

IS

3 | 2026

ILMANSUOJELU

EU:N PÄÄSTÖKAUPPAUUDISTUKSEN käsittely etenee s. 4

PUHDAS ENERGIASIIRTYMÄ ja pitkän aikavälin ilmastoskenaariot s. 8

VANHAT AUTOT ja polttomoottoriperäisten pienhiukkasten lukumääräpäästöt s. 13

ON MUITAKIN LIIKENNEPÄÄSTÖJÄ kuin pakokaasut s. 16

MOOTTOROITUJEN KAKSIPYÖRÄISTEN pakokaasupäästöt s. 18

Neljännesvuosisadan kehityskaari **ENERGIAYHTIÖN NÄKÖKULMASTA** s. 22

ISY:n juhlavuoden seminaari: **ILMASTOASIAA UUSISTA NÄKÖKULMISTA** s. 26

Ilmansuojelupäivät Lappeenrannassa: **JAETTU TIETO VAHVISTAA** s. 30

4

EU:n päästökauppaudistuksen käsittely etenee. Poliittiseen yhteisymmärrykseen pyritään nopeasti, jo huhtikuuhun mennessä.

KUVA: MAREK PIWNICKI / UNSPLASH

13

Autojen polttomoottoriperäisten hiukkasten lukumääräpäästöt mitattiin mobiililaboratoriossa. Hiukkassuodattimet ovat todellakin vähentäneet kiinteiden hiukkasten päästöjä.

KUVA: MATT BOLTOR / UNSPLASH

30

ISY:n Ilmansuojelupäivät järjestettiin jo 51. kerran. Suuri joukko kokoontui jälleen Lappeenrantaan uuden tiedon ja yhteisen laatuaajan houkuttelemina.

KUVA: KARRI SAARNIO

22

Energiayhtiö Helen Oy luopui hilestä vuonna 2025. Millainen oli matka tähän tavoitteeseen?

SISÄLLYS 3 | 2026

- 4 **EU:N PÄÄSTÖKAUPPAUDISTUKSEN** käsittely etenee
- 8 EU REPower: **PUHDAS ENERGIASIIRTYMÄ** ja pitkän aikavälin ilmastoskenaariot
- 13 **VANHAT AUTOT** ja polttomoottoriperäisten pienhiukkasten lukumääräpäästöt
- 16 NEX-EL -projekti: **ON MUITAKIN LIIKENNepäästöjä** kuin pakokaasut
- 18 **OPINNÄYTE**: Moottoroitujen kaksipyöräisten pakokaasupäästöt ja sekundäärihiukkasmuodostus
- 22 Neljännesvuosisadan kehityskaari **ENERGIAYHTIÖN NÄKÖKULMASTA**
- 26 **TAPAHTUU**: ISY:n juhluvuoden seminaari: **ILMASTOASIAA UUSISTA NÄKÖKULMISTA**
- 28 **VALOKEILASSA**: Tuula Pellikka
- 30 **TAPAHTUU**: 51. Ilmansuojelupäivät Lappeenrannassa: **JAETTU TIETO VAHVISTAA**

Pääkirjoitus

Hiukkanen ei tunne rajoja

Ilmanlaadun kehitys Suomessa on ollut myönteinen, mutta pienhiukkasten kohdalla tehtävää yhä riittää. EU:n uusi ilmanlaatu-direktiivi kiristää vaatimuksia olennaisesti. Muutoksessa korostuu tavoite vähentää väestön pitkäaikaista pienhiukkasaltistusta.

Pienhiukkanen ei tunne kuntien, valtioiden eikä toimialojen rajoja, eikä sille ole todettu turvallista pitoisuutta. PM_{2,5}-hiukkaset voivat kulkeutua keuhkorakkuloihin asti ja niiden terveysvaikutukset ovat merkittäviä jo pienillä pitoisuuksilla.

Kaupunkilaisen ilmassa näkyvät erityisesti liikenteen päästöt, katupöly sekä erityisesti pientaloalueilla puunpolton päästöt. Pääkaupunkiseudulla noin puolet ilman pienhiukkas-pitoisuudesta tulee kaukokulkeumana Suomen rajojen ulkopuolelta. Tämä muistuttaa, ettei ilmanlaatuongelmaa ratkaista vain yhden kaupungin päätöksillä. Koska direktiivi koskee koko EU:ta, on syytä toivoa, että kaukokulkeumakin olisi EU:ssa tulevaisuudessa pienenemään päin.

Kun raja-arvot kiristyvät, ilmanlaadun seurannan, päästömittausten ja leviämismallien merkitys kasvaa. Nyt jännitetään syntykö raja-arvojen ylityksiä. Suomessa ollaan kunnianhimoisia; ei riitä, että lakisääteinen raja-arvo alittuu. Puhdas ilma ei ole ylellisyys, eikä vain ympäristöpoliittinen kysymys. Se on terveyttä, viihtyisyyttä ja jokaisen hengittävän olennon oikeus. Siksi hiukkasilla on väliä.

Tässä syksyn ensimmäisessä lehdessä kerromme aluksi EU:n päästökauppaudistuksen käsittelyn etenemisestä ja tulevien muutosten vaikutuksista. Päästökauppa on keskeinen osa Euroopan ilmasto- ja energiapolitiikkaa, joten uudistukselta odotetaan suuria,

Seuraavaksi perehdymme puhtaaseen energiasiirtymään Suomen pitkän aikavälin ilmastoskenaarioiden kautta. Artikkelissa luodaan katsaus erilaisiin tulevaisuuden kehityskulkuihin ja siihen, millaisia muutoksia puhtaampi energiajärjestelmä edellyttää, kun päätöksentekoa ohjaavat tietyt prioriteetit.

Lehden kolmessa liikenneaiheisessa artikkelissa tarkastelemme puolestaan polttomoottorikäyttöisten sekä sähköisten ajoneuvojen päästöjä. Ensimmäinen artikkeli käsittelee autojen polttomoottoriperäisten pienhiukkasten lukumääräpäästöjä, sekä suodattimien vaikutusta niihin. Päästöt jakautuvat epätasaisesti autokannan kesken ja aiheesta on myös jatkossa luvassa uutta tietoa.

Liikenteen päästöt eivät kuitenkaan rajoitu pelkästään pakokaasuihin, joten seuraavassa artikkelissa perehdymme myös muihin liikenteestä syntyviin päästöihin, jotka eivät katoa sähköistymisen myötä. Kolmannessa artikkelissa yksi kolmesta ISY:n opinnäytestipendien saajasta tarkastelee moottoroitujen kaksipyöräisten pakokaasupäästöjä ja sekundäärihiukkasten muodostumista ilmakehässä. Saamme siis monipuolisen katsauksen liikenteen päästölähteisiin.

Lehden loppupuolella tarkastelemme energiayhtiö Helen Oy:n päästöjen kehitystä ja neljännesvuosisadan mittaista kehityskaarta sähkön- ja lämmöntuotannossa. Yhtiön päästökehitys on vaikuttanut selvästi myös Helsingin ja koko Suomen päästötilastoihin.

