

IS

2 | 2024

ILMANSUOJELU

Kosminen merkkiaine **RADIOHIILI KERTOO SAVUKAASUJEN ALKUPERÄSTÄ** s. 4

EU-KOMISSIO ILMASTOPOLITIIKAN TAVOITTEISTA: tahtia kiristetään kohti vuotta 2040 s. 10

Hiilirajamekanismi eli **CBAM-ASETUS ETENEE** s. 15

VIHREÄN SIIRTYMÄN on oltava oikeudenmukainen siirtymä s. 18

KIUAS-hankkeet: **PUULÄMMITTEISTEN KIUKAIDEN** ympäristövaikutusten vähentäminen s. 24

ISY:N ILMANLAADUN MITTAAJATAPAAMISESSA keskusteltiin mittaamisen haasteista s. 32

4

Savukaasujen alkuperää voidaan tutkia radiohiilimäärityksen avulla. Fossiilista materiaaleista radiohiili on puoliintunut kokonaan pois, mitä voi hyödyntää kasvihuonekaasujen tutkimisessa.

KUVA: PASCAL MEYER / UNSPLASH

10

EU:n ilmastolaki velvoittaa nettollapäästöihin vuoteen 2050 mennessä. Komission tuore tiedonanto uumoilee ilmastotaloiden tahdin kiristymistä.



KUVA: ADOBE STOCK

Pääkirjoitus

Pitkä kuuma kesä

Tulevina kesinä suomalaisen laulun sanat alkavat saada aivan uusia merkityksiä: "On pitkä kuuma kesä, ja mä aion elää sen." Monille ihmisille jo Euroopankin helleaalloissa on tosiaan kyse elämästä ja kuolemasta. Sama pätee luontoon, sillä kuumuuden kiihdyttämät maastopalot uhkaavat kaikkia elämänmuotoja maalla, ja päästövaikutusten kautta myös ilmassa ja vesistöissä. Palojen torjunnan tärkeys – ja vaikeus – on saatu viime vuosina huomata.

Viime kesä oli mittaushistorian kuumin. Euroopassa 2000-luvun kesien lämpötilat ovat nousseet yhä useammin elämiä ja elinkeinoja uhkaavalle tasolle. Ilmastonmuutoksen kiihdyttämän pohjoisen napa-alueen merijäiden sulamisen on jo pitkään oletettu hidastavan Golfvirtaa ja näin viilentävän Eurooppaa. Uuden Coloradon yliopiston tutkimuksen mukaan sulamisvesistä meren pintakerrokseen muodostuvan "kylmän laikun" vaikutus saattaa kuitenkin olla päinvastainen, eli Eurooppaa lämmittävä.

Monimutkaisen mekanismin kautta kylmä napasulamisvesi lisää Pohjois-Atlantin myrskyjä ja puskee Golfvirran jatketta pohjoisemmaksi, jolloin Eurooppaan jämhätää helpommin kuivan ja kuuman ilman vyöhyke. Tutkimuksessa havaittiin neljän vuosikymmenen vertailussa, että runsaat napasulamisvedet ennakoivat seuraavan kesän kuumuutta. Nähtäväksi jää, mitä tuleva kesä tuo tullessaan.

Kädessäsi olevassa lehdessä tartutaan tällä kertaa ensimmäiseksi savukaasujen alkuperän määrittämiseen radiohiilen – tai sen poisaolon – avulla. Helsingin yliopiston Ajoituslaboratorion radiohiilimäärityksillä on yli viiden vuosikymmenen perinteet, ja 2000-luvulla laboratoriossa on kehitetty bioperäisen ja fossiilisen osuuden määrittämiä nestemäisistä ja kaasumaisista näytteistä.

Ilmastotyön ja Eurooppalaisen vihreän siirtymän kannalta kiinnostava EU-komission tiedonanto ilmastopolitiikan tavoitteista saatiin helmikuussa. Vuodelle 2040 tavoitellaan jopa 90 prosentin nettopäästövähennystä. Siirtymää toteutetaan monin 55-valmiuspaketin keinoin, joista esimerkkinä lehtemme 3/23-numerosta tuttu hiilirajamekanismi. Tässä lehdessä kerromme, kuinka CBAM-asetukseksi kutsutun hiilirajamekanismin käyttöönotto on edennyt.

Vieraskynä-artikkelin kirjoittaja pohtii vihreän siirtymän oikeudenmukaisen toteuttamisen tarvetta, haasteita ja menetelmiä. Oikeudenmukaisuuden määrittely, sekä ihmisten erilaiset valmiudet ja eriarvoiset asemat haastavat yhteisymmärrystä siitä, mitä oikeudenmukainen siirtymä itse asiassa tarkoittaa – saati miten se toteutetaan.

Kerromme myös, että hiljattain päättynyt Kiuas2-hanke on onnistunut selvittämään perusteellisesti, miten puun pienpolton, ja erityisesti kiukaiden, ympäristövaikutuksia pystytään vähentämään. Tutkimustulokset ovat merkittäviä, sillä tällä hetkellä puolet Suomen pienhiukkaspäästöistä on peräisin puun pienpoltoista.

Raportoimme tottakai myös ISY:n toiminnasta: maaliskuinen keväseminaari järjestettiin lentokenttäaiheiden ympärillä ja toukuussa Ilmanlaadun mittaajatapaamisessa nautittiin tuhdeista seminaaripäivästä Imatran koskimaisemissa. Kiitos jälleen osallistujille, järjestäjille ja luennoitsijoille!

Antoisia lukuhetkiä vaikka riippumattoon tai laiturin nokkaan!

Kesän lämmöstä on lupa myös nauttia, nythän sitä riittää Suomessakin!

TYTTI RINTANEN

Päätoimittaja

24

Kiuas-hankkeiden tulokset auttavat hillitsemään puun pienpolton päästöjä. Puunpolton päästöt eivät ole katoamassa, vaikka suodatustekniikka kehittyi ja uudet polttolaitteet ovat vähäpäästöisempiä.

KUVA: SVEN KUCINIC / UNSPLASH

KUVA: VENTI MEWS / UNSPLASH

18

Vihreän siirtymän oikeudenmukaisuus vaatii paljon: haitta-arvioinnin lisäksi on kyettävä huomioimaan ihmisten erilaisia kykyjä hyötyä siirtymästä ja eroja haavoittuvuuksissa.

SISÄLLYS 2 | 2024

- 4 Kosminen merkkiaine **RADIOHIILI KERTOO SAVUKAASUJEN ALKUPERÄSTÄ**
- 10 **EU-KOMISSIO ILMASTOPOLITIIKAN TAVOITTEISTA:** tahtia kiristetään kohti vuotta 2040
- 15 Hiilirajamekanismi eli **CBAM-ASETUS ETENEE**
- 18 **VIERASKYNÄ: VIHREÄN SIIRTYMÄN** on oltava oikeudenmukainen siirtymä
- 24 **KIUAS-hankkeet: PUULÄMMITTEISTEN KIUKAIDEN** ympäristövaikutusten vähentäminen
- 28 **TAPAHTUU: ISY:N KEVÄTSEMINAARISSA** lentoliikenneluento sekä lentokenttävierailu
- 30 **VALOKEILASSA:** Esa Vakkilainen
- 32 **TAPAHTUU: ISY:N ILMANLAADUN MITTAAJATAPAAMISESSA** keskusteltiin mittaamisen haasteista



ILMANSUOJELU-
YHDISTYS ry.

ILMANSUOJELU-LEHTI

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

Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa.

Päätoimittaja / Redaktör

Tytti Rintanen
ilmansuojelulehti@isy.fi

Toimituskunta / Redaktionsråd

Suvi Haaparanta, Helsingin kaupunki
Petteri Haveri, Energiategollisuus ry
Niina Kuittinen, VTT Oy
Katrianne Lehtipalo, Helsingin yliopisto
Hanna Pitkänen, Vantaan energia
Karri Saarnio, Ilmatieteen laitos
Laura Sokka, Suomen ympäristökeskus
Antti Tohka, Metropolia AMK
Jari Viinanen, Vantaan kaupunki
Outi Väkevä, HSY

Taitto / Ombrytning

Tytti Rintanen

Kannen kuva / Omslagsbild

Jakub Kriz / Unsplash

Paino / Tryckeri

Scanseri Oy

ISSN-L 1239-8950

ISSN 1239-8950 (Painettu)

ISSN 2323-1211 (Verkkójulkaisu)

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

Ilmoitukset / Annonser

Ilmoitushinnat normaali tai yritysjäsen / Annonpris vanligt eller för medlemmar:
1/1 sivu 420 € tai 350 €
1/2 sivu 320 € tai 270 €
1/3 sivu 250 € tai 210 €

Kestoilmottajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

Tilaukset / Beställningar

Myös yksittäisnumeroiden tilaukset ja osoitteenmuutokset / Beställning av enskilda nummer och adressförändringarna:

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

Kosminen merkkiaine radiohiili kertoo

SAVUKAASUJEN ALKUPERÄSTÄ

Radiohiiliajoitus on ehkä tutuin arkeologisten löytöjen ajoitusmenetelmänä. Sitä käytetään kuitenkin myös muuhun. Fossiiliset materiaalit ovat niin vanhoja, ettei radiohiiltä ole niissä lainkaan, vaan se on aikojen saatossa puoliintunut kokonaan pois. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää, kun seurataan fossiilisten kasvihuonekaasujen määrää.

Markku Oinonen, laboratorionjohtaja, Ajoituslaboratorio
 Kenichiro Mizohata, erikoistutkija, Kiihdytinlaboratorio
 Juho Kauppinen, vastaava tutkimusteknikko, VTT Oy
 Mikko Lappalainen, tutkija, VTT Oy
 Tuula Pellikka, johtava tutkija, VTT Oy

Fossiilisten luonnonvarojen käyttö on aloittanut teollisen aikakauden. Jos biotalous määritellään uusiutuvien luonnonvarojen käytön perusteella, voidaan todeta biotalouden alkaneen jo siitä, kun ihminen on alkanut kalastaa, metsästä ja tehdä tulella ruokaa. Tässä aikaskaalassa fossiilinen aikakausi on lyhyt muutaman sadan vuoden jakso, jolla on kuitenkin ollut merkittäviä seurauksia – sekä positiivisia että negatiivisia.

On olemassa useita syitä pyrkiä fossiilisista materiaaleista eroon. Fossiilisten polttoaineiden hyödyntäminen ja sitä

seurannut kasvihuonekaasujen määrän nousu on suurin yksittäinen syy globaalin ilmastonmuutoksen taustalla. Sen lisäksi erityisesti totalitaariset valtiot hyötyvät fossiilisten materiaalien käytöstä. Radiohiili – tai oikeastaan sen puuttuminen – on tämän ajanjakson kosminen merkkiaine. Fossiilisen hiilen polkua ympäristössä voidaan seurata mittaamalla hiilen radiohiilipitoisuus.

Radiohiilen kosminen alkuperä

Energeettiset hiukkaset kaukaa aurinkokunnan ulkopuolelta tai auringosta osuvat ilmakehän atomiytimiin ja potkivat niistä rakenneosasia ulos. Kun atomiytimistä irronneet neutronit osuvat typpiatomien ytimiin, tapahtuu ydinreaktio, jossa tyyppi (¹⁴N) muuttuu hiilen harvinaiseksi radioaktiiviseksi muodoksi, radiohiileksi (¹⁴C). Tämä päätyy osaksi ilmakehän hiilidioksidia ja hiilen kiertokulkua. Kasvit käyttävät

yhteyttämiseen valoa, hiilidioksidia ja vettä ja sitovat myös radiohiilen osaksi rakennettaan. Lopulta se päätyy ravintoketjun kautta eläimiin ja ihmisiin. Radiohiilen tämänhetkinen määrä ilmakehässä on luokkaa 10⁻¹⁰ % eli yksi atomi biljoonasta hiiliatomista, kun taas pysyviä hiilen muotoja eli isotooppeja on luokkaa 1% (¹³C) tai 99% (¹²C) hiilestä. Radiohiilimenetelmä etsii siis neulan terävintä kärkeä isosta heinäladosta.

Nykyhetken maallisissa kasveissa ja eläimissä on olennaisesti sama radiohiilipitoisuus kuin ilmakehässä tällä hetkellä. Koska radiohiilen puoliintumisaika on 5730 vuotta, sen ikäisestä orgaanisesta aineksesta on puolet radiohiilestä hajonnut pois. Tätä hajoamisominaisuutta hyödynnetään radiohiiliajoituksessa, joka on mullistanut hiilipohjaisten materiaalien ajoitukset 1950-luvulta lähtien. Radiohiiliajoitusten merkitys ymmärrettiin hyvin pian, ja vuonna 1961 menetelmän kehittänyt Willard Libby sai ansioistaan (Arnold and Libby, 1949) kemian Nobel-palkinnon. Nykyisin menetelmä on yhdistelmä kemian ja fysiikan prosesseja: näytteiden esikäsittelyjä, polttoja, pelkistysreaktioita sekä määrittäviä säteilynläpilyä tai hiukkaskiihdyttimillä. Koska menetelmän käyttöalueena on koko hiilen kiertokulku, sitä sovelletaan laajasti arkeologiasta, astronomiaan, geologiaan, ympäristötieteisiin ja teollisuuteen.

Radiohiilen määrä ilmakehässä nyt on luokkaa 10⁻¹⁰ % eli yksi atomi biljoonasta hiiliatomista, kun taas pysyviä hiilen muotoja on luokkaa 1% tai 99% hiilestä.

Koska puoliintumisaika on verrattain lyhyt, miljoonia vuosia vanhassa kasvi- tai eläinpohjaisessa aineksessa – kuten kivihiihi, maaöljy tai maakaasu – radiohiiltä ei ole enää jäljellä, vaan se on hajonnut pois. Siten näiden fossiilisten luonnonvarojen hiilessä sekä niiden polttamisen kautta syntyneessä hiilidioksidissa radiohiilipitoisuus on mitätön. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää fossiilisten ja bioperäisten materiaalien tunnistamisessa (ASTM D6866-21, 2021): jos pitoisuus

vastaa nykyhetken ilmakehän pitoisuutta, on materiaali nuorta bioperäistä, ja jos se on lähellä nollaa, materiaali on fossiilista.

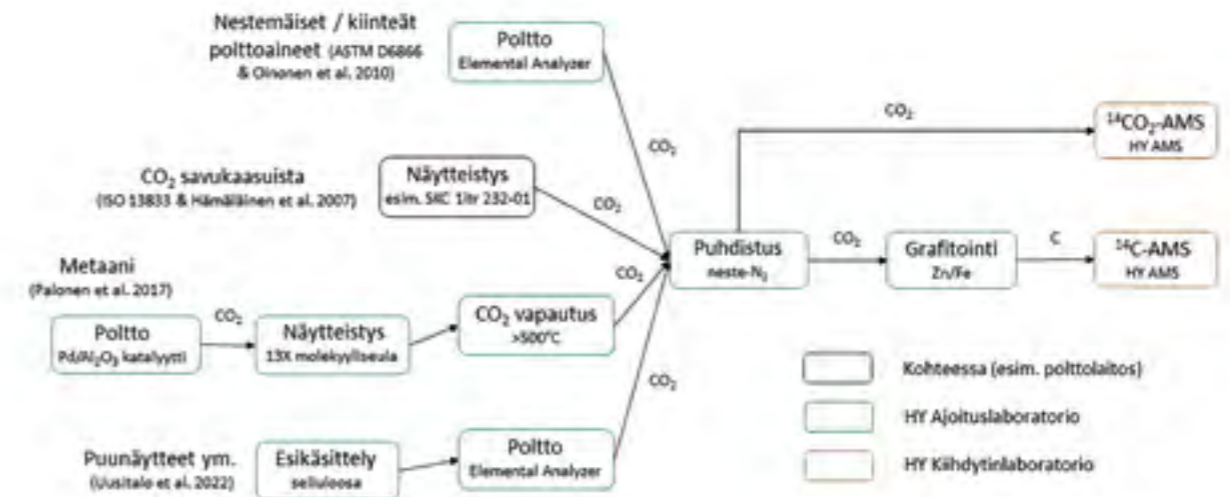
Kansallista huipputaustusta

Helsingin yliopiston (HY) Luonnontieteellisen keskusmuuseon Ajoituslaboratorion (AL) radiohiilimäärityksillä on yli viiden vuosikymmenen perinteet. Laboratorio perustettiin Suomen Akatemian rahoituksella (Tiitta et al., 2004) vuonna 1968 ja on nykyisin arkeologian, geologian, ympäristötieteiden ja teollisuuden alalla toimiva monitieteellinen ja kansallisesti ainutlaatuinen infrastruktuuri. Erityisesti 2000-luvulla se on kehittänyt bioperäisen ja fossiilisen osuuden määrittäviä nestemäisistä ja kaasumaisista näytteistä yhteistyössä VTT Oy:n ja biotalouden toimijoiden kanssa.

Polttolaitosten savukaasun hiilidioksidin radiohiilipitoisuuksia määritettiin ensimmäisen kerran 2000-luvun alussa TEKESin tukemassa Biohiili-hankkeessa (Hämäläinen et al., 2007). Siinä voimalaitoksista kerättyjä hiilidioksidinäytteitä analysoitiin VTT:n johdolla ja Ajoituslaboratorion sekä Uppsalan yliopiston Accelerator Mass Spectrometry (AMS) laboratorion toimesta. Rinnakkain kehitettiin bio- ja fossiilisen osuuden määrittäviä nestemäisille polttoaineille (Oinonen et al., 2010). Tätä hanketta seurasi useita samankaltaisia VTT Oy:n johtamia TEKES-hankkeita, joissa kehitettiin hydroksidipohjaisia viikko- ja kuukausikeräyksiä savukaasujen hiilidioksidille.

