

IS

3 | 2022

ILMANSUOJELU

SAVUHAITAT PIENEMMIKSI hyvällä suunnittelulla s. 4

ILMASTOTOIMIIN vauhtia uudella
toimenpideohjelmalla s. 6

**ILMASTONMUUTOS UHKA
EKOSYSTEEMEJÄ JA IHMISTEN HYVINVOINTIA**
– IPCC:n kuudennen arviointiraportin toinen osaraportti s. 10

MONTREALIN PÖYTÄKIRJAN menestystarina s. 14

ILMANLAADUN MITTAAJAT kokoontuivat
Porissa koronatauon jälkeen s. 20

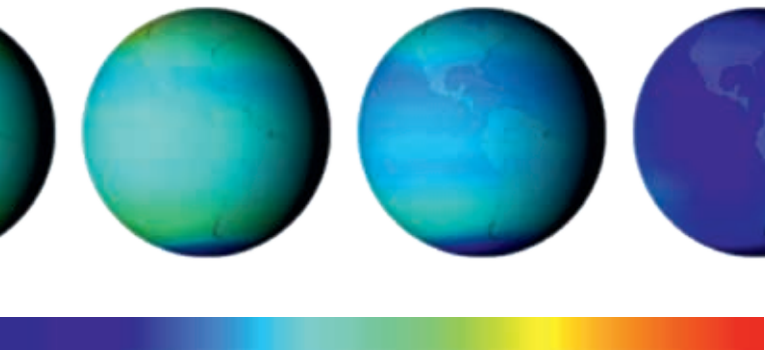
ILMANSUOJELUPÄIVÄT keräsi yli satapäisen
yleisön Lappeenrantaan s. 25



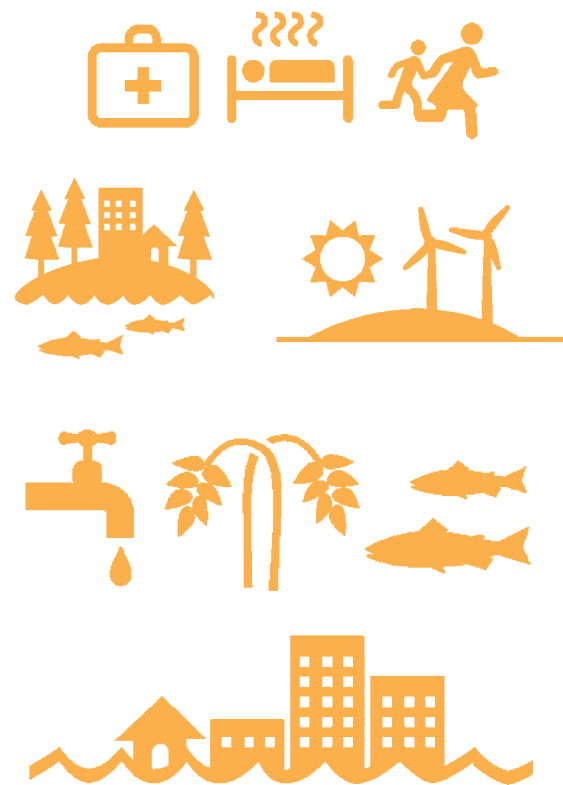
KUVA: HSY/JENNI-JUSTIINA NIEMI

4 Puunpoltosta aiheutuvia savuhaittoja voidaan ennaltaehkäistä rakentamishjeiden avulla.

LÄHDE: NASA IMAGES BY THE GSFC SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO



14 Ilman Montrealin pöytäkirjaa otsonikerrosta tuhoavien aineiden käyttö olisi jatkunut rajoittamattomana katastrofaalisiin vaikutuksiin.



© YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS JA LUONNONVARAKESKUS.FI

10 Ilmastomuutos on jo vaikuttanut monin tavoin esimerkiksi vesipulaan ja ruoantuotantoon, terveyteen ja hyvinvointiin sekä kaupunkeihin ja infrastruktuuriin.

KUVA: KATJA LOVEN



20 Ilmanlaadun mittaajatapaaminen järjestettiin koronatauon jälkeen toukokuussa Porissa.

Pääkirjoitus

Ilma, jonka jaamme

Tänä vuonna vietettiin toista kertaa kansainvälistä puhtaan ilman päivää. YK:n julistamaa päivää vietetään vuosittain 7.9. Tämän vuoden teemana oli ”The Air we Share” eli ”Ilma, jonka jaamme”. Teema korostaa sitä, että ilmansaasteet ovat ylikansallinen ongelma ja että kollektiivista vastuunkantoa tarvitaan.

YK:n vaatimuksena on välitön ja strateginen kansainvälinen sekä alueellinen yhteistyö kohti puhtaampaa ilmaa. Ilmansaasteiden lieventämiseen suuntaava politiikka sekä toiminnan toteuttaminen pitäisi olla tehokkaampaa ympäri maapallon.

Kansainvälisen puhtaan ilman päivänä jakamassaan viestissä YK:n pääsihteeri António Guterres kertoi, että tämän vuoden heinäkuussa YK:n yleiskokous tunnusti yleismaailmallisen oikeuden puhtaaseen, terveelliseen ja kestäväan ympäristöön.

”Puhdas ilma on ihmisoikeus. Vakaa ilmasto on ihmisioikeus. Terveellinen luonto on ihmisioikeus”, Guterres lausuu. Näiden arvojen puolesta myös Ilmansuojeluyhdistys tekee jatkuvasti työtä.

Vuoden kolmannessa Ilmansuojelulehdessä käsitellään taas ajankohtaisia asioita. Lehden ensimmäisessä artikkelissa kerrotaan, miten puunpoltosta aiheutuvia savuhaittoja voidaan ennaltaehkäistä rakentamishjeiden avulla. Suositukset kunnissa käytettäväksi ohjauskeinoiksi on nyt koottu yksien kansien väliin.

Toisessa artikkelissa käsitellään keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaa (KAISU). Suunnitelmassa on linjattu toimet taakanjakosektorin päästöjen vähentämiseksi niin, että vuosille 2030 ja 2035 asetetut ilmastotavoitteet voidaan saavuttaa.

Kolmannessa artikkelissa pureudutaan hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n raporttiin, jonka viesti on vakava: ihmisen aiheuttama ilmastomuutos uhkaa ekosysteemejä ja ihmisten hyvinvointia monin tavoin. Vaikutukset jakautuvat epätasaisesti eri puolille maapalloa ja eri ihmisryhmien välillä. Hillintätoimien lisäksi tarvitaan kiireesti aktiivisia toimia ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja haitallisten vaikutusten minimoimiseksi.

Vieraskynä-palstalla saadaan lukea Montrealin pöytäkirjan menestystarinasta. Otsonikerroksen suojelusopimusta eli Montrealin pöytäkirjaa pidetään maailman tehokkaimpana ympäristösopimuksena.

Lopuksi saamme vielä kattavat katsaukset niin Ilmanlaadun mittaajatapaamisesta kuin Ilmansuojelupäivistä, jotka molemmat järjestettiin tauon jälkeen taas livetapahtumina.

Kuulasta syksyä!

LIINA PALOHEIMO-KOSKIPÄÄ
Päätoimittaja

ILMANSUOJELU-LEHTI

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

Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa.

Päätoimittaja / Redaktör
Liina Paloheimo-Koskipää
ilmansuojelulehti@isy.fi

Toimituskunta / Redaktionsråd
Nelli Kaski
Joonas Koivisto
Olli-Pekka Siira
Mia Nores
Karri Saarnio
Mikko Savolahti
Laura Sokka
Antti Tohka
Jari Viinanen

Taitto / Ombrytning
Hella Pakaslahti

Kannen kuva / Omslagsbild
Pixabay

Paino / Tryckeri
Scanseri Oy

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

Lehti on luettavissa korkeakoulujen kirjastoissa sekä suurimmissa kaupunginkirjastoissa

Tidningen finns till påseende i högskolornas bibliotek samt i de största stadsbiblioteken

Ilmoitukset / Annonser
Ilmoitushinnat normaali /yritysjäsen
Annonpris enligt / för medlemmar:

1/1 sivu 420 € / 350 €
1/2 sivu 320 € / 270 €
1/3 sivu 250 € / 210 €

Kestoilmoittajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

Tilaukset / BESTÄLLNINGAR

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

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

SISÄLLYS 3/2022

- 4** Savuhaitat pienemmiksi hyvällä suunnittelulla
- 6** Ilmastotoimiin vauhtia uudella toimenpideohjelmalla
- 9** VALOKEILASSA: Anssi Julkunen
- 10** Ilmastomuutos uhkaa ekosysteemejä ja ihmisten hyvinvointia – IPCC:n kuudennen arviointiraportin toinen osaraportti
- 14** VIERASKYNÄ: Montrealin pöytäkirjan menestystarina
- 20** TAPAHTUU: Ilmanlaadun mittaajat kokoontuivat Porissa koronatauon jälkeen
- 25** TAPAHTUU: Ilmansuojelupäivät keräsi yli satapäisen yleisön Lappeenrantaan

SAVUHAITAT PIENEMMIKSI hyvällä suunnittelulla

Puunpoltosta aiheutuvia savuhaittoja voidaan ennaltaehkäistä rakentamishojjeiden avulla. Suositukset kunnissa käytettäviksi ohjauskeinoiksi on nyt koottu yksien kansien väliin.

Pekka Karppinen, viestintäyrittäjä, KLANGA OY

Takkojen, kiukaiden ja kylpytynnyreiden hormeista sekä kesäkeittiöistä tupruavat savut aiheuttavat merkittävän terveysriskin tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla. Hengitysteihin tunkeutuvat pienhiukkaset ovat erityisen haitallisia lapsille sekä hengitys- ja sydänsairaille. Altistumista tapahtuu niin ulko- kuin sisätiloissakin. Savuttamisesta kärsii ihmisten ohella ympäristö. Epäpuhtaassa palamisessa muodostuu mustaa hiiltä eli nokea, joka kiihdyttää ilmaston lämpenemistä.

Haittoja pystytään kuitenkin ennaltaehkäisemään tun-
tuvasti hyvällä rakentamisen suunnittelulla, vähäpäästöisiä tulisijoja suosimalla ja polttopuun asianmukaisella varastoinnilla. Kunnilla on mahdollisuus sisällyttää tehokkaita ohjauskeinoja rakennusjärjestykseen sekä rakentamistapaohjeisiin ja tontinluovutusehtoihin. Keski-Uudenmaan ympäristökeskus on julkaissut suo-

siteltavista ohjauskeinoista oppaan **Suosituksia rakentamisen ohjauksen keinoiksi puunpoltton savuhaittojen ehkäisemiseksi**, jonka laadintaan osallistuivat ympäristökeskuksen asiantuntijoiden lisäksi Keravan kaupungin, ympäristöministeriön ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) -kuntayhtymän edustajat.

Terveys-, viihtyvyys- ja ympäristöhaittoja vähentävistä tulisijojen hyvistä käyttötavoista on julkaistu suosituksia aiemminkin (esim. HSY:n **Opas puunpolttoon**), mutta vaikuttavista rakentamisen ohjauskeinoista sen sijaan ei. Tämä uusi **Suosituksia rakentamisen ohjauksen keinoiksi puunpoltton savuhaittojen ehkäisemiseksi** -opas on tarkoitettu uusien asuinalueiden ja täydennysrakentamisen suunnittelun tueksi kuntien viranomaisille sekä terveys- ja ympäristövalvonnan ammattilaisille. Omas-
ta talosta ja tulisijasta haaveileva kuntalainenkin löytää julkaisusta paljon ajattelemisen aihetta.

”Ei tässä olla kieltämässä puunpolttoa eikä puusau-
noja, mutta rakentamista pitäisi ohjata sillä tavalla,

Tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla puunpoltton savut voivat heikentää ilmanlaatua ja häiritä naapureita.

että savuhaittoja syntyy mahdollisimman vähän”, ympäristösuunnittelija **Anniina Helminen** Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksesta tiivistää suositusten idean.

Keinot savuhaittojen ehkäisemiseksi

Rakennusjärjestyksellä kunnat voivat antaa maankäyttöä ja rakentamista koskevia yleisiä määräyksiä. Rakentamistapaohjeella ja tontinluovutusehdoilla uudisrakentamista pystytään ohjaamaan asemakaava-alueilla kohdennetummin ja yksityiskohtaisemmin. Ohje muuttuu velvoittavaksi, jos sen noudattamista edellytetään tontinluovutusehdoissa.

Rakennusjärjestyksessä tai rakentamistapaohjeessa voidaan esimerkiksi vaatia korkeuserojen huomioimista rakennusten sijoittelussa, jotta tulisijojen savut eivät päädy ilmanvaihtojärjestelmien kautta naapurien ko-
teihin. Päiväkodit ja ikäihmisten palvelutalot tulisi sijoittaa paikkoihin, joissa on alueen puhtain ilmanlaatu.

Kiinteistöjen lämmitykseen voidaan suositella puunpolttoon perustumattomia ratkaisuja kuten kaukolämpöä tai lämpöpumppuja. Kitulias palaminen on kirjaimellisesti myrkkyä. Siksi tulisijoja suunniteltaessa olisi varmistettava, että palamisprosessiin saadaan riittävästi ilmaa.

”Korvausilman tuonti pitäisi järjestää siten, että se on irrallinen talon muusta ilmanvaihdosta. Ilma voidaan tuoda suoraan tulisijaan tai sen läheisyyteen”, Helminen suosittelee.

Uusia ohjeita pilotoidaan Keravan vuoden 2024 asunomessuilla

Pienhiukkaspäästöjä voidaan leikata hankkimalla mahdollisimman laadukas tulisija. Pääsääntöisesti uudet tulisijat ovat vähäpäästöisempiä kuin vanhat. Vuoden 2022 alusta myytävät uudet varaavat takat ja kamiinat täyttävät EU:n ekosunnitteluasetuksen vaatimukset.

Keravalle 2024 valmistuvan uuden asunomessualueen rakentamistapaohjeessa edellytetään, että tulisijoissa on asetuksen mukainen hyvän polttopuun takaava ympäristömerkintä. Paikalla muurattavia tulisijoja ekosunnitteluvaatimus ei koske, mutta silloin päästöistä on huolehdittava esimerkiksi hormisuodattimen avulla. Asetus ei koske myöskään puulämmitteisiä kiukaita.

Ulkotulisijalle voi olla vaikea löytää järkevää paikkaa pieneltä tontilta. Tuleville asukkailla suositellaankin sähkölämmitteisiä kylpytynnyreitä – ja sähkökiukaita saunoihin. Puulla lämmitettävän paljon tai muurattun grillin sijoittamiseen pihalle on haettava toimenpidelupa. Paikan pitää olla sellainen, etteivät savut kulkeudu oman tai naapurin asuinrakennuksen ilmanottoaukkoihin.

”Uusilla ohjeilla tavoitellaan tietoisuuden lisäämistä savuhaittoista, parempia asumisolosuhteita ja sitä, että asukkaat ottaisivat naapuritkin huomioon tulisijaa ja sen paikkaa valitessaan”, määrittelee rakennustarkastaja **Pekka Karjalainen** Keravan kaupungin rakennusvalvonnasta.

Palaakseen puhtaasti puun pitää olla kuivaa. Siksi rakentamistapaohjeessa määrätään, että kiinteistössä, jossa on tulisijoja, tulee olla erillinen, tuulettuva varastointitila polttopuille. Varastoinnin voi toteuttaa myös osana

Pilottihanke sai rahallista ja ohjauksellista tukea ympäristöministeriöltä. Hankkeessa toteutuu kansalliseen ilmansuojeluohjelmaan kirjattu tavoite, jonka mukaan vuoteen 2030 ulottuvalla ohjelmakaudella luodaan malli ja pilotoidaan toimenpiteitä, joilla voidaan vähentää asukkaiden altistumista puunpoltton haittoille.

aidoitusta tai kalusteenomaisena pihaelementtinä.

Rakentamistapaohje on sisällytetty Jokilaakson Ki-
visillan alueen tonttien luovutusehtoihin, jolloin rakennuttaja sitoutuu ohjeen noudattamiseen. Karjalainen toivoo, että messualueella pilotoitavista suosituksista saadaan hyviä kokemuksia ja ne osoittautuvat hyödyllisiksi.

”Jos asukkailta ei tule ilmoituksia savuhaittoista, tiedämme onnistuneemme. Siinä tapauksessa uusia ohjeita kannattaa viedä mahdollisesti myös kaupungin rakennusjärjestykseen, kun sitä päivitetään seuraavan kerran.”

Suosituksia rakentamisen ohjauksen keinoiksi puunpoltton savuhaittojen ehkäisemiseksi -opas löytyy täältä:

https://www.keskiuudenmaanymparistokeskus.fi/tiedotepalsta/show.tml?sivu_id=1973&id=8658

ILMASTOTOIMIIN VAUHTIA UUDELLA TOIMENPIDE- OHJELMALLA

– Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa on määritelty taakanjakosektorin toimet vuosien 2030 ja 2035 ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi

Valtioneuvosto antoi keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (KAISU) eduskunnalle 2.6.2022. Suunnitelmassa on linjattu toimet taakanjakosektorin päästöjen vähentämiseksi niin, että vuosille 2030 ja 2035 asetetut ilmastotavoitteet voidaan saavuttaa. Eduskunta ottaa kantaa suunnitelmaan syksyllä 2022.

