleellisempi merkitys kuin ilmaston lämpenemisellä. Lisäksi ilmastomuokkaukseen liittyy monia jo tunnettuja mutta myös ennalta arvaamattomia riskejä. Tästä syystä kasvihuonekaasuihin kohdistuvat päästövähennykset ovat paras, ja ainoa keino, turvata tulevaisuuden olosuhteet. Pienhiukkasia voitaisiin parhaimmillaankin käyttää viilentämään ilmastoa tilanteessa, jossa tarvittaisiin äärimmäisiä keinoja vielä vaarallisempien seurausten välttämiseksi.

LISÄTIETOA

Tutkija Anton Laakso, FM (väit)

Ilmatieteen laitos, Itä-Suomen ilmatieteellinen tutkimuskeskus
Puh 050 360 7186
anton.laakso@fmi.fi

LÄHTEET

GISTEMP Team: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. Dataset accessed 2015-06-05 at <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>, 2015.

Hansen, J., R., Ruedy, M. Sato and K. Lo: Global surface temperature change, *Rev. Geophys.*, 48, RG4004, doi:10.1029/2010RG000345, 2010.

Kühn, T., A.-I. Partanen, A. Laakso, Z. Lu, T. Bergman, S. Mikkonen, H. Kokkola, H. Korhonen, P. Räisänen, D. G. Streets, S. Romakaniemi, and A. Laaksonen, Climate impacts of changing aerosol emissions since 1996. *Geophys. Res. Lett.* 41, 13, 4711-4718, doi:10.1002/2014GL060349, 2014.

Partanen, A.-I., A. Laakso, A. Schmidt, H. Kokkola, T. Kuokkanen, J.-P. Pietikäinen, V.-M. Kerminen, K. E. J. Lehtinen, L. Laakso, and H. Korhonen: Climate and air quality trade-offs in altering ship fuel sulfur content. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13, 12059-12071, doi:10.5194/acp-13-12059-2013, 2013.

Laakso, A., A.-I. Partanen, H. Kokkola, A. Laaksonen, K.E.J. Lehtinen and H. Korhonen: Stratospheric passenger flights are likely an inefficient geoengineering strategy. *Environ. Res. Lett.* 7, 034021, doi:10.1088/1748-9326/7/3/034021, 2012.

Laakso, A., A.-I. Partanen, U. Niemeier, C. Timmreck, H. Kokkola, K. E. J. Lehtinen, H. Hakkarainen and H. Korhonen, Effects of concurrent stratospheric sulfur geoengineering and large volcanic eruption, *Atmospheric Chemistry and Physics* 16, 305-323, doi:10.5194/acp-16-305-2016, 2016.



Terhi Kontkanen, ACTRIS koordinaatiotiimin jäsen, Ilmatieteenlaitos
Niku Kivekäs, ACTRIS koordinaatiotiimin jäsen, Ilmatieteenlaitos
Sanna Sorvari, tutkimuspäällikkö, Ilmatieteenlaitos
Silja Häme, tutkimuskoordinaattori, Helsingin yliopisto

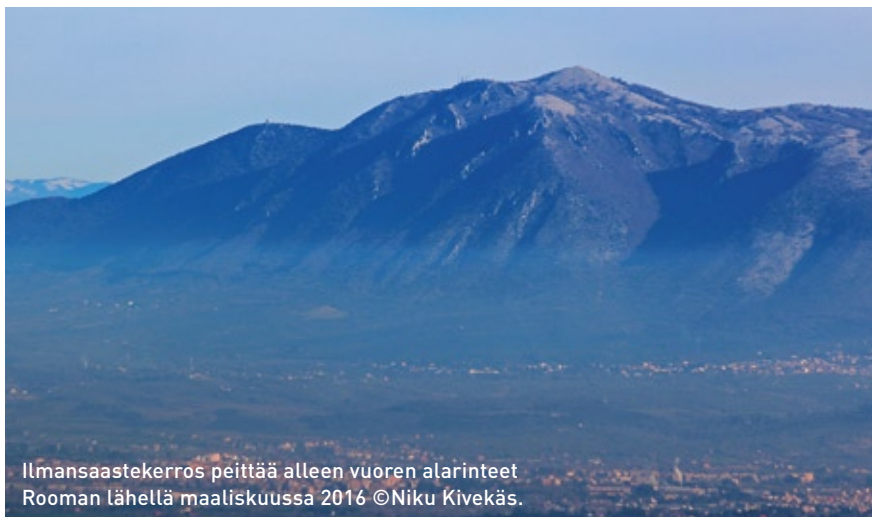
ACTRIS luo maailmanluokan tutkimusympäristön ilmanlaatu- ja ilmastotutkimukseen



Rakenteilla oleva ACTRIS on eurooppalainen ilmakehätutkimuksen infrastruktuuri, joka tarjoaa laadukasta tutkimusaineistoa aerosolihiukkasista, pilvistä ja hivenkaasuista erityisesti ilmastomuutoksen, ilmanlaadun ja terveyden tutkimustarpeisiin sekä yhteiskunnan päätöksenteon tueksi. ACTRIS-palvelut ovat käyttäjien saatavilla vuodesta 2020 eteenpäin.

ACTRIS tutkii ilmakehän pienhiukkasia, hivenkaasuja, pilvien ominaisuuksia sekä näiden keskinäisiä vuorovaikutuksia. Pienhiukkasia ja niiden yhteyttä pilvien ominaisuuksiin pidetään edelleen suurimpina epävarmuustekijöinä ilmastomuutoksessa. Pienhiukkasilla on monimutkainen vaikutus ilmastojärjestelmään ja siten niillä saattaa olla vielä täysin tuntemattomia vaikutuksia. "Ilmastomuutokseen liittyvien vuorovaikutusmekanismien selvittäminen edellyttää mm. pienhiukkasten synnyn ja kasvun tarkkaa tuntemista. Tiedon tarkentaminen vaatii kattavaa havaintoaineistoa ja laajaa kansainvälistä mittausverkostoa", Suomen Akatemian ilmakehätutkimuksen huippuyksikköä vetävä **Markku Kulmala** Helsingin yliopistosta korostaa. Kokonaisuutena pienhiukkasten vaikutus ilmastomuutokseen on viilentävä, ja siten ne hidastavat kasvihuonekaasujen aiheuttamaa ilmaston lämpenemistä.

Toisaalta ilmakehän pienhiukkasilla on epäsuotuisa vaikutus ihmisten terveyteen. Maailman terveysjärjestön (WHO) mukaan aerosolihiukaskspitoisuudet, joita Euroopassa havaitaan usein, aiheuttavat vakavia terveysvaikutuksia eurooppalaisille. Euroopan Ympäristökeskuksen mukaan altistuminen erityisesti PM2.5 hiukkasille on johtanut arviolta 430 000 ennenaikaiseen kuole-



Ilmansaastekerros peittää alleen vuoren alarinteet
Rooman lähellä maaliskuussa 2016 © Niku Kivekäs.



Esimerkki ACTRIS tutkimus-
asemien sijainnista eri
puolilla Eurooppaa ja
maailmaa.

**ACTRIS -
Aerosols, Clouds
and Trace
gases Research
Infrastructure**

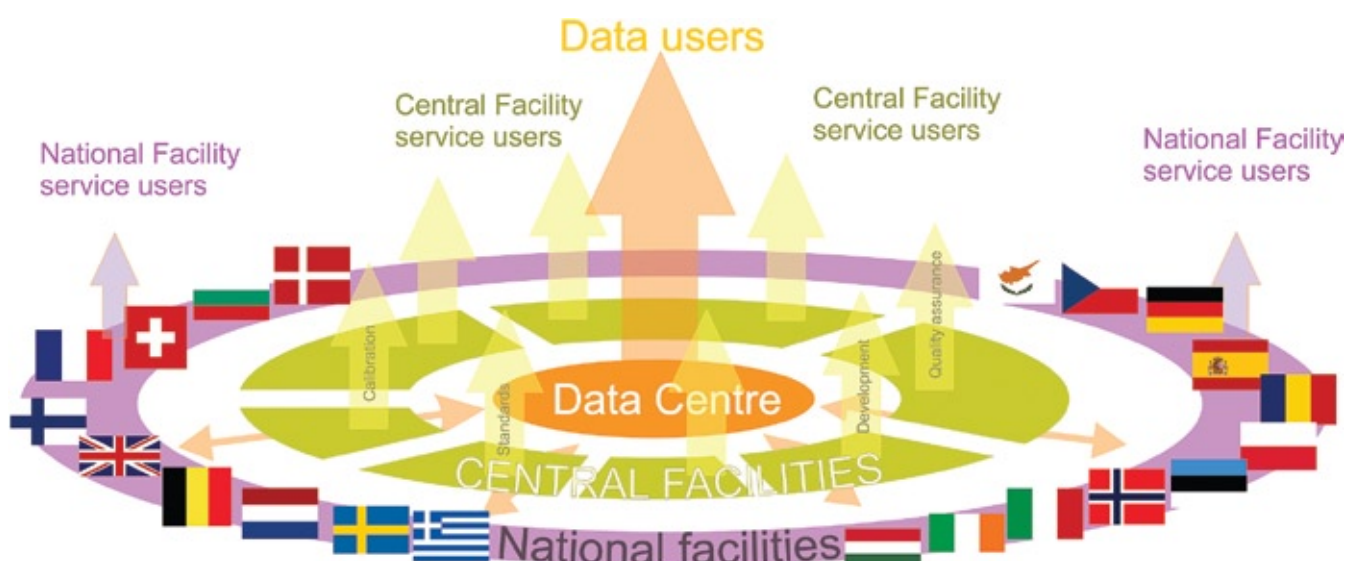
maan vuosittain EU-28 alueella. Sama pätee myös lyhytikäisiin hivenkaasuihin kuten typpidioksidi (NO₂) tai otsoni (O₃). Myös EU-väestöön kohdistuvat otsonipitoisuuksiin liittyvät haittavaikutukset ovat arviolta johtaneet noin 16 000 ihmisen ennen aikaiseen kuolemaan vuosittain. Jotta tulevaisuudessa voidaan vähentää ilmansaasteita ja niihin liittyviä haitallisia terveysvaikutuksia, on luotettava tieto muun muassa aerosolihiukkasten ja hivenkaasujen pitoisuuksista, koostumuksesta ja käyttäytymisestä erityisen tärkeää.

ACTRIS tutkimusinfrastruktuurin perustan muodostavat jatkuvatoimiset il-

suuksien tutkimiseen ja seurantaan. ACTRIS:n piirissä olevien mittaussasemien rahoitus tulee jatkossa suoraan jäsenvaltioilta ACTRIS-sitoumusten mukaisesti. Tällöin ei ole enää vaarana pitkän mittausarjan katkeaminen projektiluontoisen rahoituksen päättyessä.

Toinen suuri muutos on jatkuvien mittausten suorittamisen ja mittalaitteiden ylläpidon siirtyminen enemmän tutkijoilta mittaussasemien tekniselle henkilökunnalle. Tämä pienentää mittaajahenkilökunnan vaihtuvuutta ja mahdollistaa henkilökunnan parem-

Tämän vuoden maaliskuussa ACTRIS sai tärkeän tunnustuksen Euroopan tutkimusinfrastruktuurien strategiaforumilta (ESFRI) pääsemällä heidän vuoden 2016 tiekartalleen seuraavaksi kymmeneksi vuodeksi. ESFRI on eurooppalaisten jäsenmaiden yhteistyöelin, jossa maat yhdessä sopivat laajojen eurooppalaisten tutkimusinfrastruktuurien pitkän tähtäimen kehittämisestä ja rakentamisesta. Tiekartalle valittiin tiukan arvioinnin jälkeen hankkeet, joiden odotetaan rakentavan maailmanluokan tutkimusympäristön alansa tutkimusyhteisölle sekä tukevan yritysten tuotekehitystä ja tuottavan laadukasta



makehän mittaus- ja tutkimusasemat eri maissa. Jotta mittausten laatu voidaan varmistaa ja mittaukset saattaa keskenään vertailukelpoisiksi, kuuluu ACTRIS:iin myös viisi eri aihealueisiin erikoistunutta kalibrointikeskusta, jotka huolehtivat ACTRIS-asemien laitteistojen kalibroinnista. Kalibrointikeskukset luovat myös korkeatasoisen tutkimusympäristön laitekehitystyölle ja laitteiden vertailututkimukselle. Kalibroidut ACTRIS mittaukset kerätään ACTRIS datakeskukseen, jonka kautta aineistot ovat avoimesti ja maksutta saatavissa tutkimuksen, yritysten ja muiden käyttäjien käyttöön ympäri maailman.

ACTRIS tuo eurooppalaisen ilmakehätutkimuksen käytäntöihin kaksi suurta muutosta. Ensimmäinen niistä on pitkäaikaisen tuki- ja rahoitusmallin luominen jatkuvatoimisiin mittauksiin, joita tarvitaan ilmakehän tilan ja ominai-

man erikoistumisen laitteiden toimintaan. Samalla tutkijoille jää enemmän aikaa varsinaiseen tutkimustyöhön.