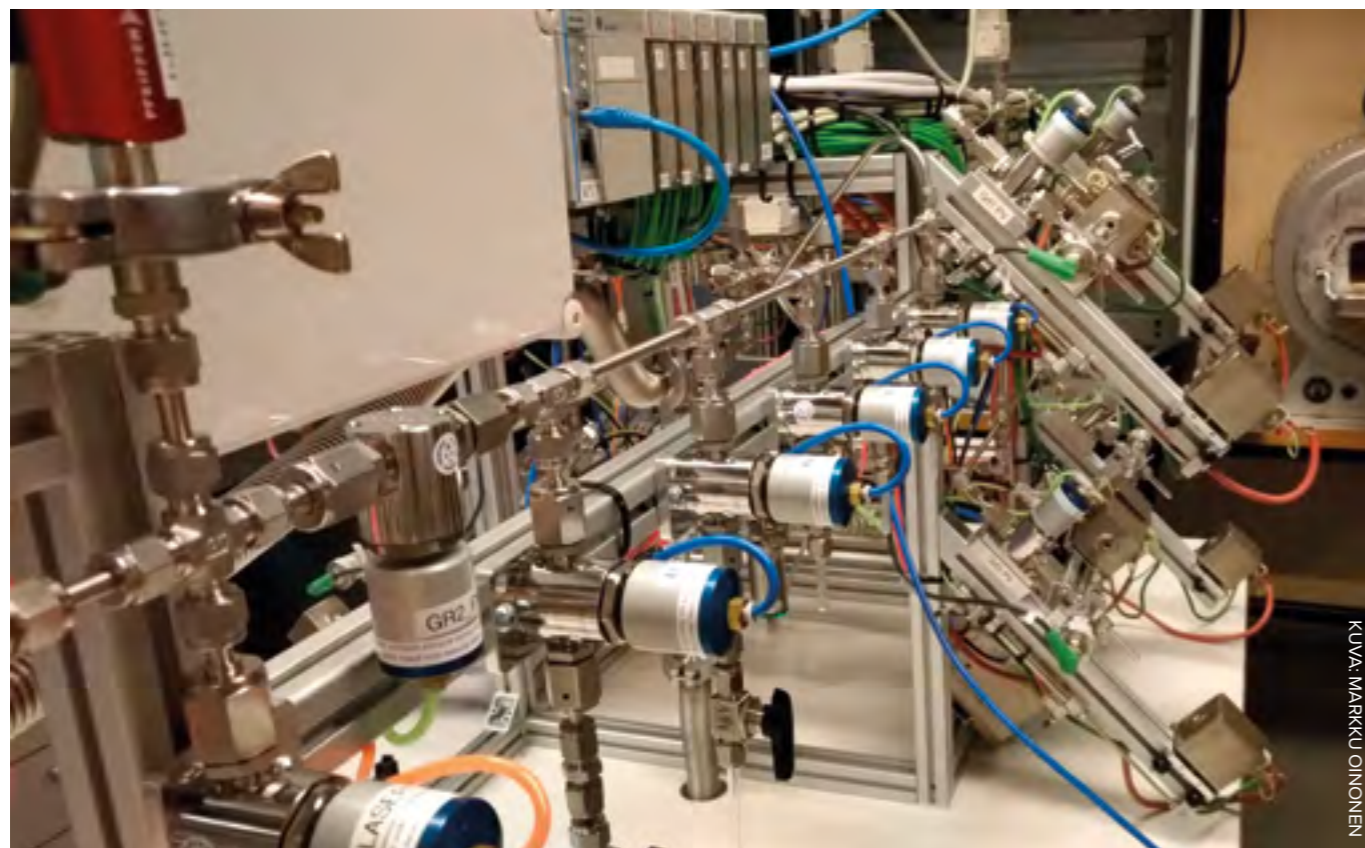
Savukaasumäärittäviä ohjaavan ISO 13833-standardin (ISO 13833:2013, 2013) valmisteluun osallistuttiin tämän rinnalla kommentoimalla turhan tiukkoja normatiivisia laitespesifikaatioita. Tärkeä askel otettiin 2014, jolloin HY:n Kiihdytinlaboratorion laitepäivitysten (Palonen and Tikkanen, 2015) kautta siirryttiin täysin Helsingin yliopiston alla tuotettuihin radiohiilianalyysiin.

Tässä artikkelissa paneudutaan uusiin VTT Oy:n ja Helsingin yliopiston yhteistyössä toteuttamiin savukaasujen hiilidioksidin radiohiilimäärityksiin sekä verrataan niitä aiempiin tuloksiin (Hämäläinen et al., 2007). Tavoitteena on havainnollistaa menetelmän laadukkuutta ja käyttökelpoisuutta.



KUVA: MARKKU OINONEN

Helsingin yliopiston Ajoituslaboratorion radiohiilimääritysprosessesja. Määrittäykset tuotetaan yhteistyössä HY:n Kiihdytinlaboratorion kanssa ja niitä on kehitetty osin yhteishankkeissa VTT Oy:n sekä biotalouden toimijoiden kanssa 2000-luvulla. Kaaviossa on kuvattu myös prosesseihin liittyviä olennaisia standardeja (ASTM D6866, ISO 13833), lähdeviitteitä sekä teknisiä yksityiskohtia.



KUVA: MARKKU OINONEN

Radiohiilimäärityksissä käytettävä Labview-ohjattu ja teollisuusautomaatioon pohjautuva Helsinki Adaptive Sample Preparation -linjasto (HASE 2), jolla Elemental Analyzer -poltton tai happovapautuksen kautta tuotetut hiilidioksidinäytteet puhdistetaan ja pelkistetään kiinteiksi hiilinäytteiksi (Palonen et al., 2013) hiukkaskiihdytinmääritystä varten.

Radiohiilen tie näytteestä numeroksi

Helsingin yliopistossa radiohiilimäärityksiä toteutetaan nykyisin Ajoituslaboratorion ja Kiihdytinlaboratorion yhteistyönä, joista kattavia esimerkkejä ovat metaanin ja puulustojen radiohiilianalyysit (Palonen et al., 2017; Uusitalo et al., 2022). Näyttemateriaalin mukaan radiohiilen määrittämisen prosessi voi käsittää näytteen keräyksen, näytetypin mukaisen kemiallisen esikäsittelyn, hiilen vapauttamisen polttamalla (orgaaniset näytteet) tai happovapautuksella (karbonaatit), syntyneen hiilidioksidin kemiallisen pelkistämisen kiinteäksi hiilinäytteeksi sekä radiohiilen määrityksen hiukkaskiihdyttimellä (¹⁴C-AMS). Näytteen prosessointi on hyvin paljon hiilidioksidin käsittelyä tyhjiölinjastoissa. HY:ssä on mahdollista tehdä myös suoria kaasumaisen hiilidioksidin radiohiilimäärityksiä (¹⁴CO₂-AMS). Nestemäisten ja kiinteiden näytteiden analyyseissä HY noudattaa ASTM D6866 -standardin mukaista prosessia, joskin prosessi on niin sanotun Elemental Analyzer -poltton ansiosta standardia parempi. Savukaasumäärityksissä HY noudattaa ISO 13833 -standardin mukaista määrittämistä.

Prosessi voi käsittää näytteen keräyksen, kemiallisen esikäsittelyn, hiilen vapauttamisen, hiilidioksidin pelkistämisen hiileksi ja radiohiilen määrityksen.

Prosessin tuloksena on näytteen radiohiilipitoisuus suhteessa vuoden 1950 ilmakehän radiohiilimäärää vastaaviin standardinäytteisiin (NIST SRM4990C Oxalic Acid II) esimerkiksi percent Modern Carbon (pMC) -arvona. Kiinteänä hiilinäytteenä (¹⁴C-AMS) mitattujen analyyseiden tilastollinen virhe on ± 0.2–0.3 % ja kaasumaisena (¹⁴CO₂-AMS) mitattuna

2–3 kertaa suurempi. Toisaalta, suorilla kaasumäärityksillä voidaan mitata jopa kymmenen kertaa pienempiä näytteitä: kiinteää hiiltä tarvitaan kiihdyttimellä >0.25 mg mutta kaasumaisena jopa 25 µg hiilimassa voi riittää tutkimukseen.

Radiohiilimenetelmässä referenssiuotena käytetään vuotta 1950. Sen jälkeen erityisesti ilmakehän ydinräjäytykset tuottivat siihen verrattuna noin kaksinkertaisen radiohiilipitoisuuden ilmakehään vuoteen 1964 mennessä (Levin et al., 2022). Ydinvoimatoiminnan ansiosta radiohiilen määrä on jatkuvasti laskenut sen liudentuessa ilmakehästä muihin hiilireserveihin, kuten meriin. Tällä hetkellä ilmakehän hiilidioksidin pMC arvo on noin 100, joten se on likimain vuoden 1950 tasolla. Ilmakehän hiilidioksidin radiohiilipitoisuus on siis muuttunut jatkuvasti viimeisen noin 70 vuoden aikana ja tämä on vaikuttanut etenkin näiden vuosien aikana kasvien, kuten puiden, radiohiilipitoisuuteen, koska esimerkiksi puut tallentavat joka vuosi senhetkisen pitoisuuden itseensä yhteyttämisen kautta.

Polttolaitosten savukaasujen näytteenotto

Vuonna 2005–2006 tehtyjen määritysten lähtöaineina olivat fossiilinen maakaasu ja bioperäiset puu ja sahanpuru. Vuoden 2023 fossiilisten materiaalien määrityksiä tehtiin kivihieletä ja fossiilisesta karbonaattista ja bioperäisten materiaalien määrityksiä mäntyhakkeesta ja sellunkeiton sivutuotteena syntyvästä kalsiumkarbonaattista eli meesasta.

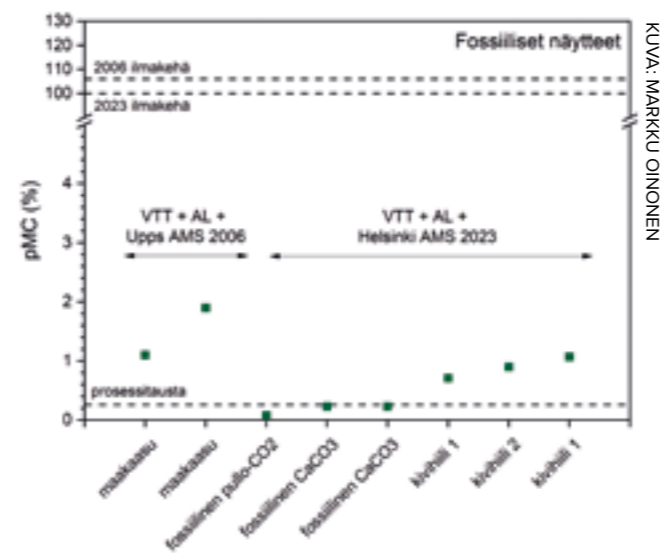
Bioperäinen mäntyhake ja fossiilinen kivihiili poltettiin VTT:n Jyväskylän penkkimittakaavan polttokolauksella. Palamisolosuhteet jäljittelivät normaalia voimalaitoksen palamisprosessia, jossa happi tuodaan palamisilman mukana. Poltossa muodostunut savukaasu kulki kaasunkuivaimen, suodattimien ja polttolaitteiston oman kaasuanalyysin läpi ennen näytteenottoa. Savukaasut sisälsivät 10–12 vol-% hiilidioksidia, tyypeä, happea, vettä sekä pienempiä määriä

epäpuhtauksia (NO, N₂O, CO, SO₂). Kaasunäytteet pumpattiin Tedlar- kaasupusseihin, ja molemmista poltoista otettiin näyte myös läpivirtauspulloihin, jotta voitiin tehdä vertailua näiden kahden näytteenottotavan välillä. Kokeissa otettiin myös näyte fossiilisesta pullohiilidioksidista analyyseihin referenssiksi.

Vuosina 2005–2006 lähtöaineina olivat fossiilinen maakaasu ja bioperäiset puu ja sahanpuru, vuonna 2023 taas fossiiliset kivihiili ja karbonaatti, sekä bioperäiset mäntyhake ja meesa.

Fossiilisesta karbonaattista ja bioperäisestä meesasta saadut kaasunäytteet otettiin talteen sähköisen rumpu-uunin poistokaasusta. Sähköisessä rumpu-uunissa lämpö tuodaan prosessiin sähkövastuksilla, jolloin tuotekaasun hiilidioksidikonsentraatio on suhteellisen korkea. Rumpu-uunin prosessiin ei erikseen syötetä ilmaa. Näytekaasut sisälsivät 70–90 vol-% hiilidioksidipitoisuuden, tyypeä, happea, vettä sekä pienempiä määriä muita kaasuja (CO, SO₂, CH₄). Näytteet kuljettiin oman kaasuanalyysin, suodatuksen ja kuivauksen läpi ennen pumppausta Tedlar- kaasupusseihin. Näytekaasupussit toimitettiin Helsingin Yliopistolle käsiteltäväksi ja analysoitavaksi seuraavana päivänä näytteenotosta.

Näytteenkäsittelyprosessissa erityishuomiota kiinnitettiin epäpuhtauksiin, joita näytteet sisälsivät melko paljon. Näytteen hiilidioksidi (ja vesi) kiteytettiin tyhjiölinjastossa nestetyyppihauteella, jonka jälkeen linjastosta pumpattiin epäpuhtaudet pois. Tämän jälkeen kiteytetty hiilidioksidi vapautettiin kylmällä etanolihauuteella, jolloin saatiin erotettua kiteytyneeksi jäänyt vesi. Tällä puhdistusprosessilla veden ja epäpuhtauksien vaikutus hiilidioksidinäytteen käsittelyyn ja kemialliseen pelkistysreaktioon saatiin minimoitua.



KUVA: MARKKU OINONEN

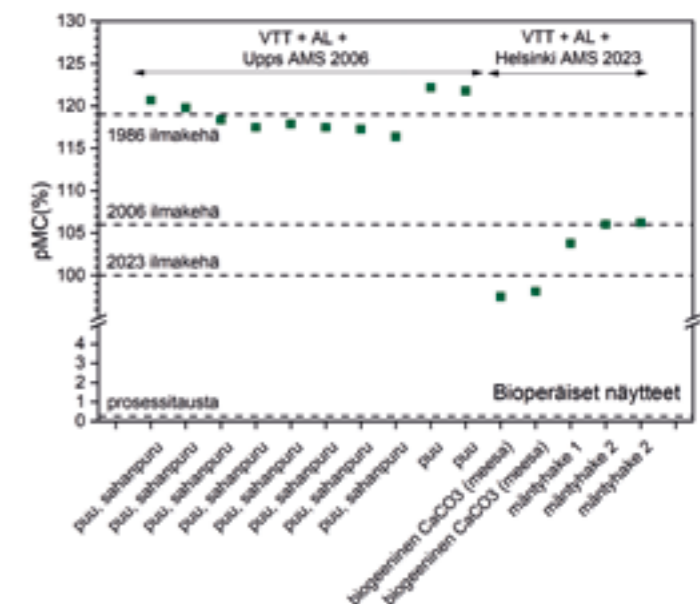
Fossiilisten polttoaineiden poltosta syntyneiden ja savukaasusta erotettujen hiilidioksidinäytteiden tuloksia vuosilta 2006 (Hämäläinen et al., 2007) ja 2023. Viitearvoina on annettu keskimääräinen prosessitaustan taso, sekä vuosien 2006 ja 2023 ilmakehän hiilidioksidin radiohiilipitoisuudet.

Fossiilisten näytteiden matalat arvot

Tyypillisen radiohiiliprosessin (poltto – puhdistus – grafitointi – ¹⁴C-AMS) yleinen prosessitausta on 0.26 (11) % (Uusitalo et al., 2022) fossiililla dieselnäytteillä määritettynä. Tämä on samaa tasoa tai jopa parempi kuin muiden radiohiililaboratorioiden taustataso. Koska hiilidioksidinäytteitä ei tarvinnut polttaa, vuoden 2023 mittauksissa prosessi käsitti pussi- tai läpivirtauspullokeräyksen lisäksi ketjun: puhdistus – grafitointi – ¹⁴C-AMS. Fossiilisen pullohiilidioksidin määrittäminen heijastelee tämän prosessiketjun taustatasoa, koska lähtöaine on mahdollisimman puhdas. Pienempi tulos (0.08 %) yllä mainittuun taustatasoon verrattuna kertoo määrittämisen erittäin matalasta radiohiilitaustasta ja siten siitä, että Tedlar-pussi riittää näytteenottoon sekä -siirtoon.

Fossiiliset karbonaattinäytteet tuottivat hieman korkeampia arvoja kuin fossiilisen pullohiilidioksidin määrittäminen, mikä on järkevää, koska prosessi sisälsi myös rumpu-uunissa tapahtuneen hiilidioksidin vapautuksen. Tulokset olivat samalla tasolla kuin yleinen prosessitausta. Tämäkin on järkevää, koska kummankaan prosessiketjun alkuvaiheisiin ei tuoda ilmaa, jonka hiilidioksidin sisältämä radiohiili voisi nostaa arvoja.

Kivihiihi 1 -pohjaiset pussi- ja läpivirtauspullonäytteet antoivat likimain samoja tuloksia. Kivihiihinäytteet tuottivat kauttaaltaan hieman taustan ja karbonaattien yläpuolella olevia tuloksia. Huokoisina ne ovat saattaneet kerätä sisäänsä radiohiilitasoltaan taustatason yläpuolella olevaa ainesta: epäpuhtauksia ja ilmakehän hiilidioksidia. Koska polttoprosessiin tuotiin ilmaa, mukana on myös vuoden 2023 ilman hiilidioksidia, joka on lisännyt radiohiilen määrää, toisin kuin karbonaateilla. Vuoden 2006 maakaasupohjaiset määrittäykset ovat näiden yläpuolella, mikä viittaa senhetkisen polttoilman hiilidioksidin suurempaan radiohiilipitoisuuteen. Koska polttolaitoksissa on aina mukana radiohiiltä ilman hiilidioksidista ja/tai polttoaineen epäpuhtauksista, niiden savukaasumäärityksissä ei ole mahdollista saavuttaa laboratorio-olosuhteissa mitattua prosessitaustan tasoa.



KUVA: MARKKU OINONEN

Bioperäisten polttoaineiden poltosta syntyneiden ja savukaasusta erotettujen hiilidioksidinäytteiden tuloksia vuosilta 2006 (Hämäläinen et al., 2007) ja 2023. Viitearvoina on annettu keskimääräinen prosessitaustan taso, sekä vuosien 1986, 2006 ja 2023 ilmakehän hiilidioksidin radiohiilipitoisuudet.



KUVA: MULYADI / UNSPLASH

Pommihiili näkyy puunäytteissä

Mäntyhakkeen 2 polttojen pussi- ja läpivirtauspullonäytteet antoivat samoja tuloksia. Siten näytepussit toimivat yhtä hyvin kuin teräksiset pullot. Vuoden 2023 määritysten pMC-arvot mäntyhake lähtöaineena vastasivat 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen puolivälin arvoja. Arvot ovat järkeviä, koska hake lienee tyypillisen energiapuun ikäistä. Vuoden 2006 mittaukset antoivat paljon korkeampia arvoja, koska sen aikaisen energiapuun radiohiilipitoisuus on ollut pommihiilen takia korkeampi. Arvot vastaavat 1980-luvun puolivälin arvoja. Meesa-lähtöainetta vastaavat tulokset ovat hieman nykyhetken arvoja alempana. Tämä saattaa johtua siitä, että meesan poltot toteutettiin fossiilisen karbonaatin polttojen jälkeen, minkä takia mukana voi olla hieman fossiilisen hiilen jäämiä.

Yhteenvetoa

Helsingin yliopiston ISO 13833 -standardin mukainen savukaasujen bioperäisen tai fossiilisen hiilen määrittäminen toimii laadukkaasti. Yksinkertainen pussikeräys on riittävä tapa kerätä näyte, joskin pidemmän aikavälin näytteet vaativat savukaasujen jaksottaista näytteistystä. Fossiilisten näytteiden tulokset vahvistavat matalan taustatason radiohiilimäärityksille, joskin näytteiden omat epäpuhtaudet voivat nostaa mitattua radiohiilipitoisuutta. Bioperäisten näytteiden tulosten vertailu 2000-luvun alun määrittämiin havainnollistaa ilmakehän hiilidioksidin radiohiilipitoisuuden laskea viime vuosikymmenien aikana. Tämä näkyy erityisesti puupohjaisten näytteiden määrittämisessä, joille lähtöaineena käytetyn puun iäksi molemmille mittaussarjoille hahmotuu tyypillinen energiapuun ikä. Määritykset vahvistavat näkemystä, että radiohiilen puuttumista voidaan hyödyntää fossiilisen hiilen merkinä edettäessä kohti fossiilivapaata tulevaisuutta. Radiohiilipohjaisten määritysten monipuolisuudesta ja tarkkuudesta ei tämä tavoite varmaankaan jää kiinni. ■

Määritykset vahvistavat näkemystä, että radiohiilen puuttumista voidaan hyödyntää fossiilisen hiilen merkinä edettäessä kohti fossiilivapaata tulevaisuutta.

Lähteet

Arnold, J.R., Libby, W.F., 1949. Age Determinations by Radiocarbon Content: Checks with Samples of Known Age. *Science* (1979) 110, 678–680. <https://doi.org/10.1126/science.110.2869.678>

ASTM D6866-21, 2021. *Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis*. ASTM International.