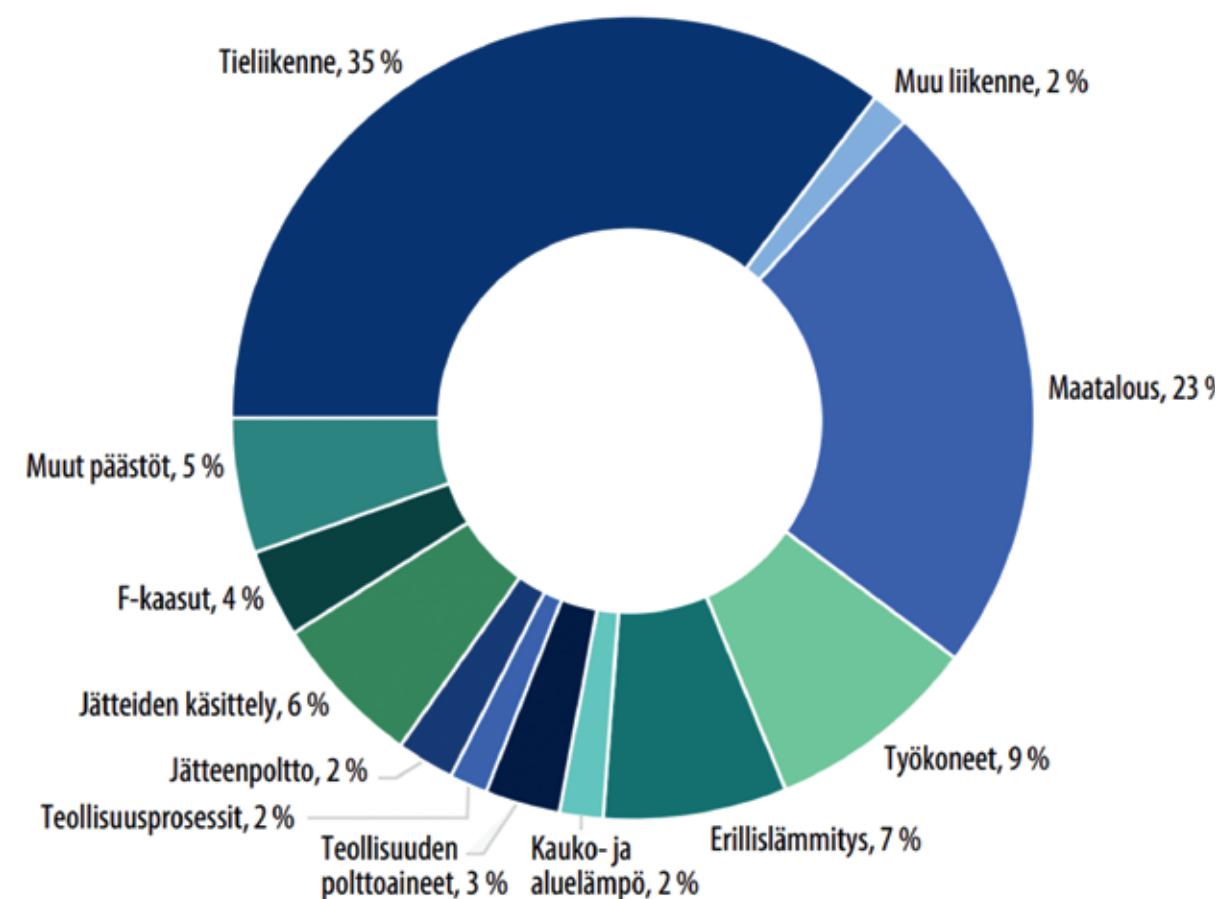
Kai Skoglund, erityisasiantuntija, ympäristöministeriö
Riikka Siljander, erityisasiantuntija, ympäristöministeriö

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma perustuu ilmastolakiin. Suunnitelma laaditaan kerran vaalikaudessa ja se sisältää toimenpideohjelman niin sanotun taakanjakosektorin, eli päästökaupan ja maankäyttösektorin ulkopuolisten sektoreiden, päästöjen vähentämiseksi. Taakanjakosektorille lasketaan liikenteen, maatalouden, rakennusten erillislämmityksen, työkaluiden, jätehuollon ja F-kaasujen päästöt. Lisäksi siihen kuuluu päästökaupan ulkopuolisen teollisuuden ja muun energian käytön päästöt. Edellinen ja samalla ensimmäinen keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma valmistui vuonna 2017.

Suomen taakanjakosektorin päästöt olivat vuonna 2021 noin 27,2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Päästöt ovat vähentyneet noin 21 % vuodesta 2005. Päästöt ovat vähentyneet kaikilla sektoreilla maataloutta lukuun ottamatta. Liikenne on taakanjakosektorin suurin päästölähde Suomessa, minkä vuoksi liikenteen päästövähennystoimet ovat keskeisessä roolissa taakanjakosektorin vuoden 2030 tavoitteen saavuttamisessa. Sen osuus taakanjakosektorin päästöistä on noin 37 % ja kokonaispäästöistä noin viidennes. Suomen tavoitteena on liikenteen päästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 päästötasoon. Toiseksi suurin päästölähde taakanjakosektorilla on maatalous.

Sanna Marinin hallituksen hallitusohjelman mukaan Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi ilmastolaki uudistettiin ja se tuli voimaan 1.7.2022. Hiilineutraaliustavoitteen lisäksi lakiin lisättiin tavoitteet vuosille 2030 ja 2040 sekä päivitettiin vuoden 2050 tavoitetta.

Kansallisen ilmastolain lisäksi Suomea sitovat taakanjakosektorilla EU-velvoitteet. Nykyisen lainsäädännön mukaan Suomen on vähennettävä taakanjakosektorin päästöjä 39 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2005. Euroopan komissio on antanut kesällä 2021 ehdotuksen lainsäädännön päivittämiseksi. Ehdotuksessa Suomen tavoite nousisi



Taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästöjen jakauma päästölähteittäin vuonna 2020.

50 %:iin, mikä tarkoittaa, että Suomen taakanjakosektorin päästöjen tulisi laskea noin 17,2 miljoonan tonnin CO₂-ekv. tasolle vuoteen 2030 mennessä. Neuvotellut taakanjakoasetukset ovat vielä kesken. Vuonna 2022 valmistuneen keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman lähtökohtana on ollut komission ehdotuksen mukainen taakanjakosektorin tavoite vuodelle 2030 sekä Suomen kansallinen hiilineutraaliustavoite vuodelle 2035.

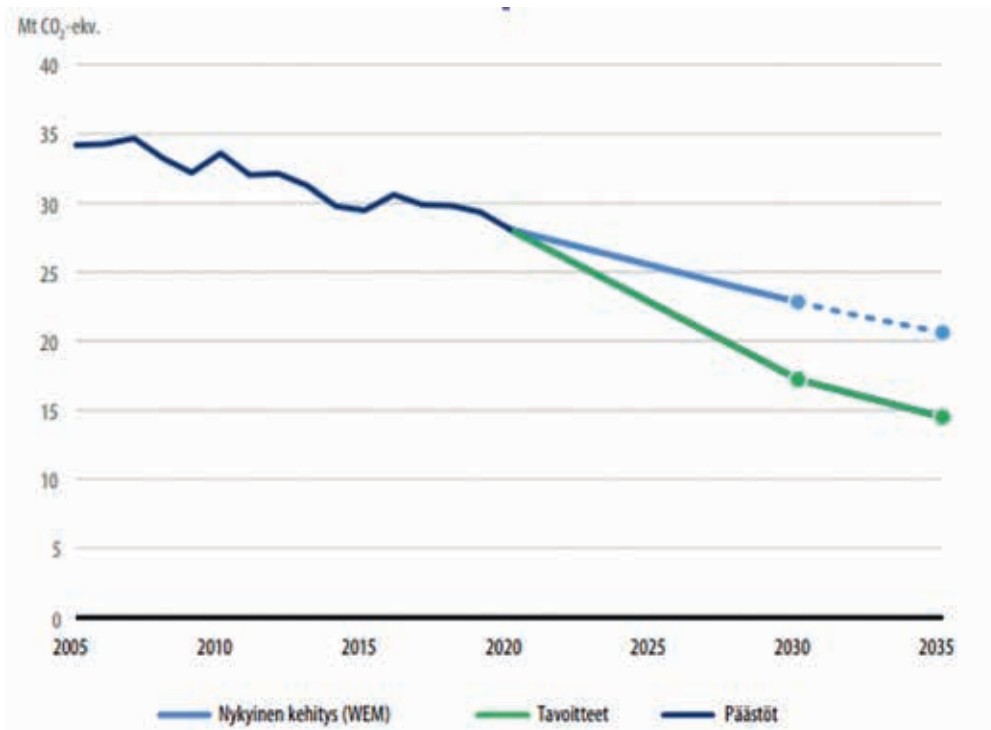
Nykyiset päästövähennystoimet eivät riitä tavoitteiden saavuttamiseen. Nykyisten ilmastotoimien riittävyyttä arvioidaan vertaamalla taakanjakosektorin tavoitteiden mukaisia kasvihuonekaasupäästöjä niin sanottuun perus- eli WEM-skenaarioon (With Existing Measures). Perusskenaarion mukaan taakanjakosektorin päästöt laskevat 22,8 miljoonaan tonniin CO₂-ekv. vuonna 2030 ja edelleen 20,6 miljoonaan tonniin vuonna 2035. Näin ollen nykytoimien ja velvoitteen välille jää 5,6 miljoonan tonnin päästökuilu vuonna 2030. Tämä päästövähennysten vaje katetaan keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa linjatuilla lisätoimilla.

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman toimenpideohjelman muodostavat sektorikohtaiset toimet sekä sektorirajat ylittävät, kulutukseen ja kuntien ilmastotyöhön liittyvät toimet. Toimenpideohjelman merkittävimmät toimet kohdentuvat päästöjen vähentämiseen liikenteessä, rakennusten eril-

lislämmityksessä ja maataloudessa. Taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen täyttämiseksi sallitaan myös erilaisten joustokeinojen käyttö. Toimenpideohjelmassa hyödynnetään kertaluontoista joustoa ja LULUCF-joustoa (rajoitettu yksiköiden siirto päästökauppa- ja maankäyttösektoreilta taakanjakosektorille), joita vastaavat kasvihuonekaasupäästöjen lisävähennykset on saavutettava päästökauppa- ja maankäyttösektoreilla. Joustokeinot antavat hyvän mahdollisuuden velvoitteen saavuttamiseen liittyvään riskienhallintaan.

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma valmisteltiin rinnakkain ilmast- ja energiastrategian sekä maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman kanssa. Yhdessä nämä kolme suunnitelmaa kattavat kaikki Suomen päästöt ja toimet niiden vähentämiseksi. Nykyisillä ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman toimenpideohjelman uusilla politiikkatoimilla taakanjakosektorin päästöt vähenevät arviolta 15,5 miljoonaan tonniin CO₂-ekv. vuonna 2035. Taakanjakosektorilla tarvittavien päästövähennysten suuruus hiilineutraaliuden saavuttamiseksi riippuu päästökaupparektorin päästövähennyksistä sekä hiilinelujen määrästä vuonna 2035. Hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen edellyttää, että kaikkien sektoreiden yhteenlasketut päästöt ovat enintään yhtä suuret kuin nielut.

Hiilineutraaliuden edellyttämien päästövähennys-



ten kannalta keskeistä on hiilinielujen oletettu määrä vuonna 2035. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman sekä ilmasto- ja energiastrategian laatimisen tukena ovat olleet VTT:n vetämässä HIISI (Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset) -hankkeessa laaditut skenaariot. WEM-skenaariossa maankäyttösektorin nettonieluksi on laskettu 18 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuonna 2035. Kun tähän lisätään hallituksen linjaama nielujen vahvistaminen 3 miljoonalla tonnilla, on hiilineutraaliustavoitteen tarkastelun pohjaksi saatu 21 miljoonan tonnin hiilinielu. Tämä tarkoittaa, että vuonna 2035 Suomen päästökauppa- ja taakanjakosektorien yhteenlaskettujen päästöjen tulee olla enintään 21 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., eli 70 prosenttia pienemmät kuin vuonna 1990. Mikäli maankäyttösektorin netto-nielu jää esitettyä tasoa matalammaksi, tarvitaan päästövähennyksiä muilla sektoreilla enemmän. Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarion pikaennakotietojen mukaan maankäyttösektori kääntyi ensimmäistä kertaa hiilinielusta päästöjen lähteeksi vuonna 2021. Hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisen kannalta on tärkeää kääntää maankäyttösektorin nielut kasvuun.

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelun lähtökohtana on ollut avoimuus ja valmistelun aikana kuultiin laajasti kansalaisia ja erisidosryhmiä. Eri osapuolien näkemyksiä tarvittavista päästövähennystoimista kerättiin esimerkiksi satunnaisotannalla muodostetussa kansalaisraadissa, sidosryhmätapaamisissa, ilmastopolitiikan pyöreän pöydän käsittelyssä, oikeudenmukaisuutta ja yhdenvertaisuutta koskeissa tilaisuuksissa sekä Saamelaiskäräjien neuvottelutilaisuudessa. Kansalaisien mielipiteitä suunnitelman toimenpiteistä kartoi-

tettiin alkuvuodesta 2021 verkkokyselyllä, johon tuli 18 000 vastausta. Suunnitelman vaikutusten arvioimisen tukena toimi VTT:n koordinoima HIISI-hanke. Hankkeessa analysoitiin suunnitelman toimien vaikutuksia eri päästösektoreille, toimialoille, ihmisille ja ympäristölle.

Politiikkatoimien vaikuttavuutta ja uusia mahdollisia toimia selvitetään jatkuvasti osana ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmää. Pyrkimyksenä on edistää kustannustehokkaiden ja oikeudenmukaisen siirtymän edellyttämien uusien keinojen käyttöönottoa. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman toimenpideohjelmaa arvioitaessa on pidettävä mielessä, että päästövähennystoimien mitoitus perustuu komission esitykseen Suomen taakanjakosektorin 50 prosentin päästövähennysvelvoitteesta. Vaikka kansalliset vähennystoimet suunnitellaan ja arvioidaan parhaan käytettävissä olevan tiedon pohjalta, vähennystoimien vaikuttavuuteen ja toteutumiseen liittyy aina epävarmuutta. Lisäksi erilaiset ulkoiset olosuhteet muuttavat jatkuvasti. Tekniset ja yhteiskunnalliset innovaatiot voivat muuttaa eri linjausten ja toimenpiteiden merkitystä ja edellytyksiä saavuttaa ha- luttuja muutoksia rakenteissa ja käytännöissä.

Ilmastolain mukaisesti valtioneuvoston seuraa keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman toteutumista. Ilmastosuunnitelmien seuranta varten valtioneuvosto toimittaa kalenterivuositain eduskunnalle ilmastovuosikertomuksen muodossa tiedot päästökehityksestä sekä päästövähennystavoitteiden toteutumisesta ja niiden saavuttamisen edellyttämistä lisätoimista. Jos seurannan perusteella ilmenee, että toimenpideohjelmassa määritellyt toimet eivät riitä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen, valtioneuvosto päättää tarvittavista lisätoimista.

Anssi Julkunen

Kuinka kauan olet ollut ilmansuojelualalla?

Olen ollut ilmansuojelualalla koko opiskeluaikojen jälkeisen työurani eli lähes 25 vuotta. Alkuun toimin muutaman vuoden ilmansuojelun viranomaistehtävissä kuntasektorilla. Vuonna 2000 siirryin ilmanlaadun seurannan tehtäviin Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnalle (YTV). Organisaatiouudistuksen myötä vuonna 2010 YTV:n ilmansuojelutehtävät siirrettiin Helsingin seudun ympäristöpalveluille, jonka palveluksessa toimin nykyisin mittausinsinöörinä.

Mitä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat ilmansuojelualalla urasi aikana?

Minun on hyvin vaikea löytää selkeitä murroskohtia ilmanlaadun seurannan näkökulmasta. Muutokset ovat hitaita, mutta jatkuvasti mennään eteenpäin. Mittausmenetelmät ja mittausten laadunvarmennus on kehittynyt lainsäädännön ja standardien myötä. Ehkä suurimpana muutoksena on ollut digitalisaatio ja mittaustulosten reaaliaikaisen visualisoinnin kehittyminen.

Mitä ovat olleet viimeisempiä työtehtäviäsi tai projektejasi?

Työtehtäväni liittyvät pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan ilmanlaadun seurantaverkon ylläpitoon ja laadunvarmennukseen. Työtehtäviäni ovat mm. mittalaitteiden huolto ja kalibrointi, ilmanlaadun tiedonkeruu- ja hallintajärjestelmän ylläpito, ilmanlaadun seuranta ja viestintä, laitehankinnat sekä laatu- ja kehittämistehtävät. Erilaiset mittaus- ja tutkimusprojektit tuovat mukavaa vaihtelua työtehtäviin. Jokainen työpäivä on erilainen eikä koskaan tiedä mitä uusia haasteita päivä tuo tullessaan.

Mitä näet suurimpina tulevina trendeinä ja haasteina ilmansuojelualalla?