Eurooppalaista tunnustusta ACTRIS tutkimusympäristön rakentamiseen

ACTRIS:n rakentaminen ei ole alkanut tyhjästä, vaan sen piiriin kuuluvilla tiedeyhteisöillä on vuosikymmenien kokemus laajasta keskinäisestä yhteistyöstä erilaisten tutkimusprojektien muodossa. Näiden projektien aikana saavutetut hyvät yhteistyökäytännöt, aineistojen yhteistuottaminen ja tiivis tutkimusyhteistyö ovat luoneet tarpeen laajemmalle, koordinoitummalle ja pitkäaikaiselle yhteistyölle, jota nyt ollaan ACTRIS:in puitteissa kehittämässä ja toteuttamassa.

tutkimustietoa poliittisen päätöksen tueksi. ESFRI:n arvioinnin tuloksena tiekartalle ylsi vain kuusi hanketta. Valintaan vaikutti tieteellisen merkityksen lisäksi se, että hankkeessa on laaja tuki ja osallistuminen Euroopan maista. ACTRIS:ssa on mukana yli 20 maata ja yli 100 tutkimuslaitosta ympäri Eurooppaa.



ACTRIS kerää yhteen mittaustietoa eri maista, vastaa mittalaitteiden kalibroinnista ja laadunvarmennuksesta, sekä jakaa aineiston eteenpäin tutkijoiden, yritysten ja yhteiskunnallisen päätöksenteon tarpeisiin.

Suomi on merkittävässä roolissa ACTRIS:n toteuttamisessa

Suomella on erityinen asema ACTRIS-hankkeessa, sillä Suomi johtaa infrastruktuurin rakentamista; ACTRIS:n päämaja on tulossa Suomeen ja noin 450 miljoonan arvoista sekä liikevaihdoltaan jopa 50 miljoonan euron tutkimusinfrastruktuuria johdetaan jatkossa Helsingin Kumpulasta. "On upeaa, että suomalaiset toimijat ovat keskeisessä asemassa rakentamassa globaalisti merkittävää tutkimusinfrastruktuuria", toteaa Ilmatieteen laitoksen tutkimuspäällikkö **Sanna Sorvari**, joka vetää ACTRIS-hankkeen valmistelua yhdessä Markku Kulmalan kanssa.

Päämajan lisäksi ACTRIS:n komponentteja Suomessa ovat osa ACTRIS datakeskuksesta sekä osa hivenkaasujen kalibrintokeskuksesta. Tämän lisäksi Suomessa on joukko ACTRIS:n piiriin kuuluvia mittausasemia, kuten Pallas-Sodankylä GAW-asema ja SMEAR-asemat Sallan Värriössä, Hyttiälässä Juupajoella, Helsingin Kumpulassa ja Kuopion Puijolla. Lisäksi Ilmatieteen laitos tekee mittauksia mm. argentiinalaisella Marambion tutkimusasemalla Etelämantereella. Jatkuvien mittausten lisäksi näillä kaikilla asemilla tehdään myös erikoistuneempaa tutkimusta.

ACTRIS-toimijat Suomessa ovat Ilmatieteen laitos (IL), Helsingin Yliopisto (HY), Tampereen teknillinen yliopisto (TTY), Itä-Suomen yliopisto (ISY) sekä taustatahoina Opetus- ja kulttuuriministeriö sekä Liikenne- ja viestintäministeriö.



Kasvillisuuden ja ilmakehän välisen kaasujenvaihdon mittaamista. ©Juho Aalto.

Mitä ACTRIS merkitsee käyttäjälle

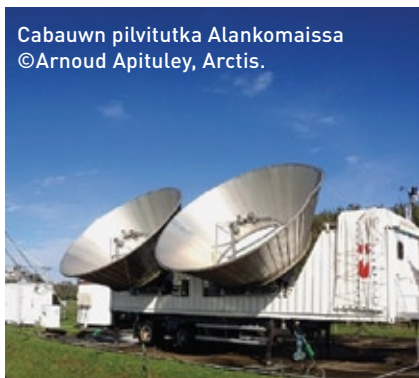
"Ilmasto- ja ilmakehämallien vertaaminen mittaustuloksiin edellyttää keskenään vertailukelpoisia mittauksia



Sammaltunturin mittausasema Pallaksella
©Niku Kivekäs, Arctis.



Melbitzin mittausasema Saksassa
©Tilo Arnhold, Arctis.



Cabauwn pilvitutka Alankomaissa
©Arnoud Apituley, Arctis.

pitkältä ajalta ja laajalta alueelta. Lisäksi pitkät mittaussarjat ovat välttämättömiä tilastollisten ominaisuuksien, kuten trendien ja vuosien välisen vaihtelun, määrittämiseksi. Tällaisen mittausaineiston kerääminen samaan paikkaan ja vertailukelpoiseen muotoon ilman koordinoitua datavirtaa vaatii monta vaihetta. Ensin on selvitettävä missä ja kenellä sopivaa mittausaineistoa on ja saatava data näiltä tahoilta. Sitten on tarkistettava onko aineisto tilastollisesti järkevää vai onko joukossa esimerkiksi mittalaitteen virheellisestä toiminnasta johtuvia jaksoja jolloin mittaustulokset eivät ole realistisia. Lopuksi eri mittausaineistot on saatettava keskenään samaan muotoon, jotta niitä voidaan käsitellä samalla tavalla. ACTRIS antaa mahdollisuuden ohittaa tämä pitkä ja

vaivalloinen prosessi. Kaikki aineistot ovat saatavilla samasta paikasta muutamalla klikkauksella, ne ovat kaikki samassa muodossa keskenään ja valmiiksi laatuvarmistettuja. Myös ohjeet aineiston tuottajien roolin esiintuomiseen julkaisuissa löytyvät helposti." Näin kuvaa ACTRIS:n hyötyjä ilmakehämallittaja

Joni-Pekka Pietikäinen Ilmatieteen laitokselta.

Mittausaineistojen lisäksi ACTRIS tarjoaa käyttäjilleen kuitenkin myös muuta. Monien ilmiöiden tutkiminen edellyttää mittauksia sellaisilla laitteilla tai sellaisissa paikoissa joita tutkijan omalla organisaatiolla ei ole käytettävissä. Tällaisessa tilanteessa ACTRIS tarjoaa mahdollisuuden näiden mittausten tekemiseen sekä rahoittamiseen. Kapasiteetin rajallisuuden vuoksi sekä tutkimuksen laadun varmistamiseksi hakemukset ACTRIS-rahoitukselle kuitenkin arvioidaan, ja vain riittävän hyvin suunnitelluille tutkimuksille myönnetään rahoitus.

On syytä huomata mikä on ACTRIS:n rooli tutkimuksessa: ACTRIS itsessään ei tee tutkimusta, vaan tarjoaa tutkimukselle palveluita sekä aineiston, asiantuntemuksen että tutkimusasemien ja -laitteiden käytön kautta. Tutkijat ja tutkimusryhmät ovat ACTRIS:n asiakkaita.

LISÄTIETOA

Tutkimuspäällikkö Sanna Sorvari

Ilmatieteen laitos
050 415 4729
sanna.sorvari@fmi.fi

Professori Markku Kulmala

Helsingin yliopisto
040 596 2311
markku.kulmala@helsinki.fi

Professori Kari Lehtinen

Itä-Suomen yliopisto
040 867 7844
kari.lehtinen@uef.fi

Associate professor Miikka Dal Maso

Tampereen teknillinen yliopisto
050 337 7914
miikka.dalmaso@tut.fi



Maria Myllynen, ilmansuojeluasiantuntija, HSY

HSY:n supermittausasemalta uutta tietoa kaupunki-ilmasta

- Uudella supermittausasemalla mitataan laajasti eri ilmasaasteita ja niiden ominaisuuksia. HSY valitsi supermittausaseman paikaksi Mäkelänsadun, koska liikenne aiheuttaa siellä erityisen korkeita saastepitoisuuksia, kuvailee ilmansuojeluasiantuntija **Jarkko Niemi** HSY:stä.

Ilmanlaatu on Mäkelänsadulla heikkoa, koska liikennemäärät ovat suuret, liikenne ruuhkaista ja pakokaasut laimenevat huonosti katu reunustavien kerrostalojen vuoksi. Mäkelänsadun ilmanlaatu on mitattu myös aiemmin. Mittausten mukaan pakokaasun ja katupölyn pitoisuudet ovat Mäkelänsadulla korkeita. Myös ilmanlaadun raja-arvo typpidioksidille ylittyy.

Tietoa liikenteen todellisista vaikutuksista ilmanlaatuun

Mäkelänsadulla mitataan ilmanlaatu vielä monipuolisemmin kuin HSY:n muilla ilmanlaatuasemilla. Mäkelänsadu on erinomainen ympäristö tutkia ja arvioida liikenteen päästömu-

toksia ja ilmanlaadun kehittymistä. Erikoismittauksilla selvitetään autojen kiristyvien päästönormien ja uudistuvan ajoneuvokannan vaikutusta päästöihin ja ilmanlaatuun.

Mittauksilla selvitetään myös katupölyn torjuntakeinojen tehoa ja vaikutusta ilmanlaatuun. Lisäksi seurataan pitoisuuksia, jotka aiheutuvat muista päästölähteistä sekä kulkeutuvat kauempaa pääkaupunkiseudulta että Euroopasta.

- Saamme erikoismittauksilla monipuolisen kokonais kuvan siitä, miten uudistuva ajoneuvokanta vaikuttaa ilmanlaatuun todellisissa liikenneolosuhteissa. Ajoneuvokannan uudistuminen on kuitenkin hidasta ja vähentää vain pakokaasupäästöjä. Siten myös muita ilmansuojelutoimia ja tehostettua katupölyntorjuntaa tarvitaan jatkossakin ilmanlaadun parantamiseksi, Niemi kertoo. Supermittausasemalta saatuja tietoja voidaan hyödyntää arvioitaessa Mäkelänsadun tyyppisten bulevardimaisten kaupunkialueiden ilmanlaatu ja sen kehittymistä tulevina vuosina.



HSY on perustanut ilmanlaadun supermittausaseman Helsinkiin Mäkelänsadulle. Mittausasemalla selvitetään liikenteen päästöjen vaikutusta kaupunki-ilman koostumukseen tarkemmin kuin missään muualla pääkaupunkiseudulla tai Suomen kaupungeissa.

Tutkimusyhteistyöllä uutta syvempää tietämystä ja innovaatioita

Mäkeläntien mittausasema on hedelmällinen ympäristö toteuttaa erilaisia kaupunki-ilmanlaadun tutkimusprojekteja. Mittausasema hyödyttää välillisesti myös suomalaista yritystä ja liiketoimintaa, sillä korkeatasoinen ja monipuolinen mitausympäristö tarjoaa hyvän testiympäristön uusien ilmanlaadun seurantajärjestelmien tutkimus- ja kehitystyöhön, HSY:n ilmansuojeluyksikön päällikkö **Tarja Koskentalo** kuvailee.

HSY:n omien mittauksen lisäksi Mäkeläntienillä tehdään erityismittauksia yhteistyössä tutkimusorganisaatioiden kanssa. Tällä hetkellä Mäkeläntienin tutkimusyhteistyössä ovat jo mukana Ilmatieteen laitos, Tampereen teknillinen yliopisto, Helsingin yliopisto, Metropolia ammattikorkeakoulu ja Nordic Envicon Oy.

- Mittaamme pienhiukkasten kemiallista koostumusta Ilmatieteen laitoksen aerosolimassaspektrometrillä. Tulosten perusteella analysoidaan eri päästölähteiden osuuksia ja niissä tapahtuvia muutoksia, Ilmatieteen laitoksen tutkija **Sanna Saarikoski** kertoo tutkimusyhteistyöstä.

- Uudet moottoritekniset ratkaisut, poltto- ja voiteluaineet sekä pakokaasujen puhdistustekniikat voivat vaikuttaa merkittävästi myös sääntelemättömien nanohiukkasten muodostumiseen, joita tutkitaan yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston laitteilla. Liikenteen kaasumaiset ja hiukkasmaiset päästöt myös muuntuvat ilmakehässä. Liikenteen todellisten ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi tarvitaan päästömitauksen lisäksi myös pitkäkestoisia mittauksia kaupunki-ilma-asta, tutkimuspäällikkö **Topi Rönkkö** Tampereen teknillisen yliopiston Aerosolifysiikan laboratorista pohtii.



Mäkeläntienin mittausasema on hedelmällinen ympäristö toteuttaa erilaisia kaupunki-ilmanlaadun tutkimusprojekteja.

LISÄTIETOA

Ilmansuojeluasiantuntija
Jarkko Niemi
HSY
jarkko.niemi@hsy.fi
puh 09 1561 2256

Ilmansuojeluyksikön
päällikkö Tarja Koskentalo
HSY
tarja.koskentalo@hsy.fi
puh 09 1561 2358

Tutkija
Sanna Saarikoski
Ilmatieteen laitos
sanna.saarikoski@fmi.fi
puh 050 5906 091

Tutkimuspäällikkö
Topi Rönkkö
Tampereen teknillinen
yliopisto
topi.ronkko@tut.fi
puh 040 1981 019



Maija Mattinen, erikoistutkija, SYKE
Mikko Savolahti, tutkimusinsinööri, SYKE

Lähes nollaenergiarakentamisen vaikutus päästöihin Suomessa

EU-direktiivi velvoittaa jäsenmaat valmisteamaan kansallisen lainsäädännön rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta. Ympäristöministeriön rahoittamassa hankkeessa tarkasteltiin ”lähes nollaenergiarakentamisen” tuomia vaikutuksia ilmapäästöihin.