Aivan lopuksi tarjoamme katsauksia ISY:n juhluvuoden toimintaan. Kerromme keväällä pidetystä seminaarista, jossa ilmastoaiheita tarkasteltiin uusista näkökulmista. Seminaarissa käsiteltiin muun muassa metsiä, cleantechiä, saamelaisia ja skeptikkoja.

Lehden päätämme raporttiin 51. Ilmansuojelupäiviltä, joita vietettiin perinteisesti elokuussa Lappeenrannassa. Päivillä kokoonnuttiin jälleen yhteen jakamaan tietoa, kokemuksia ja näkemyksiä ilmansuojelusta. Jaettu tieto vahvistaa osaamista ja yhteistyötä – sekä auttaa viemään alaa yhdessä eteenpäin.

Kaunista, ruskaisaa ja raikasta syksyä!

TYTTI HAUTALA
Päätoimittaja



**ILMANSUOJELU-
YHDISTYS ry.**

ILMANSUOJELU-LEHTI

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

Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa.

Päätoimittaja / Redaktör
Tytti Hautala
ilmansuojelulehti@isy.fi

Toimituskunta / Redaktionsråd
Suvi Haaparanta, Helsingin kaupunki
Petteri Haveri, Energiategollisuus ry
Nelli Kaski, HSY
Niina Kuittinen, Tampereen yliopisto
Katianne Lehtipalo, Helsingin yliopisto
Hanna Isohookana, Vantaan energia
Karri Saarnio, Ilmatieteen laitos
Laura Sokka, Suomen ympäristökeskus
Antti Tohma, Metropolia AMK

Taitto / Ombrytning
Tytti Hautala

Kannen kuva / Omslagsbild
Federico Respini / Unsplash

Paino / Tryckeri
Scanseri Oy

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

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

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

Kestoilmoittajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

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

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



EU:N PÄÄSTÖKAUPPA- UUDISTUKSEN käsittely etenee

Petteri Haveri, ekonomisti ja ilmastopoliitikan asiantuntija, Energiateollisuus ry

Komissio julkisti heinäkuun puolivälissä odotetun esityksensä EU:n päästökaupan uudistamisesta 2030-luvulle. Ehdotuksessa painottuvat vastaantulo päästöintensitiivisen teollisuuden kilpailukykyhuolissa sekä tahto vauhdittaa päästöjä vähentäviä investointeja Euroopassa. Päästökaupan perusrakenne olisi säilymässä ja sen soveltamisala maltillisesti laajenemassa.

EU:n tavoitteena on sovittaa päästökaupan päästövähennystahti unionin vuoden 2040 ilmastotavoitteeseen. Komissio esittää päästökaupan päästökaton kiristämisen (Linear Reduction Factor, LRF) loiventamista vuoden 2030 jälkeen. Nykyisin päätetty 4,4 prosentin lineaarinen vähennyskerroin muutettaisiin 3,7 prosenttiin vuosille 2031–2035. Vuodesta 2036 alkaen kerroin olisi 1,7 prosenttia, jos EU voi hyödyntää päästökaupasektorin päästövähennyksissä korkealaatuisia kansainvälisiä ilmastoyksiköitä. Ilman niitä kerroin olisi vuodesta 2036 alkaen 2,7 prosenttia.

Samalla komissio jatkaisi ilmaisjakoa ja sallisi jäsenvaltioiden jatkaa epäsuorien kustannusten kompensatiota. CBAM-sektorien ilmaisjako jatkuisi vuoteen 2038 ja kaukolämmön ilmaisjako jatkuisi asteittain vähentyen vuoteen 2040 asti. Hiilivuotolistan ei-CBAM-sektoreilla ilmaisjako jatkuisi täysimääräisenä.

Päästökaupan perusrakenne säilyisi uudistuksessa. Joka vuosi liikkeelle laskettavien päästöoikeuksien määrä pienenee ja päästöjen hinnan odotetaan nousevan. Lievennykset kuitenkin mahdollistaisivat enemmän hiilidioksidipäästöjä

Euroopassa. Kokonaisuudessaan 2030-luvulla EU:n päästökaupasektorin päästöt olisivat noin 40 prosenttia suuremmat kuin voimassa olevan lainsäädännön mukaisella päästövähennystahdilla.

Komissio esittää päästökaupan soveltamisalan laajentamista lento- ja meriliikenteessä sekä koskemaan myös jätteenpoltoa. Yhdyskuntajätteen poltto sisällytettäisiin vaiheittain päästökauppaan vuosina 2031–2034 vaarallisen jätteen poltoa lukuun ottamatta. Päästökauppaa laajennettaisiin meriliikenteessä pienempiin 400–5000 bruttotonnin aluksiin ja lentoliikenteessä EU:n ulkopuolelle suuntautuviin lentoihin nykyistä laajemmin. Hiilidioksidin talteenotto, kuljetus, pysyvät poistot ja eräät hiilidioksidin hyötykäytön muodot kytettäisiin aiempaa tiiviimmin järjestelmään.

Pienet polttoaineteholtaan alle 20 MW:n laitokset pidettäisiin edelleen päästökaupan ulkopuolella. Niitä operoivat tyyppillisesti varsin pienet yritykset, joille päästökaupan velvoitteet voisivat muodostaa kohtuuttoman hallinnollisen taakan.

Rahaa päästövähennysinvestointeihin

Investointien vauhdittamiseksi komissio esittää EU-tason rahoitusvälineiden vahvistamista. Innovaatorahaston roolia jatkettaisiin ja sen rahoituspohjaa kasvatettaisiin 200 miljonnalla päästöoikeudella vuosille 2030–2040. Rahaston tehtävä olisi edelleen tukea innovatiivisten ja ensimmäinen laatuaan olevien vähähiilisten teknologioiden kaupallistamista. Tällaisia teknologioita ovat esimerkiksi sähköistäminen, CCS- ja CCU-ratkaisut, puhtaan teknologian valmistus, uusiutuvan energian teknologiat, energian varastointi sekä meri- ja lentoliikenteen päästövähennysratkaisut. Modernisaatorahasto puolestaan jatkaisi energia- ja teollisuusjärjestelmien vähähiilistämisen tukemista alemman tulotason jäsenmaissa.

Uusina välineinä komissio ehdottaa päästökaupan investointivauhdittajaa (Investment Booster) sekä teollisuuden vähähiilistämispankkia (Industrial Decarbonisation Bank). Investointivauhdittaja käynnistyisi jo ennen vuotta 2030 ja sen tarkoitus olisi saada nopeasti liikkeelle teollisuuden päästövähennysinvestointeja kiinteän hiilipreemion avulla. Rahoitus olisi enintään 400 miljoonaa päästöoikeutta. Vuodesta 2031 alkaen teollisuuden vähähiilistämispankki tukisi kypsempien teknologioiden laajamittaista käyttöönottoa kilpailuttamalla

hankkeita erityisesti energiaintensiivisessä teollisuudessa. Komission tavoitteena on mobilisoida vähähiilistämispankin avulla 100 miljardia euroa.