Hämäläinen, K.M., Jungner, H., Antson, O., Räsänen, J., Tormonen, K., Roine, J., 2007. Measurement of Biocarbon in Flue Gases Using ¹⁴C. *Radiocarbon* 49, 325–330. <https://doi.org/10.1017/S0033822200042259>

ISO 13833:2013, 2013. *Stationary source emissions. Determination of the ratio of biomass (biogenic) and fossil-derived carbon dioxide. Radiocarbon sampling and determination (ISO 13833:2013)*. EN ISO 13833:2013.

Levin, I., Hammer, S., Kromer, B., Preunkert, S., Weller, R., Worthy, D.E., 2022. Radiocarbon in global tropospheric carbon dioxide. *Radiocarbon* 64, 781–791. <https://doi.org/10.1017/RDC.2021.102>

Oinonen, M., Hakanpää-Laitinen, H., Hämäläinen, K., Kaskela, A., Jungner, H., 2010. Biofuel proportions in fuels by AMS radiocarbon method. *Nucl Instrum Methods Phys Res B* 268. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2009.10.113>

Palonen, V., Pesonen, A., Herranen, T., Tikkanen, P., Oinonen, M., 2013. HASE - The Helsinki adaptive sample preparation line, in: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. pp. 182–184. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2012.08.056>

Palonen, V., Tikkanen, P., 2015. A novel upgrade to Helsinki AMS: Fast switching of isotopes with electrostatic deflectors. *Nucl Instrum Methods Phys Res B* 361, 263–266. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2015.04.053>

Palonen, V., Uusitalo, J., Seppälä, E., Oinonen, M., 2017. A portable methane sampling system for radiocarbon-based bioportion measurements and environmental CH₄ sourcing studies. *Review of Scientific Instruments* 88, 075102. <https://doi.org/10.1063/1.4993920>

Tiitta, A., Pohls, Maritta., Heikkilä, Hannu., 2004. *Suomen Akatemian historia. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura*.

Uusitalo, J., Arppe, L., Helama, S., Mizohata, K., Mielikäinen, K., Mäkinen, H., Nöjd, P., Timonen, M., Oinonen, M., 2022. From lakes to ratios: ¹⁴C measurement process of the Finnish tree-ring research consortium. *Nucl Instrum Methods Phys Res B* 519, 37–45. <https://doi.org/10.1016/J.NIMB.2022.03.013>



GRIMM EDM 280

HUIPPUTARKKUUDEN UUSI STANDARDI

Tekniset tiedot

Detection principle	Light scattering at single particles with diode laser: detection volume aerodynamically focused (ISO 21501-1), no border zone error
Measured mass fractions	TSP, PM10, PM4, PM2.5, PM1, PMcoarse
Particle size range	0,178 µm < Do < 29,4 µm (Do = optical latex equivalent diameter)
Size channels	72, channel boundaries equidistant, 32 channels per decade
Mass concentration	0 ... 12,000 µg/m ³ for PM10 0 ... 5,100 µg/m ³ for PM2.5 (with 10 % coincidence error for Arizona Dust A1 ultrafine)
Detection limit	0,1 µg/m ³ for PM10

Ota yhteyttä

Maahantuoja
Ekonia Oy

+358 50 522 7757
www.ekonia.fi



ekonia

EU-komission tiedonanto ILMASTOPOLITIIKAN TAVOITTEISTA: tahtia kiristetään kohti vuotta 2040



EU:n ilmastolaki velvoittaa nettonollapäästöihin vuoteen 2050 mennessä. Sääntelyssä katsotaan asioita nyt holistisemmin, isoina kokonaisuuksina. Tiedonannon perusteella matkan suunta säilyy samana, mutta tahti kiristyy.

Teksti: Ismo Ulvila, tiedotuspäällikkö, EU-komission Suomen edustusto
Kuvitus: Adobe Stock / Tytti Rintanen

Helmikuussa komissio ehdotti EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitteeksi 90 prosentin nettopäästövähennystä. Kyseessä on kuitenkin vasta komission tiedonanto. On oletettavissa, että EU:n poliittisten johtajien huippukokous sopii tästä yleistavoitteesta seuraavan lainsäädäntökauden alkaessa. Tämä on ollut käytäntö jo miltei kahden vuosikymmenen ajan, mikä yhtäältä heijastanee ilmastopolitiikan tuloa osaksi laajempaa kokonaisuutta ja toisaalta myös ilmastokysymysten politisoitumista eri tasoilla. Seuraava komissio 2025–2029 tekee varsinaiset lainsäädäntöehdotukset, joilla EU nostaa vuoden 2040 välitavoitetaan EU:n ilmastolain määrittelemässä sisällössä.

Kunnianhimo ja sääntely nousussa

Arvioitaessa nyt toimeenpanossa olevan 2030-paketin sekä komission hahmotteleman 2040-tavoitteen merkitystä on ensin välttämätöntä luoda katsaus 2000-luvun alkuun ja silloin syntyneeseen EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan arkkitehtuuriin. Osa tuon kokonaisuuden peruspilareista on edelleen paikallaan, mutta osa on kehittynyt eteenpäin – samalla kun ujoista ensiaskeleista on nopeasti kehittynyt laaja sitovaa lainsäädäntöä oleva kokonaisuus.

Kun tarkastellaan tavoitteiden kehittymistä, 90-luvun jokseenkin hajanaisista toimista siirryttiin 2000-luvun alussa laajempiin kokonaisuuksiin. Komission vuoden 2001 tiedonnannolla Eurooppalaisen ilmastonmuutosohjelman ensimmäisen vaiheen toteuttamisesta (COM(2001) 580) sekä ilmastopaketilla edistettiin muun muassa uusiutuvan energian käyttöönottoa. Samalla YK:n ilmaston puitesopimuksen UNFCCC:n Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi ehdotettiin päästökauppaa, jonka ensimmäinen vaihe käynnistyi kokeiluna vuonna 2005. Todistin itse tätä alkua yhdeltä avainpaikalta Suomen Kioton joustomekanismien koeohjelman päällikkönä ennen siirtymistäni komissioon. Päästökaupasta lausuttiin noina aikoina erittäin varovasti, ja monet keskeiset tahot pelkäsivät sen romahduttavan Suomen kilpailukyvyin. Kun pohditaan Suomessa nyt käytävää keskustelua vihreän siirtymän eri toimista, voitaneen todeta joidenkin taistelujen todella olevan ikuisia.

Kun pohditaan Suomessa nyt käytävää keskustelua vihreän siirtymän eri toimista, voitaneen todeta joidenkin taistelujen todella olevan ikuisia.

Nyt 20 vuotta myöhemmin peruutuspeiliin katsoessa on havaittavissa selkeä jatkumo eri paketteihin liittyvän kunnianhimon nostossa. Vuoden 2009 ilmasto- ja energiapaketti loi EU:lle niin sanotun 20-20-20 -tavoitteen, ja käytännössä EU:n irtikytkentä eli päästöjen irrottaminen talouskasvusta on ollut huomattavasti nopeampaa kuin mitä tuolloinen tavoite edellytti. Vuonna 2022 EU oli jo vähentänyt päästöjään 32,5 % vuoden 1990 tasosta samalla, kun talous oli kasvanut 2/3:n verran – saavutus, johon mikään muu kehittynyt talous ei ole pystynyt. Materiaalitehokkuus kasvoi vuodesta 2000 vielä enemmän (37,5 %).



Päästöjen vähentämistavoitteita on kunnianhimoisesti asteittain nostettu: vuoden 2014 lopulla sovittu alkuperäinen tavoitetaso vuodelle 2030 oli –40 %, joka sittemmin vuonna 2019 nostettiin –55 %:iin Euroopan vihreän kehityksen ohjelman ydinteemana. Samalla ovat keskeiset tavoitekeinot lisääntyneet huomattavasti. Vuonna 2000 komissio ehdotti neljän direktiivin kautta hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, monitorointia ja energiatehokkuuden parantamista, mutta vihreän kehityksen ohjelman tavoitteissa lainsäädäntökaudelle 2019–2024 puhutaan pelkästään Fit for 55 -valmiuspaketin kovan ytimen osalta yli kahdestakymmenestä säädöksestä. Kaikkiaan vihreään siirtymään liittyy yli 50 erilaista säädöstä.

Vuonna 2022 EU oli vähentänyt päästöjään 32,5 % vuoden 1990 tasosta samalla, kun talous oli kasvanut 2/3:n verran.

Komissio on ehdotuksia tehdessään ottanut huomioon sekä kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n säännönmukaiset raportit että tieteen jatkuvasti tarkentuvan viestin, yhteiskunnallisen kehityksen Euroopassa ja jo mainitun poliittisen tahtotilan. Silti on toteutuneen kehityksen valossa hämmästyttävää, kuinka kunnianhimon tason nosto, syvemmälle menevät toimet eri politiikkaloikoilla ja uusien politiikkaloikojen mukaan ottaminen sekä nettonollatavoitteen määrittelyn kirjaaminen lakiin on saatu aikaan vain noin yhden investointisyklin, eli runsaan 20 vuoden aikana.

EU:n ilmastolaki velvoittaa

Ilmastotoimien maailmanlaajuisena johtajana EU on sitoutunut saavuttamaan ilmastoneutraaliuuden vuoteen 2050 mennessä. Vihreän kehityksen ohjelma on investioiohjelmamme, jolla EU:n taloutta on jo tämän lainsäädäntökauden aikana tehty kestävämmäksi, kilpailukykyisemmäksi ja paremmin eri geopoliittisiin haasteisiin vastaavaksi – varsinkin sen jälkeen, kun Venäjä hyökkäsi Ukrainaan. Tilanetta kuvaa se, että 2040-tiedonannon vaikutusten arviointi käsittelee kunnianhimoisten ilmasto- ja energiapolitiikkojen merkitystä myös EU:n turvallisuudelle, kilpailukyvyille sekä nopealle riippuvuuksien vähentämiselle.



Haastetta voi havainnollistaa portailta: vain 2030-askelmalta voi ponnistaa 2040-askelmalle, jolta sitten aikanaan nousee 2050-askelmalle.

2040-TIEDONANNON KESKEISET OSAT

On ratkaisevan tärkeää, että EU jatkaa Pariisin sopimuksen mukaista linjaa. Tätä edellyttää myös EU:n oma ilmastolaki (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679). Sen 4 artikla velvoittaa komissiota tekemään ”...viimeistään kuuden kuukauden kuluttua Pariisin sopimuksen 14 artiklassa tarkoitettua ensimmäisestä maailmanlaajuisesta tilannekatsauksesta lainsäädäntöehdotuksen, tapauksen mukaan yksityiskohtaisen vaikutustenarvioinnin perusteella, tämän asetuksen muuttamiseksi siten, että siihen sisällytetään vuoteen 2040 ulottuva unionin ilmastotavoite...”. Lisäksi on otettava huomioon saman artiklan vaatimus, jonka mukaan ”[e]hdottaessaan vuoteen 2040 ulottuvaa unionin ilmastotavoitetta [...] komissio ottaa huomioon seuraavat: a) paras käytettävissä oleva ja uusin tieteellinen näyttö, mukaan lukien IPCC:n ja neuvottelukunnan uusimmat raportit; b) sosiaaliset, taloudelliset ja ympäristövaikutukset, mukaan lukien toimimatta jättämisen kustannukset; c) tarve varmistaa oikeudenmukainen ja sosiaalisesti tasapuolinen siirtymä kaikille; d) kustannustehokkuus ja taloudellinen tehokkuus; [...]”.

Pariisin sopimuksen ”maailmanlaajuinen tilannekatsaus” saatettiin Dubaissa ensimmäisen vaiheensa loppuun.

YK:n ilmastopuotesopimusta täydentävän Pariisin sopimuksen osapuolikokouksen 5. istunto (CMA.5) saatiin päätökseen viime vuoden lopulla Dubaissa. Pariisin sopimuksen 14 artiklassa määritelty ”maailmanlaajuinen tilannekatsaus” saatettiin samalla myös ensimmäisen vaiheensa loppuun, joten komission tiedonanto EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitteiksi annettiin huomattavasti aikaisemmin kuin mitä EU:n ilmastolaki edellytti. Sen sisällössä on otettu huomioon tiedemaailman viesti, mukaan lukien EU:n tieteellisen neuvonantavan ilmastopaneelin kesällä suosittelema 90–95 %:n vähennystavoitetaso.

Komissio antoi 6.2.2024 kaksi merkittävää tiedonantoa, jotka sisältävät ehdotuksen EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitteeksi (COM(2024) 63; ks. komission tiedote 6.2.2024 a) ja ehdotuksen teolliseksi hiilensidonnaksi (COM(2024) 62; ks. komission tiedote 6.2.2024 b). On tärkeää alleviivata, että kyseessä ovat vasta komission tiedonannot. Poliittisen ohjauksen jälkeen seuraava komissio valmistelee sektorikohtaiset lainsäädäntöehdotukset. Jos tavoitetaso vuodelle 2040 vahvistuu tasolle -90 %, kyseessä on selvä ja vahva signaali EU-kansalaisille sekä ennustettavuutta yrityksille ja myös muille kumppaneillemme: EU jatkaa Pariisin sopimuksen viitoittamalla polulla.

Vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevassa tiedonannossa ehdotettu tavoitetaso pitää EU:n vihreän siirtymän kurssin paikallaan ja lisää samalla resilienssiämme – ei pelkästään jo mainituilla strategisen autonomian eri lohkoilla vaan myös ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Tästä komissio julkaisi maaliskuussa oman tiedonantonsa ”Ilmastoriskien hallinta ihmisten ja hyvinvoinnin suojelemiseksi” (COM(2024) 91; ks. komission tiedote 12.3.2024). Yhteistä näille kahdelle tiedonannolle on se, että toimien tekemättömyyden hintalappu on tiedon ja mallinnuksen valossa huomattavasti korkeampi kuin vihreän siirtymän toimien toimeenpano: kiihtyvä globaali ilmastomuutos voi leikata vuoteen 2100 mennessä EU:n vuosittaista BKT:ta jopa 7 %, jos tarvittavia hillitsemistoimia ei tehdä.

Investointeja tekniikkaan ja kilpailukykyyn

Julkisuudessa on ollut havaittavissa väitteitä tavoitteen vaatimista investoinneista ja siitä, että EU:lla ei olisi varaa niin suuriin ”kustannuksiin”. Tässä käsitteet hämärtyvät. On selvää että tavoitteen toteuttaminen vaatii ennennäkemättömiä investointeja, mutta ne ovat investointeja itsellemme, arvoketjuihimme ja osaamiseen perustuviin työpaikkoihin. Enemmänkin meillä olisi ”kustannus” – ja valtava turvallisuuspoliittinen riski sekä EU:n kilpailukykyyn tuho – jäädä kiinni fossiilitalouteen ja jatkaa fossiilisten polttoaineiden

ostamista sadoilla miljardeilla euroilla vuosittain eri autoritaarisilta hallinnoilta. Esimerkiksi vuonna 2022 EU toi fossiilisia polttoaineita 640 miljardin euron arvosta, mikä vastaa 4,1 %:a kyseisen vuoden BKT:sta. Asia voidaan nähdä myös resurssien siirtämisenä fossiilienergian polttamisesta puhtaaseen pääomaan.

Investointien suuruuden osalta komissio arvioi esimerkiksi, että vuosina 2030–50 tarvittavat energiajärjestelmän vuosittaiset investointikustannukset ovat noin 660 miljardia euroa, tai noin 3 % EU:n vuosittaisesta BKT:sta. Liikennejärjestelmän vuosittaisten investointitarpeiden arvioidaan olevan samana ajanjaksona 4,2 % EU:n BKT:sta. On kuitenkin huomattava, että näillä investoinneilla suurelta osin korvataan muutoin tapahtuvia investointeja fossiilitalouteen. Kiertotalouden yhä laajempi käyttöönotto voi huomattavasti alentaa investointikustannuksia, ja investoinneilla saadaan huomattavaa lisähyötyä, kun muun muassa ilmanlaatu paranee polttamisen vähentyessä. Lisäksi, EU on jo viimeisten 20 vuoden aikana näyttänyt, että taloudellinen kasvu voidaan irrottaa päästöistä, eli kestävämpi kasvu päästöjen laskiessa on mahdollista.

Vuosina 2030–50 tarvittavat energiajärjestelmän vuosittaiset investointikustannukset ovat n. 660 miljardia euroa, tai noin 3 % EU:n vuosittaisesta BKT:sta.

Historian valossa arvioidut investointien määrät eivät ole suhteellisesti Euroopan suurimpia. Vihreän siirtymän jatko tulisikin nähdä EU:n päästöttömän ja kilpailukykyisen teollisuuden investointiohjelmana. Tätä tukevat jo poliittisesti sovittu paketti EU:n nettonollateollisuuden kehittämisestä (COM(2024) 161; ks. komission tiedote 16.3.2023) sekä komission ehdotukset EU:n taloudellisen turvallisuuden parantamiseksi (ks. komission tiedote 24.1.2024). Yhteistä näille on niiden periaate vahvistaa EU:n osaamista ja teknistä etumatkaa eri teollisuudenaloilla, kuten akkutekniikassa, sähköautoissa, lämpöpumpuissa ja biokaasussa. EU:n innovaatiohastan suuruudeksi arvioidaan 40 miljardia euroa vuonna 2030, ja yhdessä InvestEU-ohjelman ja Euroopan investointipankin kanssa se voi olla huomattava instrumentti julkisen tarkkaan suunnatun tuen kanavoinnissa kestäväälle kilpailukykyiselle teollisuudelle.

Vuoropuheluissa eri osapuolia

Huhtikuun alussa komissio saattoi loppuun vihreää siirtymää konkreettisesti tukevat vuoropuhelut, joissa keskusteltiin Euroopan teollisuuden ja työmarkkinaosapuolten kanssa siitä, miten Euroopan vihreän kehityksen ohjelman täytäntöönpanoa voidaan teollisuudessa parantaa. Näitä teollisuuden puhtaan siirtymän vuoropuheluita on tähän mennessä käyty yhdeksän, ja niissä on keskitytty vetyyn, energiaintensiivisiin teollisuudenaloihin, puhtaaseen teknologiaan, energiainfrastruktuuriin, kriittisiin raaka-aineisiin, metsäbiotalouteen, kaupunkeihin, puhtaaseen liikkumiseen ja teräkseen.

Vuoropuhelut ovat tuoneet esiin useita keskeisiä osatekijöitä, jotka voisivat mahdollisesti tukea vihreän siirtymän

teollista lähestymistapaa. Syksyllä, kun seuraavan komission poliittiset prioriteetit julkaistaan, voidaan jo arvioida, missä määrin vuoropuheluissa esiin nousseet keskeiset teemat – tehokas ja yksinkertaistettu sääntelykehys, energian hinnat – koskevat toimet, nykyaikainen infrastruktuuri, rahoituksen saannin helpottaminen ja vahvemmat sisämarkkinat maailmanlaajuisesti kilpaillussa ympäristössä – saavat mahdollista jatkoa konkreettisten ehdotusten muodossa.

Eurooppalaisen teollisuuden johto on omassa äskettäisessä niin sanotussa Antwerpenin julkilausumassaan (The Antwerp Declaration for a European Industrial Deal) tuonut esille myös oman 10-kohtaisen näkemyksensä siitä, mitä teollisuus odottaa politiikan suuntaviivoiksi.