EU:n säätämän rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010/31/EU) mukaan jäsenvaltioiden on varmistettava, että vuodesta 2020 eteenpäin kaikki uudet rakennukset ovat niin sanotusti lähes nollaenergiarakennuksia. Määritelmän mukaan ”lähes nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jolla on erittäin korkea energiatehokkuus [--]. Tarvitava lähes olematon tai erittäin vähäinen energian määrä olisi hyvin laajalti katettava uusiutuvista lähteistä peräisin olevalla energialla, mukaan lukien paikan päällä tai rakennuksen lähellä tuotettava uusiutuvista lähteistä peräisin oleva energia.”

Jäsenvaltiot määrittävät kansallisesti lähes nollaenergiarakentamisen kriteerit. Suomessa säädösvalmistelusta vastaa Ympäristöministeriö, ja lainsäädännön osalta keskeiset muutokset liittyvät E-luvun laskentajärjestelmään. Määräykset julkaistaan vuoden 2017 alussa ja ne tulevat voimaan 1.1.2018. Ympäristöministeriön toimeksiannosta SYKE ja TTY arvioivat lähes nollaenergiarakentamiseen liittyvän ehdotuksen vaikutuksia rakennusten energiankäytöstä syntyviin päästöihin vuosina 2020 ja 2030 (Savolahti ym. 2015).

Uudisrakennustuotanto ja lämmitystapojen kehitys

Lähes nollaenergiarakentamisen määräykset koskevat vain uudisrakennuksia, joille mallinnettiin kantaennuste vuoteen 2030. Kantaennusteen tuottamiseen käytettiin Väestörekisterikeskuksen ylläpitämän rakennus- ja huoneistorekisterin (RHR) tietoja uudisrakennuksista. Tarkasteltujen uudisrakennusten kerrosala perustuu viimeisen kymmenen vuoden keskiarvoon, ja ennusteen uudisrakennusten lämmitystapajakaumaksi oletettiin viimeisin tieto (2013). Pientalojen E-lukuvaatimukset riippuvat lämmitetystä nettoalasta, joten niitä tarkasteltiin kolmessa kokoluokassa kerrosalan perusteella (0-150 m², 150-200 m², 200+ m²). Rakennustyyppien kerrosalat ja lämmitystapajakauma – jotka pidetään muuttumattomana skenaarion eri vuosina – on esitetty kuvassa 1. Todellisuudessa uudet E-lukuvaatimukset ja muut tekijät luultavasti vaikuttavat lämmitystapajakauman kehittymiseen tulevaisuudessa. Esimerkiksi sähkö- ja öljylämmitteisissä taloissa tiukempaan E-lukurajaan pääsy voi olla hankalaa, jolloin niiden osuus todennäköisesti laskee nykyisestä.

Nykylläinsäädäntö ja ehdotukset uusiksi E-lukurajoiksi

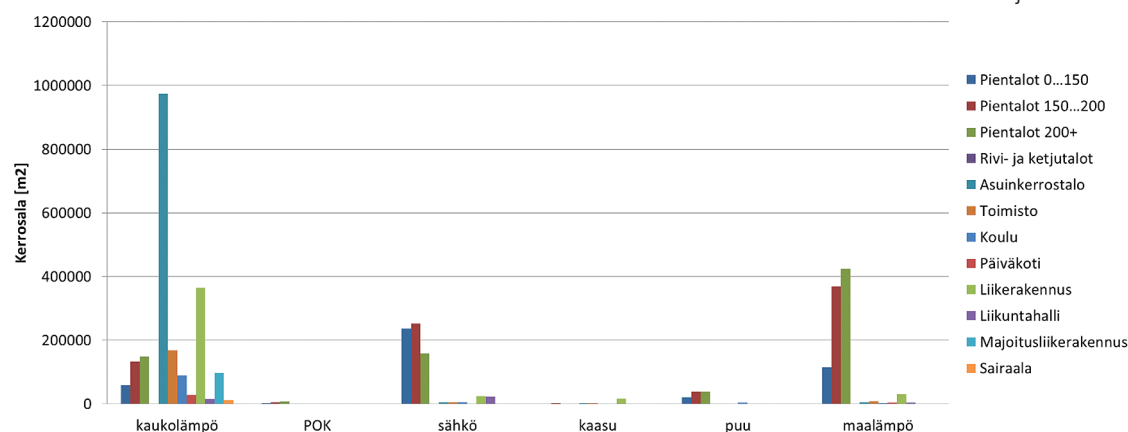
Nykylläinsäädännöllä tarkoitetaan vuonna 2012 voimaan tulleita rakennusmää-

räyksiä (Ympäristöministeriö 2012). Rakennusmääräyskokoelman osa D3 käsittelee rakennusten energiatehokkuutta, jota täydentää energiankulutuksen laskentasäännöt määrittelevä osa D5. Tuolloin siirryttiin kokonaisenergiatarkasteluun, jossa rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrätään ns. E-luvulla ilmaistu yläraja (kWh/netto-m²a). Kokonaisenergiankulutuksessa huomioidaan lämmityksen lisäksi mm. ilmanvaihto, lämmin käyttövesi, valaistus ja laitesähkö. E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttämän energian tuotantomuoto niin kutsuttujen energiamuotokertoimien avulla (Taulukko 1, sivu 14). E-luku on siis energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus, josta on vähennetty uusiutuvasta omavaraisenergiasta tuotettu energia (esim. aurinkolämpö, -sähkö).

Kansallisessa FlnZEB-hankkeessa (FlnZEB, 2015) tehtiin ehdotukset uusista E-lukutasoista. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan lähes nollaenergiatalojen määrittämisessä noudatetaan kustannusoptimalisuuden periaatetta, johon FlnZEB-hankkeen laskelmat pohjautuvat. SYKEN ja TTYn työssä tarkasteltiin hankkeen ehdotusten vaikutuksia. Nykyiset ja ehdotetut E-lukutasot näkyvät taulukossa 2, sivu 14.

Vaikutus päästöihin

FlnZEB -hankkeessa ehdotetut E-lukuvaatimukset alentavat uudisrakennusten energiantarvetta, aiheuttaen muutoksia sähkön- ja lämmöntuotannossa käytettyihin primäärienergiamääriin ja sitä kautta energiantuo-



Kuva 1. Laskelmissa käytetty uudisrakennusten kerrosala ja lämmitystapajakauma.

Taulukko 1. Energiamuotojen kertoimet (Ympäristöministeriö, 2012)	
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1,0
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5

tannon ilmapäästöihin. E-lukujen tiukentumisen vaikutukset energiankulutukseen arvioitiin tarkastelemalla rakennustyyppijä lämmönlähteittäin. Lähtötietoina käytettiin FlNZEB-hankkeessa energiamallinnuksia tehneiltä konsulttiyrityksiltä (Granlund Consulting Oy ja Insinööritoimisto Vesitaito) saatuja aineistoja. Uudisrakennuskannan vuosittainen energiankäyttö laskisi ehdotettujen E-lukuvaatimusten myötä 460 GWh:sta 377 GWh:iin. Tästä

ja kaukolämmölle on jaettu hyödynjakomenetelmällä. Polttoainekohtaiset päästökertoimet, joita käytetään kiinteistökokoluokan pienkattiloille, ovat myös FRES-mallista. Laskennassa ei ole mukana tuotantomuotojen ja polttoainelinkien elinkaari päästöjä.

Vuoden 2020 uudisrakennuskannassa uusien E-lukehdotusten mukainen päästövähennys olisi noin 16-18 % peruslinjaan verrattuna, riippuen päästökomponeentista. Vuosittaiset päästöt

ovat rakennusten määrään nähden mallitilliset. Lopuista rakennustyypeistä energiaa käyttävät eniten liikerakennukset (12 %) ja toimistot (5 %). Niille on ehdotettu selvästi muita suurempia muutoksia energiatehokkuusvaatimukseen (Taulukko 2.), joka näkyy myös alenevissa päästömäärissä. FlNZEB -raportin mukaisilla ehdotuksilla suurimmat säästöt päästöissä tulisivat liikerakennusten energiankulutuksen alenemisesta.

Kuvassa 3 vuosittaiset päästösäästöt on jaettu energialähteittäin. Sähkön kohdalla on huomioitu lämmityksen lisäksi rakennusten muu sähkön käyttö. E-luvun laskennassa sähköllä on muita energiamuotoja suurempi kerroin, jolloin tiukentuvilla vaatimuksilla on oletettavasti suuri merkitys sähkön käytön tehokkuuteen. Vähennykset kaikissa

Taulukko 2. Nykytason ja FlNZEB-ehdotuksen mukaiset E-lukurajat			
Rakennustyyppi	Nykyvaatimustaso E-luvulle (D3/2012) [kWh/m ² , a]	FlNZEB-hankkeen ehdotus [kWh/m ² , a]	Muutos nykytasosta [%]
Pientalot*	160...204	120...204	-
Asuinkerrostalo	130	116	-11
Toimisto	170	90	-47
Koulu	170	104	-39
Päiväkoti	170	107	-37
Liikerakennus	240	143	-40
Liikuntahalli	170	115	-32
Majoitusrakennus	240	182	-24
Sairaala	450	418	-7

* Pientalojen Eluku riippuu lämmitetystä nettoalasta.

vähennemästä sähkön osuus on 54 % ja kaukolämmön 44 %.

Kasvihuonekaasupäästöistä tarkasteltiin hiilidioksidia (CO₂) sekä ilma-saasteista rikkidioksidia (SO₂), typenoksideja (NO_x) ja hiukkasia (PM). Vaikutusarviointia varten laskettiin sähkön- ja lämmöntuotannolle primäärienergiakertoimet, ja niiden avulla tuotannon keskimääräiset päästökertoimet eri päästökomponeentteille, käyttäen SYKEN FRES-mallia (Karvosenoja 2008). Tämä tehtiin erikseen vuosille 2020 ja 2030, koska energiantuotantosektorin odotetut rakennemuutokset vaikuttavat kertoimiin. Laskut perustuvat kansallisen Energiastategian päivityksen tarkennettuun perusskenaarioon (TEM 2013) ja siinä oletettuihin primäärienergiankäyttöihin kaukolämpösektorin ja erillisen sähköntuotannon osalta. Yhteistuotannon osalta päästöt sähkölle

säästöt on jaettu rakennusluokkiin **kuvassa 2**. Pientalot ovat vuosittaisella energiantarpeella mitattuna uudisrakennusten merkittävin rakennustyyppi, vastaten noin 47 %:a lämmitysenergian ja sähkön käytöstä. Pientaloissa lämmitysmuoto vaihtelee muita rakennustyyppijä enemmän, ja E-lukuvaatimusten kiristämällä on vaihteleva vaikutus lämmitysmuodosta riippuen. Maalämpöä hyödyntävät rakennukset pääsevät jo nyt ehdotettuun rajaan, kun taas sähkölämmitteisille taloille saatetaan tarvita merkittäviä energiatehokkuuden parannuksia.

Toiseksi suurin ryhmä on asuinkerrostalot, joiden osuus uudisrakennusten energiantarpeesta on 28 %. Valtaosa uusista kerrostaloista käyttää kaukolämpöä, jolloin ne pääsevät jo nykyisellään lähellä ehdotettua E-lukurajaa. Tästä johtuen kerrostaloista syntyvät päästösäästöt

päästöissä johtuvat pääosin muutoksista sähkön ja kaukolämmön kulutuksessa. Niiden keskinäiseen suhteeseen vaikuttaa talojen energiatehokkuustoimenpiteiden oletusten lisäksi laskentamenetelmä, jolla yhteistuotannon päästöjä jaetaan. Työssä käytetty hyödynjakomenetelmä antaa sähköntuotannolle kaukolämpöä suuremman primäärienergi- ja päästökertoimen.