Päästökaupan sanastoa:

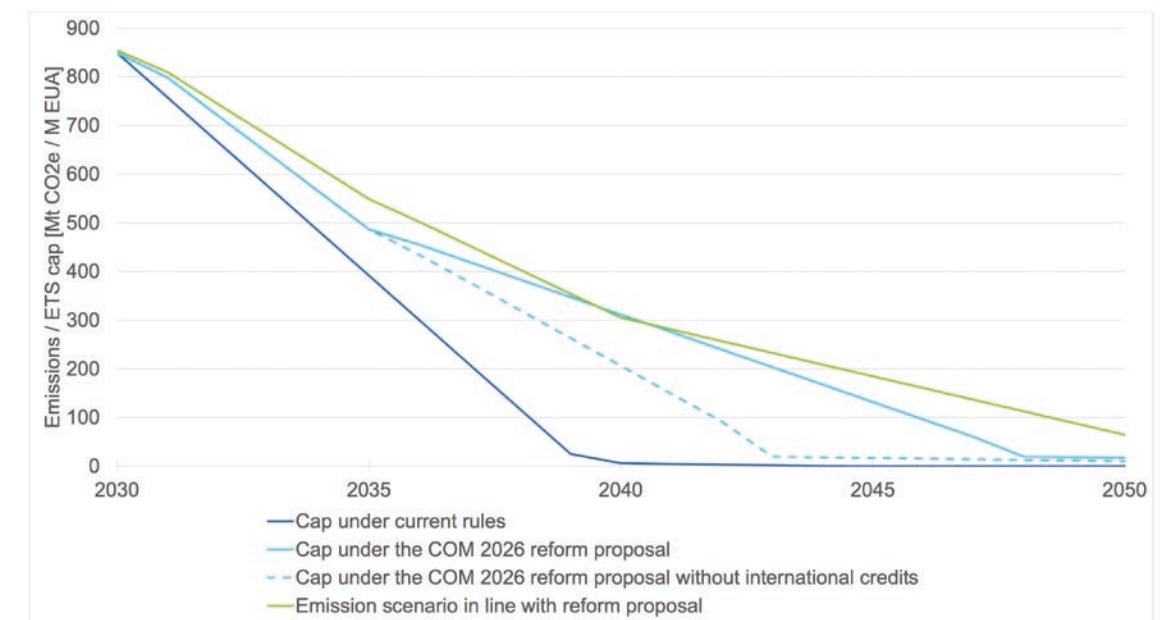
■ **Ilmaisjako** tarkoittaa päästöoikeuksien jakamista päästöjä aiheuttavalle teollisuudelle maksutta hiilivuotoriskin vähentämiseksi ja kilpailukyvyyn turvaamiseksi. Ilmaisjaon määrä määritetään laitoksen tuotantomäärien, sovellettavan tuotekohtaisen vertailuarvon ja hiilivuotoriskiä kuvaavien kertomien perusteella.

■ **Epäsuorien kustannusten kompensatio** tarkoittaa jäsenvaltioiden mahdollisuutta hyvittää sähköintensiiviselle teollisuudelle päästökaupan sähkön hintaa nostavaa vaikutusta.

■ **CBAM eli hiilirajamekanismi** asettaa EU:n ulkopuolelta tuotaville tuotteille päästökustannuksen, joka vastaa EU:n päästökaupan kustannusta vastaavassa eurooppalaisessa tuotannossa. Nykyiset CBAM-sektorit ovat rauta ja teräs, alumiini, sementti, lannoitteet, vety ja sähkö.

■ **Päästökaupan nykyinen soveltamisala** kattaa sähkön- ja lämmöntuotannon sekä keskeiset energiaintensiiviset teollisuudenalat, kuten öljynjalostuksen, teräs-, sementti-, kalkki-, lasi-, keramiikka-, sellu- ja paperi- sekä kemianteollisuuden tuotantoa. Lisäksi soveltamisalaan kuuluvat EU:n sisäinen lentoliikenne ja meriliikenteen suuret alukset. Järjestelmässä mukana olevien toiminnanharjoittajien on tarkkailtava, raportoitava ja todennettava päästönsä sekä palautettava niitä vastaava määrä päästöoikeuksia.

■ **MSR eli markkinavakausvaranto.** MSR on päästökaupan mekanismi, jolla säädellään huutokaupattavien päästöoikeuksien määrää markkinan ylijäämän perusteella. Jos markkinoilla on paljon käyttämättömiä päästöoikeuksia, osa huutokaupattavista oikeuksista siirretään varantoon; jos oikeuksia on niukasti, varannosta voidaan vapauttaa oikeuksia markkinoille.



Liikkeelle laskettavien päästöoikeuksien määrä nykyisellä LRF-kertoimella ja komission esittämällä muutoksella.

Ilmaisjaosta tulisi ehdollista ja yritysten tulisi käyttää sitä vastaava summa investointeihin. Yritysten tulisi laatia ilmaisjakoa saaville laitoksille Invest in EU Decarbonisation Plan-suunnitelma, jonka perusteella 80 prosenttia ilmaisjaosta myönnettäisiin. Loput 20 prosenttia jaettaisiin vasta, kun suunnitelman mukaiset investoinnit ovat johtaneet merkittäviin ja todennettuihin päästövähennyksiin. Jos tuotanto siirtyisi EU:n ulkopuolelle, toiminnanharjoittajan olisi palautettava saatu ilmaisjako.

Komissio esittää jäsenvaltioiden päästökauppatulojen sitomista nykyistä vahvemmin päästökaupasektorin toimialojen vähähiilistämiseen. Jäsenvaltioiden olisi käytettävä vähintään puolet saamistaan päästökaupan huutokauppatuloista niin sanottuihin ensisijaisiin kohteisiin. Tällaisia ovat muun muassa teollisuuden päästövähennysinvestoinnit, sähköistäminen, hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, puhtaat teolliset teknologiat, puhdas energia, sähköverkot, varastointi ja joustoratkaisut, vähähiilinen meri- ja lentoliikenne, jätehuolto ja kiertotalous sekä näihin liittyvä tutkimus ja innovointi.

Komissio esittää lisäksi lentoyhtiöille ja varustamoille erilisiä tukivälineitä kestävien lento- ja meriliikenteen polttoaineiden hankintaan. Lentoliikenteessä jatkettaisiin nykyistä 20 miljoonan päästöoikeuden tukea kestävien lentopolttoaineiden ja muiden fossiilittomien käyttövoimien kustannuseron kattamiseen, ja tukea laajennettaisiin vuoden 2030 jälkeen. Meriliikenteessä enintään 110 miljoonaa päästöoikeutta ohjattaisiin kestävien meripolttoaineiden sekä nollapäästöisten käyttövoimateknologioiden edistämiseen.