Suuntana sähköistäminen

Oleellinen ja välttämätön reunaehto ehdotuksessa on nykyisen Fit for 55 -valmiuspaketin toimeenpano vuoteen 2030 mennessä. Komission tiedonannossa korostetaan sovitun nykyisen sektorikohtaisen lainsäädännön täytäntöönpanon merkitystä Pariisin polulla pysymiseksi. Haastetta voi havainnollistaa portailta: vain 2030-askelmalta voi ponnistaa 2040-askelmalle, jolta sitten aikanaan nousee 2050-askelmalle.

Johtava ajatus matkalla 2040-luvulle on päästöttömästi sähköistää kaikki se, mikä voidaan sähköistää. Tämä merkitsee EU-tasolla vähintäänkin sähköntuotannon 2,5-kertaistamista sekä investointeja älykkäisiin siirtoverkkoihin ja kuormanhallintaan samalla, kun fossiilisten polttoaineiden osuus EU:n kokonaisenergian määrästä laskee vähintään 80 %.

Jotkin teollisuuden sektorit tosin säilynevät kemiallisen prosessinsa vuoksi päästöjen vähentämisen kannalta erittäin vaikeina (ns. hard to abate sectors). Näitä jäljelle jääviä päästöjä pyritään hallitsemaan sekä hiukan kasvavilla



metsänieluilla että teollisella hiilenhallinnalla, joka on osa sekä IPCC:n että Euroopan komission 2030-luvun jälkeistä mallinnusta. On kuitenkin ymmärrettävä, että viimeksi mainittu ei ole hopealuoti: teollinen hiilenhallinta ei ole nykyisellään kustannustehokasta; sen tekniikka ei ole kypsää, eikä vielä skaalattavissa. Komission arvion mukaan vuonna 2040 teollinen hiilen varastointikapasiteetti olisi noin 10 % EU:n päästöistä.

Tavoitteena reilu maailmalle leviävä vaikutus

Pariisin sopimuksen johdannon alkuperäistä suppeaa määritelmää työväestön reilusta siirtymästä on sittemmin EU:ssa laajennettu laajemmaksi yhteiskunnaiseksi prosessiksi. Siirtymän tulee pysyä reiluna ja kaikkien tulee päästä hyötymään siitä.

Kun EU:n päästökaupan ilmaisjako loppuu vuonna 2032, nyt käyntiin laitettava hiilirajamekanismi CBAM tulee turvaamaan niin sanotusti saman pelialustan globaaleilla markkinoilla kilpaileville yrityksille. CBAM:in ajatus on yksinkertaisesti pitää huolta siitä, että EU:hun tavaraa toimittavat yritykset maksavat kotimaassaan tai ulkorajallamme saman hiilikustannuksen kuin mikä hiilikustannus on EU:ssa. Komissio on arvioinut järjestelmän täysin maailman kaupparajajärjestön WTO:n sääntöjen mukaiseksi, ja EU:n suunnitelmat ovat jo lisänneet keskustelua ja konkreettisia toimia hiilen hinnoitteluksi eri nousevissa talouksissa, Intiasta Brasiliaan. Kuuluu EU-sääntelyyn niin kutsuttu Bryssel-efekti toimii. Komission ilmastotoimien pääosasto DG CLIMA on myös käynnistämässä erityistä asiantuntijaryhmää, joka tulee globaalisti tarjoamaan teknistä apua maille, jotka haluaa edistää hiilen hinnoittelua.



Useimmat vihreän siirtymän kovan ytimen eli Fit for 55 -valmiuspaketin säädökset ovat nykyisellään voimassa vuoteen 2030. Komission mallinnuksessa tarkasteltiin myös niiden teoreettista ekstrapolointia eteenpäin vuoteen 2040 asti, mutta nykyinen kunnianhimo havaittiin riittämättömäksi, sillä päästöjen vähentäminen jäisi selvästi 90 %:n tavoitetasoon alle. Siksi lisätoimet ovat tarpeen – kaikilla sektoreilla. Kun ehdotettu 90 %:n vähennystavoite on poliittisesti hyväksytty, se on myös perusurana, kun EU päivittää ensi vuonna vuoden 2035 ilmastotavoitteensa (NDC, eli EU:n kansallisesti määritelty panos) YK:n ilmastopuitesopimuksen (UNFCCC) sihteeristölle. ■

Lähteet:

Ehdotus, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus: Euroopan nettonollateknologiatuotteiden valmistusekosysteemiä vahvistavasta toimenpidekehiksestä (nettonollateollisuutta koskeva säädös). COM(2023) 161 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0161&qid=1712923601165>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus: (EU) 2016/679. L_2021243FI.01000101.xml <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1119#d1e650-1-1>

Komission tiedonanto: COM(2001) 580 final. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0580:FIN:EN:PDF>

Komission tiedonanto: Ilmastoriskien hallinta ihmisten ja hyvinvoinnin suojelemiseksi. COM(2024) 91 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52024DC0091&qid=1712915140620>

Komission tiedonanto: Kohti kunnianhimoista teollista hiilenhallintaa EU:ssa. COM(2024) 62 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52024DC0062&qid=1712914288263>

Komission tiedonanto: Turvattu tulevaisuus Euroopan vuoden 2040 ilmastotavoite sekä eteneminen kohti ilmastoneutraaliutta vuoteen 2050 mennessä kestävässä, oikeudenmukaisessa ja vauraassa yhteiskunnassa. COM(2024) 63 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=COM%3A2024%3A63%3AFIN>

Komission tiedote 16.3.2023: Nettonollateollisuutta

koskeva säädös: EU:sta puhtaiden teknologioiden valmistuksen ja vihreiden työpaikkojen koti https://finland.representation.ec.europa.eu/uutiset/nettonollateollisuutta-koskeva-saadus-eusta-puhtaiden-teknologioiden-valmistuksen-ja- vihreiden-2023-03-16_fi

Komission tiedote 24.1.2024: Komissio ehdottaa uusia aloitteita taloudellisen turvallisuuden parantamiseksi https://finland.representation.ec.europa.eu/uutiset/komissio-ehdottaa-uuksia-aloitteita-taloudellisen-turvallisuuden-parantamiseksi-2024-01-24_fi

Komission tiedote 6.2.2024 a: Komissio esittää suosituksen päästövähennystavoitteeksi vuodelle 2040 – tavoitteena ilmastoneutraalius vuonna 2050. https://finland.representation.ec.europa.eu/uutiset/komissio-esittaa-keinoja-ottaa-talteen-varastoida-ja-hyodyntaa-hiilta-kestavasti-2024-02-06_fi

Komission tiedote 6.2.2024 b: Komissio esittää keinoja ottaa talteen, varastoida ja hyödyntää hiiltä kestävästi ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi vuoteen 2050 mennessä. https://finland.representation.ec.europa.eu/uutiset/komissio-esittaa-keinoja-ottaa-talteen-varastoida-ja-hyodyntaa-hiilta-kestavasti-2024-02-06_fi

Komission tiedote 12.3.2024: Keskeiset toimet ilmastoriskien hallitsemiseksi ja ihmisten suojelemiseksi https://finland.representation.ec.europa.eu/uutiset/keskeiset-toimet-ilmastoriskien-hallitsemiseksi-ja-ihmisten-suojelemiseksi-2024-03-12_fi

The Antwerp Declaration for a European Industrial Deal. <https://antwerp-declaration.eu/>



KUVA: BERNARD HERMANT / UNSPLASH

HIILIRAJAMEKANISMI ELI CBAM-ASETUS ETENEE

Hiilirajamekanismi- eli CBAM-asetuksen soveltamisen ensimmäinen vaihe alkoi lokakuun alussa reilun kahden vuoden siirtymäkaudella. Tässä artikkelissa paneudumme siihen, miten asetuksen käytännön toimeenpano on sujunut Suomen toimivaltaisen viranomaisen, Tullin, näkökulmasta. Mitkä ovat maahantuojien ja viranomaisen suurimmat haasteet ja mitä tapahtuu seuraavaksi?

Sture Skinnar, tullilylitarkastaja, Tulli

Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi kasvi-huonepäästöjen vähentämisen 55 prosentilla vuoteen 2030 mennessä sekä ilmastoneutraalisuuden saavuttamisen vuoteen 2050 mennessä. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2023/965 hiilidioksidipäästöjen säätömekanismiin perustamisesta rajalle astui voimaan 17.5.2023 ja on yksi toimenpidepakettiin kuuluvista hankkeista. Arkikielellä puhutaan hiilirajamekanismista, tai ”CBAMista”, joka on lyhenne asetuksen englanninkielisestä nimestä Carbon Border Adjustment Mechanism.

CBAM-asetuksen soveltamisen ensimmäinen vaihe alkoi 1.10.2023 reilun kahden vuoden mittaisella siirtymäkaudella. Siirtymäkaudella maahantuojien veloitteet rajoittuvat vuosineljänneksittäin annettavaan CBAM-raporttiin. Raportilla tuojat ilmoittavat komissiolle CBAM-tuotteiden maahantuonnin tilastotietoja, kuten tavaran lajin, määrän ja niihin sitoutuneiden päästöjen määrän.

Raportointijakso on vuosineljännes ja raportti on annettava jaksoa seuraavan kuukauden loppuun mennessä. Ensimmäinen CBAM-raportti tuli siten annettavaksi tammikuun

loppuun mennessä. Tätä kirjoittaessa on myös toinen raportointijakso (Q1/2024) päättynyt ja aikaa raportin toimittamiseksi on huhtikuun loppuun asti.

Miten raportointi käynnistyi Suomessa?

”Valtaosa raportointivelvollisista ei ole vielä jättänyt vaadittua raporttia, vaikka alkuperäinen määräaika on jo mennyt, ja syytä siihen on useita”, kertoo Tullin hiilirajamekanismitoiminnon päällikkö Jarkko Koho. Hän jatkaa selittäen tilannetta: ”Ennakkoviestinnästä ja asiakastilaisuuksista huolimatta kaikki maahantuojat eivät ole tietoisia, että heidän maahantuomansa tavarat ovat CBAM-tavaroita, eivätkä tiedä myöskään niihin liittyvistä lisävelvoitteista. Velvoitteesta on kyllä kerrottu myös tavaroiden maahantuonnin luovutus-päätöksellä. Oma roolinsa on ollut komission raportointijärjestelmän teknisillä haasteilla.”

Johtuen CBAM-siirtymärekisterin, eli raportointityövälineen, alkuvaikeuksista komissio pidensi omalla päätöksellään kaikkien toimijoiden ensimmäisen raportin määräaika kuukaudella, ja korjasi siinä sivussa lukuisan määrän



KUVA: EDGE2EDGE MEDIA / UNSPLASH

häiriöitä ja keskeneräisyyksiä järjestelmässä. Voidaan todeta, että aikatauluriski, joka oli kansallisesti nostettu merkittäväksi jo viime vuoden puolella, toteutui laajasti.

Siitä huolimatta ensimmäiseltä raportointijaksolta ovat suomalaiset maahantuojat antaneet tähän mennessä noin 400 raporttia. Tämä kertoo, että puutteista ja alkukankeuksista huolimatta, raportointityöväline toimii ja kaikkien osapuolten tehtävänä on kerätä sen käyttämisestä lisää kokemusta ja huomauttaa kehityskohteista. EU:n mittakaavassa Suomessa toteutunut raportoinnin määrä edustaa toistaiseksi hyvää keskimääräistä eurooppalaista tasoa.

Haasteena päästötietojen saatavuus

Suomalaiset maahantuojat ovat laajasti ensimmäisissä raporteissaan käyttäneet komission julkaisemia eri tuoteryhmien päästöjen oletusarvoja. Toimijoille pyrittiin antamaan oletusarvojen kautta enemmän aikaa valmistautua todellisten päästöjen ilmoittamiseen. Nämä siirtymäkauden alun joustot päättyvät kuitenkin vuoden toiseen raportointikauteen (Q2/2024), jonka jälkeen siirtymäkauden loppuun saakka olisi käytettävä todellisia päästömääriä, jotka pohjautuvat CBAM-asetuksen ja sen täytäntöönpanoasetuksen laskentäsääntöihin.

”Päästötietojen saatavuus valmistajilta on monilla asiakkailla iso kysymys. Ensimmäisellä raportointijaksolla käytettiin laajasti komission julkaisemia oletusarvoja. Vuoden 2024 kolmannelta vuosineljännekseltä alkaen siirtymäkaudella raportoitavien päästöjen on kuitenkin perustuttava laajemmin todellisiin hiilirajamekanismiasetuksen laskentäsääntöihin perustuviin tietoihin”, kertoo päästölaskennan erityisasiantuntija Marja Salo Tullin hiilirajamekanismitoiminnosta.

Hiilirajamekanismia sovelletaan kaikkiin maahantuojiin. Näin ollen se koskee myös yksityishenkilöitä ja pienyrityksiä, kuten elinkeinonharjoittajia. Suomi on jo viime heinäkuussa

nostanut asiaan liittyvät huolensa komission ja muiden jäsenvaltioiden tietoisuuteen ja myöhemmin on vastaanlaaisia huolia nostettu muutamien muiden maiden toimesta. Ongelman ydin on se, että pienimpien toimijoiden mahdollisuudet vaatia ja saada päästötietoja valmistajilta ovat hyvin rajalliset. Yksityishenkilöt eivät lisäksi usein asioi suoraan valmistajien kanssa, vaan ostavat tuontitavaransa erilaisilta myyntialustoilta, joilla luonnollisestikaan ei ole tavaroihin liittyviä päästötietoja hallussaan.

Luvanvaraisuus ja luvan saaminen

Vuoden 2026 alusta alkaen Hiilirajamekanismi siirtyy operatiiviseen vaiheeseen ja CBAM-tavaroiden maahantuonti muuttuu luvanvaraiseksi. Tulliviranomaisten veloitteena on koko EU:ssa muiden kuin valtuutetun CBAM-ilmoittajien (CBAM-tavaroiden) maahantuonnin estäminen.

Tuleva luvanvaraisuus koskee jo pelkästään Suomessa satoja yrityksiä ja lainsäätäjät onkin katsonut tarkoituksenmukaiseksi aktivoida luvan hakemista ja myöntämistä koskevat CBAM-asetuksen artiklat jo tämän vuoden lopussa. Tällä tavalla viranomaisille varataan noin vuosi aikaa tuojien hakemusten käsittelyyn. Selvää on, että satojen hakemusten käsittely muutamassa kuukaudessa olisi käytännössä mahdotonta. Tähän savottaan Tulli on parhaillaan valmistautumassa, jotta tarvittavat prosessit, osaaminen ja henkilöstöresurssit olisivat käytettävissä vuoden 2025 alusta alkaen.

Viereisellä sivulla listattujen luvan saannin edellytysten lisäksi kokonaan uudet toimijat joutuvat asettamaan arvioidun toiminnan volyymin perusteella täysimääräisen vakuuden kahdeksi vuodeksi. Uudeksi toimijaksi CBAM-asetus määrittelee yritykset, joiden toimintahistoria on lyhyempi kuin kaksi kokonaista tilikautta. Tämä tarkistus tapahtuu oikeushenkilön, eli EORI-numeron tasolla.

Yritysjärjestelyistä johtuen on todennäköistä, että Tulli joutuu kantamaan vakuuden kokoneiltakin toimijoilta.

Edellytykset valtuutetun CBAM-ilmoittajan luvan saannille ovat:

- että hakija ei ole edeltävän viiden vuoden aikana rikkonut tullilainsäädäntöä, verotussääntöjä tai markkinajärjestelyjä tai CBAM-asetuksen tai sen perusteella annettuja täytäntöönpano- tai delegeoituja säädöksiä vakavasti tai toistuvasti, eikä hakijalla ole merkintöjä taloudelliseen toimintaan liittyvistä vakavista rikoksista
- että hakijalla on taloudellinen ja toiminnallinen valmius täyttää veloitteensa
- että hakija on sijoittautunut (EU:n) jäsenvaltioon, ja että hänellä on EORI-numero

Lainsäädäntöä voidaan perustellusti pitää tältä osin epätarjoituksenmukaisena. Vakuuksiin liittyvä peruselementti, riskienhallinta, jää käytännössä minimaaliseksi, koska vakuudet on kannettava kaavamaisesti.

On myös syytä korostaa, että yllä olevien lupaedellytysten arvioinnin tarkkoja kriteereitä ei vielä ole. Niistä säädetään myöhemmin tänä vuonna tulevassa komission täytäntöönpanoasetuksessa, ja Tulli tiedottaa asiasta tarkemmin sen mukaan, kun lisätietoa asian käsittelyn etenemisestä saadaan. Joka tapauksessa lienee todennäköistä, että siirtymäkauden raportointivelvollisuuksien laiminlyönti, ainakin toistuvana, estää luvan saamisen seuraavaksi viideksi vuodeksi. Toimijoiden, joille kyseisten tuotteiden maahantuonti on oleellinen osa liiketoimintaa, tulisi siten suhtautua raportointivelvollisuuteen vakavasti.

Viranomaisyhteistyötä sääntely-tulvassa

Euroopan komissio on julkaissut viime aikoina useita lainsäädäntöaloitteita, joilla säädellään EU:ssa toimivien yritysten ja niiden arvoketjujen kestävyttä ympäristön ja ihmisoikeuksien näkökulmasta. Hiilirajamekanismin lisäksi listaan kuuluu esimerkiksi akkuasetus, metsäkatoasetus, yritysvastuudirektiivi, pakkotyöllä tehtyjen tuotteiden markkinoille asettamiskieltoa koskeva asetus, ekosuunnitteluasetus sekä kriittisiä raaka-aineita koskeva asetus.

EU:n elimissä valmistelu on hyvin sektorisidonnaista, vuoropuhelu hankkeiden yhteisvaikutuksista toimijoihin, eli

yrityksiin, on todettu riittämättömäksi. Kuitenkin yritykset, joilla on laajaa elinkeinotoimintaa, kohtaavat tulevaisuudessa suurella todennäköisyydellä useampiakin näistä niin sanotuista autonomisista instrumenteista.

Ulkoasianministeriön kauppapoliittisen osaston koordinoimana Suomessa on käynnistynyt kansallinen viranomaisyhteistyö, jolla pyritään vastaamaan yllä mainittuun puutteeseen. Maaliskuussa pidettiin aihepiiriin liittyvä tilannekatsaus yhteistyössä FIBS/Global Contactin kanssa. Tilaisuuteen osallistui paikan päällä ja striimin kautta yli 500 kuuntelijaa, mikä kertoo asian merkittävydestä. Tulli on omalta osaltaan hiilirajamekanismin toimeenpanosta vastaavana viranomaisena valmis jatkamaan tätä yhteistyötä. ■

Linkit:

Yleiskuvaus hiilirajamekanismista löytyy Ilmansuojelulehden 3/2023 numerosta: https://isy.fi/wp-content/uploads/2023/10/IS_3_2023_NETTI.pdf, **sekä Tullin nettisivuilta:** tulli.fi/hiilirajamekanismi.

EU-komission ohjeen maahantuojille voi ladata täältä:

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c0dc964b-8f3e-11ee-8aa6-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-300458340>



KUVA: DOMINIK LUCKMANN / UNSPLASH

VIERASKYNNÄ

Vieraskynnässä alan ammattilaiset pohtivat päivänpolttavia teemoja ja ilmiöitä

VIHREÄN SIIRTYMÄN on oltava oikeudenmukainen siirtymä



Janne M. Korhonen, oikeudenmukaisen kestävän siirtymän asiantuntija, Kalevi Sorsa -säätö

Siirtymä kestävämpään yhteiskuntaan tapahtuu nyt. Sen on kuitenkin oltava oikeudenmukainen, jos se halutaan toteuttaa onnistuneesti. Ilmastonmuutos ja muut kestävyyskriisin osat ovat kietoutuneet yhteiskunnallisten ongelmien kanssa vaikeaksi monikriisiksi, jonka ratkaiseminen kestävästi voi olla jopa mahdotonta, jos ympäristö-ongelmia käsitellään erillään yhteiskunnalliseen oikeudenmukaisuuteen liittyvistä kysymyksistä. Oikeudenmukainen siirtymä vaatii paitsi muutosten vaikutusten arviointia, myös herkkyyttä ihmisten ja ihmisryhmien välisille eroille haavoittuvuuksissa ja kyvyissä hyötyä siirtymästä.