Päästövaikutuksia on mielekäästä tarkastella koko maan tasolla vasta kun uusien määräysten mukaisia taloja on rakennuskannassa enemmän. Vuonna 2030 energiatehokkaampia uusia taloja on rakennettu 10 vuotta, ja niiden energiankulutus on lähtöoletuksen mukaisesti 3,8 TWh. Toisaalta keskimääräiset päästökertoimet laskevat vuodesta 2020 vuoteen 2030, jolloin absoluuttinen päästösäästö energiatehokkuustoimista on joka vuosi hieman edellistä pienem-

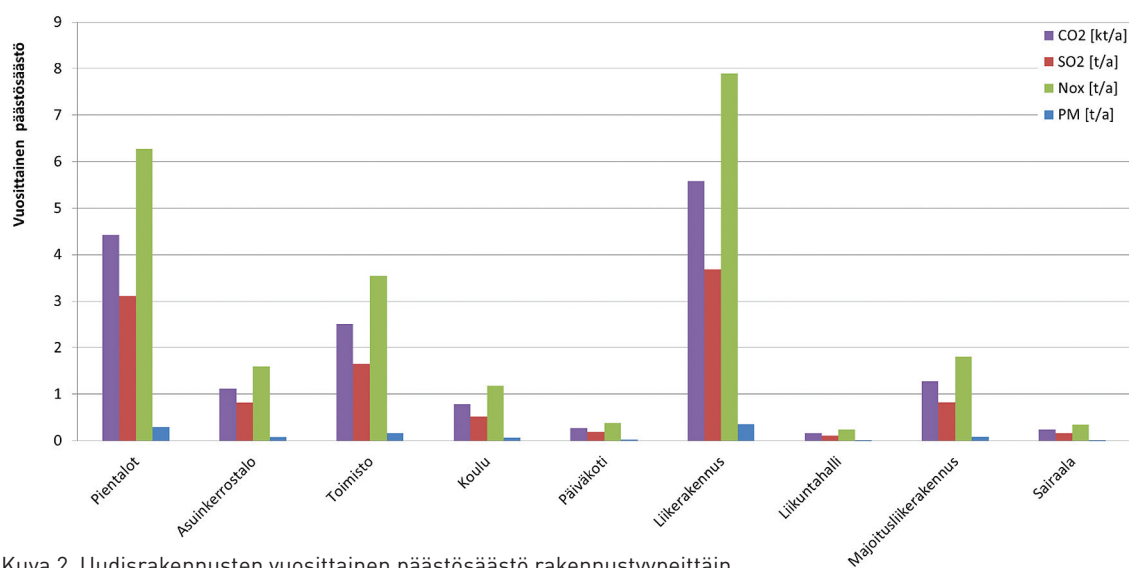
pi. Vuonna 2030 peruslinjan ja FlnZEB-tasojen tuomat päästöt yhden vuoden ajalta olisivat koko kannassa **taulukon 3** mukaiset. Keskimääräisen suomalaisen hiilidioksidipäästöt vuonna 2013 olivat 9,8 t/a (Seppälä ym. 2009), josta asumisen osuus oli 3,5 t/a. E-luvun

Tarkastelussa oletettiin, että E-lukumuutokset eivät vaikuta takkojen käyttöön, ja myös vaikutukset pellettikatiloihin olivat vähäisiä. Tällöin muutokset hiukkaspäästöissä syntyvä pääasiassa sähkön ja kaukolämmön tuotannon kautta. Tehokkaasta poltosta ja suodat-

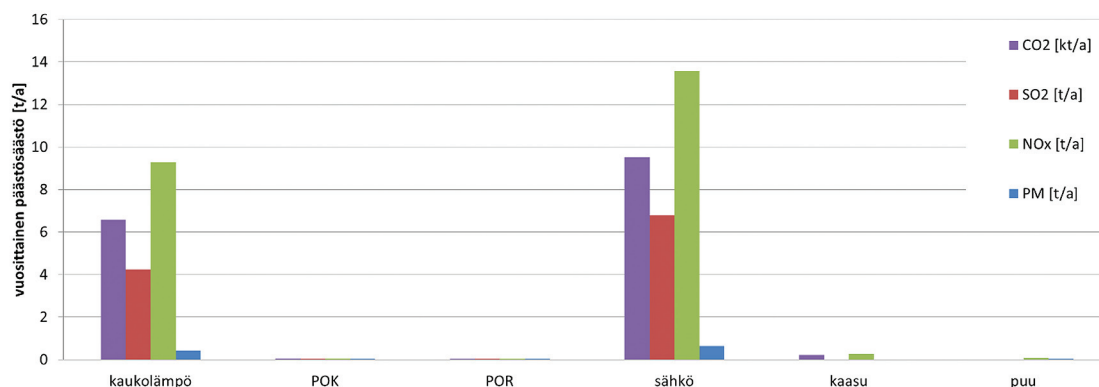
vastaavat noin promillea Suomen arvioituista kokonaispäästöistä vuonna 2030 (Suoheimo ym. 2015), eivätkä ne mainittavasti vaikuta ekosysteemien kriittisten tasojen ylityksiin. Päästövähennykset ovat koko maan mittakaavassa alhaiset vielä vuonna 2030, sillä tarkastelun uu-

Taulukko 3. Tarkasteltujen rakennusten päästöt vuonna 2030

	CO2 [kt/a]	SO2 [t/a]	NOx [t/a]	PM [t/a]
Peruslinja	425	180	730	7
FlnZEB-taso	339	146	600	6
Päästösäästö	86	34	130	1



Kuva 2. Uudisrakennusten vuosittainen päästösäästö rakennustyypeittäin (vuoden 2020 päästökertoimilla).



Kuva 3. Uudisrakennusten vuosittainen päästösäästö polttoaineittain (vuoden 2020 päästökertoimilla).

tiukentamisen myötä syntyvät vuosittaiset päästövähennykset (86 kt) vastaisivat nykytilanteessa siis noin 25 000 ihmisen asumisen päästöjä. Jos asumisen hiilidioksidipäästöjen oletetaan tulevaisuudessa laskevan sähkön ja kaukolämmön päästökertoimien mukaisesti, vastaisi CO₂-vähennys noin 65 000 ihmisen asumisen päästöjä vuonna 2030.

timista johtuen voimalaitosten päästökertoimet ovat jo nyt alhaisia, ja ne laskevat vielä tulevaisuudessa. Koko Suomen arvioitujen primäärihiukkaspäästöt vuonna 2030 ovat luokkaa 35 kt/a (Suoheimo ym. 2015). FlnZEB -vaatimustasojen tuomat päästövähennykset hiukkasille ovat alhaiset, eikä niillä ole oleellisia vaikutuksia hengitysilman hiukkaspitoisuuksiin. Samoin SO₂- ja NO_x-päästövähennykset

disrakennukset kattavat rakennuskannasta vasta pienen osan. Kuitenkin koko rakennuskannan osuus nykyisestä energian loppukäytöstä Suomessa on noin 30 % (Vehviläinen ym. 2010), joten pidemmällä aikavälillä muutokset rakennuskannan energiatehokkuudessa ovat merkittävässä roolissa päästöjen vähentämisessä.

Puunpoltto lisää päästöjä

Työssä ei mallinnettu mahdollisia muutoksia lämmitystapavalintoihin. Biomassalla on kuitenkin alhainen kerroin E-luvun laskennassa, jolloin sen suosio voi kasvaa vaatimusten tiukentuessa. Erityisesti sähkö- ja öljylämmitteiset talot saisivat alennettua E-lukuansa lisäämällä arviota varaavan takan vuosittaisesta lämmöntuotannosta. EU:n määritelmässä lähes nollaenergiataloille korostettiin paikan päällä tuotettua uusiutuvaa energiaa, joka Suomessa olisi luontevaa tehdä puun polttoa lisäämällä. SYKE selvitti jatkohankkeessa terveysvaikutuksia vuonna 2050, jos nykyisen E-luvun laskennassa käytettyä ylärajaa takan käytölle (2000 kWh/a hyötyenergiaa) nostettaisiin kaksinkertaiseksi joko kaikissa tai vain sähkölämmitteisissä uusissa pientaloissa. Laskentaesimerkissä oletettiin, että E-luvun maksimi kuvaa suoraan ihmisten todellista puunkäyttöä.

Tarkasteltujen rakennusten takoista syntyisi pienhiukkaspäästöjä vuodessa 350 – 700 tonnia (sallitun maksimikäytön ollessa 2000 – 4000 kWh/a). Käytön tuplaantuessa hiukkaspäästöjen kasvu olisi paria kertaluokkaa suurempi kuin säästöt jotka syntyisivät aiemmin tarkastelluista FlnZEB-parannuksista. Päästöjen mallinnettu vaikutus hengitysilman pienhiukkaspitoisuuksien kasvuun on esitetty **kuvasa 4**. Tällä hetkellä mitatut taustapitoisuudet Suomen taajama-alueilla ovat tyypillisesti noin 7 – 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääasiasa kuvan 4 pitoisuudet ovat tapauksessa a) luokkaa < 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tapauksessa

c) < 1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Päästöt keskittyvät pitkälti isoimpien asutuskeskusten ympärille, ja ne nostaisivat pienhiukkasten taustapitoisuuksia näillä alueilla noin 1 – 10 %.

Esimerkin perusteella voitiin todeta, että myös modernien, verrattain vähäpäästöisten varaavien takkojen käytöllä on vaikutusta hengitysilman pienhiukkaspitoisuuksiin. Peruslinjan mukaiset lisälämmityksen päästöt uusissa pientaloissa vaikuttavat jo havaittavasti väestön altistumiseen ja tuovat terveyshaittoja. Kun otetaan lisäksi huomioon, että puun poltosta syntyy myös kasvihuonekaasuja ja muita ilmastoon vaikuttavia päästöjä, kuten ilmakehää lämmittäviä nokihiukkasia, on ympäristövaikutusten kannalta perustellumpaa keskittyä rakennusten energiantarpeen vähentämiseen kuin puupolttoaineiden osuuden kasvattamiseen.

Omavaraisenergiaa verkkoon?

Lähes nollaenergiarakentamisen kansallisessa lainsäädännössä määrätään myös mahdollisuudesta hyväksilukea verkkoon syötettyä, uusiutuvaa omavaraisenergiaa E-luvun laskennassa. Hankkeessa arvioitiin ympäristövaikutuksia esimerkkitarkastelussa, jossa vertailtiin FlnZEB-tason mukaista, sähkölämmiteistä omakotitaloa ja nykyisen E-luvun täyttävää omakotitaloa, joka lisäksi tuotti aurinkosähköä oletetun maksimipotentiaalin mukaisesti. Talo käytti tuottamaansa omavarais sähköä mahdollisuuksien mukaan ja myi loput verkkoon. Esimerkin perusteella todettiin, että ulosviedyn sähkön sys-

teemivaikutus on hyvin tapauskohtaista. Siitä ei voida sanoa lähtökohtaisesti seuraavan ympäristöhyötyjä, toisin kuin kustannustehokkaista energiatehokkuustoimenpiteistä. Verkkoon syötetyn omavaraisaurinkoenergian lukeminen hyväksi E-luvun laskennassa olisi järkevää, jos se pystyy tukemaan sähkömarkkinoiden joustavuutta ja parantamaan kysynnän ja tarjonnan tuntikohtaista kohtaamista.

LÄHTEET

FlnZEB, 2015, Kansallisen FlnZEB-hankkeen verkkosivut, Saatavilla: www.finzeb.fi, Luettu 18.4.2016.

Karvosenoja N. 2008. Emission scenarios model for regional air pollution. Väitöskirja. Monographs Boreal Environ. Res. 32.

Savolahti M., Mattinen M., Heljo J. & Kopsakangas-Savolainen M. 2015. Lähes nollaenergiarakentamisen ympäristövaikutusten arviointi. Suomen ympäristökeskus, 15.12.2015.

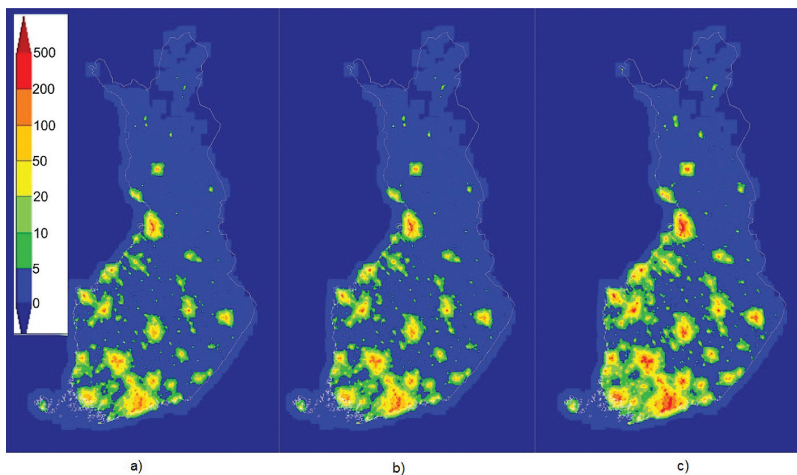
Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M., Virtanen, Y., 2009, Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla, Suomen ympäristö 20/2009.

Suoheimo P., Grönroos J., Karvosenoja K., Petäjä J., Saarinen K., Savolahti M. & Silvo K. 2015. Päästökattodirektiiviehdotuksen ja keskisuuren polttolaitosten direktiiviehdotuksen toimeenpanon vaikutukset Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2015

TEM (Työ- ja elinkeinoministeriö), 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto. 8/2013

Ympäristöministeriö, 2012, Rakennusten energiatehokkuus, Määräyksen ja ohjeet 2012, D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Saatavilla: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma, luettu 13.11.2015

Ympäristöministeriö, 2012b, Rakentamismääräyskokoelma, Saatavilla: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarays-kokoelma, luettu 18.4.2016



Kuva 4. Mallinnetut PM2.5-pitoisuudet [ng/m^3] vuonna 2050, jos vuoden 2012 jälkeen rakennetut pientalot saavat takasta hyötyenergiaa a) 2000 kWh/a, b) 2000 kWh/a, paitsi sähkölämmitteisissä rakennuksissa 4000 kWh/a ja c) 4000 kWh/a.



Juhani Laurikko, johtava tutkija, VTT

Uusia ulottuvuuksia pakokaasupäästöjen mittaamisessa - WLTP ja Real Driving Emissions (RDE)

Moottoriajoneuvojen tuottamat pakokaasupäästöt ovat merkittävä ilmaa likaavien päästöjen lähde mikäli niitä ei puhdisteta tehokkaasti. Siksi autoilta vaaditaan tyypin hyväksyminen, jonka yhteydessä todetaan, etteivät päästöt ylitä sallittuja enimmäismääriä. Viime aikoina on julkisuudessa kuitenkin moitittu nykyistä menettelyä puutteelliseksi, ja siihen onkin tulossa joukko merkittäviä parannuksia.

Exhaust emissions from motor vehicles are a major source of air polluting emissions, if the exhausts are not effectively treated. Therefore, cars must undergo a type-approval process, which confirms that the emissions do not exceed maximum permitted levels. Recently, however, the current procedure has been publicly criticized as being inadequate, and a significant number of improvements are expected in the near future.