Pysyvät hiilen poistot linkitetään päästökauppaan
Komissio esittää pysyvien hiilidioksidin poistojen linkittämistä päästökauppaan. Ehdotuksen mukaan komissio voisi hankkia vuosina 2031–2040 yhteensä 250 miljoonaa tonnia EU:ssa toteutettavia pysyviä poistoja. Näiden tulisi olla CRCF-sertifioitua bioenergian hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia tai vaihtoehtoisesti suoraan ilmasta talteenotettua ja varastoitua hiilidioksidia. Hankinta rahoitettaisiin luomalla vastaava määrä lisäisiä päästöoikeuksia, jotka komissio huutokauppaisi. Lisäksi yritykset voisivat käyttää näitä CRCF-sertifioituja pysyviä poistoja omien päästövelvoitteidensa kattamiseen, ja ne vähennettäisiin komission omasta 250 miljoonan tonnin hankintaohjelmasta.

Lyhytaikaisempiin tuotteisiin käytettävän hiilidioksidin, eli CCU-tuotteiden, osalta komissio ehdottaa siirrettyä päästöoikeuksien palautusvelvoitetta. E-polttoaineisiin käytetyn hiilidioksidin osalta päästövastuu siirtyisi polttoaineen lopukäyttöön eli polttoaineen jakelijalle. Kemikaaleissa ja muoveissa hiilidioksidi sitoutuu tuotteeseen pidemmäksi aikaa, ja vapautuu vasta myöhemmässä vaiheessa, esimerkiksi jätteenpoltossa. Jätteenpolton sisällyttäminen päästökauppaan liittyikin olennaisesti CCU-tuotteiden huomiointiin päästökaupan velvoitteissa.

Markkinavakausvarantoon (Market Stability Reserve, MSR) esitetään muutoksia, jotta se toimisi paremmin pienenevällä päästöoikeusmarkkinalla. MSR:n raja-arvot muutettaisiin kiinteistä suhteellisiksi, jolloin ne mukautuisivat päästöoikeuksien kokonaismäärän laskiessa. Raja-arvon ylittyessä

varantoon siirrettävien päästöoikeuksien osuutta huutokaupattavasta määrästä alennettaisiin 24 prosentista 12 prosenttiin. Samalla varannosta vapautettavia määriä muutettaisiin niin, että järjestelmä tasaisi markkinan kiristymistä asteittaisemmin. Niin sanottu invalidaatio sääntö poistettaisiin. Jatkossa yli 400 miljoonan päästöoikeuden kertymää MSR:ssä ei enää automaattisesti mitätöitäisi, vaan oikeudet säilyisivät varannossa.

Ehdotuksen vaiheet
Seuraavaksi ehdotus etenee EU:n tavallisessa lainsäätämisjärjestyksessä. Sekä Euroopan parlamentti että jäsenmaiden neuvosto muodostavat omat kantansa komission esitykseen. Kun sekä parlamentilla että neuvostolla on kannat muodostettuna, käsitteily jatkuu niin sanotuissa kolmikantaneuvotteluissa komission, parlamentin ja neuvoston välillä.
Parlamentissa vastuuvaliokuntana toimii ympäristövaliokunta ENVI ja raportöörinä saksalainen EPP-meppi **Peter Liese**, joka on ollut keskeisessä roolissa myös aiemmissa päästökauppauudistuksissa. Neuvosto valmistelee oman yleisnäkemyksensä puheenjohtajamaan vetämänä jäsenmaiden työryhmissä sekä ministeritasolla. Neuvostolla ja parlamentilla on tavoitteena saavuttaa poliittinen yhteisymmärrys erittäin nopeasti, huhtikuuhun 2027 mennessä. ■



KUVA: EU / KOMISSION KUVAPALVELU

Obourigin sementtitehdas Belgiassa. Teollisuus aiheuttaa noin viidenneksen EU:n hiilidioksidipäästöistä ja lähes puolet päästökaupasektorin päästöistä.

Rahoituksen kohdentamisen tapa	Aikaväli	Kokonaismäärä / enimmäismäärä	Huomio
Innovaatorahasto	2030–2040	Rahoituspohjaa kasvatettaisiin 200 miljoonalla päästöoikeudella	Innovatiivisten ja ensimmäistä laatuaan olevien vähähiilisten teknologioiden tukeminen
Modernisaatorahasto	2030-luvulla	Kokonaismäärä riippuisi rahastolle ohjattavista päästöoikeuksista ja jäsenmaiden tukikelpoisuudesta	Alemman tulotason jäsenmaiden energia- ja teollisuusjärjestelmien vähähiilistämiseen
Päästökaupan investointivauhdittaja	Ennen vuotta 2030	Enintään 400 miljoonaa päästöoikeutta.	Nopea väline teollisuuden päästövähennysinvestointien käynnistämiseen kiinteällä hiilipreemiolla.
Teollisuuden vähähiilistämispankki	Vuodesta 2031 alkaen	Tavoitteena mobilisoida noin 100 miljardia euroa investointeja.	Tukisi kypsempien vähähiilisten teknologioiden laajamittaista käyttöönottoa kilpailutusten kautta.
Ilmaisjaon ehdollisuus	2030-luvulla	Laitosten saama ilmaisjako sidottaisiin Invest in EU-suunnitelmaan. Investointivaikutus voisi kokonaisuudessaan olla useampi sata miljardia euroa	Ohjaisi ilmaisjaon taloudellista arvoa laitosten omiin vähähiilistämisinvestointeihin.
Jäsenvaltioiden päästökauppatulojen käyttövelvoite	Vuodesta 2031 alkaen	Vähintään puolet jäsenvaltioiden huutokauppatuloista käytettäisiin ensisijaisesti ETS-sektorien vähähiilistämiskohteisiin. Investointivaikutus voisi nousta useisiin satoihin miljardeihin euroihin.	Ohjaisi kansallisia päästökauppatuloja takaisin teollisuuden, energiantuotannon ja liikenteen päästövähennyksiin.

Komission ehdotuksen päärahoituskanavat päästövähennysinvestointien vauhdittamiseksi.

gasmet
A Nederman Company

KNOW WHAT'S IN THE AIR

MONIKAASUMITTAUSTA ERI PROSESSEIHIN

GT7000 Tellus on kiinteästi asennettava FTIR-kaasuanalysaattori usean laitteen päästömittausjärjestelmiin. Se pystyy mittaamaan jopa 50 kaasua samanaikaisesti yhdestä näytteestä.

GT7000 Tellus sopii erinomaisesti vakaata toimintaa vaativiin käyttökohteisiin, joissa mittaukset ovat jatkuvia tai toistuvia. Sopivia käyttökohteita ovat esimerkiksi prosessikaasuanalyysi, hiilidioksidin talteenotto sekä erilaiset päästöjen mittaukset.