KUVA: DANASAKI / UNSPLASH

Vihreä siirtymä on nyt tosiasia, jota kaikki eivät vain ole vielä huomanneet. Vuosia lähes huomaamattoman hitaasti edenneet kehityskulut ovat saavuttaneet keikahduspisteen. Poliittinen paine korjata planeettamme kestävämpään kulutukseen perustuva talousjärjestelmä, vähähiilisten energiatekniikoiden kypsytminen, sekä maailmanpoliittiset tapahtumat sysäsivät pallon vierimään. Haasteet ovat suuria, mutta itseään kiihdyttävän siirtymän muutosnopeus voi yllättää asiantuntijatkin.

Ilmastonmuutos on kuitenkin vain osa laajempaa kestävyyskriisiä. Vaarallisen biodiversiteettikadon torjunnasta on vasta ryhdytty käymään vakavia keskusteluja (IPBES, 2019). Mikromuovien ja kemikaalien mahdolliset riskit ovat suurelta osin tuntemattomia, vaikka esimerkiksi syöpävaaralliseksi epäillyt PFAS-kemikaalit ovat jo levinneet ympäristöön niin laajalle, ettei vuonna 2022 julkaistu tutkimus löytänyt puhdasta vesinäytettä edes Etelämantereelta (Cousins ym., 2022). Tiedämme myös merten happamoituvan sekä typpi- ja fosforikierron häiriöiden lisääntyvän huolestuttavalla nopeudella (Richardson ym., 2023). Vaarallimmat uhat saattavat silti olla lopulta niitä, joita emme osaa vielä edes pelätä.

Itseään kiihdyttävän siirtymän muutosnopeus voi yllättää asiantuntijatkin.

Mikä pahinta, kestävyyskriisin osat ovat kietoutuneet yhteiskunnallisten ongelmien kanssa yhdeksi suureksi ja sotkuiseksi monikriisiksi. Esimerkiksi ilmastonmuutos tuhoaa eliölajien perinteisiä elinympäristöjä ja lisää ekosysteemien haavoittuvuutta, kasvattaen sekä riskejä eläinperäisten tautien leviämistä että painetta tiukentaa luonnonsuojelumääräyksiä toisaalla. Luonnontuhot ja yhä äärimmäisemmäksi muuttuva sää lisäävät ruoantuotannon haavoittuvuutta, kasvattaen toisaalta painetta avata yhä uusia alueita viljelylle ja karjankasvatukselle.

Ennen muuta, kilpailu hyvään elämään tarvittavista resursseista sekä kannustaa että pakottaa ihmiset käyttämään ympäristön resursseja kaikin tekniikan tarjoamin keinoin. Kilpailu ja sen synnyttämät epäreiluudet sekä katkeruudet purkautuvat helposti niin yhteiskunnallisina ristiriitoina kuin vakavampinakin kriiseinä – pahimmassa tapauksessa nykyaikaisin asein käytävänä sotana. Ristiriidat tekevät poliitikasta entistä vaikeampaa, ja kriisit vievät huomiota ja resursseja muiden ongelmien ratkaisemiseksi.

Kilpailu ja sen synnyttämät epäreiluudet purkautuvat hel- posti yhteiskunnallisina ristirii- toina ja vakavampinakin kriiseinä.

Kestävyys- ja monikriisin yhteenkietoutuneisuus vaatii uudenlaisia tapoja hahmottaa ja ratkaista ongelmia. Ennen kaikkea, ympäristöpolitiikasta ja luonnonsuojelusta käydyissä keskusteluissa takavuosina hyvinkin yleinen – myös allekirjoittaneen pitkään allekirjoittama – ajatusmalli ympäristöongelmien ja oikeudenmukaisuuskysymysten tiukasta erottamisesta on pahasti vanhentunut. Ympäristöongelmia ei ole ainoastaan vaikea erottaa oikeudenmukaisuuskysymyksistä, vaan ne mitä suurimmassa määrin ovat oikeudenmukaisuuskysymyksiä.

Syy on pohjimmiltaan yksinkertainen: Kaikki ympäristövahinkoja todellisuudessa vähentävä sääntely ja muu politiikka estää aina jotakuta toimimasta tavoilla, jotka olisivat muuten mahdollisia ja toimijoille kannattavia. Jos ihmiset

kokevat toiminnalleen ja vapauksilleen asetetut rajoitteet laajalti epäoikeudenmukaisiksi ja eriarvoistaviksi, rajoja ympäristön vahingoittamiselle on vaikea saada edes säädettyä, saati pidettyä. Aidosti kestävä yhteiskunnan rakentaminen mitä todennäköisimmin vaatii oikeudenmukaisuuden huomioimista paljon tähänastista paremmin.

Miten oikeudenmukainen siirtymä tehdään?

Oikeudenmukaisuuden huomioiminen on teoriassa yksinkertaista, mutta käytännössä haastavaa. Oikeudenmukaisuudelle ei ole olemassa objektiivisia mittareita, ja eri ihmisten käsitykset siitä, mikä on oikeudenmukaista ja reilua, voivat poiketa hyvinkin paljon. Tilanpuutteen vuoksi en kuitenkaan paneudu kysymykseen tarkemmin. Totean vain, että oikeudenmukaisuutta voidaan hahmottaa monin tavoin, esimerkiksi soveltamalla filosofi John Rawlsin kuulua ajatuskoetta tietämättömyyden verhosta (Rawls, 1999). Ajatuskoe on yksinkertainen: kuvitellaan, että ihmiset saisivat ennen syntymäänsä päättää, millainen yhteiskunnan pitäisi olla – mutta tietämättä, mihin tai millä ominaisuuksilla he sattuvat syntyviin. Teoriassa tämän pohdinnan tuloksena syntyvän yhteiskunnan pitäisi olla ainakin nykyistä oikeudenmukaisempi.

Oikeudenmukaisuuskäsitteistämme huolimatta, ensimmäinen askel siirtymän oikeudenmukaisuuden huomioimisessa on ilmastonmuutoksen ja muiden monikriisin osasten, sekä niiden torjumiseksi tehtävien toimenpiteiden – siirtymän – vaikutusten arviointi.

Keskeinen ongelma ei ole muutos sinänsä, vaan muutosten nopeus.

Sekä siirtymän että kestävyyskriisin keskeinen ongelma ei ole muutos sinänsä, vaan muutosten nopeus. Siirtymä ei kuitenkaan tapahdu kertarysäyksellä, eikä edes yhtenä suurena aaltona. Kuvaavampi kielikuva voisi olla yhteiskunnan eri osia ja alueita eri aikaan huuhtova aallokko. Aaltojen välissä muutos voi olla huomaamattoman hidasta, mutta aallonharjalla humahduksen kaltaista.

Vaikutusten arvioinnissa on kyse siirtymän hyötyjen ja haittojen sekä niiden jakautumisen eli jako-oikeudenmukaisuuden arvioinnista (Kivimaa ym., 2023). Eksakteja arvioita on useimmiten mahdoton tehdä, mutta suuntaa-antavatkin



KUVA: SVEN KUCINIC / UNSPLASH



KUVA: JOPPE SPAA / UNSPLASH

Itä-Suomi on yhä riippuvaisempi metsä-sektorista, jonka vaikutukset synnyttävät jopa 25% arvonlisästä ja 15 % työpaikoista.

arviot ovat tyhjää parempia. Vaikutuksia ei saisi arvioida vain nettovaikutuksina ”hyödyt ylittävät haitat” -tyyppisesti, vaan hyödyt ja haitat tulisi pyrkiä erittelemään. Varsinkin vaikutusten ”netottaminen” koko maan, saati koko planeetan tasolla piilottaa hyvin helposti monenlaisia epärealistuuksia. Todellisuudessa kestävyyskriisin ja siirtymän hyötyjen ja haittojen yksinkertainen yhteenlasku ei ole järin mielekäästä edes silloin, kun sekä hyödyt että haitat on helppo laskea euroissa.

Vaikutukset eivät jakaudu tasan

Hyötyjen ja haittojen jakautumisen tunnistaminen on kuitenkin vasta ensimmäinen askel. Sekä hyödyt että haitat jakautuvat useimmiten epätasaisesti eri ihmisten, ihmisryhmien, kuin alueidenkin välillä ja jakauma on harvoin itseltään reilu. Eri ihmisten ja ihmisryhmien välillä voi myös olla esimerkiksi taustasta, varallisuudesta, iästä, asuinpaikasta, koulutuksesta tai ammatista johtuen merkittäviä eroja sekä haavoittuvaisuudessa haitoille että kyvyssä hyötyä siirtymästä. Vaikka muutosten hyödyt olisivat yhteiskunnan tasolla yhteenlaskettuna kuinka suuret tahansa, yksittäiset ihmiset eivät saisi joutua kärsimään kohtuuttomasti.

Eri ihmisten välillä voi olla merkittäviä eroja sekä haavoittuvaisuudessa haitoille että kyvyssä hyötyä siirtymästä.

Erot ja niiden vaikutukset huomioivasta oikeudenmukaisuudesta käytetään nimeä *tunnustava oikeudenmukaisuus*. Siihen liittyy sekä jo olemassa olevien epärealistuuksien huomiointi, että pyrkimys edistää haavoittuvimmassa asemassa olevien ihmisten oikeuksien toteutumista (Fraser, 2000). Suomea sitovat kansainväliset sopimukset velvoittavat huomioimaan erityisellä tarkkuudella vaikutukset saamelaisiin, naisiin, lapsiin, vammaisiin ja etnisiin ryhmiin (Kivimaa ym., 2023). Suotavaa tietenkin olisi, että kaikkiin ihmisryhmiin kohdistuvat vaikutukset arvioitaisiin erityisen tarkasti.

Erityishaaste: miten Itä-Suomi selviää?

Yksi siirtymän konkreettisista oikeudenmukaisuuskysymyksistä liittyy alueellisten erojen huomioimiseen. Etenkin Itä-Suomen tilanne on huolestuttava. Tutkavalvonnan tarpeet ovat lähestulkoon estäneet länsirannikon kuntia

suuresti hyödyttäneen tuulivoiman rakentamisen. Itärajan liikenne ja kauppa ovat hiljentyneet – todennäköisesti pitkäksi aikaa. Itä-Suomi onkin jäänyt yhä riippuvaisemmaksi metsäsektorista, jonka suorat ja epäsuorat vaikutukset synnyttävät joissain alueen maakunnissa jopa neljänneksen luodusta arvonlisästä ja 15 prosenttia työpaikoista.

Siirtymä haastaa kuitenkin myös metsäsektorin, sekä hiihnelujen romahduksen että biodiversiteettikriisin vuoksi. Numeroiden valossa on vaikea nähdä realistisia vaihtoehtoja hakkuiden vähentämiselle nykytasosta. Ellei tutkaongelmaa saada ratkaistua, yhtälöstä voi tulla Itä-Suomelle hyvin hankala.

Toinen esimerkki tunnustavasta oikeudenmukaisuudesta on maatalouden tuottajien tilanteen huomiointi. Maatalouden tuet ovat ohjanneet tuottajia kasvattamaan tilakokoa ja investoimaan tuottavuuden kasvattamiseen. Investoinnit on usein rahoitettu suurilla lainoilla. Kun tuottajille maksetut hinnat ovat olleet pitkään alamaissa, monilla maatalousyrittäjillä ei yksinkertaisesti ole tosiasiallisia mahdollisuuksia muuttaa toimintaansa nopeasti kestävämmälle pohjalle (Orasmaa, 2023). Nopea muutos voisi tuottaa heille kohtuuttomia hankaluuksia.

Myös päätökset on tehtävä reilusti

Siirtymä vaatii niin julkisilta kuin yksityisiltäkin toimijoilta konkreettisia päätöksiä. Oikeat päätökset eivät kuitenkaan riitä: päätökset pitää myös tehdä oikein. Sekä päätösten laadun että oikeudenmukaisuuden varmistamiseksi on kiinnitettävä huomiota siihen, että itse päätöksentekoprosessi on reilu.

Myös tulevien sukupolvien ja muiden eliöeläinten oikeudet on otettava huomioon.

Päätöksenteon eli *menettelytapojen oikeudenmukaisuuden* varmistaminen on käytännössä demokratian ja hyvän hallintotavan toteutumisen varmistamista. Kansalaisilla tulee olla tasapuoliset mahdollisuudet osallistua päätöksentekoon. Haavoittuvassa tai marginaalisessa asemassa olevien mahdollisuuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota (Kivimaa ym., 2023). Ei riitä, että päätöksentekoon osallistumista ei ole aktiivisesti estetty: ihmisillä on oltava tosiasiallinen

KUVA: CHAOS SOCCER GEAR / UNSPLASH



mahdollisuus, mukaan lukien tarvittavat resurssit, osallistua aktiivisesti päätöksentekoon. Myös tulevien sukupolvien ja muiden eliöeläinten oikeudet on otettava huomioon. Päätökset on tehtävä läpinäkyvästi, puolueettomasti, ja vastuullisesti.

Menettelytapojen oikeudenmukaisuus on paitsi itseisarvo, myös tapa vähentää riskiä siitä, että kokemukset epärealistista kohtelusta saavat murrosaikana muutenkin helposti kytevä katkeruuden leimahtamaan liekkeihin.

Miten jaosta saadaan reilumpi?

Oikeudenmukaisuuden ongelmien tunnistaminen ja päätösten tekeminen reilusti ei tietenkään vielä riitä: ongelmat on myös kyettävä korjaamaan. Vaikka kaikkia epärealistuuksia ei aina voida korjata tai edes lievittää, minimivaihtoehtona on oltava, että hyödyt ja haitat eivät saa kasautua samoille ihmisille. Kaikkien, Suomessa ja ulkomailla, pitää saada kohtuullinen osa hyödyistä – ja kantaa kohtuullinen osa taakasta.

Haittojen kompensointi niitä kärsiville eli *hyvittävän oikeudenmukaisuuden* toteuttaminen on teoriassa helppoa: haitat täytyy vain arvottaa euroissa. Sitten hyötyjiltä kerätään esimerkiksi verotuksella sopiva osa hyödyistä, jotka jaetaan haittaa kärsineille.

Sekä haittoja että hyötyjä voi olla hyvinkin vaikea arvottaa rahallisesti, eikä raha edes voi korvata kaikkea.

Käytännössä ongelma on monimutkaisempi. Sekä haittoja että hyötyjä voi olla hyvinkin vaikea arvottaa rahallisesti, eikä raha edes voi korvata kaikkea. Hyvänä esimerkkinä ovat siirtymän vuoksi mahdollisesti menetetyt työpaikat. Vaikka teoriassa ongelma voitaisiin korjata yksinkertaisesti maksamalla työttömäksi jääville tarpeeksi, työ on useimmille paljon muutakin kuin vain rahan lähde. Ihmiset haluavat tuntea itsensä tarpeelliseksi. Merkittävä osa siirtymän vastustuksesta saattaaakin liittyä siihen, että kestävyyskriisi herättää ikäviä kysymyksiä monien aiemmin arvostettujen ammattien ja elämäntapojen tosiasiallisista hyödyistä yhteiskunnalle.

Käytännössä hyvittävä politiikka voikin tarkoittaa suorien taloudellisten tukien lisäksi esimerkiksi siirtymäaikoja, sosiaaliturvan tai muiden etuuksien vahvistamista, ja koulutus- ja työllisyyspolitiikkaa (Kivimaa ym., 2023). Raha tai muuten

jaetut resurssit ovat silti oikeudenmukaisuuden toteutumisen välttämätön ehto. Tukeminen vaatii resursseja, jaettiin tuki sitten rahana, koulutuksena, tai kannustimina investoida ja työllistää.

Käytännön haasteena vaikuttaa usein olevan se, miten hyvittävä politiikka saadaan suojaamaan *ihmisiä*, eikä siirtymän vuoksi ongelmissa olevia *ammattitehtäviä, yrityksiä tai toimialoja*. Vaikka hetkelliset tuet esimerkiksi kriisien vuoksi ahdinkoon joutuneiden yritysten pelastamiseksi ovat perusteltuja, veronmaksajan aina rajallista kukkaroa ei saisi rasittaa kestävämmällä pohjalla olevia toimialoja tekohengittäville tuilla.

Siirtymässä parempaa sosiaaliturvaa

Oikeudenmukaisuuteen liittyy kuitenkin vielä yksi olennainen, mutta liian harvoin kysytty kysymys: *miksi vain siirtymän oikeudenmukaisuudesta tulisi huolehtia?* Vihreä siirtymä on loppujen lopuksi ”vain” talouden ja yhteiskunnan rakenneuudistus. Vaikutuksiltaan se on melko varmasti vähemmän reipä kuin esimerkiksi 1960-luvun maaltamuutto. Ei ole itseltään selvää, että juuri vihreän siirtymän vuoksi työpaikkansa menettäviä tulisi tukea erityisen paljon, mutta jostain muusta syystä työttömäksi jääviä ei. Voi olla vaikeaa edes eritellä, kärsiikö jokin ala juuri siirtymän vuoksi, vai muista syistä.

Poliittinen päätöksenteko voi myös olla siirtymän aaltoihin nähden aivan liian hidasta. Jos tukitoimet on räätälöitävä aina erikseen politiikan normaalien nelivuotisrytmien mukaisesti, toimien osuminen oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan voi olla enemmänkin arpapeliä. ”Siirtymäturvassa” kannattaisikin painottaa yleisen sosiaaliturvan kehittämistä,

KUVA: LEAH HETTEBERG / UNSPLASH





KUVA: JIMMY CONOVER / UNSPLASH

sillä se olisi joustavin ja varmin tukimuoto. Hyvä sosiaaliturva turvaa kaikkia, ilman hankalia pohdintoja siitä, missä määrin ongelmat aiheutuivat siirtymästä ja missä määrin muista tekijöistä.

Kyse ei olekaan siitä, onko meillä varaa tehdä siirtymästä reilu – vaan siitä, onko meillä varaa jättää se epäreiluksi.

Oikeudenmukaisuuskysymyksiin on silti kiinnitettävä erityistä huomiota kohtuuttomien seurausten välttämiseksi, ja kohdennettuihin tukitoimiin on oltava etukäteen valmisteluja, nopeasti käyttöön otettavia keinoja. Esimerkiksi koronapandemia ja talven 2022–2023 energiakriisi paljastivat, että hallituksella oli hyvin rajallisesti laillisia keinoja jakaa kriisiapua kohdennetusti. Jotta tukia aidosti tarvinnut eivät olisi jääneet kokonaan ilman, apua piti jakaa myös monille, jotka eivät sitä olisi tarvinneet.

Kriisit todennäköisesti yleistyvät, sillä monikriisi on omaan sekä kärjistämään entisiä ristiriitoja että synnyttämään aivan uudenlaisia kriisejä. Kun vihreä siirtymä jakaa maailmantalouden pelikortteja uudelleen ja maailman rajallisuuden seuraukset tulevat entistä käsinkosketeltavammiksi, etenkin rajamaiden on syytä varautua vakaviinkin ongelmiin. Vihreiden humahdusten lisäksi yhteiskunnilla tulee olla kyky selvittää myös vakavista kriiseistä, jopa rysähdyksistä.