Globaalisti ajateltuna ilmastomuutos on toki suurin haaste koko ilmansuojelualalle. Jos asiaa tarkastellaan paikallisesti kaupunki-ilmanlaadun kannalta, merkittävät haasteet liittyvät hengitysilman hiukkasten pitoisuuksien pienentämiseen. Autokannan sähköistyminen ja energiantuotannon muutokset parantavat toki ilmanlaatua, mutta eivät vaikuta esimerkiksi katupölyyn ja puun polton päästöihin. Energian hinnan nousu lisää osaltaan kotitalouksien puunpoltoa ja siitä aiheutuvia terveyshaittoja. Vaikka ilmanlaatu on useiden epäpuhtauksien osalta merkittävästi parantunut viimeisten vuosikymmenien aikana ja maailman mittakaavassa ilmanlaatu Suomessa on hyvä, uskon että haasteita riittää vielä tuleville vuosikymmenille.



Mitä haluaisit saada aikaan urasi aikana?

Ilmansuojelu on pitkäjänteistä työtä, jota ei saada koskaan täysin valmiiksi. Haluan osaltani kehittää laadukkaita mittauksia ja oppia uusia asioita sekä tuottaa mitattua tietoa ilmanlaadusta ilmansuojelutyön tueksi ja toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseksi. Haluan jakaa myös omaa osaamistani ja kokemustani tuleville mittajille, jotta kaikkien ei tarvitse tehdä samoja virheitä uudelleen.

Anssi Julkunen toimii mittausinsinöörinä HSY:ssä. Julkunen yli 20 vuoden työura ja kokemus Suomen pääkaupunkiseudun ilmanlaadun seurannasta on monipuolisuudeltaan ja laadultaan vertaansa vailla, myös kansainvälisesti tarkasteltuna. Julkunen toimii HSY:ssä ilmansuojeluyksikön mittausiimin vetäjänä. Mittausiimi vastaa pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan ilmanlaadun mittausasemien ja muiden yksittäisten mittausten toiminnasta. Hän on myös osallistunut ilmanlaadun mittajien kouluttamiseen kansallisella tasolla.

ILMASTONMUUTOS UHKAA EKOSYSTEEMEJÄ JA IHMISTEN HYVINVOINTIA

– IPCC:n kuudennen arviointiraportin toinen osaraportti

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli, IPCC, julkaisi helmikuussa 2022 ilmastomuutoksen vaikutuksiin ja sopeutumiseen liittyvän raportin. Raportin viesti on vakava: ihmisen aiheuttama ilmastomuutos uhkaa ekosysteemejä ja ihmisten hyvinvointia monin tavoin. Vaikutukset jakautuvat epätasaisesti eri puolille maapalloa ja eri ihmisryhmien välillä. Hillintätoimien lisäksi tarvitaan kiireesti aktiivisia toimia ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja haitallisten vaikutusten minimoimiseksi.

Taru Palosuo, johtava tutkija, Luonnonvarakeskus (Luke)

Raportissa painotetaan ilmaston, ekosysteemien ja ihmisryhmien välisiä kytkentöjä

Ilmastomuutoksen vaikutuksiin, sopeutumiseen ja haavoittuvuuteen keskittynyt raportti oli toinen kolmesta, vuosina 2021-2022 ilmestyneestä IPCC:n kuudennen arviointiraportin osaraportista. Sen jälkeen on ilmestynyt hillintään keskittynyt osaraportti ja syksyllä 2022 julkaistaan synteisiraportti. Vaikutuksiin ja sopeutumiseen keskittyvässä raportissa painotetaan erityisesti ilmaston, ekosysteemien sekä ihmisryhmien välisiä kytkentöjä. Raportissa kootaan laajasti yhteen luonnontieteellisiä, ekologisia, sosiaalisia sekä taloudellisia aineistoa ja tietoa näiden kytkentöjen ymmärtämiseksi. Ilmastoriskejä on raportissa tarkasteltu yhdessä luonnon monimuotoisuuskadon ja muiden ihmisen aiheuttamien ympäristöongelmien kanssa.

Ilmastomuutoksen vaikutuksista yhä enemmän havaintoja

IPCC:n raportti kertoo samasta kuin mistä tämän kesän uutisetkin: ilmastomuutos ja sen vaikutukset näkyvät ja tuntuvat yhä selvemmin ympäri maapallon. Ilmastomuutoksen vaikutukset näkyvät aivan erityisesti äärevien ja vahinkoa aiheuttavien sääilmiöiden kautta. Tällaisia ovat entistä useammin toistuvat ja kuumemmat hel-

lejaksot ja kuivuudet, jotka aiheuttavat muun muassa metsäpaloja, sekä toisaalta rankkasateet tulvineen. Myös merkit hitaasti etenevien muutosten etenemisestä, kuten merten lämpenemisestä ja happamoitumisesta sekä meriveden pinnan noususta, ovat entistä selvempiä.

Ilmaston muuttuminen on jo merkittävästi vaikuttanut ekosysteemeihin. Näistä vaikutuksista on raporttiin koottu aikaisempaa kattavampia todisteita. Maapallon eliölajien on havaittu siirtyneen kohti viileämpiä olosuhteita joko kohti napa-alueita tai korkeammille alueille. Erityisesti äärevät sääilmiöt ovat jo aiheuttaneet myös peruuttamattomia muutoksia ekosysteemeihin ja eliöstöön ja vaikeuttaneet niiden sopeutumista. Hellejaksojen on todettu aiheuttaneen paikallista lajikatoa ja kuivuus on puolestaan lisännyt puuston kuolemista. Myös eliölajien sukupuuttuja on liitetty muuttuvaan ilmastoon.

Ekosysteemien perustoimintojen vaarantuminen on vaikuttanut myös ihmisiin ja ihmisten sosioekonomisiin järjestelmiin. Esimerkiksi trooppisten myrskyjen voimistuminen ja kasvavat metsäpaloalat ovat aiheuttaneet merkittäviä vahinkoja. Taloudellisia vahinkoja ja tuotannon laskua on raportoitu useilla eri toimialoilla kuten maa- ja metsätaloudessa, kalastuksessa, energiantuotannossa ja matkailussa. Ilmastomuutos on myös

Ilmastomuutoksella on merkittäviä vaikutuksia ympäri maailmaa.

Ilmastomuutos on jo vaikuttanut monin tavoin yhteiskuntaan esimerkiksi vesipulaan ja ruuantuotantoon, terveyteen ja hyvinvointiin sekä kaupunkeihin ja infrastruktuuriin.

Havaitut vaikutukset		Maailma	Eurooppa	Arktinen alue
 Vesivarat ja ruuantuotanto	Veden saatavuus	↕	↕	↕
	Kasvinviljely	↓	↕	↕
	Eläintuotanto ja tuotantoeläinten terveys	-	↓	↓
	Kalastus ja kalantuotanto	↓	↕	↓
 Terveys ja hyvinvointi	Infektiotaudit	↑	↑	↑
	Terveys ja ravitsemus	↓	↓	↓
	Mielenterveys	↓	↓	↓
	Muuttoliikkeet	↑	↑	↑
 Kaupungit, asuinalueet ja infrastruktuuri	Tulvavahingot sisämaassa	↑	↑	↑
	Tulvavahingot ja myrskytuhot rannikoilla	↑	↑	↑
	Vahingot infrastruktuurille	↑	↑	↑
	Vahingot tärkeille taloudellisille sektoreille	↑	↑	↕

Varmuusaste:
Korkea
Keskimmäinen
Matala

Muutoksen suunta:
↑ Kasvaa
↓ Vähenee
- Ei riittävästi tietoa arvioon pohjaksi

Pohjautuu IPCC:n 6. arviointiraportin tuloksiin, 2. osaraportti. © Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus ja Luonnonvarakeskus, 2022 ilmasto-opas.fi



Ilmastomuutoksen havaittuja vaikutuksia vesivaroihin ja ruuantuotantoon, terveyteen ja hyvinvointiin sekä kaupunkeihin, asuinalueisiin ja infrastruktuuriin.

1,5 asteen maailmassa sopeutumistoimia tarvitaan monelta sektorilta.

Sopeutumistoimien soveltuvuudessa on huomioitu teknologiset, taloudelliset, sosio-kulttuuriset, insititutionaaliset ja geofysikaaliset tekijät sekä useita ympäristötekijöitä.

Sopeutumisvaihtoehdot		Soveltuvuus
 Maa- ja merialueiden tarjoamat ekosysteemipalvelut	Yhdenmukainen rannikkoaluesuunnittelu	●●
	Kestävä metsänhoito, suojelu ja ennallistaminen	●●●
	Kestävä kalanviljely ja kalastus	●●
	Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen	●●
 Vesi- ja ruokaturva	Kestävä vesien hallinta	●●
	Viljelymaan parempi hoito	●●
	Tehokkaat karjatalousjärjestelmät	●
 Kaupunkialueiden infrastruktuuri ja palvelut	Vihreä infrastruktuuri ja ekosysteemipalvelut	●●
	Kestävät energiajärjestelmät	●●●
 Terveys, elämän laatu ja tasa-arvo	Kansanterveys ja terveydenhuollon järjestelmät	●●
	Toimeentulon monipuolistaminen	●●

Varmuusaste:
Korkea
Keskimmäinen
Matala

Soveltuvuus:
●●● Korkea
●● Keskimmäinen
● Matala

Pohjautuu IPCC:n 6. arviointiraportin tuloksiin, 2. osaraportti. © Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus ja Luonnonvarakeskus, 2022 ilmasto-opas.fi



Sopeutumistoimia maa- ja merialueiden tarjoamien ekosysteemipalvelujen, vesi ja ruokaturvan, kaupunki-infrastruktuurin ja palveluiden sekä terveyden, elämän laadun ja palveluiden tukemiseksi.

pakottanut ihmisiä jättämään kotinsa ja muuttamaan pois asuinalueiltaan.

Erityisesti päiväntasaajan alueilla ihmisten ruokaturvan sekä vesiturvallisuuden on havaittu heikenneen. Lämpenemisen ja äärevien sääolojen vuoksi ruokajärjestelmiä tukevat ekosysteemipalvelut, kuten pölytys ja maaperän kasvukunto, ovat heikentyneet. Tuholais- ja tautipaine viljelyjärjestelmissä on puolestaan kasvanut. YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden, kuten tavoitteet poistaa nälkä vuoteen 2030 mennessä ja varmistaa riittävä turvallinen ja ravinteikas ruoka kaikille, saavuttaminen näyttää epätodennäköiseltä. Vaikka pohjoisilla alueilla lämpeneminen on osittain myös parantanut tuotanto-olosuhteita, myös pohjoisesta löytyy ruokajärjestelmiä, joiden elinkelpoisuus on vaarantunut ilmastonmuutoksen myötä. Tällaisia ovat esimerkiksi perinteisten arktisten kansojen elinkeinot.

Ilmastonmuutoksella on myös havaittu olleen suoria ja epäsuoria vaikutuksia ihmisten terveyteen. Helleaaltojen suorista, haitallisista vaikutuksista kuolleisuuteen ja terveyteen on enenevässä määrin havaintoja eri puolilla maapalloa. Toisaalta esimerkiksi elintarvike- ja vesivälitteisten sairauksien ilmaantuvuus on lisääntynyt. Muutuva ilmasto ja äärevät sääilmiöt ovat lisänneet myös ihmisten mielenterveyteen liittyviä haasteita. Haitalliset sääilmiöt ovat myös haitanneet terveydenhuoltopalvelujen toimintaa.

Yli puolet maailman väestöstä asuu kaupungeissa. Voimistuneet helleaaltoet kaupungeissa ovat pahentaneet ilmansaasteiden vaikutuksia. Infrastruktuuri, esimerkiksi liikenne-, vesi-, sanitaatio- ja energiajärjestelmät kaupungeissa ovat vahingoittuneet ja vahingoista on aiheutunut taloudellisia menetyksiä, häiriötä sekä haitallisia vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin.

Ilmastonmuutos ei ole vaikutuksiltaan tasapuolinen. Sen vaikutukset lisäävät epätasa-arvoa paitsi alueiden myös alueiden sisällä eri ihmisryhmien välillä. Esimerkiksi mahdollisuus hankkia riittävästi monipuolista ravintoa on paikoittain heikentynyt. Pienviljelijöillä, pienituloisilla kotitalouksilla sekä luonnon varassa elävillä alkuperäiskansoilla on jo nyt paikoin merkittäviä haasteita hankkia tarvitsemansa ruoka.

Riskit riippuvat paitsi päästöistä myös järjestelmien haavoittuvuudesta

Lähivuosikymmeninä monet ilmastonmuutoksen tuomat muutokset ovat väistämättömiä. Niiden osalta ihmisten ja ekosysteemien kohtaamat riskit riippuvat enemmän järjestelmien haavoittuvuudesta ja alttiudesta riskeille kuin mahdollisuuksistamme enää ra-

joittaa muutoksia päästöjä vähentämällä. Pidemmän aikavälin (2040-) riskit taas riippuvat pitkälti lähiaikoina suoritettavista hillintä- ja sopeutumistoimista. IPCC:n arvion mukaan myös väliaikainen 1,5 asteen globaali lämpeneminen aiheuttaa merkittäviä riskejä ekosysteemeille ja ihmiselle. Mikäli lämpeneminen ylittää väliaikaisesti 1,5 asteen rajan (nk. overshoot) ennen kuin päästövähennystoimet helpottavat tilannetta, voivat esimerkiksi lämpenemisen aiheuttamat jäätiköiden sulaminen tai meriveden pinnannousu aiheuttaa merkittäviä riskejä rannikkoekosysteemeille. Mahdollisen ylityksen tulisi siis olla mahdollisimman lyhytkestoinen ja pieni riskien minimoimiseksi. Tämäkin alleviivaa nopeiden päästövähennystoimien tärkeyttä.

Ekosysteemien ja ihmisten haavoittuvuudet ovat kytköksissä

Ilmastonmuutoksen tuomat riskit vaihtelevat paikallisesti. Kaikkein suurimmat riskit ovat alueilla, joissa eliölajit ja ihmiset ovat jo nyt lähellä lämpötilarajojaan sekä alueilla, joihin vaikuttavat merenpinnan nousu tai jäätiköiden sulaminen. Onkin tärkeää, että sopeutumisen ja hillinnän toimet ovat kunkin alueen tarpeisiin sovitettuja.

Haavoittuvuudessa on paljon vaihtelua myös ihmisryhmien välillä. Jopa 3,6 miljardin ihmisen on arvioitu elävän olosuhteissa, jotka ovat erittäin haavoittuvia ilmastonmuutokselle. Haavoittuvuus on erityisen suurta siellä missä esiintyy köyhyyttä, hallintoon liittyviä haasteita tai on rajoitettu pääsy peruspalveluihin ja resursseihin. Myös väkivaltaiset konfliktit ja ilmastoherkkä toimeentulon muoto, esimerkiksi pienviljely, karjankasvatus ja kalastus, lisäävät haavoittuvuutta muutoksille. Tulevaisuudessa altistuminen ilmastouhkille lisääntyy maailmanlaajuisesti myös muuttoliikkeiden, kasvavan eriarvoisuuden ja kaupungistumisen myötä.

Monimuotoisen luonnon ja ekosysteemien turvaaminen on tärkeää, sillä ekosysteemien haavoittuvuus lisää myös ihmisten ja ihmisten järjestelmien haavoittuvuutta. Ekosysteemien haavoittuvuus taas riippuu paljolti ihmisen toimien kokonaisuudesta. Ekosysteemien ja niiden palveluiden menettäminen vaarantaa erityisesti suoraan luonnosta riippuvaisten alkuperäiskansojen elinolosuhteet. Ihmisen toimet, kuten kestämatön luonnonvarojen hyödyntäminen ja maankäyttö sekä elinympäristöjen pirstoutuminen, myös tekevät ekosysteemit entistä alttiimmaksi ilmastonmuutoksen vaikutuksille. Suuri osa eliölajeista on haavoittuvia ilmastonmuutokselle. Monia

eliölajeja uhkaa todennäköisesti erittäin suuri sukupuuttoon kuoleminen riski jo kun ilmaston lämpeneminen on 1,5 °C, ja uhanalaisten lajien määrä kasvaa lämpenemisen edetessä merkittävästi. Tämänhetkiset suojelu- ja ennallistamistoimet ovat riittämättömiä ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten hillitsemiseksi. Raportissa arvioitu riittävä suojelutaso maailmanlaajuisesti olisi 30 % - 50 % maapallon maa- ja vesialasta. Tämänhetkiset suojelualat kattavat alle 15 % maa-alasta, 21 % makeanveden alasta ja vain 8 % merialasta.

Riskien ennakointi ja hallinta on vaikeaa

Ilmastonmuutoksen syntymekanismit ovat yhä monimutkaisempia ja vaikeampia hallita. Se tekee ilmastonmuutoksesta aiheutuvien vaikutusten ja riskien arvioinnin ja ennakkoinnin erityisen hankalaksi. Useita riskitekijöitä tulee esiintymään samanaikaisesti useiden ilmastollisten ja ei-ilmastollisten tekijöiden vaikutuksessa tilanteeseen samanaikaisesti. Haitallisista sääilmiöistä käynnistyy vaikeasti ennustettavia vaikutusketjuja, jotka ulottuvat kauas yli maantieteellisten rajojen ja ulottuvat useille sektoreille. Vahinkoa aiheuttavat sääilmiöt aiheuttavat taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia yli maiden rajojen toimitusketjujen, markkinoiden ja luonnonvaravirtojen kautta, mikä lisää rajat ylittäviä riskejä esimerkiksi vesi-, energia- ja elintarvikealoilla. Esimerkiksi eri viljelykasvien samanaikaiset satotappiot eripuolilla maailmaa voivat saada aikaan hintapiikkejä kansainvälisillä markkinoilla. Lämpöaaltojen ja kuivuuden aiheuttamia terveys- ja elintarviketuotannon riskejä lisäävät lämmön aiheuttama työvoiman tuottavuuden lasku. Myös elintarviketurvallisuuteen liittyvät riskit kasvavat.