Lue lisää ratkaisustamme kotisivuiltamme ja tule kanssamme selvittämään, mitä ilmassa on. Gasmet Technologies Oy / www.gasmet.fi

REPower-hankkeet: PUHDAS ENERGIASIIRTYMÄ ja pitkän aikavälin ilmastoskenaariot

Sampo Soimakallio, johtava tutkija, Suomen ympäristökeskus

Kansallisen ilmastolain mukaiset pitkän aikavälin ilmastoskenaariot valmistuivat vuoden 2025 loppuun mennessä. Nämä skenaariot kuvaavat Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä vuoteen 2055 saakka erilaisten taustaoletusten avulla. Erityisesti ilmastolain mukaisen hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen vuoteen 2035 mennessä on haastavaa ja edellyttää muiden toimien ohella metsien hakkuiden vähentämistä.

Kansallinen ilmastolaki (Finlex 2022) määrittää, että valtioneuvosto hyväksyy vähintään kerran kymmenessä vuodessa pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman, jossa on esitetty taakanjako-, päästökauppa- ja maankäyttösektorin yhteenlaskettujen kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistumien kehitystä koskevat skenaariot, jotka kattavat vähintään seuraavat 30 vuotta. Pitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (Huttunen ym. 2026) hyväksyttiin ilmastolain mukaisesti vuoden 2025 loppuun mennessä.

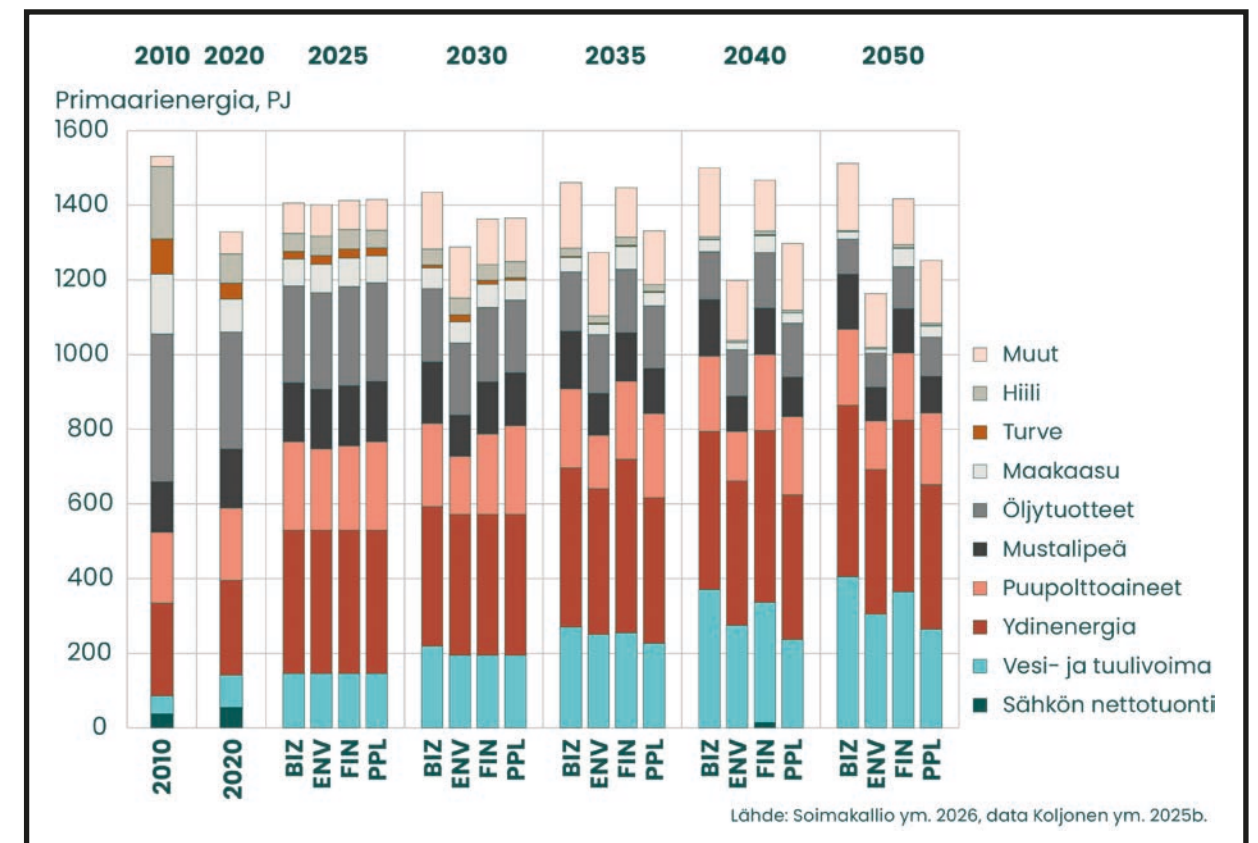
Ilmastolain mukaisen pitkän aikavälin suunnitelman taustaskenaariot laadittiin ennalta määritetyn ja yhteisen suunnitelman mukaan, kahden EU REPower -instrumentin rahoittaman hankkeen yhteistyönä. Hankeyhteistyö oli nimeltään Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO). Toinen hankkeista oli Suomen ympäristökeskuksen koordinoima Puhtaan energian siirtymä (REPower-CEST) -hanke, johon osallistuivat partnereina Geologian tutkimuskeskus GTK ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT (Syke 2026). Toinen hanke oli Luonnonvarakeskuksen REPower-hanke (Luke 2026). Pitkän aikavälin suunnitelman taustaskenaarioiden lisäksi KEITO-hankeyhteistyö tuotti

myös pääministeri **Petteri Orpon** hallituksen energia- ja ilmastostrategian sekä keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustaskenaariot, jotka on kuvattu raportissa Koljonen ym. 2025a.

Pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laadittiin neljä mahdollisimman erilaista tulevaisuudenkuvaa.

Pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laadittiin neljä vaihtoehtoista skenaariota, joissa pyrittiin laatimaan mahdollisimman erilaisia tulevaisuudenkuvia, joiden avulla voitaisiin hahmottaa Suomen mahdollisuuksia, haasteita sekä keskeisiä epävarmuuksia ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Skenaarioissa varioitiin keskeisiä lähtöoletuksia muun muassa asumisen, liikkumisen, teollisen rakenteen, maa- ja metsätalouden, käytettävissä olevien teknologioiden sekä kansalaisten arvojen ja asenteiden suhteen.

Pitkän aikavälin skenaarioiden laadinnassa hyödynnettiin laajaa sidosryhmätyöskentelyä kahdessa työpajassa, joista



Kuva 1. Kuvaajassa on esillä primaarienergian kokonaiskulutuksen kehitys vuosina 2010 ja 2020. Lisäksi eritellään pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laadittujen Markkinat edellä (BIZ), Ympäristö edellä (ENV), Suomi edellä (FIN) ja Yhteiskunta edellä (PPL) -skenaarioiden mukaiset tilanteet vuosina 2025–2050.

ensimmäinen pidettiin tammikuussa ja toinen huhtikuussa 2025. Laaditut skenaariot ovat nimeltään Markkinat edellä (Business First, BIZ), Ympäristö edellä (Environment First, ENV), Suomi edellä (Finland First, FIN) ja Yhteiskunta edellä (People First, PPL). Näiden skenaarioiden taustaoletukset, menetelmät ja tulokset on kuvattu raportissa Koljonen ym. 2025b.