Nykyinen tyypin hyväksymismenettely on liian helppo

Hyväksymistesteihin liittyvien menettelyjen peruseriaatteen ovat pysyneet lähes ennallaan jo runsaat neljäkymmentä vuotta, mutta moottori- ja etenkin säätötekniikan voimakas kehitys on tuonut mittaamiseen runsaasti uusia haasteita. Myös kokeen ehkä oleellisin osatekijä eli ajo-ohjelma on saanut osakseen runsaasti kritiikkiä, koska se ei vastaa autojen todellista ajamista, vaan on liian ”helppo”, jolloin päästöt todellisessa liikenteessä voivat olla paljon suuremmat kuin testitilanteessa. Viimeisin käänne tapahtui vuoden 2015 syksyllä, kun Volkswagenin todettiin asentaneen miljoonin autoihin järjestelmän, joka tunnisti auton olevan pakokaasutestissä, ja silloin moottorinohjauksessa käytettiin aivan toisenlaista ohjelmaa kuin silloin, kun autolla ajettiin normaalisti liikenteessä. Siten päästöt olivat testitilanteessa täysin hyväksyttävät, mutta todellisuudessa paljon korkeammat. Myös monia muita valmistajia on myöhemmin syytetty liiallisesta ”adap-

tiivisuudesta”, ts. autot on tarkkaan sovitettu toimimaan hyvin juuri testisyklissä, ja jotkut ovat vapaaehtoisestikin myöntäneet syyllistyneensä tulosten manipulointiin.

Nyky muodossaan säädökset eivät siis ole toimivia, mikä on nähty myös taajamailman epäpuhtauspitoisuuksien, etenkin NO₂:n, pysymisenä verrattain korkeina, vaikka uusien autojen NO_x-päästöarvoja on vuosien mittaan kiristetty huomattavasti. Keskeinen päämäärä onkin jo useamman vuoden ajan ollut uudistaa tyypin hyväksymistä ja siihen liittyvää pakokaasutestiä niin, että se antaisi paremmin todellisuutta vastaavan kuvan auton päästöistä. Samalla on myös haluttu vähentää erilaisten testien lukumäärää ja tavoitteeksi asetettiin ”yleismaailmallisen” testin määrittäminen nykyisten markkina-aluekohtaisten testien sijasta, jolloin yhdellä tyypin hyväksymisellä autoa voisi markkinoida globaalisti. Vaikka aluksi mukana olivatkin kaikki keskeiset automarkkinat, on Yhdysvallat jättäytynyt – ainakin toistaiseksi – pois kehitystyöstä, ja jatkaa siten vain omien FTP-säädösten soveltamista.

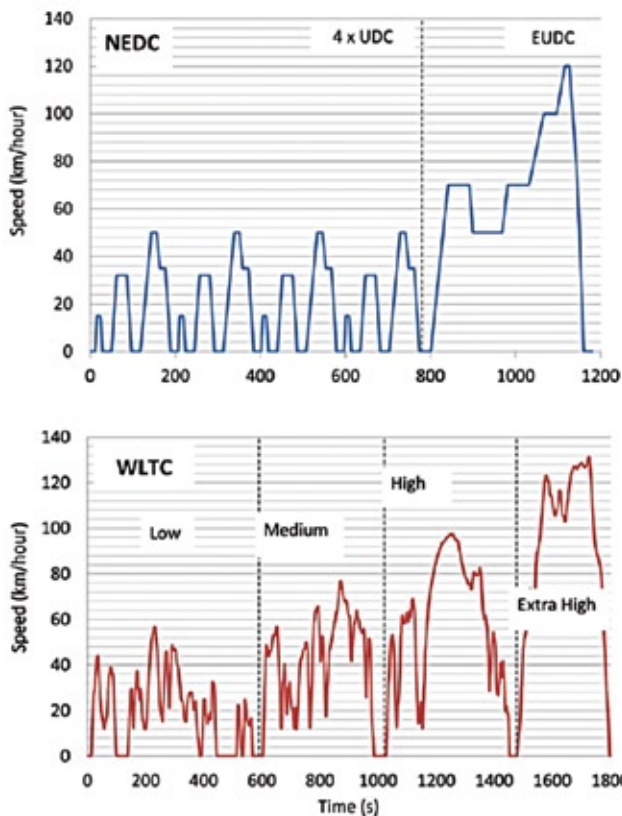
Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP)

Uudistusta valmistelemaan asetettiin YK:n alaisuudessa toimiva työryhmä ”Informal working group on Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP)”, joka kokoontui ensimmäisen kerran kesäkuussa 2008, ja ensimmäinen versio sen työn pohjalta laaditusta säädöksestä ”Global technical regulation No. 15: Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure” julkaistiin maaliskuussa 2014. Työ kuitenkin jatkuu edelleen, sillä moni asia on vielä lopullisesti sopimatta. Uuden säädöksen perustella uusia tyypin hyväksymisiä tulisi voida alkaa myöntää syyskuusta 2017.

Uusikin menettely pohjautuu samoihin käytäntöihin kuin nykyinen, eli mittaukset tehdään laboratoriossa, mutta mm. ajo-ohjelma tulee kokemaan suuren muutoksen, ja sen myötä testin ”ankaruus” lisääntyy. **Taulukossa 1** (sivu 18) on esitetty nykyisen ja uuden ajo-ohjelman pääparametrit, ja **kuvassa 1** (sivu 18) niiden nopeus-aika -kuvaajat. **Kuvassa 2** (sivu 18) on esitetty nyky muotoisen laboratoriolaitteiston periaatekuva.

Myös useat muut tekijät muuttuvat, kuten että auton oman massaan lisätään testimassaa laskettaessa nykyistä suurempi ja todellisesta kantavuudesta riippuva massa sekä lisävarusteiden massa. Merkittäviä muutoksia tulee myös niihin menettelyihin, joilla autojen ajovastukset määritetään, ja useimmat tunnetut ”porsaanreiät”, joilla tulokseen on nykyään voinut vaikuttaa, tukitaan. Näihin kuuluvat esimerkiksi erilaisten aerodynamiikan parantamiseksi korin saumojen yli tehdyt teippaukset ja jarrupalojen ”keventäminen”,

jolloin ne eivät missään olosuhteissa kosketa levyä ja aiheuta vastusvoimaa. Myös testeissä käytettäviä renkaita koskevia kohtia muutetaan niin, että rullauskokeilla tulisi päästä lähemmäs normaalien, sarjavalmistettujen autojen todellisia ajovastusarvoja. Ajovastusten määrittäminen on ratkaisevan tärkeää laboratoriokokeen onnistumiselle, koska niiden perusteella ohjelmoidaan autoa mittausten aikana kuormittavan dynamometrin toiminta.



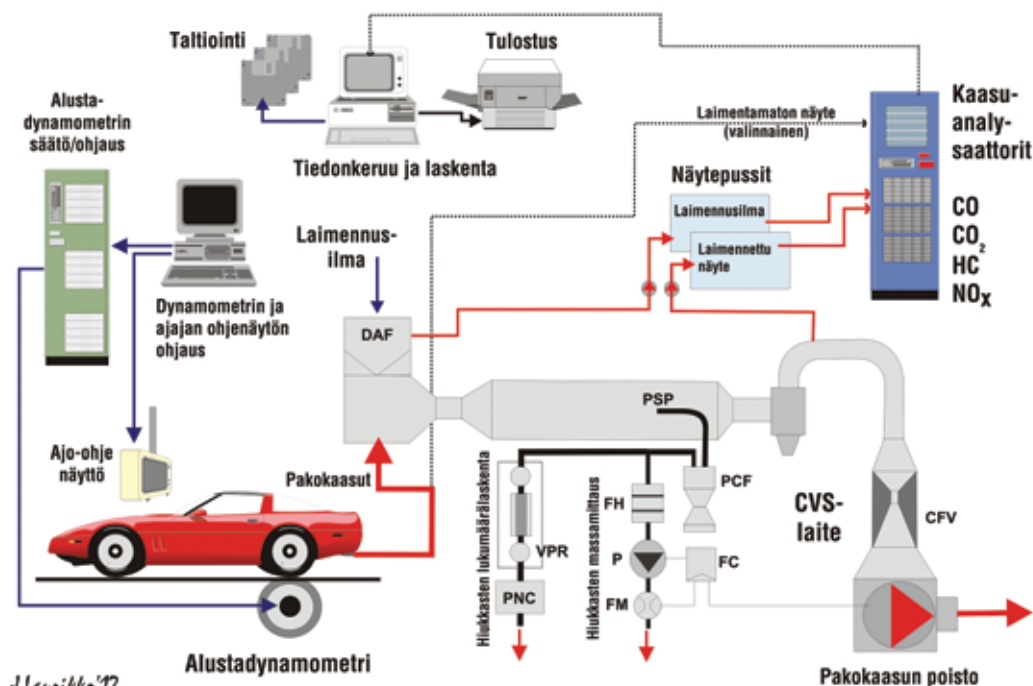
Millaisia sitten ovat "todellisen ajon" päästöt?

Auton polttoaineen kulutuksen ja sen tuottamien pakokaasupäästöjen määrittäminen on lähtökohtaisesti erittäin haasteellinen tehtävä. Haasteelliseksi sen tekee tosiasia, että polttomootorikäyttöisen auton toiminnassa "lähes kaikki riippuu kaikesta", sillä lopputulokseen vaikuttavat niin monet eri tekijät, että tilanne on miltei kaaottinen.

Teoriassa auton toiminnan yhtälö on varsin yksinkertainen: moottorin tuottama voima kuljettaa autoa eteenpäin ajajan kulloinkin määräämällä nopeudella, ja moottori käyttää polttoainetta mainitun tehon tuottamiseen, josta taas syntyy palamistuloksena erilaisia pakokaasukomponentteja. Käytännössä tilanne kuitenkin monimutkaistuu, koska liikenteen dynaamisuuden vuoksi ajonopeus vaihtelee, ja osa ajovastusvoimista sen mukana. Silloin muuttuu myös hetkittäinen tehon tarve ja moottorin toiminta.

Polttoaineen kulutuksen ja siitä syntyvien päästöjen kannalta oleellista on moottorilta kullakin hetkellä otettava teho ja millaisella käyntinopeuden ja vääntömomentin yhdistelmällä tuo teho tuotetaan. Siihen taas vaikuttaa kulloinkin käytetty vaihde. Tehon tarve taas riippuu auton ajovastuksista, jotka puolestaan riippuvat auton ominaisuuksista, ajonopeudesta sekä kiihdytyksistä ja hidastuksista sekä mäkisyydestä. Ajon aikana yleensä nopeus vaihtelee, ja sen myötä myös ajovastusvoimat, jotka taas määrittävät kulloisenkin moottoritehon.

Moottorin toimintatila on siis lähes jatkuvassa muutoksessa, ja lopputulos syntyy summana hetkittäisten toimintatilojen tuloksista. Tällöin kuljettua ajomatkaa kohden kuluu vaihteleva määrä polttoainetta, ja vastaavasti erilaisten päästöjen määrät vaihtelevat, koska moottorin toimintatilasta riippuen samasta määrästä polttoainetta syntyy erilaisia määriä palamistuloksia. Ainoastaan hiilidioksidin määrä on lähes vakio, koska se riippuu vain polttoaineen sisältämästä hiilestä. Pientä vaihtelua voi siinäkin esiintyä, jos osa hiilestä tulee pakoputkesta muiden yhdisteiden mukana. Näin käy esimerkiksi kylmäkäynnistyksen jälkeen, kun epätäydellisestä palamisesta johtuen häkä- (CO) ja hiilivetypäästöjen (HC) määrät ovat jonkin aikaa normaalia suuremmat. Lopputulokseen vaikuttaa vielä pakokaasun puhdistuslaitteiston toiminta, joka pyrkii vähentämään haitallisten päästöjen määrää muuntaen niitä vaaratommampiin olomuotoihin. Niidenkin toiminta on usein ulkoilman ja pakokaasun lämpötiloista riippuvia, ja siten puhdistustulos vaihtelee ajo-olosuhteiden mukaan.



J. Laurikka '72

Todellinen liikenne on varsin monenkirjavaa

Todellinen liikenne on siis monenkirjava, ajassa usein varsin sattumanvaraisesti eli stokastisesti etenevä prosessi. Vaikka samalla autolla ajettaisiin pisteestä A pisteeseen B samaa reittiä toistuvasti, syntyy ajosuoritteiden välille varmasti hajontaa niin ajomatkan kuin ajoajankin suhteen, koska liikennetilanne vaikuttaa ajamiseen. Vielä enemmän hajontaa syntyy, jos ajaminen tapahtuu eri aikaan vuorokaudesta tai eri viikonpäivänä, koska monilla reiteillä myös viikonpäivät ovat liikenteellisesti erilaisia. Lisää vaihtelua tuottaa kulloinkin säätila, joka varsinkin Suomessa voi vaihdella paljon. Aivan eteläisimmässäkin Suomessa lämpötila voi vaihdella jopa 60 astetta, kun siirrytään talven kirpeistä pakkasista kesän helteisiin, ja vuoden kiertoon mahtuu kuivan kesäkelin lisäksi märkää, loskaista ja lumista tienpintaa. Ilman lämpötila ja kosteus vaikuttavat ilmanvastukseen, ja märkä, luminen tai sohjoinen tien pinta lisäävät nekin auton ajosvastusta.