Myös vääränlaiset ilmastonmuutoksen sopeutumis- ja hillintätoimet voivat aiheuttaa lisäriskejä ihmisille ja ekosysteemeille. Esimerkiksi laajamittaiset bioenergiaprojektit huonosti toteutettuina voivat olla haitallisia luonnon monimuotoisuudelle, vesi- ja ruokaturvalle sekä ihmisten toimeentulolle.

Sopeutumistoimilla voidaan vaikuttaa

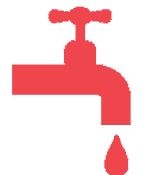
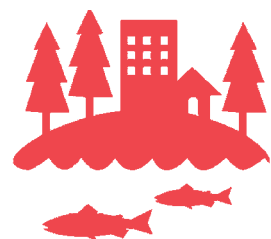
IPCC:n raportti korostaa, että ihmisen toimilla voidaan vielä vaikuttaa paitsi ilmastonmuutoksen laajuuteen myös sen vaikutuksiin. Lähitulevaisuudessa toteutettavilla hillintä- ja sopeutumistoimilla voidaan vaikuttaa syntyviin riskeihin. Sopeutumistoimilla on jo nyt onnistuttu vähentämään osaa vakavista ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Monissa maissa ja kaupungeissa on tehty sopeutumis suunnitelmia,

joiden toteutumista seurataan aktiivisesti. Lisäksi on kehitetty ilmastopalveluita ja päätöksenteon tukityökaluja, jotka ovat jo auttaneet vähentämään ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia. Sopeutumistoimia myös suunnitellaan ja otetaan käyttöön yhä kasvavassa määrin eri sektoreilla. Monet sopeutumistoimet voivat tuoda muitakin hyötyjä, kuten tukea ruokaturvaan tai luonnon monimuotoisuuden suojelua.

Nykyisin tarjolla olevat sopeutumistoimet eivät kuitenkaan riitä, jos ilmasto lämpenee enemmän kuin 1,5 astetta. Ilmastonmuutoksen edetessä yksittäisten sopeutumistoimien tehokkuus vähentää ilmastonmuutoksen tuomia haitallisia vaikutuksia heikenee. Jatkossa sopeutumisen onnistuminen vaatii, että ilmastonmuutoksen tuomia riskejä sekä sopeutumis- ja hillintätoimien toteutettavuutta ja vaikutuksia tarkastellaan entistä kokonaisvaltaisemmin. Toimissa käytetään siis pidemmän tähtäimen otetta ja laaja-alaisempia muutoksia. Tämän vuoksi raportissa painotetaan systeemisten muutosten tarvetta. Esimerkiksi ruokajärjestelmissä sopeutumisessa tarvitaan tuotantoon keskittyviä toimia, kuten ilmastokestävien lajikkeiden ja viljelyjärjestelmien monimuotoisuuden lisäämistä. Näiden lisäksi tarvitaan paikallisten ruokajärjestelmien vahvistamista sekä monialaisia sopeutumisstrategioita, jotka huomioivat ruoantuotannon, kulutuksen ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden toteutumisen. Sopeutumistoimien pitäisi myös enenevässä määrin kohdistua niihin, jotka kärsivät ilmastonmuutoksesta eniten.

Hillinnän ja sopeutumisen toimenpiteillä on kiire

IPCC:n kuudennen arviointiraportin pääviestejä on, että aiempaa tarkentunut kuva havaituista muutoksista ja tulevista riskeistä kertoo siitä, että ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja muutokseen sopeutumisen toimenpiteillä on kiire. Lähivuosina tehtävät päätökset ja toteutettavat toimenpiteet määräävät pitkälti tulevien vuosikymmenien mahdollisuudet onnistua ilmastokestävän kehityksen toteuttamisessa. Onnistumismahdollisuudet riippuvat erityisesti siitä onnistummeko nopeasti vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja pitämään lämpenemisen korkeintaan 1,5 asteessa. Tärkeää on myös vähentää haavoittuvuutta muutoksille. Tähän kaikkeen tarvitaan niin valtioiden kuin yksityisen sektorin ja kansalaisten osallistumista. Onnistuminen vaatii myös eri sektorien välistä yhteistyötä, aikaisempaa monitieteisimpiä lähestymistapoja sekä eri alueiden ja ihmisryhmien huomioimista.



VIERASKYNÄ

Vieraskynässä alan ammattilaiset pohtivat päivänpolttavia teemoja ja ilmiöitä

MONTREALIN PÖYTÄKIRJAN MENESTYSTARINA

Otsonikerroksen suojelusopimusta Montrealin pöytäkirjaa pidetään maailman tehokkaimpana ympäristösopimuksena. Sen menestys on perustunut tieteeseen, tekniseen kehityksen ajankohtaiseen arviointiin ja taloudelliseen realismiin pohjautuvaan päätöksentekoon sekä reiluun taakanjakoon.

Tapio Reinikainen, projektipäällikkö,
Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Ihmeelliset freonit

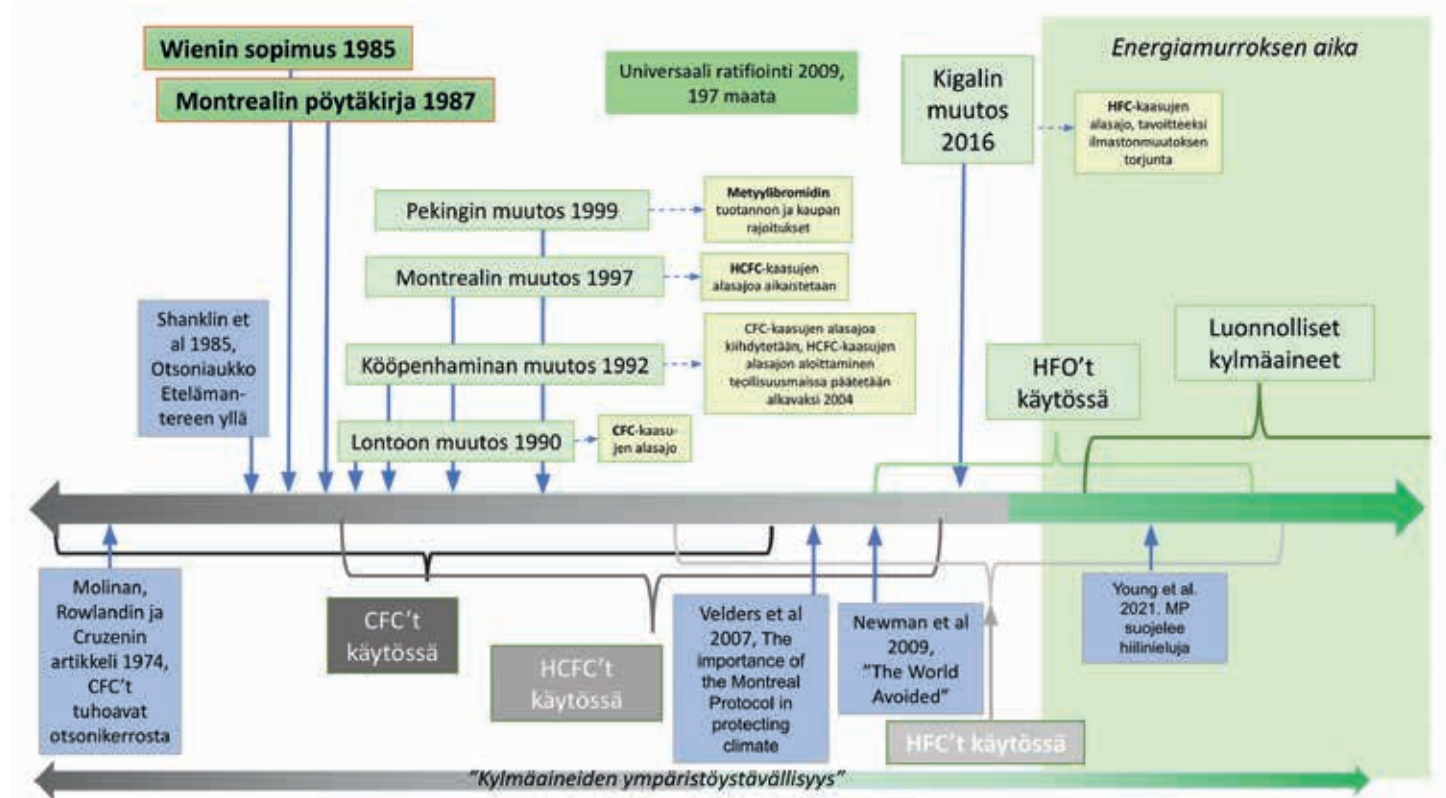
Kun yhdysvaltalainen keksijä ja kemisti Thomas Midgley Junior sai maailman suurimman tiedeseuran American Chemical Society'n korkeimman tunnustuksen, Priestleyn mitalin, häntä pidettiin ihmiskunnan hyväntekijänä; olihan hän keksinyt tetraetyylilyijyn käytön poltomoottoreiden nakutuksen estämiseksi ja CFC-yhdisteiden käytön kylmäaineena. Paloturvalliset ja myrkyttömät CFC-kylmäaineet, kauppanimeltään freonit, tulivat suureen tarpeeseen kasvavalle keskiluokkaistuvalla kaupunkiväestölle, joka kaipasi kylmäketjua ja huoneviilennystä. Kylmätekniikka paransi työn tuottavuutta, elintarvikkeiden kauppaa, varsinkin kansainvälistä kauppaa ja myös viihtyvyyttä kuumilla alueilla.

Onneeseen Midgley ehti kuolla ennen kuin Mario Molina ja hänen kumppaninsa Sherwood Rowland ja Paul Crutzen julkaisivat käänteentekeväen artikkelinsa vuonna 1974. Artikkelissa esitettiin, että CFC-aineet saattavat vaarantaa yläilmakehän otsonikerroksen, joka suojelee meitä auringon tuhoisalta ultraviolettisäteilyltä. Teollisuus esitti jyrkkiä epäilyjä ja vähätteli tutkimuksen tuloksia ja yritti asettaa myös tutkijoita epäilyttävään valoon.

Otsonikerroksen tilaa alettiin kuitenkin seurata sekä satelliittihavainnoin että mittausasemien luotaimilla. Vuonna 1985 British Antarctic Survey'n tutkija Jonathan Shanklin havaitsi Antarktiksella olevan otsoniaukon kenttähavaintojen avulla. Shanklin kumppaneineen julkaisi havainnoista Naturessa artikkelin toukokuussa 1985, joka aiheutti valtavan mediakohun ja vauhditti kansainvälisten sopimuksen perustamista otsonikerroksen suojelemiseksi. Ensin solmittiin Wienin sopimus vuonna 1985 ja Montrealin pöytäkirja vuonna 1987.

Askel askeleelta kattavammaksi

Wienin sopimuksella päätettiin tutkia ja seurata ihmistoiminnan vaikutuksia otsonikerrokseen. Montrealin pöytäkirjalla sovittiin konkreettisista toimenpiteistä otsonikerrosta heikentävien aineiden tuotannon ja kuluksen vähentämiseksi. Aluksi mukaan tuli vain melko pieni määrä maita ja rajoitukset koskivat vain osaa otsonikerrosta heikentävistä aineista. Ensimmäisen Montrealin pöytäkirjan osapuolikokous pidettiin Helsingissä vuonna 1989. Sopimuksen oli vahvistanut vain 31 maata ja EEC – vaatimaton alkua tärkeälle sopimukselle. Presidentti Mauno Koiviston avauspuheenvuorossa korostettiin, että otsonikato on suurempi ongelma kuin alkupeisten tutkimusten perusteella osattiin odottaa. Otso-



Kuvio 1. Montrealin pöytäkirjan virstanpylväät, joitakin kehityksen keskeisesti vaikuttaneita tieteellisiä artikkeleita ja niiden vaikutuksia asteittaisessa siirtymässä kohti haitattomia kylmäaineita ja niitä käyttäviä laitteita.

nikerroksen suojelemiseksi tarvittiin kiireellisiä toimia ja sitä tuhoavien aineiden tuotanto ja käyttö tulisi lopettaa niin nopeasti kuin mahdollista. Ulkoministeri Paasio puolestaan linkitti otsonikerroksen suojelun ilmastolämpenemisen hillintään, mikä oli melko avantgardistista. Arkistojen kätkeistä löytynyt tieto oli yllättävä nykyisille Suomen neuvottelijoille, jotka saivat puolustella Kigalin muutoksen seitsemän vuotta kestäneissä neuvotteluissa tuoretta tutkimustietoa siitä, että kaksi globaalia ilmasto-ongelmaa, yläilmakehän otsonikato ja ilmastolämpeneminen liittyvät toisiinsa monin tavoin.

Montrealin pöytäkirjaa on sittemmin täydennetty muutoksilla (amendment) ja vähäisemmällä korjauksilla (adjustments), joilla tavoitteita on aikaistettu ja rajoitusten piiriin on lisätty aineita. Viimeisimmässä, niin kutsutussa Kigalin muutoksessa vuonna 2016, lisättiin myös voimakkaassa kasvussa olevat HFC-aineet. Siinä vaiheessa Montrealin pöytäkirjan yhteisö otti tehtäväkseen virallisestikin ilmastolämpenemisen ehkäisyn. Siihen asti ilmastohyödyt olivat tulleet otsonikerroksen suojelun merkittävänä sivutuotteena.

Muutoksia Montrealin pöytäkirjaan on tähän mennessä tehty viisi kertaa (kuvio 1). Lontoon muutoksella (1990) muutettiin otsonituholaisaineiden alarajan aikataulua siten, että CFC:t, halonit ja hiilitetrakloridi ajattaisiin

alas teollisuusmaissa vuoteen 2000 mennessä ja kehittyvissä maissa vuoteen 2010 mennessä. Metyylikloroformi lisättiin alas ajettavien listalle niin, että sen käytöstä luovuttaisiin teollisuusmaissa vuoteen 2005 mennessä ja kehittyvissä maissa vuoteen 2015 mennessä.

Kööpenhaminan muutoksella (1992) otsonituholaisaineiden käytöstä poistoa nopeutettiin ja määriteltiin HCFC-aineiden alarajo aloitettavaksi vuonna 2004 teollisuusmaissa, CFC-kaasujen, halonien, hiilitetrakloridin, ja metyylikloroformin käytöstä poistoa aikaistettiin vuoteen 1996 teollisuusmaissa ja metyylibromidin käytölle asetettiin katto.

Montrealin muutoksella (1997) HCFC-kaasujen alarajo aloitettiin myös kehittyvissä maissa samoin kuin metyylibromidin alarajo, vastaavasti vuosiin 2005 ja 2015 mennessä. Pekingin muutoksella (1999) kiristettiin HCFCiden tuotannon ja kaupan rajoituksia ja lisättiin bromokloorimetani rajoitettujen aineiden listalle. Kigalin muutos (2016) oli sängen merkittävä, koska sen myötä otettiin julkilausutuksi tavoitteeksi ilmastomuutoksen torjunta, otettiin hyvin laaja joukko HFC-kaasuja MP:n sääntelyn piiriin ja aloitettiin HFC-kaasujen alarajo, vaikka ne eivät juurikaan tuhoa otsonikerrosta. HFC:t ovat voimakkaita ilmastokaasuja.

Merkittävä mekanismi sopimusten kokonaisuudessa

on ollut erilaiset poikkeukset. Niitä on myönnetty määrääjäksi maiden hakemuksesta, mikäli Teknis-taloudellinen asiantuntijaneeli (TEAP) on katsonut, että vaihtoehtoja ei haettuun käyttötarkoitukseen ole. Mahdollisuus saada poikkeuksia on edistänyt konsensusperiaatteella tehtävää päätöksentekoa, kun ei ole ollut pakko kaataa koko maailmaa koskevaa edistysaskelta oman maan erityisolosuhteiden vuoksi.

Kemianteollisuus mukana

Montrealin pöytäkirjan sääntely on edennyt askeleittain muutoksesta toiseen. Muutoksista ja päätöksistä neuvottelessa keskeisiä huolia kehittyvien maiden osalta ovat olleet uusien teknologioiden saatavuus ja kustannukset. On pelätty, että uudet aineet ja niillä toimivat laitteet tulivat kalliiksi, koska ne joudutaan ostamaan teollisuusmaista, jotka suojelevat kemianteollisuutensa ja laitteita tuottavan teknologiateollisuutensa uusia keksintöjä patenteilla. Huolta on tasoittanut vuonna 1992 YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa hyväksytty periaate ”yhteisistä, mutta eriytettyistä vastuista”, jonka mukaan kaikki valtiot ovat vastuussa maailmanlaajuisista ympäristötuhoista, mutta eivät yhtä suuressa määrin. Periaatteessa tasapainotetaan toisaalta kaikkien valtioiden tarve ottaa vastuu globaaleista ympäristöongelmista ja toisaalta tarve tunnustaa valtioiden väliset suuret erot talouskehityksessä ja kyvyssä maksaa uusien vaatimusten toimeenpanosta.