Oikeudenmukaisuus onkin avainkysymys myös yhteiskuntien varautumisessa ja ennen kaikkea kriisinsietokyvyssä eli resilienssissä. Jos yhteiskuntien resursseja ei jaeta oikeudenmukaisesti, köyhien on hyvin vaikea varautua kriiseihin eikä heillä ole puskureita vaikeista ajoista selviämiseen. Epäreiluiden kokemukset ja eriarvoisuuden kasvu vähentävät luottamusta toisiin ihmisiin ja yhteiskuntaan sekä osallistumista yhteisten asioiden hoitoon (C. Anderson & Beramendi, 2008; Brady, 2004). Eriarvoistuminen haittaa jopa maanpuolustus- tahtoa (C. J. Anderson ym., 2020).

Kyse ei olekaan niinkään siitä, onko meillä varaa tehdä siirtymästä reilu – vaan siitä, onko meillä varaa jättää se epäreiluksi. ■

Lähteet

- Anderson, C., & Beramendi, P. (2008). *Income, inequality, and electoral participation. Democracy, Inequality, and Representation: A Comparative Perspective*, 278–311.
- Anderson, C. J., Getmansky, A., & Hirsch-Hoefler, S. (2020). *Burden Sharing: Income, Inequality and Willingness to Fight. British Journal of Political Science*, 50(1), 363–379. <https://doi.org/10.1017/S0007123417000679>
- Brady, H. E. (2004). *An analytical perspective on participatory inequality and income inequality. Social Inequality*, 667–702.
- Cousins, I. T., Johansson, J. H., Salter, M. E., Sha, B., & Scheringer, M. (2022). *Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). Environmental Science & Technology*, 56(16), 11172–11179. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02765>
- Fraser, N. (2000). *Rethinking Recognition. New Left Review*, 3, 107–120.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem*

- Services (Versio 1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.3831673*
- Kivimaa, P., Heikkinen, M., Huttunen, S., Jaakkola, J. J. K., Juhola, S., Juntunen, S., Kaljonen, M., Käyhkö, J., Leino, M., Loivaranta, T., Lundberg, P., Lähteenmäki-Uutela, A., Näkkäläjärvi, K., Sivonen, M. H., & Vainio, A. (2023). *Ilmastopolitiikan oikeudenmukaisuuden arviointi (1/2023). Suomen ilmastopaneeli. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2023/03/Ilmastopaneelin-raportti-1-2023-ilmastopolitiikan-oikeudenmukaisuuden-arviointi.pdf*
- Orasmaa, T. (2023). *Maaseudun tulevaisuus. Vastapaino.*
- Rawls, J. (1999). *A Theory of Justice: Revised Edition (Revised edition). Belknap Press of Harvard University Press.*
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). *Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>

Dekati®

Oxidation Flow Reactor DOFR™

Lue lisää DOFR™:



DEKATI® Oxidation Flow Reactor DOFR™

- Helppokäyttöinen läpivirtauskammio aerosolien ikäännyttämiseen
- Simuloi sekundääristen aerosolien muodostumisen alle minuutissa
- Erittäin pienet hiukkashäviöt

► Dekati Oy on maailman johtava pienhiukkasmittalaitteiden kehittäjä ja valmistaja. Kaikki Dekatin tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan Suomessa, ja ne ovat saatavilla jopa viiden vuoden takuulla.



Excellence in particle measurement

Dekati Oy Tykkitie 1, 36240 Kangasala Puh. +358 3 3578 100 Sähköposti: sales@dekati.com

www.dekati.com



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASIAANTUNTIJA

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

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



Kuva: Laura Korlin



Puun pienpolton päästöjen vähentäminen

Puun pienpolto on hyvin monitahoista. Todellisten päästöjen määrä riippuu lukuisista tekijöistä, mikä tekee esimerkiksi neuvojen antamisesta haasteellista: jokainen polttotilanne on erilainen, ja vaihtelee muun muassa käyttäjän, laitteen, polttoaineen, vuodenajan ja sääolojen vaikutuksesta. Polton aikana käyttäjä voi vaikuttaa päästöihin esimerkiksi panoskoolla, klapikoolla, sytytystavalla, sytykkeillä, polttoaineen lisäyksillä sekä vedon- ja ilman säädöllä.

Jokainen polttotilanne on erilainen muun muassa käyttäjän, laitteen, polttoaineen, vuodenajan ja sääolojen vaikutuksesta.

Maailmanlaajuisesti kaikkein suurimmat vaikutukset aiheutuvat kehittyvissä maissa tapahtuvasta ruoan laitosta nuotiolla tai yksinkertaisissa tulisijoissa. Keittopatojen kehitystyötä on tehty jo pitkään, mutta muutokset tapahtuvat hitaasti. Länsimaissa puun polton suuriin päästöihin on yritetty puuttua monella eri tavalla (Hartman ym., 2022). Vanhoille polttolaitteille on asetettu käyttökieltoja (esim. Saksassa, Pojoen laaksossa Italiassa, Bergenissä Norjassa), alueellisia polttokieltoja on käytössä esimerkiksi ilmanlaadun episoditilanteiden aikana (mm. Graz, Stuttgart), investointitukia puhtaampiin laitteisiin vaihtamiseen on käytössä, erilaisia tiedostuskampanjoita on järjestetty jne.

EU:n Ecodesign-direktiivi asetti yleiseurooppalaisia vaatimuksia yleisimmille tulisijatyypeille vuoden 2022 alusta alkaen. Rakennustuoteasetuksen mukaiset polttolaitteiden testausstandardit ja niihin liittyvät päästömääräykset tulevat tiukentumaan lähivuosina. Erilaisten ympäristömerkkien vaatimukset tiukentuvat, muun muassa saksalaisen Blue Angel -ympäristömerkin tiukat hiukkaspäästörajat vaativat käytännössä sähkösuodattimen asentamista polttolaitteen yhteyteen.

Kiukaita on kymmeniä rakenteeltaan erilaisia malleja ja niiden luokittelu päästöjen osalta on erittäin hankalaa.

Eri tahoilta tulevien paineiden vuoksi kamiinat ja varaat tulisijat ovatkin kehittyneet merkittävästi viimeisen 15 vuoden aikana ja samalla polttotapa on muuttunut hitaammaksi. Tyypillinen palamisnopeus on kamiinoissa 1–1,5 kg puuta tunnissa, mikä tarkoittaa kahden klapin lisäämistä tulipesään tunnin välein. Palamisilmaa syötetään palamiseen eri reittejä pitkin ja niin sanottu puuta kaasuttava ensiöilma (arinan alta tuleva ilma) säädetään mahdollisimman pieneksi. Kiukaille vastaavan polttotavan käyttö on haastavaa, sillä kiuas tulisi saada riittävän kuumaksi, jotta kiukaan kivet myös lämpenisivät. Pitkä lämmitys aika jatkuvalämmitteisellä kiukaalla ei myöskään ole käytännössä toivottavaa. Kiukaita on kymmeniä rakenteeltaan erilaisia malleja ja niiden luokittelu päästöjen osalta on erittäin hankalaa. Osa perinteisistä kiukaista toimii vähäpäästöisesti ja osassa moderneista kiukaista päästöt voivat olla korkeat (Tissari ym., 2019).

KIUAS2-hanke kehitti puukiukaita

”Kiukaiden ympäristövaikutusten vähentäminen” oli KIUAS2-hankkeen (1.6.2019–31.12.2023) punaisena lankana. Hanke oli teollisuuden, viranomaisten ja tutkijoiden yhteistyönä toteutettu hanke kiukaiden ympäristövaikutusten



Kuva 1. KIUAS2-hankkeessa kehitetty päästömerkki kiukaille.

vähentämiseksi (Tissari ym., 2024). Hankkeen päätavoitteina oli kehittää kiukaiden polttotekniikoita paremmiksi, tutkia saunan sisäilman hiukkasten lähteitä ja auttaa viranomaisia ja kuntia aihepiiriin liittyvissä tehtävissä eli esimerkiksi olla puunpolttoviestinnän tukena. Hankkeessa kehitettiin myös ”Lieska”-päästömerkki kiukaille (kuva 1). Merkin visuaalisen ilmeen suunnitteli Bettiina Lievonen Itä-Suomen yliopistosta. Päästömerkintää ei otettu käyttöön, koska viralliset, pakolliset vaatimukset tulevat ajamaan saman asian lähivuosina.

Hankkeen aikana tutkittiin noin 30 erilaisen kiuasmallin päästöjä ja hyötysuhteita. Päästöjen kannalta suurin merkitys oli polttolaitteen ilmanjaolla.

KIUAS2-hankkeen aikana tutkittiin noin 30 erilaisen kiuasmallin päästöjä ja hyötysuhteita. Päästöjen kannalta suurin merkitys oli polttolaitteen ilmanjaolla. Moderneissa polttolaitteissa palamisilmaa syötetään palamiseen useita eri reittejä pitkin niin kutsuttuna ensiö-, toisio- tai jopa tertiääri-ilmana. Jo suhteellisen pienet muutokset kiukaan geometriassa, arinassa ja ilmanjaossa vaikuttivat merkittävästi päästöihin. Hankkeen aikana havaittiin, että uusien kiukaiden päästötasot ovat matalampia kuin vanhojen kiukaiden, ja myös kiukaiden hyötysuhteet olivat parantuneet.

KIUAS-HANKKEISTA OPITTUA: Puulämmitteisten kiukaiden ympäristövaikutusten vähentäminen

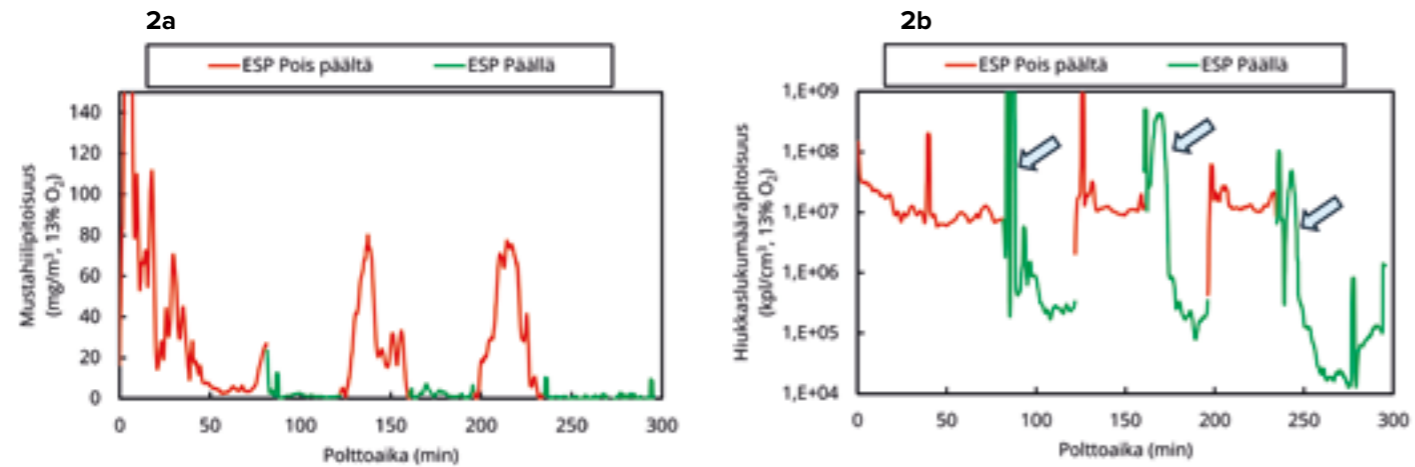
Puun pienpolto koskettaa jollakin tavalla lähes jokaista suomalaista. Saunominen on osa kulttuuriamme ja mukana Unescon aineettoman kulttuuriperinnön luettelossa. Myös huoltovarmuussyistä puun pienpolto tulee säilymään Suomessa. Siksi puun polton päästöjä pyritään vähentämään monin keinoin. Hiljattain päättyneen KIUAS2-tutkimushankkeen tulokset tulevat näkymään kuluttajille tulevaisuudessa parempina kiukaina.

Teksti ja kuvat: Jarkko Tissari, tutkimusjohtaja, Itä-Suomen yliopisto

U lkoilman pienhiukkasilla on merkittäviä terveys- ja ilmastovaikutuksia. Pienhiukkaset aiheuttavat hengityselin- ja sydänsairauksia sekä ennenaikaisia kuolemia. Uusimpien tutkimusten mukaan ne näin hajuepiteelin kautta kehoon joutuvat hiukkaset näyttävät olevan osallisia myös aivosairauksien, kuten Alzheimerin taudin, synnyssä (Mussalo ym., 2023). Lähtökohtaisesti pienhiukkaset viilentävät ilmastoa, mutta pohjoisilta alueilta vapautuvat mustahilhihiukkaset vaikuttavat erityisesti Arktista

aluetta lämmittävästi.

Tällä hetkellä puolet Suomen pienhiukkaspäästöistä on peräisin puun pienpoltoista ja näistä noin kolmasosa tulee puukiukaista. Pääkaupunkiseudulla syöpävaarallisen bentso(a)pyreenin päästöistä 53 % arvioidaan olevan peräisin saunan puukiukaista (Ohtonen ym., 2020). Puun polton pienhiukkasten terveysvaikutukset näkyvät tiiviisti asutuilla pientaloalueilla ja myös puun polttajien omana altistumisena, kun hiukkaset kulkeutuvat sisäilmaan.



Kuva 2a ja 2b. Sähkösuodattimen (ESP) vaikutus mustahiilipitoisuuksiin (a) ja lukumääräpitoisuuksiin (b) tulisijassa. Sähkösuodattimen oli päällä joka toisessa panoksessa. Lukumääräpitoisuuksissa on panosten syttymisvaiheessa havaittavissa korkeita piikkejä (nuolet alemmassa kuvassa) sähkösuodattimen ollessa päällä.

Päästöjen puhdistaminen ratkaisuna

Ensisijaisesti päästöjä tulisi vähentää kehittämällä polttotekniikoita vähäpäästöiseen suuntaan ja huolehtimalla, että kiukaiden käyttötavat ovat kunnossa, mutta myös pienpolttolaitteiden päästöjen vähentämiseen liittyvät puhdistusratkaisut ovat tulossa markkinoille. Kaasupäästöjä (häkä, hiilivedyt) on vähennetty esimerkiksi USA:ssa jo pitkään katalyysaattorien avulla. KIUAS2-hankkeessa testattiin kiukaisiin sopivaa sähkösuodatinta ja tulokset olivat lupaavia. Mittaukset toteutettiin kolmella eri hiukkaspitoisuustasolla käyttäen kahta eri kiuasta ja modernia kamiinaa päästölähteinä.

Suodattimen avulla pienhiukkaspitoisuudet alenivat 65–94 % riippuen tutkitusta pitoisuustasosta, laitetypistä ja palamisen vaiheesta.

Pienhiukkaspitoisuudet alenivat 65–94 % (kuva 2a) riippuen tutkitusta pitoisuustasosta, laitetypistä ja palamisen vaiheesta, joskin korkealla pitoisuustasolla suodattimen teho hiipui. Hiukkasten lukumääräpitoisuudet kasvoivat hetkellisesti hyvin korkeiksi tilanteissa, joissa päästössä esiintyi paljon orgaanisia yhdisteitä (kuva 2b, huomaa nuolet kuvassa). Suodattimien toiminta erilaisissa olosuhteissa todellisissa käyttökohteissa ja laitteiden pitkäaikaiskestävyys ovat edelleen epäselviä. Lisäksi kallis hinta rajoittaa laitteiden yleistyminen. Uusia yksinkertaisempia ratkaisuja kehitetään ja ne ovat kenties osa kiukaiden rakenteita tulevaisuudessa.

Kiukaat vaikuttavat sisäilmäpitoisuuksiin

Saunojen sisäilmaa mitattiin KIUAS2-hankkeessa laajasti. Kiukaat tuottavat eri reittejä pitkin saunan sisäilmaan hiukkasia, joskus korkeitakin pitoisuuksia. Hiukkaslähteinä ovat savukaasu (ulkoilman kautta sekä puiden sytytyksessä ja liisäyksessä), kiukaan metallipinnat ja vastukset sekä ulkoilma (tausta). Saunan sisäilman hiukkaspitoisuuteen vaikuttaa eniten kiukaan lämmitystapa (kuinka kuumaksi kiuas lämmitetään), toiseksi kiuastyypin (erityisesti suuluukun koko ja tulipesän muoto) ja kolmanneksi kiukaasta aiheutuvat päästöt ulkoilmaan.

Hiukkaspitoisuudet saunailmassa ovat erityisen korkeita, kun uutta kiuasta otetaan käyttöön tai vanhaa kiuasta lämmitetään pitkän tauon jälkeen. Kiukaan pinnalla olevat rasva,

pöly ja lika näkyvät hiukkaspitoisuuksissa. Lisäksi ilmanvaihdolla on suuri merkitys hiukkasten säilymiseen saunailmassa. Saunomisen terveyshyödyt todennäköisesti voittavat pienhiukkasista aiheutuvat haitat, mutta pienhiukkastasoja voidaan alentaa kiukaiden polttotekniikoita kehittämällä, huomioimalla sisäilma kiukaiden rakenteissa sekä oikeilla kiukaan käyttöönotto- ja käyttötaivoilla.

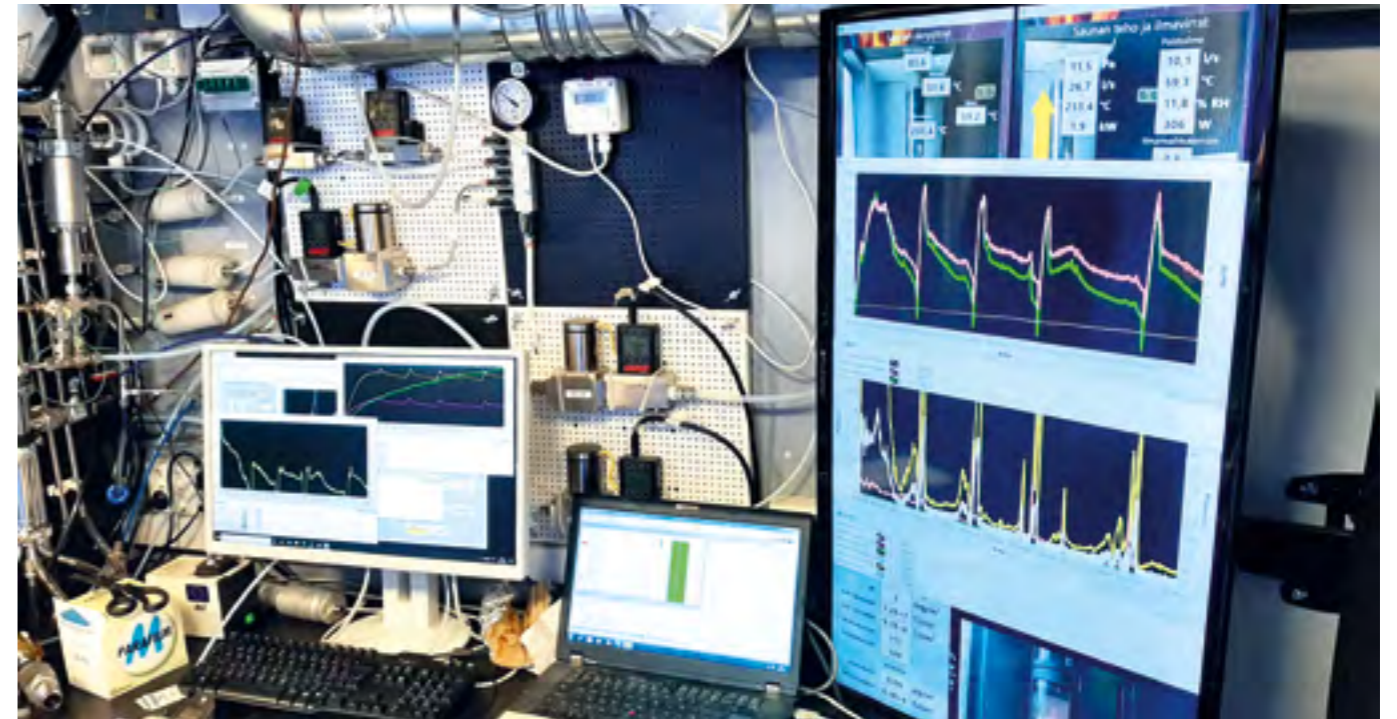
Puupäästöjen suhteellinen rooli kasvamassa

Puun pienpolton arvioidaan säilyvän merkittävänä lämmitysmuotona myös tulevaisuudessa. Hiukkaspitoisuudet ilmassa tulevat pienenevään polttotekniikoiden kehittyessä, mutta pienpolton päästöjen osuus ulkoilmassa olevista päästöistä tulee kasvamaan autokannan uusiutuessa ja energiantuotannon päästöjen aletessa.