Tulokset vaihtelevat usein myös, jos sama reitti ajetaan toisin päin: pisteestä B pisteeseen A, koska niiden välillä voi esiintyä korkeuseroja. Kaikki nämä tekijät vaikuttavat auton liikuttamiseen tarvittavan energian määrään ja hetkittäisen tehon tarpeeseen. Jos autolla on myös eri kuljettajia, kasvaa tulosten hajonta vielä entisestään, koska eri kuljettajien ajokäyttäytyminen samallakin ajoreitillä on erilaista, puhumattakaan siitä itsestäänselvyydestä, että jos sama suorite ajetaan erilaisella autolla, on tulos varmasti taas toisenlainen. Ja jos siis jo yhden pisteestä A pisteeseen B ajettavan reitin tuottamat päästöt voivat vaihdella hyvinkin paljon eri tekijöiden vaikutuksesta, mikä sitten on tilanne, kun näitä reittejä on lähes rajattomasti erilaisia?

Real-Driving Emissions (RDE) -testi täydentää laboratoriomittauksia mutta ei korvaa niitä

Vaikka usein mittauksia ”todellisessa liikenteessä” peräänkuulutetaan korvaamaan laboratoriossa tehtyjä kokeita, koska niitä pidetään jotenkin liian ”steriileinä ja keinotekoisina”, on se edellä kuvatuista syistä käytännössä aivan mahdollonta. Jotta mittausten tuloksilla olisi jonkinlainen tarkkuus ja toistettavuus niin, että niitä voitaisiin käyttää päästöjen määrän sääntelyssä, pitää useita muuttujia kiinnittää, tai asettaa niille riittävän tiukka vaihteluväli. Ympäristöolosuhteista tärkeimmät ovat ilman lämpötila ja kosteus, ja niiden hallinta ei ole mahdollista kuin laboratoriossa.

Myös ajosuorite tulee vakioida, mutta ajo-ohjelma voi – ja sen tulee olla – olla nykyistä monipuolisempi, ja siten paremmin ”oikeata” liikennettä vastaava. On myös ehdotettu, että ajo-ohjelma voisi olla sisällöltään muuttuva, tai ainakin joku sen jaksoista vaihtelisi niin, että se koostettaisiin kulloistakin autoa ja mittausta varten erityisestä tietokannasta, josta satunnaisesti ”arvottaisiin” ko. jaksoon mukaan tulevat kuorimitustilanteet. Tällöin estettäisiin auton liiallinen optimointi tunnettuun sykliin.

Huolimatta lukuisista parannuksista, joita uusi WLTP menetelmä tuo mukanaan, laboratoriossa voidaan silti jäljitellä vain pientä osaa ajamisen monimuotoisuudesta. Siksi EU:ssa

on katsottu aiheelliseksi ottaa käyttöön myös ns. ”Real-Driving Emissions” (RDE) -testi täydentämään laboratoriomittauksia. Se suoritetaan käyttäen autoon asennettavaa ”portable emissions measurement system” (PEMS) laitteistoa (kuva 3).

RDE-testin tarkka määrittely on vielä kesken, mutta tämän hetken tiedon mukaan testissä pyritään ajamaan mahdollisimman monipuolisessa mutta normaalissa liikenneympäristössä, joka sisältää erilaisia katu- ja tietyyppejä, mieluiten tasaosuuksina, ja vähintään 16 km matka kutakin kolmea päätyyppiä (katu, maantie, moottoritie). Koko ajon ohjeellinen pituus on suunniteltu olevan 90 – 120 minuuttia. Sääolosuhteiden tulisi olla normaalit (lämpötila 0° ... +30 °C, tien pinta kuiva), ja ajon alku- ja loppupisteiden korkeusero ei saisi olla suurempi kuin 100 m, eikä ajon aikana tulisi käydä yli 700 m korkeudessa merenpinnasta laskettuna, sillä absoluuttinen korkeus vaikuttaa moottorin toimintaan imuilman paineen kautta, ja korkeusero taas vaikuttaa tuloksiin potentiaalienergian kautta. Testi on tarkoitettu ajaa yhtäjaksoisena, mutta tallenteesta voidaan ex post-analyysissä poistaa joitain osuuksia, jos niissä ajaminen todetaan poikkeavaksi, esim. kiihdytykset ovat poikkeuksellisen voimakkaita.

Vaikka RDE-mittauksessa on periaatteessa mahdollista mitata kaikkia säänneltyjä päästökomponeentteja, on toistaiseksi päätetty, että ainoastaan NOx ja hiukkasten lukumäärä (PN) ovat tarkkailtavia, ja niille on asetettu ns. yhdenmukaisuustekijä (conformity factor, CF), joka määrää, kuinka paljon mittauksessa havaittu päästö voi poiketa raja-arvosta, eli mikä on päästöjen ns. ”not to exceed” (NTE) -taso. RDE:n käyttöönotto on sovittu aloitettavan niin, että CF on aluksi 2.1 eli suurin sallittu päästö on 110 % suurempi kuin tyyppihyväksymisen raja-arvo, ja toisessa vaiheessa, joka alkaa tammikuussa 2020, CF on 1.5, eli suurin sallittu päästö on 50 % suurempi kuin tyyppihyväksymisen raja-arvo. Tämä 50 % vastaa mittaustavan epävarmuutta.

PEMS-laitteistoa hyödynnetään jo nyt raskaiden ajoneuvojen tyyppihyväksymisessä (EURO VI), jossa sillä mm. todetaan että päästöjen valvontalaitteisto (EOBD) toimii tarkoitettulla tavalla, ja että päästöt ajossa eivät nouse missään tilanteessa ylisuuriksi.

YHTEENVETO

Henkilöautojen tyyppihyväksymiseen liittyvä mittaaminen siis monipuolistuu, ja tuloksien pitäisi olla edustavampia autojen todelliseen käyttöön verrattuna, kun koesykli uudistuu nykyistä huomattavasti dynaamisemmaksi. Liikenne on kuitenkin niin monimutkainen ja jopa kaaottinen, ettei ole mahdollistakaan määrittää, mitkä ovat auton ”todelliset päästöt”, koska niin monet osatekijä vaikuttavat lopputulokseen. Joka tapauksessa uusi, liikenteessä ajettava osake (RDE) tuo aivan uuden ulottuvuuden, ja tekee yhä vaikeammaksi ”räätäliä” auto toimimaan päästöjen kannalta hyvin vain testitilanteissa.

LÄHTEET

Alessandro Marotta, Jelica Pavlovic, Biagio Ciuffo, Simone Serra, and Georgios Fontaras; Gaseous Emissions from Light-Duty Vehicles: Moving from NEDC to the New WLTP Test Procedure. Environ. Sci. Technol. 2015, 49, 8315–8322.



Ilmansuojeluyhdistys juhli pyöreitä vuosia Helsingin kattojen yllä



Ilmansuojeluyhdistyksen 40-vuotisjuhlia juhlittiin 15.4.2016 Ravintola Kaarteessa, josta oli upeat näkymät Helsingin yli. Päivä aloitettiin vuosikokouksella, joka sujui sutjakasti yhdistyksen varapuheenjohtaja Anu Kousan johdolla. Vuosikokouksen jälkeen aloitettiin juhlaseminaari kahvituksen saatteamana.

Juhlaseminaarin avasi Suomen ympäristökeskuksen erikois-tutkija ja ISY:n entinen puheenjohtaja **Kaarle Kupiainen**. Ensimmäisen puheenvuoron käytti myös ympäristöministerinä aiemmin toiminut europarlamentaarikko **Sirpa Pietikäinen**. Pietikäinen puhui laajasti ilman ja ilmastonsuojelusta EU:n tasolla. Pietikäinen esitti Ilmansuojeluyhdistykselle kysymyksen, voisimmeko olla mukana perustamassa ympäristöterveysyhdistystä? Euroopassa ympäristöterveysyhdistykset toimivat merkittävänä lobbarina ja ilmansuojeluasioiden edistäjänä, mutta Suomessa ei vielä ole vastaavaa yhdistystä. Tässäpä Ilmansuojeluyhdistyksen jäsenistöllekin pohdittavaa.



Seuraavaksi ISY:n pitkäaikainen toimija, ympäristöneuvos **Esa Tommila** esitteli kattavasti teollisuuden roolia ilmansuojelussa. Ilmansuojeluyhdistyksellä on ollut merkittävä rooli luottamuksen valamisessa ympäristöhallinnon ja teollisuuden välille. ISY avasi dialogin eri tutkimuslaitosten, hallinnon ja teollisuuden välille. Lisäksi Tommila muistutti että vaikka suomalaiset suitsuttavat paljon cleantechiä, on alalla nykyään todella kova kilpailu. Ei riitä yksin, että me suomalaiset osaamme toimia cleantech-sektorilla, sillä niin osaavat monet muutkin. Cleantech -yritysten työmotivaatio on siis pidettävä korkealla.

Sirpa Salo-Asikainen johdatti kuulijat ympäristöhallinnon ja sääntelyn kehitykseen. Salo-Asikainen pohti puheenvuorossaan sitä, että ympäristövaikutusten arvioinnilla on suuri vaikutus siihen miten hallinnossa voidaan edistää ympäristönsuojelua ja ilmansuojelua, mutta toisaalta myös kuluttajilla on suuri voima. Kuluttajat pitäisi saada toimimaan kyselytutkimuksessa ilmoittamiensa arvojen mukaisesti. Salo-Asikainen jätti ilmaan kysymyksen voisiko ISY olla tässä mukana vaikuttamassa?

VTT:ssä työskentelevä Tutkimusprofessori **Nils Olof-Nylund** puolestaan johdatti kuulijat päivän polttavaan aiheeseen, eli diesel-ajoneuvojen päästöskandaaliin. Volkswagen-skandaa-

lin seurauksena dieselautojen maine koki kovan kolauksen. Mielenkiintoista on kuitenkin se, että huijausohjelmalla ei Olof-Nylundin mukaan ole suurta vaikutusta hiukkaspäästöihin, eri autonvalmistajien välillä ei juuri ole eroa testissä. Olof-Nylund korosti myös sitä, ettei nyt pinnalle noussut huijaus ollut suinkaan ensimmäinen laatuaan, vaan päästöhuijauksia on tehty jo pitkään. Ajoneuvojen testausmenetelmät tulevat muuttamaan vuonna 2017, jolloin mittausmenetelmillä kyetään todennäköisesti toteuttamaan tarkempia mittauksia.

SITRA:n Hiilineutraali teollisuus -avainaluetta johtava asiantuntija, **Tiina Kähö**, muistutti kuulijoita siitä että uusiutuvan energian investoinnit tulisi noin nelinkertaistaa jos haluamme

pysyä nykyisissä globaaleissa ilmastotavoitteissa. Kähön esityksessä pysäyttävintä oli tieto siitä, että 75% Suomalaista yrityksistä näkee hiilineutraaliuden strategisena kilpailuetuna, mutta tästä huolimatta yrityksille ei ole tärkeää uusien clentech -ratkaisuiden kehittäminen, uusille markkinoille tulo ja uusien markkinoiden luominen. Onko ihme, ettei Suomen talous kukoista? Kähö korosti, että tarvitsemme kunnianhimoisia tavoitteita, sekä erilaisia kokeiluja, innovaatioita ja liiketoimintamalleja menestyäksemme.

Ilta jatkui seminaarin päätteeksi illallisella, jonka menut oli teeman mukaisesti suunniteltu ilmastoystävällisiksi. Illallisen aikana Sun trio -bändi soitti musiikkia, ISY:n aktiiveja

palkittiin heidän työstään yhdistyksen hyväksi, puheita pidettiin ja muisteltiin ISY:n historiikkaa. Myös ISY:n ensimmäistä puheenjohtajaa, **Alec Estlanderia**, onneltiin hänen tuoreesta ympäristöneuvoksen arvonimestään ja myös itse ympäristöneuvos piti puheen.

Lämmin kiitos kaikille osallistujille, puhujille ja kaikille juhlan järjestelyihin osallistuneille, tästä on hyvä jatkaa matkaa kohti ISY:n 50-vuotisjuhlia.



**40-vuotiaasta
Ilmansuojelu-
yhdistystä
onnittelevat yhdistyksen
pitkäaikaiset yhteistyö-
yritykset ja kumppanit**



ILMATIETEEN LAITOS



LUT
Lappeenranta
University of Technology



ISYn taival salaseurasta ympäristövaikuttajaksi

ISYn alkutaipaleesta puhuttaessa on syytä aloittaa jo ”Ennen Ajanlaskumme Alkua”, tarkemmin sanoen noin 2,5 vuotta ennen ISYn perustamista. Kuten kaikilla kauniilla taivaalla lentelevillä perhosilla myös ISYllä oli kotilovaihe. Sen nimi oli RIY eli Raittiin Ilman Ystävät. RIYn ja samalla myös ISYn syntysanat lausuttiin lokakuussa 1973 Reinin jokilaivan takakannella maailmanlaajuisen IUAPPAn ilmansuojelukongressin yhteydessä. Takakannella tapasivat noin tusinan verran mukana olleita suomalaisia, ja jostain ilmestyi viskipullo, joka kahden kierroksen jälkeen oli tyhjä. Siinä vaiheessa joukkomme Joukahainen loihe lausumahan: ”Voitaisiin ehkä tavata kotimaassakin!”