Huolet ovat osoittautuneet pitkälti turhiksi saatavuuden osalta siksi, että teollisuus on osoittanut kykynsä uusiin innovaatioihin varsin nopeasti. Itse asiassa uusien kiristyvien vaatimusten mukaisten teknologioiden patenttien määrä oli lähtenyt kasvuun jo ennakoivasti, kun uusista kiristävistä vaatimuksista oli vasta alettu keskustella, jopa ennen ensimmäisiä pöytäkirjanmuutosesityksiä (kuvio 2).

Osa teollisuusmaista, kuten Suomi ja muut Pohjoismaat ovat korostaneet teknologiasiirron merkitystä alusta asti. Käytännön elämä neuvotteluissa on kuitenkin osoittanut, että suurimpien aineita ja laitteita tuottavien maiden teollisuus pitää lujasti kiinni omista intresseistään valtioidensa edustajien kautta olipa kyseessä teollisuusmaa tai kehitysmaa. Neuvotteluja ei voi menestyksellisesti käydä ymmärtämättä näitä intressejä ja niihin liittyvää ajallista dynamiikkaa.

Montrealin pöytäkirjaan kuuluvan rahoitusinstrumentin (MLF) sääntöjen ja ohjeiden mukaan vaihtoehtoihin siirryttäessä patenteihin ja rojaltimaksuihin liittyvät lisäkustannukset voivat olla rahoituksen kohteena. Vuosien varrella rahoitusinstrumentin rahoittamisessa investointiprojekteissa lisensseihin ja teknologiansiirtoihin liittyviä suoria maksuja on ollut kuitenkin suhteellisen pieni määrä. Monissa tapauksissa nämä kustannukset ovat kuitenkin olleet jo sisällytettynä vaihtoehtoihin teknologioihin.

Investointiprojekteihin sisällytettujen suorien patentteihin liittyvien maksujen määrää selittää muutama keskeinen syy. Patentin ominaisuuteen kuuluu, että se on voimassa vain siinä maassa, jossa se on myönnetty. Siten patenteilla ei ole aina ollut suoraa vaikutusta kehittyvissä maissa toteutettuihin investointiprojekteihin, sillä patentteja ei ole välttämättä haettu näihin maihin. Patentit myönnetään myös aina määrääjäksi. Huomioiden kehittyvien maiden pidempi aika ODS-aineista luopumiselle, vaihtoehtoihin teknologioihin liittyvät patentit ovat monissa tapauksissa myös ehtineet jo raueta projektien toteutuksen aikaan. Lisäksi jotkin vaihtoehtoiset teknologiat eivät ole olleet patenttien kohteena (esimerkiksi muut kuin perinteiset kylmäaineisiin perustuvat teknologiat). Joissakin tapauksissa patenttien omistajat eivät myöskään ole halunneet asettaa ylimääräisiä maksuja teknologioiden käyttämiseen. Käytännössä suurin osa kemianteollisuuden tuottamista tavanomaisista kylmäaineista tuotetaan jo kehittyvissä maissa.

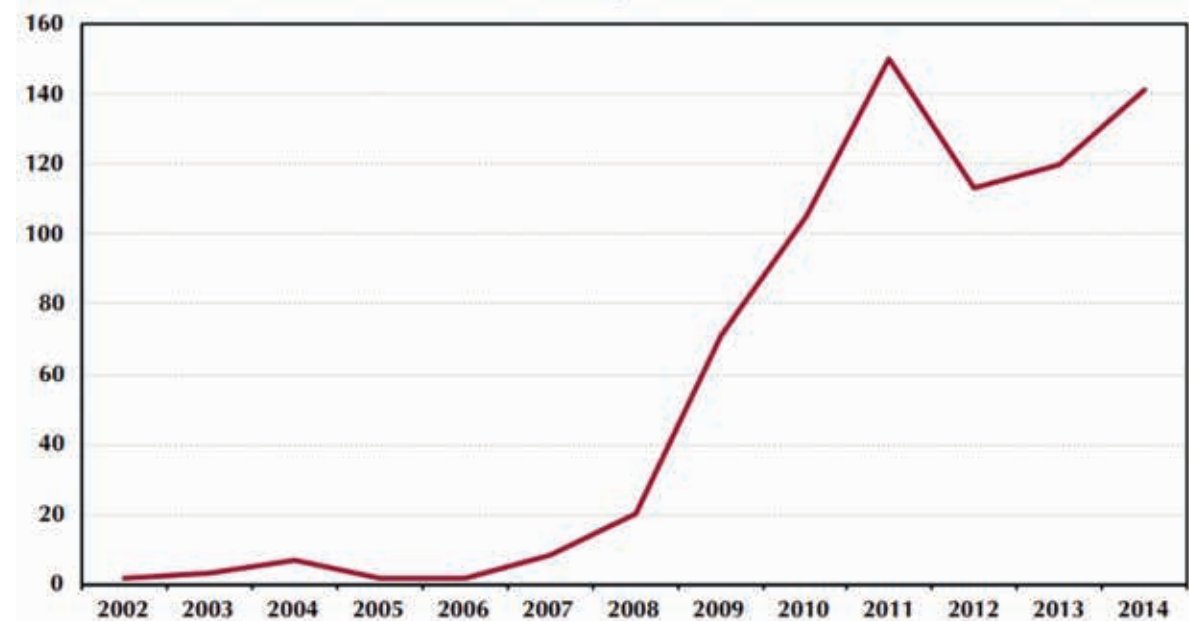
Montrealin pöytäkirjan Kigalin muutoksen ja HFC-aineiden käytöstä luopumisen myötä kehittyvissä maissa on noussut huoli, että patenteilla saattaisi olla suurempi rooli verrattuna aiempaan CFC-aineiden käytöstä luopumiseen. On arveltu, että patentit saattaisivat jopa nostaa merkittävästi vaihtoehtoihin siirtymisen kustannuksia sekä viivästyttää siirtymän aikataulua kehittyvissä maissa. Onkin tärkeää, että patenteihin ja rojaltimaksuihin liittyvä rahoitus on edelleen oleellinen osa pöytäkirjan rahoitusinstrumenttia.

Montrealin pöytäkirja pelasti otsonikerroksen ja turvaa ihmisen terveyttä

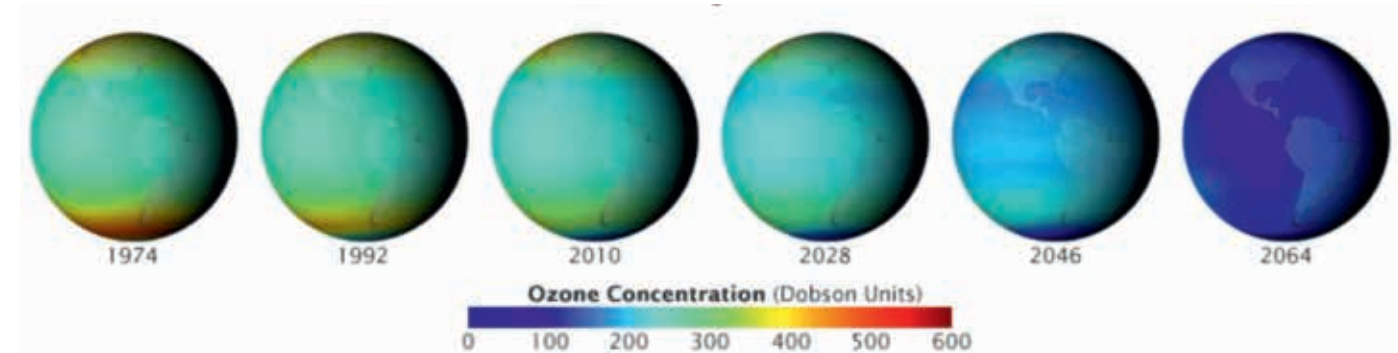
Vuonna 2009 Montrealin pöytäkirja oli ratifioitu kaikissa maailman maissa – se oli ensimmäinen YK:n ympäristösopimus, joka saavutti maailmanlaajuisen ratifioitavuuden. Sopimuksella on vähennetty sen rajoittamien otsonikerrosta heikentävien aineiden kulutusta 99 % (UNEP 2022) ja turvattu otsonikerroksen palautuminen noin vuoteen 2065 mennessä.

Kuuluisassa ”World avoided” -tutkimuksessa osoitettiin mallintamalla miten otsonikerros olisi kehittynyt ilman Montrealin pöytäkirjan tehokkaita rajoitustoimia (kuvio 3). Tutkimuksen mukaan otsonikerroksesta olisi tuhoutunut 17 % vuoteen 2020 ja 65 % vuoteen 2064 mennessä. Tämä olisi käytännössä tarkoittanut, että koko maailmassa olisi ollut sellaiset olosuhteet kuin keväisin Etelämantereella syvän otsoniaukon alla, jolloin ulkoilmassa liikkuminen ilman suojavarustuksia olisi ollut mahdollista eikä ruoantuotantokaa pelloilla olisi onnistunut.

Tuoreessa ultraviolettisäteilyn mittaus- ja mallinnus-tutkimuksessa havaittiin, että ilman Montrealin pöytäkirjaa UV-indeksiarvot keskileveysasteilla < 50° olisivat olleet 10–20 % suuremmat kaikkina vuodenaikoina verrattuna havaittuihin UV-indeksin arvoihin 1990-luvun alussa ja lähempänä napa-alueita. Lisääntyneellä säte-

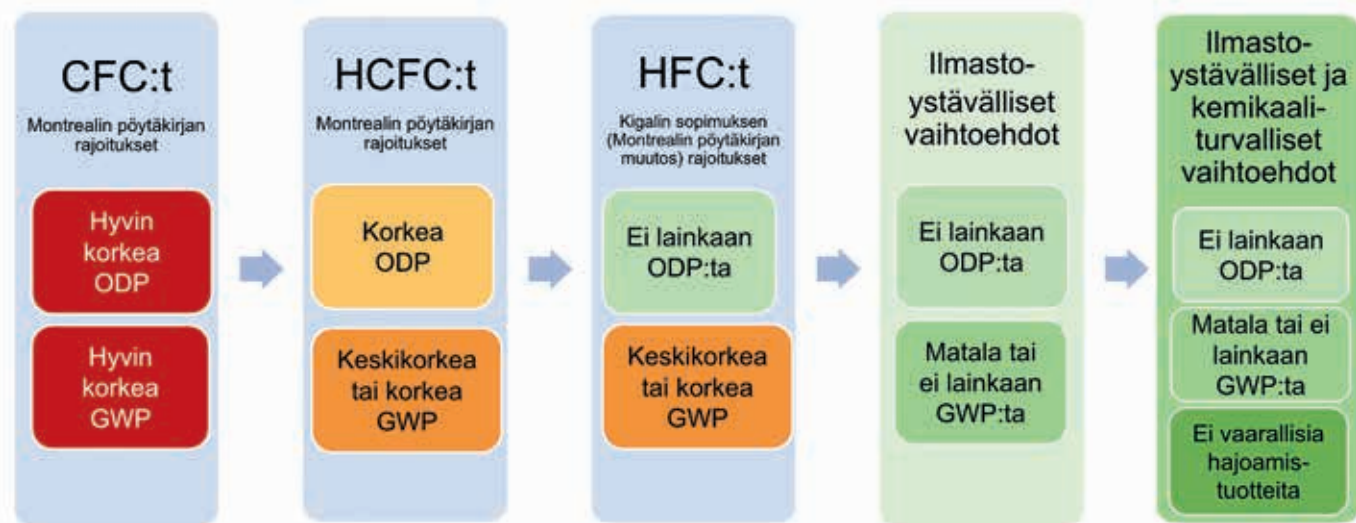


Kuvio 2. Kuvasta käy ilmi matalan GWP:n kylmäaineeseen HFO1234yf liittyvien patenttien Kigalin muutosta ennakoiva kasvu. Ensimmäinen korkean GWP:n HFCiden alasajoon tähtäävä muutosesitys esitettiin vuonna 2009. Kun Kigalin muutos hyväksyttiin vuonna 2016 oli patenttimarkkina jo saturoitunut. HFO-teknologiapatentteja olivat hakeneet myös kehittyvien maiden kemianteollisuuden yritykset (Steven Siedel 2015, josta kuvan lähde: Patents compiled using WIPO Patent Scope and the Indian Patent Advanced Search System (inPass)).



Kuvio 3. Ilman Montrealin pöytäkirjaa otsonikerrosta tuhoavien aineiden käyttö olisi jatkunut rajoittamattomana katastrofaalisin vaikutuksin. Otsoniaukon rajaksi on sovittu 200 Dobsonin yksikköä (DU)- sitä vähäisempi määrä on kuvassa indikoitu sinisillä väreillä. Normaalin kokonaisotsonipitoisuuden pitäisi olla pohjoisella pallonpuoliskolla 300–430 DU, päiväntasaajalla noin 260 DU ja eteläisellä pallonpuoliskolla 280–400 DU.

LÄHDE: NASA IMAGES BY THE GSFC SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO, [HTTPS://WWW.EARTHOBSERVATORY.NASA.GOV/FEATURES/WORLDDWITHOUTOZONE](https://www.earthobservatory.nasa.gov/features/worldwithoutozone).



Kuvio 4. Kemikaaliturvallisen energiamurroksen astettaisesta toimeenpanosta on Montrealin pöytäkirjassa pitkäaikainen kokemus. Montrealin pöytäkirjan vaikutuksesta on vähittäin siirrytty kohti haitattomampia kylmäaineita. Nyt teollisuusmaat ovat siirtymässä HFC-aineista eteenpäin. Kemikaaliturvallisessa siirtymässä hypätään suoraan luonnollisiin kylmäaineisiin, jotka eivät synnytä vaarallisia hajoamistuotteita, mutta ovat vähintään yhtä energiatehokkaita kuin halogenoituihin kylmäaineisiin perustuvat teknologiat (kolme ensimmäistä laatikkoa). Kehittyvät maat ovat parhaillaan siirtymässä pois HCFC-vaiheesta. Ne voisivat hypätä suoraan yli välivaiheiden.

lyllä olisi ollut vakavia seurauksia väestön terveydelle ja ihosyövät olisivat lisääntyneet. Eteläisellä pallonpuoliskolla ultraviolettisäteilyn kasvu yli 50 leveysasteen alueilla olisi ollut vielä voimakkaampaa ilman Montrealin pöytäkirjan toimia.

Yhdysvaltain ympäristöviranomaisen (USEPA) mukaan yläilmakehän otsonikerroksen suojelulla on ehkäistä ja ehkäistään valtava määrä ihosyöpiä ja silmäsairauksia. Arvion mukaan vuosien 1890–2100 välillä syntyvät henkilöt säästyvät 63 miljoonalta kaihilta ja 443 miljoonalta syöpätapaaukselta, jotka olisivat aiheuttaneet 2,3 miljoonaa ennenaikaista kuolemaa yksinomaan Yhdysvalloissa. Erilaisia ihosyöpiä esiintyy vuosittain yli 6 miljoonaa tapausta, joskin aivan viimeaikaisissa tutkimuksissa on havaittu, että Uudessa-Seelannissa tapausmäärät ovat tasaantuneet ja joissakin maissa, kuten Kanadassa, Italiassa ja Englannissa tapausmäärät ovat jopa laskeneet.

Montrealin pöytäkirjan merkitys ilmastonsuojelussa

Otsonikerroksen suojelun sivutuotteena Montrealin pöytäkirja on ehkäissyt valtavan määrän ilmaston lämpenemistä. Ilman Montrealin pöytäkirjan jyrkkiä toimia on arvioitu, että freonien ja muiden otsonikerroksen tuhoa aiheuttaneiden kaasujen, jotka olivat myös erittäin voimakkaita kasvihuonekaasuja, päästöt olisivat olleet

vuonna 2010 välillä 15–18 gigatonnia (CO₂-eq) vuodessa. Se olisi vastannut jo lähes puolta sen aikaisesta säteilypakotteesta.

Nykyiset vuosittaiset kaikkien kasvihuonekaasujen päästöt globaalisti ovat luokkaa 35 gigatonnia (CO₂-eq) vuodessa. Montrealin pöytäkirjan ansiosta otsonikerrosta tuhoavien voimakkaiden kasvihuonekaasujen tuotanto oli jo pudotettu lähelle nollaa vuoteen 2010 mennessä. Nyt parhaillaan toimeenpannaan Kigalin muutosta, jolla ehkäistään HFC-aineiden valtava käytön kasvu ja siten ehkäistään 2.8 - 4.1 gigatonnin päästöt (CO₂-eq) vuodessa vuoteen 2050 mennessä ja 5.6 - 8.7 gigatonnin vuosittaiset päästöt vuoteen 2100 mennessä. Siten ehkäistään jopa 0,4 °C ilmaston lämpeneminen vuoteen 2100 mennessä.