Neljä eri tulevaisuutta

Markkinat edellä (BIZ) -skenaariossa talouskasvua vauhdittavat vapaa kauppa ja teknologianeutraali lähestymistapa, kun yritysten ilmastotavoitteet ohjaavat kehitystä. Teknologian ja palveluiden vienti sekä uudet investoinnit, kuten datakeskukset ja vedyn tuotanto, vahvistavat taloutta ja tukevat vihreää siirtymää. Suomi panostaa erityisesti terveys- ja hyvinvointiteknologiaan, korkeatasoiseen koulutukseen sekä työperäiseen maahanmuuttoon. Samalla alueelliset erot ja maaseudun väestökato aiheuttavat haasteita.

Ympäristö edellä (ENV) -skenaariossa kestävä kehityksen ja ilmastotavoitteiden toteutuminen edellyttää laajoja muutoksia politiikassa, taloudessa, yhteiskunnassa, teknologiassa ja arvoissa. EU:n ja Suomen asema ilmastojohtajina on vahva, mutta tavoitteiden saavuttaminen vaatii oikeudenmukaisia ratkaisuja, tehokasta sääntelyä ja laajaa yhteiskunnallista hyväksyntää. Taloudelliset ja turvallisuuteen liittyvät epävarmuudet sekä kansainväliset jännitteet luovat haasteita, kun taas innovaatiot, kiertotalous ja maailmanlaajuiset arvomuutokset tarjoavat uusia mahdollisuuksia.

Suomi edellä (FIN) -skenaariossa turvallisuusympäristön muutokset ja kiristyneet kansainväliset suhteet nostavat kansalliset intressit keskiöön. Talouden kehitystä ohjaavat korkeamman jalostusasteen vientituotteet, ja tuotantorakenteet suuntautuvat aiempaa vahvemmin EU-markkinoille. Väestön väheneminen ja työvoiman saatavuuden heikkeneminen muodostavat yhteiskunnallisia haasteita. Teknologinen

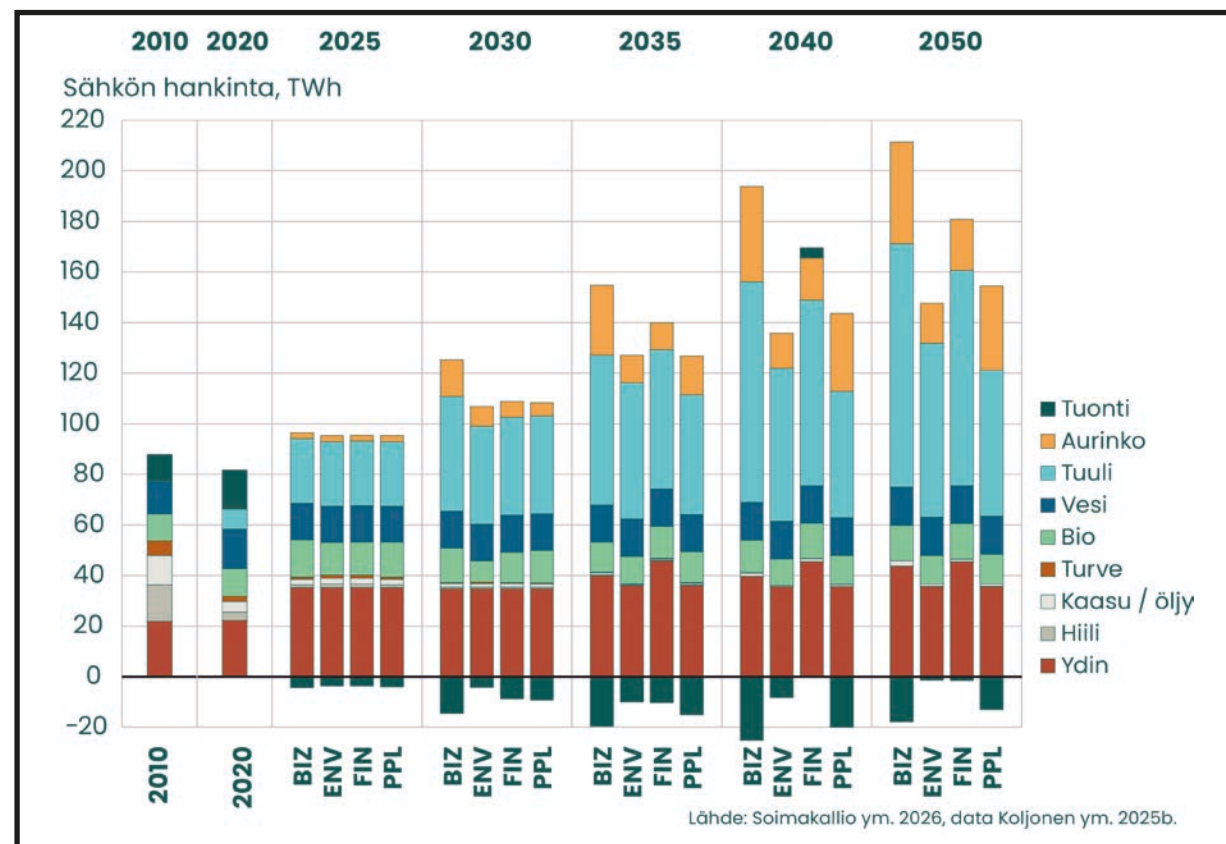
kehitys energian varastoinnin, sähköistymisen ja kiertotalousratkaisujen alueilla vahvistaa huoltovarmuutta ja parantaa resurssitehokkuutta. Arvomaailmassa korostuvat perinteiset arvot samalla, kun alueellinen ja sukupolvien välinen eriarvoisuus lisääntyy.

Ympäristö edellä -skenaario edellyttää laajoja muutoksia politiikassa, taloudessa, yhteiskunnassa, teknologiassa ja arvoissa.