RIY, joka oli 12 henkilön aktiivinen ”salaseura”, aloitti toimintansa heti syksyllä 1973. RIY:n suurin saavutus oli saada rahoitus KTM:n (nykyisen Elinkeinministeriön) niin kutsutuista TTT-rahoista Prahankeskustusta varten. Siellä oli siihen aikaan, paitsi huikeita IS-ongelmia, hyvin järjestäytynyt mittaus- ja valvontakoneisto. Isäntämme **Jirsi Nikovar** kierrätti meitä huhtikuussa 1975 pitkin Prahankeskustusta ja Tšekkoslovakian ilmansuojelunähtävyyksiä. Joukkomme valpas insinööri laski ripeästi lasikuvalla yhden näkemämme 300-metrin piipun rikkipäästöt, ja päätyi lukuun joka ylitti Suomen silloiset päästöt.

Pian todettiin että RIY ei riittänyt ilmansuojelun toimijoille, vaan laajempaa yhdistystä varten perustettiin työryhmä, joka laati ehdotukset säännöiksi ja muuksi tarpeel-

liseksi. ISY kuoriutui sitten toukokuussa 1976 komeissa puitteissa Säätytalolla. Noin 30 ilmansuojelun aktiivia päättivät perustaa ISY:n. Ensimmäinen hallitus, kuten seuraavakin, koostui valtion, kuntien, tutkimuksen, teollisuuden ja konsulttien edustajista, eli hyvin monipuolisesti, jopa monitieteisesti. Vaikka monella kyllä oli luonnontieteellinen tausta, jopa insinöörimäinen.

Kun RIYn aikaan todettiin että sihteeri asui kokouspaikalla ISY oli demokraattisempi, ja piti kokouksia tasapuolisesti kaikkien hallituksen jäsenten kotona. Tarjoilustandardi, ei kuitenkaan SFS:n vahvistama, oli koppa olutta ja kasa voileipiä. Näillä eväillä ISY lähti lentoon, ja ollakseen perhonen, varsin määrätietoisesti ja pitkäikäisesti. Jo vuonna 1977 ISY vaikutti voimakkaasti alan koulutuksen järjestämiseen. Yhtestytahoja olivat Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus INSKO, Kaupunkiliitto ja tietysti Lappeenrannan kesäyliopisto, joka oli aloittanut suositujen Ilmansuojelupäivien järjestämisen. Seuraavana vuonna Lääkintöhallitus pyysi

ISYä kantamaan päävastuun ilmansuojelun koulutuksen järjestämisestä muun muassa terveyshallinnon henkilöstölle vuonna 1979. Mikä vastuu nuorelle perhoselle!

ISYn jäsenmäärä nousi reippaasti ja oli jo vuoden 1976 lopulla 48, eli tasan 96 % asetetusta tavoitteesta. Vuosikymmenen vaihtuessa meitä oli jo 111. Vuoden 1979 helmikuussa ISY matkusti ensimmäiselle ulkomaan ekskursiolle, poliittisesti korrektisti itään eli Moskovaan. Mukana kuusipäiväisellä matkalla oli peräti 29 ISYläistä, eli yli neljännes jäsenistöstä. Meidät otettiin Hydrometeorologian laitoksen tohtori **Aleksei Rjaboshapkon** johdolla vastaan kuin virallinen valtuuskunta. Ohjelma oli hyvä, monipuolinen ja vilkas sekä päivisin että iltoisin. Päivisin käytiin tärkeissä kohteissa kuten eräällä laajassa ympäristönäyttelyssä, Aleksein työpaikalla ja Ostankinon TV-tornissa, jossa oli mittalaitteita.

Vuonna 1979 ISY järjesti myös kaksi kotimaan ekskursiota rohkeasti Suomen suurimmille päästölähteille eli Neste Oy:n öljynjalostamolle Sköldvikiin ja Imatran Voima Oy:n Inkoon kivihiilivoimalaitokselle. Mukana oli 15 ja vastaavasti 26 ISYn jäsentä.



Kuva RIYn ekskursiolta 1975 Tšekkoslovakialaisesta voimalasta jonka piipusta tuli enemmän rikkipäästöjä kuin kaikista Suomen lähteistä yhteensä.



Suomessa järjestetyn kansainvälisen IUAPPA-kongressin esitelmöintikutsu.

lisesti lepattaessa eteenpäin. Symbolinen piippu ja päästö, tai elämän puu, tai pilvi taivaalla, ehkä majakka ja perhonen, ovat ilmeisesti hyvin kuvanneet ISYn toimintaa.

ISY oli mukana Kansallisella ilmansuojeluviiholla jo syyskuussa 1977 sekä sen tiedotuslehdessä että Helsingin kaupungin järjestämässä ilmansuojelunäyttelyssä. Vuonna 1979 ISY pääsi mukaan Ympäristövuoden 80 valtakunnalliseen neuvottelukuntaan. Ja vuoden 1980 lopulla ISY aloitti

tärkeän tradition, pikkujoulujen viettäminen.

Tämä lieenee riittävä annos alkutaivalta. Selvää on että ISY hyvin pian oli merkittävä vaikuttaja Suomen ympäristönsuojelun kentässä. Kuten edellä kävi ilmi, tämä perustui tehokkaaseen verkostoutumiseen. Osattiin verkostoitua paljon ennen kuin sanasta tuli muoti-ilmiö. ISYn vaikuttajilla ja jäsenillä oli keskeisiä asemia Suomen ympäristötyössä, ja näitä kanavia käytettiin.

ISYn merkityksestä on jopa tieteellistä näyttöä. Ympäristöpolitiikan professori **Rauno Sairisen** väitöskirjassa vuodelta 2000 todetaan että ISY oli merkittävä yhteistyön ja konsensushengen luoja, mikä vaikutti muun muassa vuosina 1985-86 toimineen Rikkitoimikunnan harkittuihin esityksiin. Senkin jälkeen ovat esimerkiksi ruotsalaiset ympäristökollegat usein todenneet kateellisina miten hyvin meidän viranomaisemme ja teollisuuden edustajamme vaihtavat tietoja ja saavuttavat yhteisymmärryksen. Tässä yhteydessä on todettava että ISY oli mukana vaikuttamassa kun

Ruotsissa vihdoinkin vuonna 1992 saatiin synnytettyä oma Luftvårdsföreningen.

Haluan myös tuoda esiin ISY:n 40 ensimmäisen vuoden todellisia huippuhetkiä, jolloin ISY-perhonen on käynyt kaikkein korkeammalla. Ja sen merkitys on ollut suuri, jopa kansainvälisestikin. Ensimmäinen huippu oli kansainvälinen kymmenes IUAPPA-kongressi helteisinä alkukesän päivinä 1995, jolloin saimme 700 osanottajaa Dipoliin todella hyvän ohjelman ääreen. Oheisohjelma muun muassa kuksoineen ja kalaverkkoineen oli myös vaikuttava. Toinen oli 10 vuotta sitten painettu 280-sivuinen 30-vuotisjulkaisu ja historiikki ”Savuntarkastajista päästökauppiaisiin”. Tämä upea teos olisi hyvin voinut saada Tieto-Finlandian. Odotan innolla mitä uudet nuoret voimat aikanaan keksivät 50-vuotisjuhlaksi?

Samana vuonna järjestettiin kolme koulutustapahtumaa. ISY ja VTT toteuttivat yhdessä Otaniemessä seminaarin ”Autoliikenne ja ilman pilaantuminen”. Seminaari sai osakseen laajan osanoton eli 70 henkilöä, ja runsaasti muuta huomiota, myös tiedotusvälineissä. Lääkintöhallitus rahoitti kaksipäiväisen kurssin Kaupunkitalolla aiheesta ”Ilmansuojelutilanteen selvittäminen taajamissa”. Kolmas tapahtuma oli tässä vaiheessa jo perinteinen Lappeenrannan kaksipäiväinen ilmansuojeluseminaari, jonka teemoina olivat Ilmanlaatu-työryhmän mietintö sekä toimialoitaisen IS-työryhmän eli niin kutsuttu TIST-selvitys.

Tiedotus ja julkisuus olivat heti alusta tärkeitä. Jo vuoden 1976 syksyllä ilmestyi ensimmäinen Ilmansuojelu-uutiset nelisivuisena monisteenä. Sitä jaettiin ennen Kemian Päivien yhteydessä pidettyä syyskokousta. Seuraavana vuonna lehti ilmestyi jo neljä kertaa. Siinä esiteltiin ajankohtaisia uutisia, matkakertomuksia ja tiedotuksia sekä käytiin keskustelua. Yhdistyksen logo hyväksyttiin vuonna 1977 ja sitten se on säilynyt hyvin läpi erilaisten kehitysvaiheiden ja myrskyjen ISYn rauhal-



On loistavaa voida todeta että 40 vuotta sitten lentoon lähtenyt perhonen edelleen lepattaa vireänä ja aktiivisena, ajankohtaisia tuulia haistellen. Vaikutavuutta on ollut todella paljon. Ainoa lisäväri perhosen elämän tarkoitukseen joka vuosien mittaan on tullut mukaan, on aivan itseoikeutetusti ilmaston suojele. Edelleen on hyvin ajankohtainen alkuvaiheen hallituksen jäsenen tokaisu koko toiminnan kolmen kovan K:n tarkoituksesta ”Koulutus, Kontaktit ja Kivaa”. Kaikkia näitä hyviä K-asioita edistettiin myös ISYn 40-vuotispäivän erinomaisella ohjelmalla 15.4.2016.



Nordic Envicon hiukkaspäästöjä selvittämässä



Nordic Envicon Oy:n ilmanlaatuysikön asiantuntijat tutkivat ilman hiukkaspäästöjä erikoisalueenaan liikenteen ei-pakokaasuperäiset päästöt. Ilmanlaatu ja ilmasto -liiketoimintayksikkö on toiminut nykyisessä muodossaan vuodesta 1996. Tutkimuksen pääasiallinen kohde ja erikoisala ovat liikenteen päästöt, kaupunki-ilman epäpuhtaudet, katupölyn päästöt ja torjunta sekä hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten lähdearviot.



Kuva Rooa Ritola.

Nordic Envicon Oy on vuonna 1988 perustettu ympäristön tutkimuksen ja kunnostuksen palveluja tuottava yritys. Liiketoiminta muodostuu ilmanlaadun, erityisesti hiukkaspäästöjen tutkimuksesta, pilaantuneiden maiden kunnostuksesta ja kaatopaikkapäästöjen käsittelystä. Koko- ja osa-aikaista henkilökuntaa työskentelee Munkkivuoressa sijaitsevassa toimistossa ja kentällä yhteensä vajaa kymmenen henkilöä, joista kolme henkilöä työskentelee pääasiassa Ilmanlaatuysikölle, jota johtaa **Kaarle Kupiainen**.

Ilmanlaatuysikkö palvelee erilaisia asiakkaita

Vuosien varrella asiakkaitamme ovat olleet mm. kunnat ja teollisuus. Toteutuneissa hankkeissa on saatettu yksityiskohtaisimmillaan esimerkiksi analysoida yksittäisten partikkelien koostumusta ja lähteitä tai laajimmillaan mallinnettu kokonaisen katu ympäristön päästötilannetta.

Yksi tärkeistä työkaluista on Nordic Enviconin oma tutkimusajoneuvo Opel Vectra. Opel Vectraan on asennettu liikkuvaan mittaukseen soveltuva putkisto ja kaksi hiukkasmaitoria (TSI Dusttrak), jotka mittaavat PM-kokoluokan hiukkasia ajon aikana läheltä tien pintaa. Esikuvana ja mallina ajoneuvon rakennusvaiheessa toimi amerikkalaisten TRAKER-ajoneuvo (Testing Re-entrained Aerosol Kinetic Emissions, Etymetian ym., 2003). Mittausjärjestelmä soveltuu erityisen hyvin katupölytutkimukseen, sekä esimerkiksi renkaiden pölypäästöjen arvioimiseen. Vectralla onkin toteutettu useita rengasmitauskampanjoita erilaisissa hankkeissa, kuten esimerkiksi NASTA-tutkimusohjelmassa, josta on kerrottu muun muassa Ilmansuojelu-uutisten numerossa 2/2013. Vectralla voidaan

Ilmanlaatuysikön päällikkö Kaarle Kupiainen ja projekti-insinööri Anan Stojiljkovic tutustumassa mittaus- ja mallinnuskohteeseen Porvoossa (yhdessä Porvoon kaupungin yhdyskuntasuunnittelija Enni Flyktin kanssa).



Kuva Rooa Ritola.

Vectra mittausajoneuvo Suurmetsäntiellä Helsingissä eräessä REDUST-hankkeen mittauskampanjassa. (Etualalla tienvarressa samaan aikaan mittaava Dusttrak-mittalaite).

suorittaa myös laadun varmennusta esimerkiksi kadun puhdistustoimien yhteydessä (ennen ja jälkeen tilanteet).

Nordic Enviconin oma mittauslaitteisto on täydentymässä tänä vuonna Ruotsissa VTI:llä (Statens väg- och transportations forskningsinstitut, Ruotsin tie- ja liikennetutkimuslaitos) kehitetyllä Wet Dust Samplerillä (WDS), jolla on mahdollista ottaa näyte kuivalta tai märältä pinnalta (esimerkiksi tienpinta) ja analysoida tästä näytteestä hiukkaspitoisuus. WDS-laitteella on Ruotsissa tutkittu mm. kadunpuhdistuslaitteiston

tehokkuuksia, kadun poikkipinta-alan pölyisyyttä (katupölyn syntyminen ja kulkeutuminen). Omien mittauksen lisäksi Nordic Envicon tekee tiivistä yhteistyötä Metropolia Ammattikorkeakoulun kanssa ja analysoi aineistoa, joka on kerätty Metropolian Nuuskija-ajoneuvolla.