Kigalin muutoksen neuvottelujen yhteydessä osapuolet tekivät useita päätöksiä, jotka lisäävät tuotettavien kylmälaitteiden energiatehokkuutta. On arvioitu, että kaasujen vaihtamisella ilmastoystävällisemmiksi ja energiatehokkuuslisäyksillä voitaisiin kumulatiivisesti ehkäistä kasvihuonekaasupäästöjä vuosien 2030 ja 2050 välillä 130–260 gigatonnia ja siten pystytään potentiaalisesti ehkäisemään vielä puoli astetta lisää ilmaston lämpenemistä. Mielestämme haarukan alaraja on mahdollista saavuttaa, mutta se edellyttää energiatehokkuusvaatimusten ottamista mukaan Monenkeskisen rahaston

(MLF) rahoitusvaatimuksiin teollisissa konversioissa.

Suurien ilmastovaikutusten lisäksi on arvioitu, että Montrealin pöytäkirja on ehkäissyt terrestristen hiilinielujen tuhoutumista suojelemalla kasvillisuutta. Ilman tätä myönteistä vaikutusta kasvillisuuteen olisi ilmakehään joutunut tuoreen arvion mukaan 115–235 ppm CO₂ lisää, mikä olisi lämmittänyt ilmastoa lisää 0.5–1.0 °C.

Montrealin pöytäkirjan kustannukset teollisuusmaille Monenkeskisen rahaston kautta ovat olleet toistaiseksi vain vaivaiset 4,37 miljardia US \$. Sillä on toteutettu 144 maaohjelmaa ja katettu 145 kehitysmaan otsonitoimiston operatiiviset kulut. Tämä on epäilemättä ollut maailman tehokkainta ilmastorahoitusta.

Montrealin pöytäkirjan menestystekijät

Avainasemassa Montrealin pöytäkirjan menestykselle on ollut luottamus tieteelliseen tietoon. Onhan koko sopimuksen lähtökohtana Molinan ja kumppaneiden Nobelpalkinnon (1995) arvoiset löydökset ilmakehiästä ja kemianteollisuuden tuottamista aineista, jotka olivat tuhotu maailman. Oleellisia menestystekijöitä on muitakin, kuten vähitellen tiukentuva rakenne ja rahoitusmekanismi, jolla teollisuusmaat tukevat kehitysmaiden toimia, joilla sopimusta toteutetaan. Lisäksi toimivia malleja ovat poikkeusmekanismit ja proseduuri reagoida joidenkin maiden puutteelliseen määräysten toimeenpanoon. Keskeisessä roolissa ovat olleet myös Montrealin pöytäkirjan pätevät instituutiot, ennen kaikkea sen asiantuntijapaneelit, otsonisihteeristö ja otsonirahasto (Multilateral Fund), joihin kaikkien maiden neuvottelijoilla on ollut vankkumaton luottamus.

Montrealin pöytäkirjan tulevaisuus

Energiasiiirtymä pois fossiilisista polttoaineista etenee nyt onneksi nopeasti ja kylmälaitteilla, erityisesti lämpöpumpuilla, on energiamurroksessa erittäin merkittävä rooli energiansäästöissä ja siten korvaamalla fossiilista sähkön- ja lämmöntuotantoa. Maailman energijärjestön (IEA 2021) mukaan lämpöpumppujen asennettu kapasiteetti kymmenkertaistuu 180 miljoonasta asennetusta pumpusta 1800 miljoonaan vuosien 2020 ja 2050 välillä. Ei ole yhdentekevää, mihin kylmäaineisiin jatkossa siirrytään. Alhaisen GWP:n vaihtoehtoja ovat sekä uudet kemikaalit (esimerkiksi HFO-yhdisteet) että luonnolliset kylmäaineet, kuten CO₂, hiilivedyt ja ammoniakki. Eri aineet soveltuvat erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta aina kun mahdollista, tulisi suosia luonnollisia kylmäaineita, jotta vältetään kemikaalien valmistukseen ja hajoamistuotteisiin liittyvät päästöt, joilla voi olla muitakin ympäristöhaittoja (kuvio 4).

Tämän kirjoitussarjan seuraavissa jaksoissa kerrotaan Montrealin pöytäkirjan nykyisistä haasteista ja siitä mihin suuntiin Montrealin pöytäkirja on suuntautumas- ja jatkossa.

Lähteet:

- Mario J. Molina & F. S. Rowland: Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone (PDF) 1974
- Farman, J. C.; Gardiner, B. G.; Shanklin, J. D. (1985). "Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction". *Nature*. 315 (6016): 207. Bibcode:1985Natur.315..207F. doi:10.1038/315207a0. <https://ozone.unep.org/meetings/first-conference-parties>
- WMO 2018 (World Meteorological Organization), Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, Global Ozone Research and Monitoring Project–Report No. 58, 588 pp., Geneva, Switzerland, 2018.
- UNEP 2022. Ozone and you. All about the ozone and the ozone layer. Verkkosivu: <https://ozone.unep.org/ozone-and-you>
- G. J. M. Velders, S. O. Andersen, J. S. Daniel, D. W. Fahey, M. McFarland, The importance of the Montreal Protocol in protecting climate. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104, 4814–4819 (2007)
- Newman, P. A., Oman, L. D., Douglass, A. R., Fleming, E. L., Frith, S. M., Hurwitz, M. M., Kawa, S. R., Jackman, C. H., Krotkov, N. A., Nash, E. R., Nielsen, J. E., Pawson, S., Stolarski, R. S., and Velders, G. J. M.: What would have happened to the ozone layer if chlorofluorocarbons (CFCs) had not been regulated?, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 2113–2128, <https://doi.org/10.5194/acp-9-2113-2009>, 2009.
- P.W. Barnes et al 2021. Environmental Effects of Stratospheric Ozone Depletion, UV Radiation, and Interactions with Climate Change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2021. https://ozone.unep.org/sites/default/files/assessment_panels/EEAP-summary-update-2021-for-policymakers.pdf
- McKenzie, R., Bernhard, G., Liley, B. et al. Success of Montreal Protocol Demonstrated by Comparing High-Quality UV Measurements with "World Avoided" Calculations from Two Chemistry-Climate Models. *Sci Rep* 9, 12332 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48625-z>
- U.S. Environmental Protection Agency, S. P. D., Office of Air and Radiation, (2020). Updating the atmospheric and health effects framework model: stratospheric ozone protection and human health benefits. (Vol. Publication Number 430R20005 May 2020.). Washington, D.C.: EPA.
- Young et al. 2021. The Montreal Protocol protects the terrestrial carbon sink. *Nature* 596, 384–388. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03737-3>
- IEA Flagship reports: a) Global Energy Review 2021 and, b) Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, c) World Energy Outlook 2021. <https://www.iea.org/analysis>

TAPAHTUU

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

Ilmanlaadun mittajaajat kokoontuivat Porissa koronatauon jälkeen

Ilmanlaadun mittajaajatapaaminen järjestettiin 11.–12.5.2022. Mittajaajatapaamisen isäntäkaupunkina toimi tällä kertaa Pori, ja tapahtumapaikaksi oli valikoitunut Virkistysshotelli Yyteri meren rannalla. Porin tapaamista oli suunniteltu jo vuodeksi 2020, mutta koronan vuoksi tilaisuus jouduttiin siirtämään useaan kertaan.

Porin kaupungin luonnonsuojeluvalvoja Kimmo Nuotio esittelee vanhaa ilmakuvaa Yyterin dyyniluontokierroksella.

KUVA: BIRGITTA KOMPULA

KUVA: KARRI SAARNIO



Mittajaajatapaaminen järjestettiin Yyterin Virkistysshotellissa.

Karri Saarnio, tutkija, Ilmatieteen laitos

Tapaamiseen oli ilmoittautunut 66 kuntien, yritysten ja tutkimuslaitosten ilmanlaatuasiantuntijaa. Päivien aikana kuultiin 12 asiantuntijapuheenvuoroa sekä mittauksen laatuun keskittyvän teemakokonaisuuden neljä alustuspuheenvuoroa, joiden pohjalta keskusteltiin mittajien kokemuksista ja toiveista alustettuihin aiheisiin liittyen. Oheishjelmana oli vierailu Suomen Hyötytuuli Oy:n opastuskeskukseen sekä opastettu kiertokävely Yyterin dyyniluontoon. Lisäksi osallistujilla oli mahdollisuus tutustua laite-edustajien laitenäyttelyyn sekä osallistua laitekäyttökoulutukseen. Tapaamisillallista vietettiin hotellin ravintolassa ensimmäisen kokouspäivän päätteeksi.

Mittajaajatapaamisen puheenjohtajana toimi **Jatta Salmi** Swecolta. Isäntäkaupungin tervehdyksen piti **Joni Mustonen** Porin kaupungin elinvoima- ja ympäristötoimialan ympäristö- ja terveysvalvontayksiköstä. Joni kertoi, että THL:n tutkimuksen mukaan Porissa asuvat Suomen onnellisimmat ihmiset, kun vertaillaan yli 60 000 asukkaan kaupunkeja. Pori on ainoana isona kaupunkina Suomessa mukana Hiilineutraali Kunta -kampanjassa. Porin seudulla toimii yksi Euroopan nopeimmin kehittyvistä teollisuuden robotiikka-, automaatio- ja tekoälyklustereista, ja Pori onkin rakennettu teolliseksi tukikohdaksi, jossa on helposti ja monipuolisesti saatavilla olevia teollisuushyödykkeitä muun muassa kierrätystä hyödyntävän teollisuuden tarpeisiin.

Ajankohtaisia uutisia, hiukkasvertailuja ja ilmanlaatuselvityksiä

Katriina Kyllönen Ilmatieteen laitokselta kertoi ilmanlaadun kansallisen vertailulaboratorion kuulumisista ja uudistuneesta työnjaosta. Katriina päivitti tietoja ilmanlaadun standardien uusimis- ja kehitystyöstä sekä kertoi lisäksi EU:n ilmanlaatudirektiivin uusimistyöstä ja -aikatauluista vertailulaboratorion näkökulmasta. Hän kertoi vertailulaboratorion osallistuneen alkuvuodesta komission tutkimuskeskuksen Italian Isprassa järjestämiin kaasun- ja hiukkasvertailuihin, jotka nekin olivat koronapandemian vuoksi tauolla parin vuoden ajan. Samoin esiteltiin laboratorion menneitä ja juuri käynnistyneitä hankkeita. Ilmanlaadun mittajia erityisesti koskevia hankkeita ovat ilmanlaadun mittausverkoille kohdistettu kaasuvertilu ja auditointi direktiivien mukaisesti (KAUDI_22-23), joka toteutetaan vuosien 2022–2023 aikana. Samalla päivitetään Ilmanlaadun mittausohje, sekä automaattisten PM10- ja PM2,5-hiukkasmittalaitteiden ekvivalenttisuuden osoittaminen vertailumenetelmää vastaan (PM-EKVI_22-23), joka toteutetaan pääkaupunkiseudulla vuosina 2022–2023.

Omassa puheenvuorossaan **Karri Saarnio** Ilmatieteen laitokselta kertoi tarkemmin vertailulaboratorion hiukkashankkeista. Hän kertoi tiivistetysti vuosina 2019–2020 järjestetyn hiukkasmittauksen vaatimuksenmukaisuuden todentamisen (HIVATO) tulokset. Todettiin, että Helsingin Kalliossa tehtävä PM2,5-mittaus edustaa hyvin keskimääräistä pienhiukkastasoa ja -pitoisuuskehitystä Suomessa ja että mittaukset tehdään vaati-



KUVA: KATJA LOVEN

Mittaajatapaamisen seminaariyleisöä.

muksenmukaisesti. Havaittiin myös, että pienhiukkassatokset suomalaisilla kaupunkitausta-aseilla ovat laskeneet noin 30 prosentilla reilun kymmenen vuoden aikana.

Mika Vestenius kertoi vuonna 2021 Vantaan Tikkurilan asemalla tehdyn hiukkaslaitteiden ongoing-vertailun tuloksista. Vertailussa oli mukana referenssimenetelmän lisäksi viisi erilaista mittalaitetta. Yhteenvetona tuloksista voitiin päätellä, että Kuopiossa vuosina 2014–2015 määritetyt laite- ja mallikohtaiset kalibroitukertoimet toimivat pääsääntöisesti myös Tikkurilan asemalla, mutta ei kaikille eikä aina ideaalisesti.

Lisäksi mittaajien käyttöön tulee jatkuvasti uusia mittalaitteita, joille ei ole olemassa Suomessa määritettyjä kalibroitukertoimia. Siksi on tärkeä järjestää aika ajoin ekvivalenttisuuden osoittamisen kampanjoita ja eri puolilla Suomea. Karri jatkoi vielä puheenvuoroa esitellen juuri alkamassa olleen PM-EKVI_22-23-hankkeen suunnitelmia. Vertailumittaukset olivat alkamassa kesäkuun alussa Helsingin Kallion aseman vieressä, ja mittausten järjestelyn olivat työn alla. Vertailussa on tarkoitus määrittää päivitetyt laite- ja mallikohtaiset kalibroitukertoimet mahdollisimman monelle mittaajien käytössä olevalle mittalaitetyypille sekä lisäksi uusille, markkinoil-

le juuri tulleille mittalaitteille ensimmäiset kansalliset kalibroitukertoimet.

Ensimmäisen session päätti **Birgitta Komppulan** puheenvuoro, jossa kerrottiin leviämismallilaskelmien avulla saadusta ilmanlaadun kokonaiskuvasta ja alueellisesta jakautumasta Porissa. Esityksessä kerrottiin käytetyistä menetelmistä ja mallinnuksessa käytetystä lähtöaineistosta, pitoisuustuloksista ja Porin asukkaiden altistumisesta ilman epäpuhtauksille. Yhteenvetona Porin ilmanlaadusta Birgitta kertoi, että Porin ilmanlaatu on pääosin hyvää, ja se vaihtelee alueellisesti ja ajallisesti. Ilmanlaadun raja-arvot alittuvat Porissa, mutta PM₁₀:n vuorokausiohjearvo sekä bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyvät. Porissa ilmanlaatuun vaikuttavat eniten auto liikenne ja kotitalouksien pienpoltto. Mallinnustuloksia voidaan hyödyntää nykyisen ilmanlaadun seurannassa käytettävän mittausverkon kehittämisessä.

Henkilökohtaisesta altistumisesta ja ilmanlaatutiedottamisen käytännöistä

Taina Siponen Terveiden ja hyvinvoinnin laitokselta kertoi henkilökohtaisen altistumisen mittauksista, joilla saadaan tietoa todellisissa tilanteissa, joissa ihmiset altistuvat eri ympäristöissä ja eri liikkumistavoilla. Ylei-

sesti hengitysilmaasta saadaan tietoa paikallisilta ilmanlaadun mittausasemilta, mutta kun päästölähde on matalla kuten liikenteen pakokaasujen ja kotitalouksien savupiippujen tapauksessa, voivat pitoisuudet vaihdella alueen sisällä merkittävästi.

THL:n tutkimuksissa pienmittalaitteilla on mitattu pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten sekä mustan hiilen pitoisuuksia sekä hiukkasten lukumäärää ja keuhkokeposoituvaa pinta-alaa. Taina kertoi, kuinka kävelijä altistuu katupölylle Helsingissä ja Kuopiossa ja kuinka pyöräilijän reittivalinnalla on merkitystä hiukkasmaaisille ilmansaasteille altistumisessa. Samoin kuluttavan valinnalla on merkitystä altistumiselle, sillä THL:n tutkimuksessa pyöräilijä altistui korkeammille hiukkaspitoisuuksille kuin ikkunat kiinni olevassa autossa matkustavat. Kuitenkin kaikkein korkeimmille pitoisuuksille altistuivat bussissa matkustavat. Pienpolttoympäristössä havaittiin paljon pistemäisiä korkeitakin pitoisuuksia sekä paljon paikallista ja ajallista vaihtelua, ja havaittiin, että alueen eri pisteissä on huono korrelaatio mittausaseman pitoisuuksien kanssa.

Ilmanlaatatiedottamisen käytännöistä käytävän keskustelun alustukseksi **Kaarina Kähäri** kertoi omista kokemuksistaan Lahdessa. Kaarina jakoi tiedotustarpeet kolmeen kategoriaan: akuutti, kiireetön ja jatkuva tiedottaminen, joilla kullakin on omat tiedotuskanavansa ja -mekanisminsa. Ilmanlaadusta tiedottamiseen heräneitä ajatuksia olivat muun muassa se, että oikean tiedon välittäminen on tärkeää mutta vaikeaa, ja että tiedottamiseen tarvitaan tiimi, jossa on substanssiosaajia, someosaajia ja viestinnän ammattilaisia mukana. Yhdessä pohdittiin, tarvittaisiinko mittaajille viestintäkoulutusta ja kuka sellaista organisoisi.