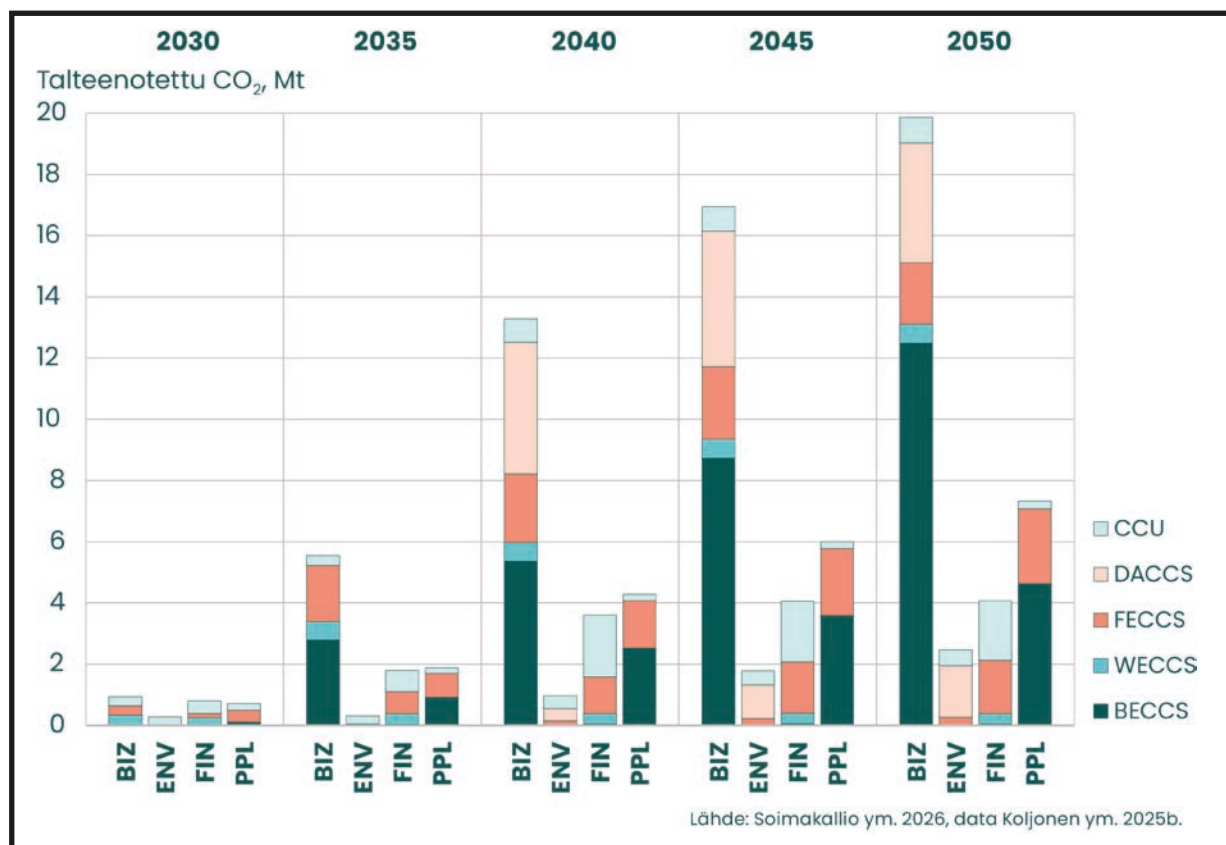
Yhteiskunta edellä (PPL) -skenaariossa korostuu uudenlaisen talousajattelu, kuten degrowth-ajattelu, jossa yksilöiden ja yhteisöjen näkökulmat huomioidaan aiempaa vahvemmin päätöksenteossa. Sosiaalisesta näkökulmasta painotetaan alueellista tasa-arvoa, resilienssiä sekä perinteisten elinkeinojen asemaa. Teknologia nähdään välineenä oikeudenmukaisuuden vahvistamisessa, ja energiamurroksessa korostuvat teknologianeutraalius sekä riittävän pitkä siirtymäaika. Ympäristökysymyksissä huomio kiinnittyy päätösten pitkän aikavälin vaikutuksiin, vihreän imperialismin ehkäisemiseen sekä paikallisten ratkaisujen merkitykseen.

Yhteisiä ja erottavia kehityskulkuja

Fossiilisten energialähteiden käyttö vähenee kaikissa skenaarioissa (kuva 1). Vuoteen 2035 mennessä hiilen käyttö supistuu murto-osaan nykyisestä, öljytuotteiden käyttö laskee noin puoleen ja maakaasun käyttö vähenee vähintään puoleen vuoden 2020 tasosta. Turpeen energiakäyttö päättyy lähes kokonaan vuoteen 2035 mennessä. Kehitystä ohjaavat pitkälti jo voimassa olevat politiikkatoimet, joten fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen jatkaa nykyistä



Kuva 2. Sähkönenergian kokonaishankinnan kehitys vuosina 2010 ja 2020, sekä pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laadittujen neljän skenaarion (BIZ, ENV, FIN ja PPL) mukaiset tilanteet vuosina 2025–2050.



Kuva 3. Hiilidioksidin talteenoton, hyötykäytön ja varastoinnin kehitys pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laaditussa Markkinat edellä (BIZ), Ympäristö edellä (ENV), Suomi edellä (FIN) ja Yhteiskunta edellä (PPL) -skenaariossa vuosina 2030–2050.

kehityssuuntaansa. Erot skenaarioiden välillä näkyvät ennen kaikkea liikenteessä sekä niillä teollisuuden aloilla, joissa fossiilisia polttoaineita käytetään raaka-aineina, mutta erot liittyvät pääasiassa muutoksen nopeuteen.

Tuuli- ja aurinkoenergian sekä lämpöpumppujen käyttö kasvaa merkittävästi kaikissa skenaarioissa verrattuna vuoden 2020 tasoon. Vuoteen 2035 mennessä tuulivoiman osuus Suomen primäärienergiasta nousee noin 15 prosenttiin, aurinkoenergian osuus noin 2–7 prosenttiin ja lämpöpumppujen osuus noin viiteen prosenttiin. Uusiutuvien energialähteiden osuus primäärienergiasta kohoaa kokonaisuudessaan noin 50–60 prosenttiin. Puupolttoaineet, erityisesti metsähaake ja mustalipeä, säilyvät kuitenkin edelleen merkittävämpänä uusiutuvan energian lähteenä (kuva 1).

Erot skenaarioiden välillä näkyvät ennen kaikkea liikenteessä sekä teollisuuden aloilla, joissa fossiilisia polttoaineita käytetään raaka-aineina.

Sähkön hankinta kasvaa kaikissa skenaarioissa vuoteen 2035 mennessä noin 1,5–2 -kertaiseksi ja jatkaa kasvuaan myös vuosina 2035–2050 (kuva 2). Suomi siirtyy vuositasona sähkön nettotuojasta nettoviejäksi. Sähkön loppukulutus lisääntyy erityisesti liikenteessä ja teollisuudessa kaikissa tarkastelluissa kehityspoluissa (Koljonen ym. 2025a; 2025b). Voimakainta kysynnän kasvu on Markkinat edellä -skenaariossa, jossa vedyn ja sähköpolttoaineiden tuotanto sekä ilmakehästä tapahtuva hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (DACCS) kasvattavat sähkön tarvetta merkittävästi (kuva 3). Tässä skenaariossa oletetaan myös muita vaihtoehtoja suuremmat datakeskusinvestoinnit sekä korkean arvonnallisuuden uusien tuotteiden, kuten solumaatalouden tuotteiden, tuotannon kasvu. Energian loppukulutus kuitenkin vähenee kaikissa skenaarioissa energiatehokkuuden paranemisen ja sektori-integraation etenemisen