Voidaan kuitenkin sanoa, että tulisijojen polttotekniikat ovat kehittyneet ja uudet laitteet ovat tehokkaampia ja vähäpäästöisempiä. Uudet päästönormit edelleen pienentävät laitteiden ympäristövaikutuksia. Polttolaitteiden todellinen käyttö on kuitenkin ratkaisevassa roolissa. Etenkin uusissa laitteissa, monilla laitevalmistajilla on tarkat tulisijan käyttöohjeet, joita tulisi noudattaa. Vanhoissa kiukaissa käyttötapa on uusia laitteita merkittävämpi päästöjen kannalta. Kokonaisuutena KIUAS2-hanke onnistui hyvin ja tietämys puukiukaiden ympäristövaikutuksiin liittyvistä tekijöistä lisääntyi merkittävästi.

Uusissa laitteissa on tarkat tulisijan käyttöohjeet, joita tulisi noudattaa. Vanhoissa kiukaissa käyttötapa on uusia laitteita merkittävämpi päästöjen kannalta.

Kiitos KIUAS2-hankkeen rahoittajille, joita olivat Itä-Suomen yliopiston lisäksi Ympäristöministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Turun Kaupunki, Helsingin kaupunki, Kuopion kaupunki, Harvia Finland Oy, Narvi Oy, Teuvan Keitintehdas Oy, Misa Oy, Muko Oy, Premec Oy, IKI-Kiuas Oy, Metallitekniikka Hannu Laajala, Tampereen kaupunki, Lahden kaupunki, Vantaan kaupunki, Espoon kaupunki ja Suomen omakotiliitto. ■



Kuva 3. Itä-Suomen yliopiston pienpolttosimulaattorin mittausjärjestelmä.

Lähteet

Hartmann, H. (ed.), Schmidl, C., Madrali, S., Zotter, P., Nussbaumer, T., Hansen, M.T., Francescato, V., Koppejan, J., Skreiberg, Ø., Dahl, J. (2022) Inventory of national strategies for reducing the impact on air quality from residential wood combustion. Report, IEA Bioenergy, Task 32. https://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/24/2022/10/NationalStrategies_Report-final.pdf
 Mussalo, L., Avesani, S., Ali Shahbaz, M ym. (2023) Emissions from modern engines induce distinct effects in human olfactory mucosa cells, depending on fuel and aftertreatment. *Science of Total Environment*, 905, 167038.

Ohtonen, K., Kaski, N., Niemi, J. (2020) Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudulla vuonna 2018. HSY:n julkaisuja 1/2020.
 Tissari, J., Louhisalmi, J., Rinta-Kiikka, H., Väätäinen, S. (2024) Kiukaiden ympäristövaikutusten vähentäminen: loppuraportti. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Science, Forestry and Technology, 7
 Tissari J., Väätäinen S., Leskinen J., Savolahti M., Lamberg H., Kortelainen M., Karvosenoja N., Sippula O. (2019) Fine Particle Emissions from Sauna Stoves: Effects of Combustion Appliance and Fuel, and Implications for the Finnish Emission Inventory. *Atmosphere (Open Access)*, 10, 775.

HNU Nordion
 Kaikki ilmanlaadun mittaukseen

HNU Nordion Ltd. Oy
 Atomitie 5 B 6, 00370 Helsinki
 Puh. 09 565 7240
 info@hnuordion.fi
 www.hnuordion.fi
 in HNU Nordion Ltd. Oy

TAPAHTUU

Tapahtuu-osiossa kerromme ISY:n järjestämistä tapahtumista, seminaareista sekä retkistä. Lisätietoa: isy.fi

ISY:N KEVÄTSEMINAARISSA lentoliikenneluento sekä lentokenttävierailu

Mukavan kokoinen joukko "isyläisiä" kokoontui keväisenä päivänä 18. maaliskuuta Helsinki-Vantaalle. Ohjelmassa oli paitsi sääntömääräinen yhdistyksen kevätkokous, myös Finavian tarjoama seminaari lentoliikenteen ilmasto-, ilmanlaatu- sekä melupäästöistä.

Teksti ja kuvat: **Suvi Haaparanta**, ympäristöasiantuntija, Helsingin kaupunki

Finavian kestävä kehitys päällikkö **Mikko Viinikainen** kertoi, että halvan lentämisen aika alkaa olla ohi. Tiukkenevat päästövaatimukset edellyttävät uusia kalliita tekniikoita ja polttoaineita. Lentämisen ilmastovaikutukset ovat monimutkainen kokonaisuus, eivätkä perustu pelkästään CO₂-päästöihin. Lentoliikenteen päästöt ovat noin 2 % ihmisten aiheuttamista CO₂-päästöistä. Muut tekijät, kuten typenoksidipäästöt ja vesihöyryn tiivistymisvaikutus huomioon ottaen vaikutus ilmastonmuutokseen ainakin kaksinkertaistuu.

Helsinki-Vantaan lentoaseman tavoitte on saavuttaa nettollapäästötaso vuonna 2025.

Helsinki-Vantaan lentoasemasta tuli vuonna 2017 hiilineutraali. Tavoitteena on saavuttaa nettollapäästötaso vuonna 2025. Pidemmällä tähtäimellä tavoitellaan hiilinegatiivisuutta. Lentoaseman ilmanlaatuvaikutuksia on mitattu Helsingin ympäristöpalveluiden toimesta terminaalien vieressä muun muassa vuonna 2022. Yleisesti alueen ilmanlaatuun vaikuttivat lähinnä vilkas autoliikenne, mutta myös lentokoneiden vaikutus näkyi esimerkiksi hiukkasten lukumääräpitoisuuden (PNC) ja keuhkokehityksen pintaa-alueen (LDSA) pitoisuuksien vuorokaudenaikavaihtelussa, joka vastasi selvästi lento- ja autoliikenteen ruuhkahuippuja.

Ympäristöasiantuntijat **Satu Routama** ja **Teemu Auvinen** esittelivät lentoaseman meluvaikutuksia sekä Finavian Lentokoneen melun hallintasuunnitelmaa. Lentokonekohtainen



melu on laskenut merkittävästi viime vuosina ja vuosikymmeninä. Yöaikaista suihkukoneliikennettä on ohjattu melumaksuilla. Tärkeitä lentomelun hallinnan keinoja ovat muun muassa kiitoteiden käytön valinta ja lentoonlähtöreittien suunnittelu. Koneiden laskeutumisesta pyritään suuntaamaan pohjoisesta ja nousut asutuskeskusten välistä. Tämä ei aina kuitenkaan ole mahdollista, koska lentokoneilla pyritään laskeutumaan ja nousemaan vastatuuleen.

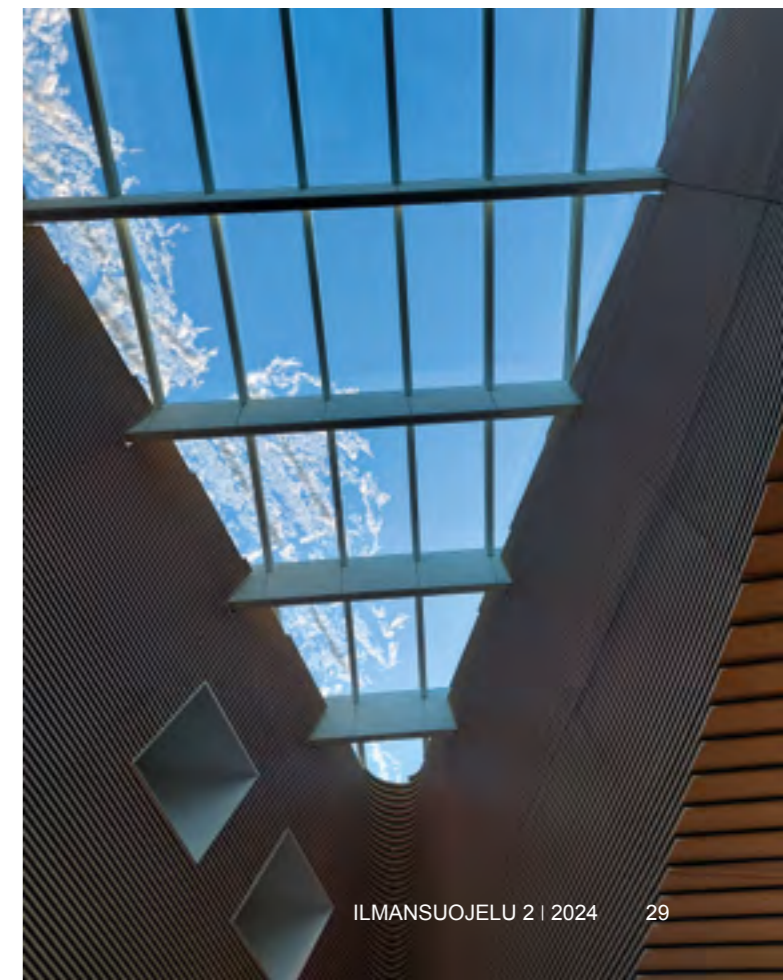
Jatkuvan liu'un menetelmän käyttö vähentää päästöjä sekä melua noin 10–20 km etäisyydellä kiitotiestä, joten sitä hyödynnetään mahdollisimman paljon. Menetelmä tarkoittaa lentokoneen lähestymistä lentokentälle siten, että kone vähentää korkeuttaan laskeutuessaan tasaisesti, eikä porrastetusti. Sääolosuhteet kuitenkin vaikuttavat menetelmän toteuttamis- mahdollisuuksiin.

Ympäristöasiantuntijat esittelivät lentoaseman meluvaikutuksia sekä Finavian Lentokoneen melun hallintasuunnitelmaa.

Maankäytön suunnittelulla pyritään varmistamaan, ettei uusia asuinalueita sijoiteta lentomelun piiriin. Lentomelualueille, joilla Lden on yli 55 dB, voidaan sallia vähäinen täydennysrakentaminen. Yli Lden 60 dB:n alueelle ei sijoiteta asutusta. Melua koskevia asukasryhmiä tulee noin parisataa vuosittain. Lentokoneiden reitit ja melumittausasemien melutiedot näkyvät julkisessa WebTrak-palvelussa.

Seminaariluentoja jälkeen pääsimme tutustumaan oppaiden johdolla lentoaseman uudistettuun Schengen-alueeseen, jossa ihailimme kaunista puista arkkitehtuuria. Lähtöaluaa ja muita palveluita tuli katseltua aivan eri silmin, kuin yleensä lentokentällä kiireessä rynnistäessä. Laajennuksen suunnittelusta on vastannut sama arkkitehtitoimisto, joka on suunnitellut Helsingin keskustakirjasto Oodin, mikä oli helposti aistittavissa. ■

Seuraavaksi ISY tekee retken Utön saarelle 6.–7.6. ja sitten vuorossa ovat elokuiset Ilmansuojelupäivät Lappeenrannassa. Tervetuloa mukaan ISY:n toimintaan!



VALOKEILASSA

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



KUVA: TEEMU LEINONEN / LUT

Esa Vakkilainen

Työskenteletkö ilmansuojelun, ilmastokysymysten vai molempien parissa?

Professoreilla on vaihteleva työkenttä, erityisesti vihreässä yliopistossa kuten LUT. Etsimme nyt varsin runsaasti vetytalouden ratkaisuja sekä energiantuotannon että teollisuuden parissa. Olen yrittänyt vaikuttaa siihen, että maamme metsävaroja käytettäisiin kestävästi ja oikeudenmukaisesti. Metsävarojen käyttö on nyt kipeimpiä kysymyksiä Suomen kasvihuonekaasujen vähennyspolulla. Ilmastokysymyksiin vaikutan myös metsäbiotalouden tiedepaneelin jäsenenä. Ilmansuojelussa lempialueitani ovat pitkään olleet erityisesti energiantuotannon ja metsäteollisuuden ilmapäästöjen hallinta. Erityisesti NO_x- ja pölypäästökysymykset ovat taas akuutteja. On ollut hienoa päästä vaikuttamaan sekä ilmapäästöjä ohjaaviin säädöksiin että kommentoimaan IPCC AR6 WG3 -raporttia.

Kuinka kauan olet työskennellyt ilmansuojelualalla / ilmastokysymysten parissa?

Olen osallistunut vaatimattomassa roolissa ensimmäisen esimieheni apuna Lappeenrannan Ilmansuojelupäivien järjestelyihin jo 80-luvun alussa. Teollisuuden alalla työtehtävissä oli aina ilmansuojelu ja päästöt läsnä. Konsultoinnin alalla oli hieno huomata, miten EU-säädökset vaikuttavat teollisuudessa sallittaviin päästötasoihin myös kaukana Etelä-Amerikassa. Voimalaitosten ilmapäästöjen alentaminen on ollut teollisuusuran isoja kysymyksiä. Ilmastokysymyksiä olen alkanut kommentoida ja tutkia vasta tultuani takaisin LUT-yliopiston palvelukseen 2010 luvun alussa.

Mitkä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat ilmansuojelualalla / ilmastonsuojelussa oman urasi aikana?

Suurin muutos osui 70- ja 80-lukujen vaihteeseen, jolloin ilmansuojelu alkoi Suomessa. Päästöjen mittaustoiminta lähti käyntiin ja päästöjen vähentämiseen alettiin kiinnittää

huomiota. Ilmapäästöt alenivatkin nopeasti 90-luvulla ja nykyään Suomen ilma on puhtaampia Euroopassa. Ilmastonsuojelussa on huomattava se iso muutos, joka Suomessakin alkoi vuoden 2005 jälkeen, kun Kyoton sopimus tuli voimaan. Harva muistaa miten paljon uusiutuvien polttoaineiden käyttöä tuolloin edistettiin. Näen haastavana, ettei jo saavutettuja isoja asioita muisteta, kun mediassa keskitytään vain nykypäivän haasteisiin.

Mitkä ovat olleet viimeisimpiä työtehtäviäsi tai projektejasi?

Viimeisimpänä olemme LUT-yliopistona osallistuneet laajaan tutkimukseen, jossa mietittiin, miten ja mihin Suomessa sijoittuisivat uudet sähköisiä polttoaineita ja kemikaaleja valmistavat laitokset. Kun tuulivoiman tuotanto on yhtäällä, bioperäisen hiilidioksidin lähteen toisaalla ja lopputuotteet pitäisi saada kuljetettua ostajille, ei yhtälö ole helppo. Suomessa on kuitenkin asian suhteen "draivia" ja tapahtuu paljon. Tieteen saralla on ollut kiinnostava pohtia, miten Suomen ja myös Ruotsin metsäteollisuuden nollapäästövisio toteutetaan, mitä energiatehokkuus ja uudet investoinnit tarkoittavat, ja erityisesti löytää sopivia teknisiä ratkaisuja näihin.

Mitä näet suurimpina tulevina trendeinä ja haasteina ilmansuojelualalla / ilmastoalalla?

Ilmansuojelussa suurin haaste on määrittää hyväksyttävä päästötaso. Kaikkea ei voi painaa nollaan. Enää kauaa ei ole mahdollista mennä filosofialla "koska paikassa x tulee tasosta y haasteita, niin siksi koko Euroopan laajuisesti pitää laskea päästöjä". Ilmastonsuojelussa isoin haaste on ehdottomasti se, miten tarvittavien päästövähennysten kustannukset jaetaan. Maailmassa on paljon maita, jotka eivät tee mitään, ja nekin pitäisi saada mukaan vähentämään kasvihuonekaasuja.

Mitä haluaisit saada aikaan urasi aikana?

Koska olen siirtynyt opetustehtäviin, tuntuu hyvältä huomata, että omat oppilaat pystyvät edistämään ilmastomurrosta ja muuttamaan Suomea vähäpäästöisemmäksi. Itse toivon, että jaksan kommentoida ilmastoa, päästöjä ja ilmastomuutosta sosiaalisessa mediassa ja siten pieneltä osalta vaikuttaa Suomen hyväksi. Olemme mukana laajassa Emission Free Pulping -hankkeessa, jonka visio on nostaa hiilen käyttö lopputuotteisiin 70–80 % tasolle. Tämä vaikuttaa merkittävästi biopohjaisen hiilidioksidin saatavuuteen ja Suomen visioon, kun hiiltä jää vähemmän poistettavaksi savupiippujen kautta. ■

Esa Vakkilainen on LUT-yliopiston energiatekniikan professori. Valmistuttuaan yliopistosta hänen tiensä vei Savoone teollisuuden tuotekehitystyöhön ja energiantuotannon ilmapäästöjen pariin. Vakkilainen sai myös mahdollisuuden opiskella Atlantan Georgia Tech:ssä. USA:sta hän palasi pääkaupunkiseudulle konsultoinnin pariin toimien ympäristö- ja energiatyön kansainvälisissä hankkeissa. Vakkilainen osallistui aktiivisesti metsäteollisuuden IPPC BAT BREF -työhön. Vuonna 2008 hän siirtyi Lappeenrantaan professoriksi tekemään työtä vihreän siirtymän eteen. LUT:ssa Vakkilainen tutkii, miten biomassaa käytetään, miten P2X toteutetaan, ja miten tämä kaikki tehdään ilmastokestävästi. Tällä hetkellä Vakkilainen on myös Metsäbiotalouspaneelin jäsen.