Mittausverkon, suurteollisuuden ja viranomaisvalvonnan näkökulmia ilmanlaadun mittaamiseen

Toinen kokouspäivä aloitettiin perinteisesti tutustumalla isäntäorganisaation mittausverkkoon. **Jari Lagerroos** kertoi Porin, Harjavallan ja Rauman mittausverkoista, ja kuinka mittausverkoissa on huolehdittu järjestelmän toiminnan ja ylläpidosta ja valvonnasta, ja millaisia ilmanlaadun haasteita ja suunnitelmia mittausverkkojen alu-

eella on. Seuraavaksi **Fanni Martti** Boliden Harjavalta Oy:stä kertoi Harjavallan ilmanlaadusta suurteollisuuden näkökulmasta. Boliden Harjavalta on yksi maailman tehokkaimmista kuparin ja nikkelin tuottajista ollen Länsi-Euroopan ainoa nikkelisulatto. Harjavallan ilmanlaatuun vaikuttavat eniten teollisuuden hajapäästöt, joita seurataan säännöllisesti. Seurannan perusteella hajapäästöjen lähteisiin on pystytty puuttumaan ja päästöjä on vähennetty muun muassa raaka-aineiden purkuprosessin siirrolla sisätiloihin ja prosessikaasujen keruulla. Fanni kertoi myös hajapäästöjen vähennystoimien haasteista ja hajapäästöjen ennaltaehkäisyn mekanismeista.

Elinor Slotte Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta kertoi ELYn roolista ympäristönsuojeluasioissa ja viranomaisnäkökulmasta ilmanlaadun mittaamiseen. ELY-keskuksen tehtävänä toimialueellaan on yleisen edun valvonta, ja se edustaa kaikkia haitankärsijöitä tavoitteenaan ympäristön- ja luonnonsuojelua koskevassa lainsäädännössä asetettujen tavoitteiden turvaaminen. ELY-keskusten rooli ilmanlaadun mittauksissa on säädetty valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (79/2017), jossa ELY-keskukset veloitetaan olemaan selvillä ilmanlaadusta ja huolehtimaan siitä, että niiden alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin, ohjaamaan seurantaan yleisellä tasolla ja aktivoimaan ja kannustamaan yhteistyöhön. Kuntien vastuulla on ilmanlaadun seurannan ja mittausten käytännön toteutus. ELY-keskus huomioi mittaustuloksia valvontatyössä: ennakovalvonnassa, ympäristölupien valvonnassa ja ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa (YVA-ohjelma). Elinor korosti, että yhteistyö viranomaisen ja mittausverkon välillä on erityisen tärkeää, tiedon tulee kulkea ja määräaikaistarkastusten yhteydessä on hyvä tuoda esille ajankohtaisia asioita mittaustuloksista.

Mustaa hiiltä ja rakennuspölyä

Aamupäivän sessio jatkui tutkimushankkeiden esittelyllä, kun **Topi Rönkkö** Tampereen yliopistosta kertoi Black Carbon Footprint -hankkeen tuloksista. Hankkeessa on mukana laaja tutkimus- ja yhteistyökonsoortio, jonka tavoitteena on kehittää konseptia mustan hiilen jalanjäljen laskentaan. Motivaattorina mustan hiilen tutkimukselle toimivat mustan hiilen ilmasto- ja terveysvaikutukset,



Jatta Salmella ja Jari Lagerroosilla oli suuri rooli onnistuneen Mittaajatapaamisen järjestämisessä.

KUVA: KATJA LOVEN

mahdollisuudet kehittää mustan hiilen mittaustekniikkaa ja päästöjen vähennystoimia sekä luoda uutta tutkimus- ja yritystoimintaa mustaan hiileen liittyen. Kolmi-vuotinen hanke on loppusuoralla ja se on tuottanut jo yli 20 julkaisua, joista osa on kansainvälisesti vertaisarvioituja. Mustan hiilen mittaamisen haasteena on yhtenäisten standardien ja metriikan puuttuminen sekä sitä kautta haaste saada mustalle hiilelle säädelyjä ilmanlaatu- ja lainsäädäntöä ja siten toivottuja vaikutuksia globaaliin ilmastomuutokseen ja ihmisten terveyteen.

Aamupäivän päätteeksi **Anssi Julkunen** HSY:ltä kertoi rakennustyömaiden pölyhaittojen seurannasta pääkaupunkiseudulla. Esityksessä oli lukuisten esimerkkien avulla havainnollistettu mittausten ja niistä viestimisen haasteista rakennustyömaiden pölypäästöjen mittauksissa. Anssi kertoi, että hyvän suunnittelun avulla voidaan tehokkaasti vähentää ihmisten altistumista pölylle rakennustyömailla sekä niiden ympäristössä. Työmaapölymittauksia voidaan hyödyntää viranomaisten toimesta valvonnassa ja toimenpiteiden ohjauksessa. Samalla toiminnanharjoittajat saavat tietoa toimintansa vaikutuksista ja pölyntorjuntamenetelmien tehokkuudesta. Kuitenkaan kaikkia työmaita ei voida valvoa mittausten avulla.

Teemakokonaisuus: Mittausten laatu

Lounaan jälkeen pidetyn viimeisen session aiheena oli uutena keskustelumuotona esitelty mittausten laatua käsit-

televä teemakokonaisuus, jota ensimmäisenä alusti **Erkki Pärjälä** Kuopiosta. Hän kertoi kokemuksistaan mittausten laatujärjestelmän soveltamisesta ja kehittämisestä. Seuraavan keskustelualustuksen piti **Aino Alatalo** Raahesta, joka kertoi mittausten käytännön ylläpidosta ja siitä mitä ovat päivittävät ja viikoittaiset laatujärjestelmän mukaiset toimet. **Anssi Julkunen** puolestaan alusti puheenvuorol- laan laatujärjestelmän poikkeamatilanteisiin vastaamiseen käytännössä. Viimeisen alustuspuheenvuoron piti **Ari Elsilä** Tampereelta kertoen datan säilyttämiseen ja tallentamiseen sekä tiedostojen hallintaan liittyvistä käytännöistä ja haasteista. Alustuspuheenvuorot taisivat olla niin kattavia, ettei niiden jälkeen herännyt suurta keskustelua, vaan suuri osa yleisöstä oli puhujien kanssa samaa mieltä asioista. Vertailulaboratorio kuitenkin teki muistiinpanoja esiin tulleista kehityskohteista ja pyrkii selvittämään ongelmakohtia työn alla olevassa Ilmanlaadun mittausohjeen päivitystyössä.

Mittauspäivien päätteeksi todettiin yksimielisesti, että oli jo korkea aika päästä näkemään kollegoja ja vaihtamaan kuulumisia ja kokemuksia saman katon alla. Porin mittausverkko järjesti onnistuneen mittaajatapaamisen ja kuvankaunis Yyterikin näytti parhaita puoliaan kevät- auringon paistaessa. Seuraavaa mittaajatapaamisen järjestäjää ei vielä saatu päätettyä tapaamisen aikana, mutta mittaajat odottavat näkevänsä toisensa taas suurella joukolla ensi keväänä.

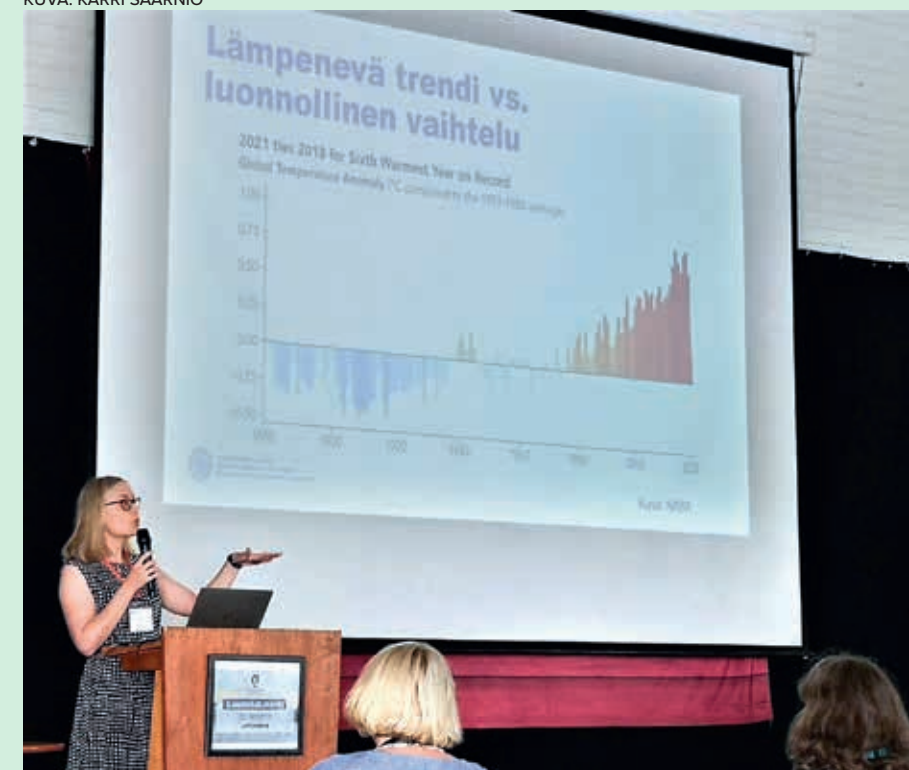
TAPAHTUU

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

ILMANSUOJELUPÄIVÄT keräsi yli satapäisen yleisön Lappeenrantaan

Ilmansuojeluyhdistyksen puheenjohtaja **Anu Kousa** avasi **47. Ilmansuojelupäivät 23.8.2022** Lappeenrannassa kahden etänä pidetyn kerran jälkeen. Luvassa oli perinteiseen tapaan kolmea kovaa K:ta eli kiva, koulutusta ja kontakteja. Paikan päälle Kehruuhuoneelle oli ilmoittautunut yli 100 osallistujaa. Lisäksi ensimmäisen päivän puheenvuoroja oli mahdollisuus seurata etäyhteyksin, ja nelisenkymmentä etäosallistujaa hyödynsi tätä mahdollisuutta. Etäosallistujia palveli myös viestiseinä, jota kautta pystyi esittämään kysymyksiä ja kommentteja puheenvuoroihin.

KUVA: KARRI SAARNIO



Hannele Korhonen esitteli lämpenemisen trendin ja luonnollisen vaihtelun yhteyttä.

Karri Saarnio, tutkija, Ilmatieteen laitos

Lappeenrannan kaupungin tervehdyksessä kaupunginjohtaja **Kimmo Jarva** kertoi Lappeenrannan olevan Suomen ilmastopääkaupunki, joka kuuluu edelläkävijöiden joukkoon ilmastomuutosta vastustavassa työssä. Hän toivotti osallistujille antoisaa tapahtumaa.

Ajankohtaista asiaa ja tulevaisuuden näkymiä

Ilmansuojelupäivien kattavan asiantuntijapuheiden kavalkadin aloitti valtiosihteeri **Terhi Lehtonen** ympäristöministeriöstä laajalla ajankohtaiskatsauksella, jossa korostui se, että hankalasta ajasta huolimatta ilmastomuutoksen hillintään ja vihreään siirtymään panostetaan edelleen. Puheessa tulivat esiin mm. Pariisin sopimuksen täytäntöönpano, päästökaton uudistaminen, päästökauppa, hiilinielut ja energiatehokkuus sekä teollisuuspäästödirektiivin ja ilmanlaatudirektiivin päivitykset. Erityisen



Päästömittausvelvoitteet kiristyvät, varmista laitoksesi lupien mukainen toiminta myös tulevaisuudessa!

Tarjoamme kokonaisvaltaiset päästömittausratkaisut ja asiantuntevan tuen laitteiston koko elinkaaren ajalle. Tutustu tarkemmin ratkaisuihimme kotisivuillamme www.gasmet.fi

Gasmet Technologies Oy

+358 9 7590 0400 / contact@gasmet.fi

KUVA: KARRI SAARNIO



Joona Telkkä (vas.) ja Heikki Suikkanen (oik.) esittelivät pienydinvoimaa kuvaavia koelaitteistoja LUT:n ydintekniikan laboratoriossa.

ajankohtaista on energiaomavaraisuuden parantaminen ja pääseminen irti fossiilisista polttoaineista. EU:lle on tärkeää, että ilmastomuutoksen hillintä näkyy ja että päätökset perustuvat uusimpaan tieteseen. Tehokas ilmastopolitiikka palvelee myös Suomen tavoitteita, sillä Suomen on edelleen tarkoitus olla hiilineutraali vu-

teen 2035 mennessä.

Toimialajohtaja **Hannele Korhonen** Ilmatieteen laitokselta antoi asiantuntija-arvion siihen, onko 1,5 asteen tavoite vielä mahdollista saavuttaa. Maapallon keskilämpötila on jo noussut 1,1 asteella esteellisestä ajasta, ja tästä ihmisen toiminta on aiheuttanut lähes kaiken. Keskiläm-

pötilan nousun kehityksestä on olemassa erilaisia skenaarioita, joissa kaikissa 1,5 asteen nousun ylitys vaikuttaa väistämättömältä. Oletettavaa on, että vuoteen 2040 mennessä 1,5 asteen taso saavutetaan, todennäköisesti jo aiemmin. Hannelen viesti kuitenkin oli, että jokaisella toimella on merkitystä, eikä ilmastomuutoksen hillin-

tätyössä saa heittää kirvestä kaivoon, sillä jokaisen asteen kymmenyksen lämpeneminen lisää ihmisten kärsimystä, luontovaikutuksia ja materiaalisia tuhoja. Ilmastotoimilla on suuri kiire.

Liikenneneuvos **Saara Jääskeläinen** liikenne- ja viestintäministeriöstä antoi päätöksen fossiilittoman liikenteen tiekartasta. Valtioneuvoston istunnossa hyväksyttiin 6.5.2021 tavoite, jossa kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt puolitetaan vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2005 ja poistetaan kokonaan vuoteen 2045 mennessä. Tiekartassa on kolme eri vaihetta, joista ensimmäinen käsittää polttoaineita, autokantaa ja liikennejärjestelmää koskevia toimia kuten erilaisia velvoitteita ja tukia. Toinen vaihe käsittää lisäkeinoja kuten etätyön edistämistä, liikenteen digitalisaation ja palveluiden edistämistä ja jakeluvelvoitteen nostamista, ja kolmas, ehdollinen vaihe muita mahdollisia lisätoimia kuten fossiilisten polttoaineiden päästökauppaa.

Ilmanlaadun terveysvaikutuksia, ilmansuojeluohjelmaa, lopputöitä

Kehruuhuoneen maittavan lounaan jälkeen esityksiä jatkettiin kahdella etäyhteyksin pidetyllä esityksellä. Professori **Nino Künzli** (Swiss Tropical and Public Health Institute, Swiss TPH) kertoi Maailman terveysjärjestön WHO:n viime syksynä antamista uusista ilmanlaadun ohjeistoista ja niiden yhteyttä ilmansaasteiden terveysvaikutuksiin ja siihen, minkälaisia haasteita uudet arvot asettavat puhtaan hengitysilman politiikalle. WHO:n ilmanlaadun ohjeistoja on päivitetty aiemminkin ilmanlaadun terveysvaikutuksiin liittyvän tutkimuksen kehittyessä. Ensimmäisten ohjeistojen julkaisun aikaan alan tieteellisiä julkaisuja oli noin 800, nyt 35 000, joten terveysmekanismeja ymmärretään nykyisin paremmin ja vaikutuksista on uusia todisteita. Maailmanlaajuisesti noin 7 % kaikista kuolemista liittyy jollakin tasolla ilmanlaatuun. Esityksessä kerrottiin, miten ilmanlaadun ohjeistot on laadittu. Edelliset ohjeistot vuodelta 2005 ovat nyt julkaistujen ohjeistojen välitavoitteita matkalla kohti uusia ohjeistoja. Päivitettyjen ohjeistojen lisä-

si WHO suositteli mittaamaan myös mm. mustaa hiiltä (BC) sekä ultrapieniä hiukkasia. Näiltä puuttuvat kuitenkin vakiintuneet mittaustavat, joten niille tarvittaisiin menetelmien standardisointityötä.

Toisessa etäesityksessä ilmanlaatuasiantuntija **Alberto González Ortiz** Euroopan ympäristökeskuksesta kertoi ilmanlaadun haasteista ja mahdollisuuksista Euroopassa, erityisesti pienhiukkasten ja niihin liittyvän kuolleisuuden kannalta. Nykyisellään 92 %:lla eurooppalaisista ilmanlaadun mitta-asemista uusi WHO:n pienhiukkasten ohjeisto 5 mikrogrammaa kuutiometrissä ilmaa tulee ylityksi.

Etäesitysten jälkeen erityisasiantuntija **Katja Ohtonen** ympäristöministeriöstä esitti tilannekatsauksen kansallisesta ilmansuojeluohjelmasta. Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030 on osa päästökattodirektiivin toimeenpanoa. Nostoina toimeenpanoista esitettiin muun muassa pienpolton ja katupölyn osalta valmistuneita oppaita ja suosituksia, liikenteen ja työkaluiden osalta koulutuskokonaisuutta ja maatalouden osalta päivitettyä toimintaohjelmaa. Suomi saavutti vuonna 2020 kansalliset vähennystavoitteet. Niukimmin alittui ammoniakkin vähennystavoite. Uusia vähennystoimenpiteitä ei tarvittane, vaan nykyiset riittävät.

Ilmansuojeluyhdistys palkitsi perinteiseen tapaan ansiokkaita lopputöitä stipendein. Tänä vuonna stipendin ansaitsivat **Elias Vänskä** (Proper orthogonal decomposition based model reduction in Bayesian estimation of gas emissions), **Viet Le** (Aerosol depolarization ration at 1565 nm in Finland with Halo Doppler lidar) ja **Ville Silvonen** (Ulkoilman aerosolihiukkasten kulkeutuminen sisäilmaan). Elias oli paikan päällä vastaanottamassa stipendin, Viet ja Ville etäyhteyden päässä. Näistä lopputöistä voidaan lukea tämän lehden tulevissa numeroissa stipendiaattien itse kirjoittamina.