Nordic Enviconilaiset kävivät tutustumassa WDS+ laitteen prototyyppiin Ruotsin VTI:llä (kuvassa yksikön päällikkö Kaarle Kupiainen).



Kuva Ana Stojiljkovic.

Kotimaisia tutkimushankkeita on toteutettu erityisesti pääkaupunkiseutujen kuntien ja Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY) kanssa. Yhteistyö on ollut hedelmällistä ja tulokset puhuvat sen puolesta, että tutkimuksen hyödyt ovat siirtyneet myös käytäntöön. Pääkaupunkiseudulla vuosina 2011–2014 toteutettu katupölyhanke REDUST valittiin sadan hankkeen joukosta 25 parhaan LIFE+ -hankkeen joukkoon Euroopan komission ja jäsenmaiden arvioinnissa. REDUST-hankkeessa arvioitiin kunnossapidon keinoja katupölyongelman lievittämiseksi (www.redust.fi). Hankkeessa tutkittiin eri hiekoitusmateriaalien, puhdistusmenetelmien ja pölynsidonnan vaikutusta hengitettävän kokoluokan (PM10) katupölyn vähentämiseen sekä arvioitiin eri menetelmien kustannustehokkuutta. Parhaita katujen kunnossapidon pölyntorjuntakeinoja on otettu aktiiviseen käyttöön pääkaupunkiseudulla ja vaikutukset ilmanlaatuun ovat olleet myönteisiä. REDUST-hanketta koordinoi Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja yhteistyökumppaneita Nordic Envicon Oy:n lisäksi olivat Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY ja Metropolia ammattikorkeakoulu.

Hankkeita toteutetaan yhteistyössä myös pohjoismaisten viranomaisten ja tutkimuslaitosten kanssa. Parhailtaan selvitetään esimerkiksi kuinka suuri osuus hiekoituksella ja nastarenkaiden aiheuttamalla asfaltin kulumalla on kevään katupölyn lähteenä erilaisissa kohteissa. Tässä työssä suuressa roolissa on pohjoismainen NORTrip-katupölymalli, jonka kehitystyössä Nordic Enviconilaiset ovat olleet tiiviisti mukana vuosien varrella.

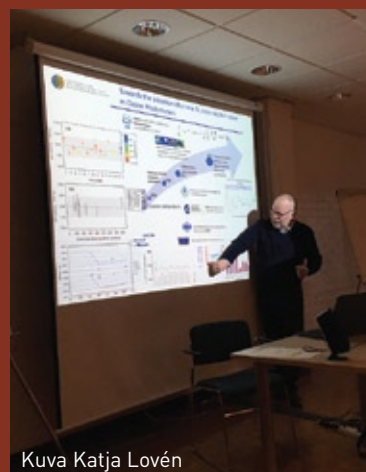


Katja Lovén, puheenjohtaja, Ilmansuojeluyhdistys

Mittaajatapaaminen Porvoossa kartanomiljöössä

Ilmanlaadun mittaajatapaaminen järjestettiin tänä vuonna Porvoossa Neste Oyj:n jalostamolla ja Haikon kartanossa 26–27.4.2016. Mittaajatapaaminen on ilmanlaadun mittajille tärkein vuotuinen koulutustapahtuma, jolla on pitkät perinteet. Tapahtuma järjestettiin nyt 22. kertaa. Ilmansuojeluyhdistys ry järjestää Mittaajatapaamisen yhteistyössä paikallisen Ilmanlaadun mittaavan tahon kanssa. Porvooseen saapui noin 60 ilmanlaadun mittauksen parissa työskentelevää asiantuntijaa keskustelemaan Ilmanlaadusta ja sen mittaamisesta. Ilmanlaadun mittaajatapaaminen kokoaa yhteen osallistujia hyvin laaja-alaisesti; tapahtumaan osallistui ympäristöhallinnon edustajia, ilmanlaadun asiantuntijoita, mittajia, laite- ja ohjelmistovalmistajia, viranomaisia, teollisuuden ja kuntien edustajia sekä konsultteja ympäri Suomea.

Tänä vuonna tilaisuuden esitysaiheet olivat käytännönläheisiä; osallistujat saivat kuulla mm. Ilmanlaatu-yhteistyöstä teollisuuden, viranomaisen ja asukkaiden kesken, ilmanlaadun mittausdatan käsittelystä sekä uudesta ilmanlaadun superasemasta ja muista uusista havaintomenetelmistä Ilmanlaadun seurannassa.



Kuva Katja Lovén

Ohjelmaan sisältyi mielenkiintoisten esitysten lisäksi myös kiertoaajelu Nesteen jalostamoalueella, mittalaitteen käyttö- ja huoltokoulutusta sekä illanviettoa ja asiantuntijakeskusteluita kauniissa kartanomiljöössä.



Kuva Seppo Heinänen

➔ Ilmansuojelussa tapahtuu



Ilmansuojeluyhdistys 41. Ilmansuojelupäivät 23. - 24.8.2016 Lappeenrannassa

Tänä vuonna päivillä kuullaan liikenteen päästöistä monesta eri näkökulmasta sekä ajankohtaisista ilmanlaatu-kuulumisia Euroopasta ja Intiasta.

Paneelin aiheena on rakentamisen energiatehokkuus - Onko rakennusten energiatehokkuus ilmanlaatua, ilmastolaatua vai ilman laatua? Puhujina päivillä muun muassa europarlamentaarikko Merja Kyllönen, VTT:n johtava tutkija Juhani Laurikko ja Ilmastopaneelin puheenjohtaja Markku Ollikainen.

Luvassa lisäksi paljon muita ajankohtaisia ja innostavia aiheita ja puhujia! Käy tutustumassa koko ohjelmaan.

Koulutuspaikkana Lappeenrannan Kaupungintalo (Villimiehenkatu 1).

Oletko kiinnostunut näyttelypaikasta? Ota yhteyttä koulutuskoordinaattori Ulla Hallakoskeen, ulla.hallakoski@fcg.fi tai 050 302 7712.

Tervetuloa Lappeenrantaan tapaamaan kollegoja ja kuulemaan alan ajankohtaisimmat puheenvuorot!

Ilmoittaudu päiville pian, ilmoittautumisaika päättyy 10.8.2016!

➔ Tarkemmat tiedot, ohjelma sekä ilmoittautumiset osoitteessa www.isy.fi.





JÄTE



VESI



YMPÄRISTÖ

JÄTE-, VESI- JA YMPÄRISTÖALAN TOIMIJAT KOHTAAVAT HELSINGISSÄ 12.-14.10.

Jäte, Vesi, Ympäristö 2016 -tapahtuma esittelee toimialojen tärkeimmät tuotteet ja palvelut. Alan ajankohtaisimmassa ammattitapahtumassa kohtaavat alan päättäjät ja tekijät, kollegat ja uudet tutut.

Varmistakaa oma paikkanne alan kärkitoimijoiden joukossa, ota yhteyttä:
myyntipäällikkö Antti Airaksinen, 040 905 2504, antti.airaksinen@messukeskus.com

Rekisteröidy kävijäksi veloituksetta jo nyt ja lue lisää tapahtumasta: jatevesiymparisto.fi

Avoinna: ke 12.10 ja to 13.10. klo 9-18, pe 14.10. klo 9-16

SAMAAN AIKAAN MYÖS:

FinnBUILD

Arena

INFRAEXPO

VIHERTEK





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

A background image showing a worker in an orange safety vest and helmet standing on a metal bridge or walkway, holding a long pole. The scene is hazy or foggy.

www.ax.fi

Toimintamme on
sertifioitu
ISO9001
standardin mukaisesti



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.

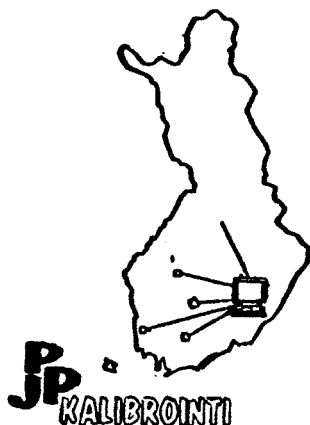
- 
- ILMANLAADUN ANALYSAATTORIT
 - MITTAUSASEMAN PC-DATALOGGERIT
 - MITTAUSVERKON DATAN TIEDON KERUU, -KÄSITTELY JA RAPORTOINTI-OHJELMAT

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



ILMANLAATUMITTAUSTEN LAADUNVARMISTUS

- * mittauksen kaukoseuranta / kokonaishoito
- * analysaattorien kalibrointi: NO, NO₂, CO, H₂S, SO₂
- * tulosten editointi ja raportointi
- * mittauksen laatu järjestelmät

J.P. Pulkisen kalibrointi Ky
Honkalantie 21, 50600 Mikkeli

puh. 015-230 712
auto 0400-447 205



LUOTETTAVA
YMPÄRISTÖANALYSAATTOREIDEN
TOIMITTAJA

 **kontram**

KONTRAM OY, Tuupakantie 32 a, 01740 Vantaa. Puh. (09) 8866 4500, faksi (09) 8866 4599
e-mail: analyysi@kontram.fi, www.kontram.fi



Enwin Oy tarjoaa kustannustehokasta kokonaispalvelua:

- ✓ **Teollisuuden ja kaavoituksen leviämismallit**
- ✓ **Päästölaskennat ja ilmanlaatuselvitykset**
- ✓ **Hajumallit, hajupaneelitutkimukset ja asukaskyselyt**
- ✓ **Ympäristöriskianalyysit (TUKES -vaatimukset)**
- ✓ **Hajapäästöselvitykset ja -mallinnukset**
- ✓ **Investointien ja piipun optimointimallit (PIPO/SUPO)**
- ✓ **Hot Spots -ilmanlaadun ja melun yhteisvaikutus**
- ✓ **Bioindikaattoritutkimukset**
- ✓ **Ulkoilmamittaukset: PM₁₀, PM_{2.5} , ym.**

Pyydä tarjous ja referenssit:

FM Ari Tamminen TkL, FM Tarja Tamminen
ari.tamminen@enwin.fi tarja.tamminen.enwin.fi

p. 03-266 4396, 040-512 7006, 040-840 9570



Ilmansuojelututkimusta vuodesta 2000

www.enwin.fi



ILMATIETEEN LAITOS



Ilmanlaadun ja tuulienergian asiantuntija

- Päästöjen leviämismalliselvitykset
- Ilmanlaadun mittaukset
- Mittalaitteiden kalibroinnit
- Ilmakemian analyysipalvelut
- Ilmanlaadun seurantasuunnitelmat
- Tuulimittaukset ja mittausten analysointi
- Tuulivoimapotentiaali ja -ennusteet
- Tuulivoiman tuotantoindeksi
- Aurinkoenergian tuotantopotentiaali ja ennusteet
- Koulutus- ja konsultointipalvelut

Ilmatieteen laitos
Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia
Erik Palménin aukio 1, PL 503, 00101 HELSINKI
ilmanlaatu palvelut@fmi.fi
www.fmi.fi/ilmanlaatu palvelut

Ilmansuojeluyhdistys ry. toimii alansa valtakunnallisena ympäristönsuojelujärjestönä.

Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksena on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelun tutkimusta Suomessa sekä toimia yhdysseiteenä 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 kuuluvissa asioissa
6. harjoittaa julkaisutoimintaa
7. osallistuu kansainväliseen tiedonvaihtoon

Luftvårdsföreningen fungerar som nationell miljövårdsförening.

Luftvårdsföreningens syftemål är att främja luftvården 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 skolingstillfällen samt bedriver publikationsverksamhet
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 luftvårdssamarbetet

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



Ilmansuojeluyhdistys ry
PL 136
00251 Helsinki

Kirjoittajat 2/2016



Anton Laakso

Tutkija, FM (väit)
Ilmatieteen laitos
Itä-Suomen ilmatieteellinen tutkimuskeskus
PL 1627
70211 Kuopio
Puh. 050 360 7186
anton.laakso@fmi.fi

Terhi Kontkanen

ACTRIS koordinaatitiimin jäsen
Ilmatieteenlaitos
Erik Palmeninaukio 1
00560 Helsinki
Puh. 050 442 5337
terhi.kontkanen@fmi.fi

Niku Kivekäs

ACTRIS koordinaatitiimin jäsen
Ilmatieteenlaitos
Erik Palmeninaukio 1
00560 Helsinki
Puh. 050 572 8435
terhi.kontkanen@fmi.fi

Silja Häme

Tutkimuskoordinaattori
Helsingin yliopisto
Latokartanonkaari 7
00790 Helsinki
Puh. 050 448 9087
silja.hame@helsinki.fi

Maria Myllynen

Ilmansuojeluasiantuntija
Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY
PL 100
00066 HSY
Puh. 044 564 3748
maria.myllynen@hsy.fi

Mikko Savolahti

Tutkimusinsinööri
SYKE
Mechelininkatu 34 a
00251 Helsinki
Puh. 029 525 1595
mikko.savolahti@ymparisto.fi

Maija Mattinen

Erikoistutkija
SYKE
Mechelininkatu 34 a
00251 Helsinki
Puh. 029 525 1417
maija.mattinen@ymparisto.fi

Juhani Laurikko

Johtava tutkija
VTT
Biologinkuja 5
02044 VTT
Puh. 0400 706 986
juhani.laurikko@vtt.fi