ILMANSUOJELUPÄIVÄT

20.-21.8.2024

LAPPEENRANTA

ELOKUUN PÄIVIEN OHJELMASSA TEEMOINA OVAT:

- Ajankohtaista ilmassa
- Ilmastotavoitteista tekoihin ja sopeutumiseen
- Hiukkaset kaupunkien ilmansuojeluhaasteina
- Arktisen alueen kuumat aiheet
- Näkökulmia maailmalta ja maailmalle
- Hiilidioksidin talteenoton ja hyötykäytön mahdollisuudet ja haasteet Suomessa

Osallistuminen paikan päällä tai etänä:

- ISY:n henkilöjäsen 420€ + alv. 24%
- Ei-jäsen 480€ + alv. 24%

Osallistuminen etänä:

- Organisaatiomaksu 1200€ + alv. 24%
- Eläkeläiset, työttömät, opiskelijat* 0€

(* ei koske jatko-opiskelijoita)

EARLYBIRD-HINNAT
voimassa 16.6. asti

TUTUSTU KOKO HINNASTOON SEKÄ SPONSORIPAKETTEIHIN JA ILMOITTAUDU MUKAAN:
[ISY.FI/ILMANSUOJELUPAJAT](https://www.isy.fi/ilmansuojelupajat)



KUVA: KATJA LOVEN

ISY:n Ilmanlaadun mittaja-tapaamisessa keskusteltiin MITTAAMISEN HAASTEISTA

Ilmanlaadun mittajatapaamisia on järjestetty vuodesta 1986 lähtien, aluksi harvakseltaan, mutta sittemmin tilaisuus on vakiinnuttanut paikkansa vuosittaisena kevättapahtumana. Tällä kertaa mittajat tapasivat Imatran komeissa maisemissa.

Karri Saarnio, erikoistutkija, Ilmatieteen laitos

Lähes 60 ilmanlaadun asiantuntijaa kokoontui 15.–16.5. Imatrankosken partaalla sijaitsevassa Valtionhotellissa järjestettyyn, järjestyksessään 28:nteen ilmanlaadun mittajatapaamiseen. Tilaisuutta isännöivät Imatran kaupungin puolesta **Arto Ahonen** sekä tapahtuman järjestelytoimikuntaa koordinoivat **Karri Saarnio** Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun kansallisesta vertailulaboratoriosta. Isäntäkaupungin tervehdyksessä palvelujohtaja **Arja Kujala** toivotti mittajat tervetulleeksi kokoontumaan Imatralle; hyvän olon karjalaiseen kaupunkiin.

Arto Ahonen ja **Riikka Litmanen** Imatran kaupungilta esittelivät Etelä-Karjalan ilmanlaadun mittausverkon toimintaa. Etelä-Karjalassa ilmanlaadun seurataan yhteistarkkailuna, jossa Imatran ja Lappeenrannan kaupungeilla ovat omat mittausuunnitelmansa, mutta mittauksen toteuttamisesta ja raportoinnista vastaa Imatran seudun ympäristötoimi. Yhteistarkkailun on koettu olevan kustannustehokas tapa tuottaa vertailukelpoista tietoa koko tarkkailualueen ympäristöstä.

tilasta. Se lisää tarkkailun suunnitelmallisuutta ja pitkäjänteisyyttä sekä edesauttaa yhteistarkkailuun osallistuvien tahojen muutakin tiedonvälitystä ja yhteydenpitoa. Pahimmat ilmanlaadutilanteet Etelä-Karjalassa liittyvät keväisiin katu- ja puolytilanteisiin sekä teollisuuden häiriötilanteisiin.

Ajankohtaiskuulumisia direktiiviudistuksista

Ympäristöministeriön erityisasiantuntija **Antti Wemberg** kertoi käynnissä olevista ilmanlaatuun liittyvistä lainsäädännön uudistuksista. Esityslistalla olivat muun muassa ympäristönsuojelulakiin liittyvät EU:n asetukset sekä jäte- ja vesilain muutokset. Tekeillä on myös uusi valvontatehtäviä, mikä koskettaa ilmanlaadun mittajia erityisesti ELY:n tehtävien siirtymisenä uuteen virastoon. Teollisuuspäästödirektiivin edistymisestä saatiin tiivis yhteenveto, samoin uudesta teollisuuspäästöportaali-asetuksesta. Seminaariyleisöä kiinnostivat erityisesti uuden ilmanlaadudirektiivin keskeinen sisältö ja siihen liittyvän kansallisen lainsäädännön valmistelu. Tiukennetaan ilmanlaatuvaatimuksia ja -tavoitteita lähemmäs

WHO:n suosituksia, tiukennetaan ilmanlaadun seuranta- ja mittauksia sekä asetetaan tiukempia ja täysin uusia vaatimuksia ilmanlaatuvaatimusten ja -tavoitteiden toimeenpanon varmistamiseksi. Direktiiviudistuksen takia Suomessa on odotettavissa ylityksiä ainakin otsonin pitkän ajan tavoitteissa sekä hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuusraja-arvoissa.

Vertailumittauksista ja uusista kalibroitimista

Katriina Kyllönen Ilmatieteen laitokselta kertoi ilmanlaadun kansallisen vertailulaboratorion ajankohtaisista asioista. Listalla olivat muun muassa ilmanlaadun standardien päivitys, otsonin vaikutusalan muutoksen käyttöönotto ja ilmanlaatumittajien sertifiointijärjestelmä. Mittaajille esiteltiin myös edellisenä vuonna suoritettujen ilmanlaadun mittausverkkojen laatu- ja järjestelmäauditointi- ja kaasumittausten vertailumittauskiroksen tuloksia. Oli havaittu, että laatu- ja järjestelmäauditointi oli parannettu järjestelmällisesti edellisen auditointikerran (v. 2017) jälkeen ja mittauksen laadunvarmennustoimet olivat useimmissa mittausverkoissa vaatimusten mukaisia. Kaasuvertailuissa tutkittiin mittausverkkojen suorituskykyä typpimonoksidin, rikkidioksidin ja otsonin mittaamisessa: 98,3 %:ia tuloksista oli hyväksyttävällä tasolla. Katriina kertoi myös uusista tulevista eurooppalaisista mittaus- ja mallinnusohjeista, joita laaditaan eurooppalaisen RI-URBANS-projektin toimesta sekä Euroopan komission eurooppalaisten ilmanlaadun vertailulaboratorioiden yhteistyöverkostolta tilaamana. Ohjeet käsittelevät pääasiassa uudessa ilmanlaadun direktiivissä tulevien uusien mittauksien suureiden mittaamista, esimerkiksi ultrapienet hiukkaset, hiukkasten lukumääräjakauma, mustahiili, ammoniakki ja hiukkasten hapettava potentiaali.

Toinen vertailulaboratorion esityksistä keskittyi jatkuvatoimisten hiukkasmittalaitteiden uusiin kalibroitimikertoihin. **Karri Saarnio** kertoi vuoden kestäneiden vertailumittauksien perusteella laadituista kalibroitimikertomuksista ja siitä, miten niitä tulee käyttää. Vertailussa oli mukana yhdeksän erilaista jatkuvatoimista hiukkasmittalaitetta, joiden suorituskykyä arvioitiin suodatinkeruuseen ja suodatintien punnitsemiseen perustuvaan vertailumenetelmään verraten. Kalibroitimikertomukset tullaan raportoimaan tämän vuoden aikana, minkä jälkeen ne ovat mittajien käytettävissä.

Keskustelua mittauksen haasteista

Ohjelmassa oli kaksi keskustelemaa kokonaisuutta, joissa pohdittiin ilmanlaadun mittaukseen liittyviä haasteita: Ensimmäisen keskustelun teemana oli mittauslaitteiden häiriötilanteet ja niihin varautuminen. **Anssi Julkunen**, HSY, piti alustuspuheenvuoron, jonka jälkeen mittajat ja koivat kokemuksiaan. Erilaisia mahdollisia häiriötilanteita listattiin lukuisia: muun muassa tietokoneiden hajoaminen, tietoturva, pidemmät sähkökatkot pakkaskaudella ja ilmalämpöpumpun hajoaminen kesällä, tiedonsiirto-ongelmat, koptien ilmilta, tapaturmat, mittalaitteiden hajoaminen, pitkät huoltokäytöt, automaattiset hälytykset ja muut tekniset valvontaratkaisut.

Toisessa keskusteluosiossa mietittiin, minkälaisia tarpeita on seuranta- ja mittauslaitteille ja niiden muuttamiselle. Alustuspuheenvuorossa **Erkki Pärjälä** Aeri Oy:ltä ja **Essi Holopainen** Kuopion kaupungilta kertoivat omia näkemyksiään ja kokemuksiaan mittajien ja viranhaltijan näkökulmista. **Kaarina Kähäri** Lahden kaupungilta ohjaili keskustelua kysyen muun muassa, kuinka moni on ollut tekemässä seuranta- ja mittausuunnitelmia ja mitä siihen on sisällynyt. Yhtenä selkeänä asiana liittyen seuranta- ja mittausuunnitelmien laadintaan nousi ELY:n vaihteleva rooli eri puolilla Suomea. Tulevan valvontavirastouudistuksen toivottiin tuovan ainakin yhtenäistä linjaa nykyisiin vaihteleviin käytäntöihin.



Opastetulla kierroksella kuultiin myös Valtionhotellin historiasta.

Ilmanlaatu ympärillämme

Sara Piutunen Lappeenrannan kaupungilta kertoi, kuinka Lappeenrannassa ilmanlaadun mittaukset ovat toimineet osana ympäristöluvan valvontaa ja asukas-yhteistyötä. Lappeenrannassa on ollut väentä ympäristöluvasta, kun uusi asuinalue oli kaavoitettu lähelle kalkkivilouhoksen läjitys-aluetta. Asuinalueen rakentamisen jälkeen alkoi tulla asukasvalituksia ympäristöluvasta. Sittemmin alueen laidalle on perustettu uusi ilmanlaadun mittausasema. Sara pohti, että jälkikäteen mietittynä uutta asuinalueita ei olisi kannattanut kaavoittaa näin lähelle teollisuusaluetta.

Anu Kiviniitty, SSAB, kertoi Raahessa tehtävästä teollisuuden ja kaupungin yhteistyöstä ilmanlaadun tarkkailussa. Mittauksia tehdään toki, koska ympäristöluvassa niin vaaditaan, lisäksi tehdään päästömittauksia ja bioindikaattoritutkimusta. Koetaan tärkeänä, että pitkäaikainen historiatieto ilmanlaadusta on saatavilla; parannukset tehtaalla näkyvät myös ilmanlaadun tuloksissa.

Anssi Julkunen, HSY, esitteli tuloksia tutkimuksesta, jossa ilmansaastepitoisuuksia mitattiin eri etäisyyksillä vilkasliikenteisestä pääväylästä ja meluaidan vaikutusta ilmanlaatuun selvitettiin. Havaittiin, että meluaidalla on vaikutusta hiukkaspitoisuuksiin, mutta kaasumaisten saaste- ja hiukkaspitoisuuksiin vain vähän. Kummassakin tapauksessa kasvava etäisyys valtatiestä on merkittävä tekijä ilmanlaadun kannalta. Tällaisia näkökulmia olisi syytä ottaa huomioon, kun uusia asuinalueita kaavoitetaan lähelle vilkkaita liikenneväyliä.

Hyvä paha puunpoltto

Jarkko Tissari Itä-Suomen yliopistosta oli kutsuttu kertomaan puun pienpoltton päästöistä. Esityksessä tuli esille puun polton päästöjen ilmanlaadun vaikutusketju. Kuultiin päästöihin vaikuttavista tekijöistä, joista polttoaineen ja polttolaitteen ohella yksi merkittävimmistä on käyttäjä itse. Polttotekniikalla ja -tavalla on merkittävä vaikutus päästöihin ja niiden haitallisuuteen. Saunakiukaista ja niiden päästöistä



Jenni Latikka (vas.) ja Tuula Kajolinna esittelivät mittaajille HAJUTARVE-projektin kyselytuloksia.

kuultiin, että myös sähkökiukaista tulee huomattavia määriä hiukkasia huoneilmaan, mikä tuli kuulijakunnalle yllätyksenä.

Puunpolton aihepiiriä jatkettiin ilmanlaatumittaajan näkökulmasta, kun Essi Holopaisen ja Erkki Pärjälän esityksessä vastattiin kysymyksiin: Missä mitata? Mitä mitata? Milloin mitata? Miten mitata? Ja paljonko on riittävästi? Erinomaisista esitysmateriaaleista saisi tehtyä vaikkapa pienen oppaan mittaajille.

Pekka Taimisto Terveyden ja hyvinvoinnin laitokselta täydensi puunpoltoaiheisen kokonaisuuden kertomalla puun polton altistumismittauksista. Altistumistutkimuksissa oli havaittu, että samalla asuinalueella sijainneiden kohteiden ulko- ja sisäpitoisuuksien tasoissa esiintyi huomattavia eroja, ja että ulkoilman hiukkaset kulkeutuvat tehokkaasti ulkoa sisätiloihin. Puunpolto lisää sisällä altistumista mustalle hiilelle sekä sen mukana polttoperäisille, terveydelle haitallisille aineille. Asukkaiden oma toiminta sisätiloissa vaikuttaa merkittävästi hiukkaspitoisuuksiin.

Kuinka paljon hajuja tulee sietää?

Mittaajatapaamisen yhteydessä järjestettiin HAJUTARVE-projektin työpaja, jonka aluksi **Tuula Kajolinna VTT**:ltä pohjusti työpajan aihepiiriä ja kertoi hajuhaittoihin liittyvän kyselyn annista. **Jenni Latikka** Ilmatieteen laitokselta kertoi kyselyn tuloksiin perustuvista havainnoista, jotka toimivat johdantona työpajan keskustelulle. Työpajan yleisö ideoi pienryhmissä, minkälaisia hajuihin liittyvää ohjeistusta tarvittaisiin ja minkälaista tiedonvaihtoa ja koulutusta olisi tarpeen saada. Esimerkiksi oppaalle hajuvalitusten käsittelyyn ja ohjeistukselle leviämismalliselvitysten soveltamiseksi on tarvetta. Pohdittiin, tarvittaisiinko kansalaisille valistusta hajusta – kuinka paljon hajuja tulee sietää? Hyvänä ajatuksena pidettiin vuosittaisen hajupäivätapahtuman järjestämistä esimerkiksi Ilmansuojelupäivien yhteydessä tai erillisenä pilottitapahtumana, jossa kokemusten vaihto eri toimijoiden välillä tapahtuisi parhaiten. Kaivattiin myös hajuasioihin liittyvää viestintäkoulutusta. Seuraavaksi kyselytulosten pohjalta laaditaan ehdotukset jatkotoimenpiteistä ja ne tullaan julkaisemaan raportissa.

Tutustuminen Rajamuseoon ja Kruununpuistoon

Tilaisuuden oheishjelmaksi oli järjestetty kaksi vaihtoehtoista retkeä. Yhtenä vaihtoehtona oli opastettu tutustuminen Rajamuseoon, jossa tutustuttiin uudistettuun näyttelyyn. Saimme kuulla Rajavartiolaitoksen maarajojen valvonnan, lento- ja pelastustoiminnan sekä sotien ajan rajajoukkojen

historiasta. Imatran Valtionhotelli sijaitsee vain n. 6 km päässä maamme itärajasta, joten Rajamuseo sopi mainiosti Imatran kokouksen vierailukohteeksi.

Toisena vaihtoehtona oli tutustuminen opastetusti Kruununpuistoon, joka on Suomen vanhin luonnonsuojelualue. Vuonna 1842 tsaari **Nikolai I** antoi Kruununpuiston julistuksen tarkoituksenaan suojella mahtavan Imatran kosken maisema ja nostaa se ansaitsemaansa arvoon. Imatra onkin Suomen ensimmäinen turistikohde, ja sen ensimmäinen merkittävä vieras oli Venäjän keisarinna **Katariina Suuri** vuonna 1772. Imatran Valtionhotelli, kokouspaikkamme toiminut komea jugendlinna, rakennettiin kosken partaalle vuonna 1903.

Ensi vuonna mittaajat kokoontuvat Oulussa

Tapahtuma järjestettiin nyt toista kertaa Imatralla, jossa saatiin nauttia keväisestä lämpöaallostasta ja valtoimenaan virtaavan Vuoksen kuohuista. Imatran kaupunkia kiiteltiin erinomaisista järjestelyistä, samoin tapahtuman sponsoreita, Aeri Oy:tä, Ekonio Oy:tä, HNU Nordion Oy Ltd:iä, Ilmatieteen laitosta, Palas GmbH:ta ja Vaisala Oyj:tä mittaajataapaamisen tukemisesta. Tilaisuuden päätteeksi paljastettiin seuraava kokoontumispaikka: **Karoliina Niskanen** Oulun kaupungilta toivotti mittaajat vuoden päästä tervetulleiksi Ouluun – ensimmäistä kertaa. ■

Kiitos tapahtuman järjestäjille ja sponsoreille onnistuneesta mittaajatapaamisesta! Ensi keväänä kokoontumme ensimmäistä kertaa Ouluun. Tervetuloa mukaan!



Rajamuseossa saatiin erinomainen opastus esittelyaineistoon.



HALLITUS / STYRELSE

Puheenjohtaja / Ordförande
Anu Kousa

Varapuheenjohtaja / Viceordförande
Maija Leino

Jäsenet / Medlemmar
Jouni Ahtiainen
Helena Kivi-Koskinen
Ville-Veikko Pauunu
Johanna Vainiomäki

Varajäsenet / Suppleanter
Tuula Pellikka
Janne Ruuth
Topi Rönkkö
Hilkka Timonen

ILMANSUOJELUYHDISTYS

Ilmansuojeluyhdistys (ISY) toimii alansa valtakunnallisena ympäristönsuojelujärjestönä. Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksena on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelun tutkimusta Suomessa sekä toimia yhdessä 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 ulkomailla
4. tiedottaa ajankohtaisista ilmansuojeluasioista jäsenlehdessään
5. antaa lausuntoja ja tekee esityksiä alansa kuuluvista asioista
6. harjoittaa julkaisu toimintaa
7. osallistuu kansainväliseen tiedonvaihtoon

LUFTVÅRDSFÖRENINGEN

Luftvårdsföreningen fungerar som nationell miljöförädlingsförening. Luftvårdsföreningens syftemål är att främja luftvården och luftvårds- forskningen i Finland och fungera som förbindelselänk mellan personer och samfund som arbetar med luftvårdsfrågor i Finland och utomlands. Luftvårdsföreningen strävar att främja yrkeskvaliteten hos personer som arbetar med luftvårdsfrågor. Luftvårdsföreningen är grundad år 1976.

Luftvårdsföreningen:

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

YHTEYSTIEDOT / KONTAKT

ILMANSUOJELUYHDISTYS RY

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

 www.isy.fi

 @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



Imatrankoski kuohusi komeasti mittaajatapaamisen naapurissa.

KIRJOITTAJAT 2 | 2024

SUVI HAAPARANTA

ympäristöasiantuntija
Helsingin kaupunki
suvi.haaparanta@hel.fi

JUHO KAUPPINEN

vastaava tutkimusteknikko
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
juho.kauppinen@vtt.fi

JANNE M. KORHONEN

asiantuntija
Kalevi Sorsa -säätiö
janne.korhonen@sorsafoundation.fi

MIKKO LAPPALAINEN

tutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
pyry.lappalainen@vtt.fi

KENICHIRO MIZOHATA

erikoistutkija
Kiihdytinlaboratorio
kenichiro.mizohata@helsinki.fi

MARKKU OINONEN

laboratorionjohtaja
Ajoituslaboratorio
markku.j.oinonen@helsinki.fi

TUULA PELLIKKA

johtava tutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
tuula.pellikka@vtt.fi

KARRI SAARNIO

erikoistutkija
Ilmatieteen laitos
karri.saarnio@gmail.com

STURE SKINNAR

tulliylitarkastaja
Tulli
sture.skinnar@tulli.fi

JARKKO TISSARI

tutkimusjohtaja
Itä-Suomen yliopisto
jarkko.tissari@uef.fi

ISMO ULVILA

tiedotuspäällikkö
EU-Komission Suomen edustusto
ismo.ulvila@ec.europa.eu

ESA VAKKILAINEN

professori
LUT yliopisto
esa.vakkilainen@lut.fi



* . PV73*