Energiantuotannon tulevaisuudesta Iltapäivän toinen sessio käsitteli energiantuotannon tulevaisuutta. Ensimmäisenä vuorossa oli Energiatieteiden tutkimuskeskuksen johtaja **Jukka Leskelä**, joka puheenvuo-

rossaan antoi globaaleja ja kotimaisia näkökulmia energiamuutokseen. Näkökulmiin sisältyivät uusi energiajärjestelmä, puhdistuva energia ja energia ratkaisijana. Sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöt ovat vähentyneet, ja lämmitys on ilmastoneutraalia, mikäli sähkö ja kaukolämpö ovat. Energiantuotannon päästöt putoavat nopeasti, muiden sektorien toimet ratkaisevat onnistumisen vuoden 2035 tavoitteessa. Pääviestinä puheessa oli, että ilmastoneutraali energia on mahdollista ja yhä aikaisesti mahdollisuus.

Aihepiiriä jatkoi strategisen verkkoosunnittelun vanhempi asiantuntija **Janne Seppänen** Fingridistä, jonka esityksen otsikossa kysyttiin, onko täysin hiilineutraali energiantuotantojärjestelmä tulevaisuudessa mahdollista. Neljä erilaista skenaariota esitettiin: sähköä vientiin, ilmastoneutraali kasvu, merellä tuulee sekä aurinkoa ja akkuja. Skenaarioissa esitettiin vaihtoehtoja Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen pääsemiselle, fossiilisten polttoaineiden korvaamiselle, sähkön tuotantovaihtoehtoja sekä vaihtoehtoja sähkönsiirron suuntauksille. Pohjoismainen sähköverkko muodostaa jo nykyisin kokonaisuuden, jota tarvitaan tulevaisuudessa vahvistaa uusilla sähkönsiirtoyhteyksillä Suomen ja Ruotsin sekä Baltian välillä.

Tutkijatohtori **Heikki Suikkanen** (Lappeenranta-Lahden teknillisen yliopisto, LUT) antoi katsauksen mahdollisuuksiin tuottaa kaukolämpöä pienydinvoimalla. Selvisi, että kyseessä on resurssitehokas ja joustava energiantuotantomuoto, ja ydinenergialla voidaan vähentää kaukolämmön tuotannon päästöjä. Pienillä modulaarisilla reaktoreilla (SMR) Suomessa voitaisiin fossiilisen kaukolämmön tuotanto korvata kuudesta seitsemään paikkakunnalla, joissa päästöttömällä tuotantomuodolla korvattavaa tehontarvetta on yli 100 MW tai 16:lla paikkakunnalla, joissa korvattava tehontarve on yli 70 MW. Pienreaktoreihin liittyviin säästöihin ehdotetaan näiden erityispiirteet huomioivia muutoksia, sillä mitä pienempi reaktori, sitä pienemmät ovat siihen liittyvät riskit.

Energiantuotantoa käsittelevän session ja samalla ensimmäisen päivän kovan asian-

KUVA: KARRI SAARNIO



Ennen kuin päästiin aloittamaan toisen päivän puheenvuorot, osallistujat yllätettiin ohjatulla norppajumpalla, Saimaan rannalla kun kerran olimme.

tuntijaesitysten kokonaisuuden päätti toimitusjohtaja Herkko Plit P2X Solutionsista kertoen vedystä vihreän siirtymän keskiössä. Energiasektorin suurimpina haasteina esitettiin energian siirtoa ja varastointia, mutta ilman vetyä ei muutoksesa onnistuta, joten vedyllä tulee olemaan merkittävä rooli energian varastoinnissa. Erityisesti tuulienergian ja vedyn liitto on välttämätöntä.

Oheisohjelmaa ja illanviettoa

Iltapäivän päätteeksi osallistujat pääsivät hieman kevyemmän ohjelman pariin. Osa osallistujista suunnisti rentoutumaan perinteiseen saunaan, osa lähti opastetulle kierrokselle tutustumaan Linnoituksen luonto- ja kulttuuripolulle. Tiedonjanoille oli järjestetty tutustumiskäynti LUT:n ydintekniikan laboratorioon, jossa pääsi näkemään pienydinvoimaa kuvaavia koe-laitteistoja.

Ensimmäinen kokouspäivä päättyi Sokos Hotel Lappeen ravintola Sagassa tarjoiluun illalliseen. Noutopöydän herkkujen nauttimisen ohessa seurusteltiin vanhojen tuttujen kanssa ja tutustuttiin uusiin alan kollegoihin. Illallisen jälkeen dj tarjosi mukaansatempaavaa musiikkia, jonka tahtiin moni antautuikin tanssimaan.

Energiatuotannon ja teollisuuden päästökysymykset

Toinen seminaaripäivä aloitettiin energi-

antuotannon ja teollisuuden päästökysymyksiä käsittelevällä sessiolla. Ensimmäisen esityksen piti neuvotteleva virkamies **Jaakko Kuisma** ympäristöministeriöstä. Hänen esityksensä koski teollisuuspäästödirektiivin päivitystä. Keskeisiä havaintoja olivat direktiivin tärkeä rooli päästöjen vähentämisessä, erityisesti ilmapäästöjen osalta. Teollisuuslaitosten tulisi laatia siirtymäsuunnitelmat vuosille 2030–2050 liittyen siirtymään kohti puhdasta tuotantoa, kiertotaloutta ja ilmastoneutraalia toimintaa. Energiaintensiivisen teollisuuden suunnitelmat tulisivat osaksi laitoksen ympäristöjärjestelmää vuonna 2030, muun teollisuuden siirtymäsuunnitelmat laitetaisiin täytäntöön BAT-arviointien yhteydessä. Toiveissa on mm. EU:n vähimmäisvaatimusten harmonisointia jäsenmaiden välillä sekä kansallisen tiedonsaannin ja osallistumisoikeuksien parantamista.

Aihepiiriä jatkoi johtava tutkija **Tuula Pellikka** VTT:ltä, joka kertoi päästömittausten haasteista alhaisilla pitoisuuksilla. Aluksi Tuula esitteli ISY:n verkkosivuilta vapaasti ladattavaa Päästömittausten käsikirjaa, joka on edelleenkin validi opus. Selvisi, että päästöjen nykyisissä raportointimenetelmissä on kehitettävää Suomessa. Haasteena pitoisuuksien aletessa on, että standardireferenssimenetelmiä ja niiden mittausepävarmuuksia ei ole validoitu näille alhaisemmille pitoisuustasoille. Jokaisella toimijalla (mittaajat, toimin-

nanharjoittajat, mittalaittevalmistajat, viranomaiset) on oma roolinsa siinä, kuinka päästömittausten luotettavuutta alhaisella pitoisuustasolla voidaan parantaa. On oleellista tiedostaa, että nykyisillä menetelmillä ei välttämättä aina päästä vaadittaviin mittausepävarmuuksiin ja siten vaatimusten täyttymiseen.

Tuoteinsinööri **Alexandra Valtonen** Valmet Technologies Oy:stä kertoi teollisuuden typenoksidipäästöjen hallinnasta. Esityksen keskiössä olivat tekniikat käyttäen selektiivistä ei-katalyyttistä pelkistystä (SN-CR) ja selektiivistä katalyyttistä pelkistystä (SCR) sekä päästöjen hallinta automaation näkökulmasta.

Puhtaampaa ilmaa kaikille

Aamupäivän toinen session aloitti ryhmäpäällikkö **Hilkka Timonen** Ilmatieteen laitokselta, joka kertoi asukkaista osallistaneesta HOPE-hankkeesta, ja kuinka saada ilmanlaadusta täsmätietoa kunnalle ja asukkaalle. HOPE-hankkeessa ilmanlaadun mittaamista joukoistettiin jakamalla asukkailla hankkeessa kehitettyjä mukana kannettavia ilmanlaatusensorijärjestelmiä. Tutkimuksen kohdealueet oli valittu ilmanlaatuhaasteiden perusteella, esimerkiksi liikenne ja puunpoltto. Sensoriverkoston hyötyjä arvioitiin suhteessa perinteiseen ilmanlaatumonitorointiin. Havaittiin, että tarvitaan tiheää sensoriverkosto, jotta päästään kiinni paikallis päästöihin, mutta et-

tä mitattavat parametrit pitää olla valittu oikein. Havaittiin myös, että ihmisen ovat kiinnostuneita kantamaan ilmanlaatusensoreita mukanaan, joten lisää menetelmiä kansalaisten osallistamiseksi tarvitaan.

Ilmanlaatuasiantuntija **Jarkko Niemi** Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:stä esitteli katsauksen mustaan hiileen ja ultrapieniin hiukkasiin kaupunki-ilmassa. WHO esitti viime vuonna parhaiden käytäntöjen suosituksia ilmanlaadun seurantaan. Valtaosa ilmaansaasteiden terveysvaikutuksista näyttää aiheutuvan pienhiukkasista, ja WHO suosittelee uusia pienhiukkassuureita, mustaa hiiltä (BC) sekä ultrapieniä hiukkasia (UFP), mitattavaksi.

HSY:n mittausten perusteella on selvinyt, että pääkaupunkiseudulla BC-pitoisuudet ovat laskeneet voimakkaasti 10 vuoden aikana, mutta korkeita pitoisuuksia mitataan edelleen puunpolttoa hyödyntävillä pientaloalueilla talvi-iltaisin. BC onkin hyödyllinen paikallisten päästövähennysten todentamisessa, sillä BC on peräisin vain polttoperäisistä lähteistä. Hiukkasten päästönormit vähentävät myös BC-päästöjä. Korkeita hiukkasten lukumääräpitoisuuksia havaitaan puolestaan liikennekohteissa, pientaloalueiden puunpoltto aiheuttaa vain vähän nousua lukumääräpitoisuudessa. Mäkelänselän liikenneasemalla hiukkasten lukumääräpitoisuudet eivät ole laskeneet yhtä paljon kuin BC- ja typpidioksidipitoisuudet. Hiukkasten lukumääräpitoisuuden altistusarvioita tulisi kehittää uusilla menetelmillä, mutta vaativia kehitystarpeita on paljon: mittausten menetelmiltä puuttuu standardit, mittausten verkkoja tulisi tihentää, tarvitaan paljon mittaussaineistoja, sisältäen kokojakauma-analyysijä, mallikehitystä ja epidemiologisia tutkimuksia.

Aki Tilli Traficomista toi esityksessään esiin näkökulmia ajoneuvojen ja työkonien päästömanipulaatioon. Päästömanipulaatio määriteltiin toimenpiteeksi, jonka ajoneuvon käyttäjä tekee tai teettää ajoneuvon sen käyttöönoton jälkeen ilman muutoksatsastusta tai käyttämällä muita kuin hyväksytyjä osia. Päästömanipulaatio on tavoitellaan hyötyä niin, että ajoneuvo ei enää täytä sille asetettuja päästökriteerejä. Esityksessä käytiin läpi muun muassa päästöjen sääntelyä sekä päästömanipulaation kohteita ja syitä niin Suomessa

KUVA: KARRI SAARNIO



Jarkko Niemi esitteli uusille ilmanlaatuindikaattoreille laadittuja taitepistearvoja.

kuin muualla Euroopassa. Ajoneuvolakiin on esitetty muutoksia, joiden tavoitteena on puuttua sekä päästömanipulaatiopalveluja tarjoavien yritysten toimintaan että tieliikenteessä käytössä oleviin päästömanipuloituihin ajoneuvoihin. Ehdotettuja sanktioita olisivat erilaiset liikennevirhemaksut ja seuraamusmaksut.

Ilmastotyökalut päätöksenteossa

Viimeisen puheenvuorossession aloitti Suo-

men ympäristökeskuksen erikoistutkija **Santtu Karhinen**, joka esitteli ALasken kuntien kasvihuonekaasupäästöjen skenaariotökalun. Kunnilla on keskeinen rooli kansallisten ilmastotavoitteiden tavoittamisessa, ja vaikka kunnan oman toiminnan suorat päästöt voivat olla maltilliset, ohjaavat ne kuntalaisten ja yritysten toimintaa. Kuntien ja alueiden kasvihuonepäästöjen vähennystavoitteiden saavuttamiseksi on toteutettu suunnittelutökalu,

jolla arvioidaan tärkeimpien päästölähteiden osalta päästöihin vaikuttavat tekijät ja niihin liittyvät olennaiset toimenpiteet, mallinnetaan toimenpiteiden vaikutus kuntakohtaiset erityispiirteet huomioon. Esimerkkinä esityksessä käytettiin Lappeenrannan kaupungille laadittua päästökenaariota.

Ryhmäpäällikkö **Niko Karvosenoja** Suomen ympäristökeskuksesta jatkoi kertomalla kuntien ilmastotoimien arviointityökalua, jota voi käyttää pienhiukkasten haittakustannusten ja talousvaikutusten arviointiin, sillä pienhiukkaset aiheuttavat Suomessa vuosittain 1600 ennen aikaista

kuolemaa. KILTOVA-työkalussa pienhiukkasten haittakustannusmalli kunnille (kunta-IHKU) integroitiin ALasSken-työkalun yhteyteen, jolloin päästään kiinni kuntien ilmastotoimien vaikutuksiin pienhiukkaspitoisuuksiin. Tässäkin työkalun toimintaesittelyssä käytettiin esimerkkinä Lappeenrannan kaupunkia.

Koko seminaarin viimeisen esityspuheenvuoron käytti erityisasiantuntija **Mika Meretoja** Turun kaupungilta. Hän kertoi päästöjen paikallisesta kompensoinnista. Turussa oli huomattu, että metsien ja puiden vaaliminen on keskiössä, mutta ainoastaan kaupungin metsämaat toimivat

hiilinieluina. Päästövähennysten rinnalle tarvitaan hiilinielujen vahvistamista ja kompensatioiden kehittämistä. KUNTANIELU-hankkeessa pilotoitiin edelläkävijäkuntien, Espoo, Joensuu, Lahti ja Turku, toimintamallien pohjalta kuntien mahdollisuuksia käyttää maankäyttösektorin nettonielua. Miika esitteli Turun vision paikallisesta kompensatiomallista. Lopuksi todettiin, että tarvitaan poliittista päätöksentekoa ja hyvittämistä niin kaupunkikohtaisesti, kansallisella tasolla kuin Euroopan laajuisesti yhtä lailla.

Kaksipäiväisen seminaarin päätteeksi Anu Kousa kiitti osallistujia, esiintyjä ja näytteilleasettajia, pyysi palautetta tapahtumasta ja mainosti ISY:n järjestämiä tilaisuuksia, joihin toivotaan runsasta osallistumista.



ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASIAANTUNTIJA

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

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI/ILMANLAATUPALVELUT
ILMANLAATUPALVELUT@FMI.FI



Kuva: Laura Karlin



HALLITUS / STYRELSE

Puheenjohtaja / Ordförande
Anu Kousa

Varapuheenjohtaja / Viceordförande
Maija Leino

Jäsenet / Medlemmar
Suvi Haaparanta
Helena Kivi-Koskinen
Ville-Veikko Paunu
Kari Wellman

Varajäsenet / Suppleanter
Antti Hyvärinen
Rea Oikkonen
Tuula Pellikka
Janne Ruuth

ILMANSUOJELUYHDISTYS

Ilmansuojeluyhdistys (ISY) toimii alansa valtakunnallisena ympäristönsuojelujärjestönä. Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksena on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelututkimusta Suomessa sekä toimia yhdysseitinä ilmansuojelun parissa työskentelevien henkilöiden ja yhteisöjen välillä Suomessa ja ulkomailla. Ilmansuojeluyhdistys pyrkii toiminnallaan edistämään ilmansuojelualalla toimivien henkilöiden ammattitaitoa. Ilmansuojeluyhdistys on perustettu vuonna 1976.

Ilmansuojeluyhdistys:

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

LUFTVÅRDSFÖRENINGEN

Luftvårdsföreningen fungerar som nationell miljöförhållning. Luftvårdsföreningens syfte 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 yrkeskvalitet 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 skolinlägganden samt bedriver publikationer
3. ordnar excursioner 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

YHTEYSTIEDOT / KONTAKT

ILMANSUOJELUYHDISTYS RY

Sihteeri Hanne Hartikainen
PL 136,
00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi

www.isy.fi

[@ISY_fi](https://twitter.com/ISY_fi)

www.facebook.com/ilmansuojeluyhdistys

FINNISH AIR POLLUTION PREVENTION SOCIETY

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

FAPPS:

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

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

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

KIRJOITTAJAT 3/2022

PEKKA KARPPINEN, viestintäyrittäjä
KLANGA OY

TARU PALOSUO, johtava tutkija
Luonnonvarakeskus
taru.palosuo@luke.fi

TAPIO REINIKAINEN, projektipäällikkö
Suomen ympäristökeskus (SYKE)
tapio.reinikainen@syke.fi

KARRI SAARNIO, tutkija
Ilmatieteen laitos
karri.saarnio@fmi.fi

RIIKKA SILJANDER, erityisasiantuntija
ympäristöministeriö
Riikka.Siljander@gov.fi

KAI SKOGLUND, erityisasiantuntija
ympäristöministeriö
kai.skoglund@gov.fi