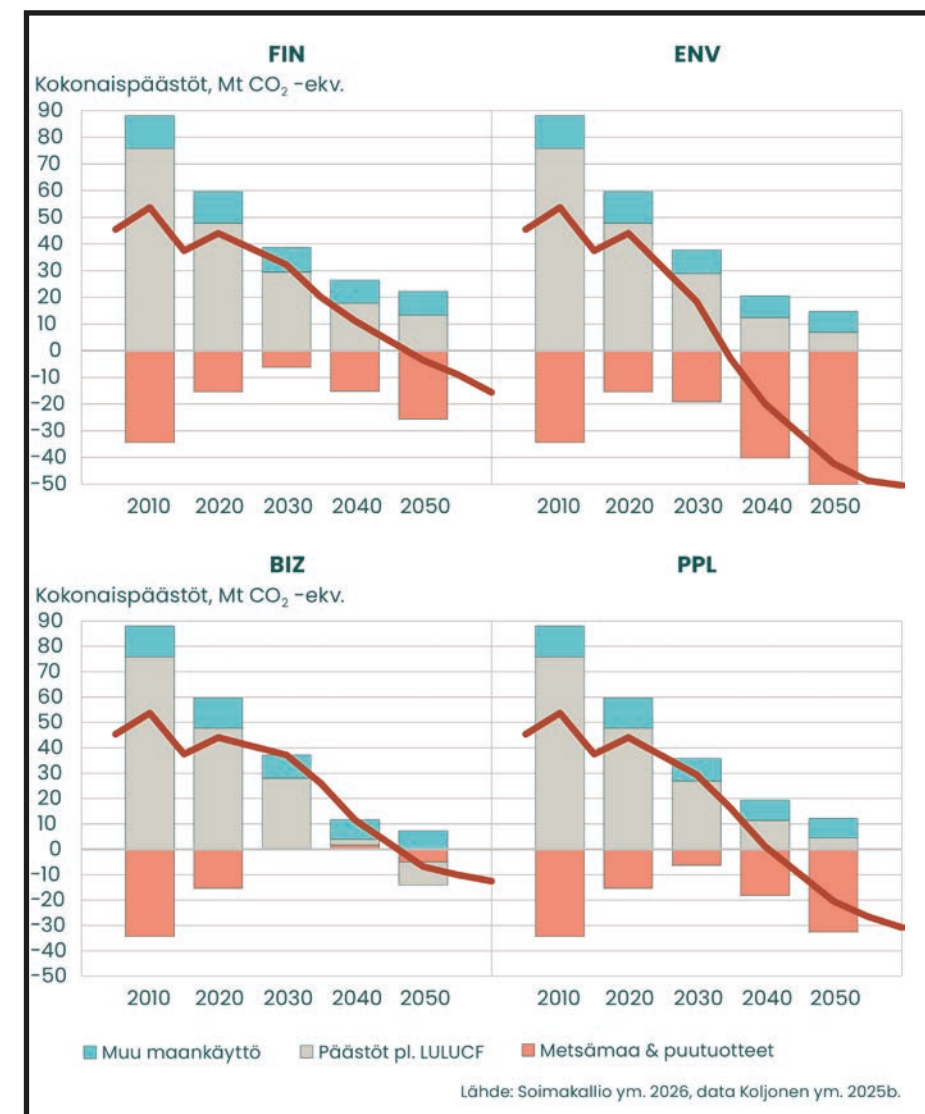
EU:n vuodelle 2030 asetettu sitova energian loppukulutustavoite saavutetaan kuitenkin ainoastaan Ympäristö edellä -skenaariossa, kun muissa vaihtoehtoisissa tavoite toteutuu vasta vuoden 2030 jälkeen.

myötä. EU:n vuodelle 2030 asetettu sitova energian loppukulutustavoite saavutetaan kuitenkin ainoastaan Ympäristö edellä (ENV) -skenaariossa, kun muissa vaihtoehtoisissa tavoite toteutuu vasta vuoden 2030 jälkeen.

Myös Suomen ilmastolain mukainen hiilineutraaliustavoite vuodelle 2035 saavutetaan ainoastaan Ympäristö edellä -skenaariossa (kuva 4). Skenaarioiden perusteella voidaan arvioida, että hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä on edelleen saavutettavissa, mutta se vaatii lisätoimia kaikilla sektoreilla. Erityisen tärkeää on maankäyttösektorin muuttaminen jälleen riittävän suureksi nettonieluksi, mikä onnistuisi vain hakkuiden määrää vähentämällä. Samalla fossiilisten polttoaineiden on luovuttava kaikilla sektoreilla, mikä edellyttää laajoja rakenteellisia muutoksia yhteiskunnassa.

Skenaarioista opittua

Pitkän aikavälin taustaskenaariot osoittavat, että ilmastotavoitteisiin johtavat polut voivat erota toisistaan huomattavasti riippuen globaalista ja kansallisesta sosioekonomisesta kehityksestä, luonnonvarojen hyödyntämisestä, sekä teknologioiden kehityksestä ja käyttöönotosta. Samalla



Kuva 4. Kuvaajien vasemmanpuoliset pylväät kuvaavat kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien kehitystä vuosina 2010 ja 2020. Seuraavat pylväät kuvaavat pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustalle laadittujen neljän skenaarion mukaisia tilanteita vuosina 2030, 2040 ja 2050 yhteenlaskettuna, sekä erikseen päästökauppa- ja taakanjakosektorilla mukaanlukien teknologiset poistumat (Päästöt pl. LULUCF), metsämaalla ja puutuotteissa sekä muissa maankäyttöluokissa (viljelysmaa, ruohikkoalueet, kosteikot ja rakennettu maa).

ympäristövaikutukset ja niihin liittyvät haasteet painottuvat eri tavoin eri skenaarioissa. Keskeisiä haasteita ovat maankäytön lisääntyminen, puhtaan energiajärjestelmän vaatima infrastruktuurin rakentaminen, kriittisten raaka-aineiden tarve sekä murroksen ja siihen liittyvien politiikkatoimien sosiaaliset vaikutukset.

Pitkän aikavälin skenaarioille ei tehty varsinaista ympäristövaikutusten arviointia. Ympäristöön ja ihmisiin kohdistuvat vaikutukset riippuvat paitsi uusiutuvien ja uusiutumattomien resurssien tarpeesta ja niiden tuotantotavoista myös niistä ohjauskeinoista, joilla skenaarioiden mukainen kehitys toteutettaisiin. On kuitenkin perusteltua arvioida, että Ympäristö edellä -skenaariossa haitalliset ympäristövaikutukset jäävät vähäisimmiksi, koska siinä saavutetaan ilmastotavoitteet ja luonnonvarojen käyttöä ohjataan sääntelyn avulla.

On kuitenkin perusteltua arvioida, että Ympäristö edellä -skenaariossa haitalliset ympäristövaikutukset jäävät vähäisimmiksi, koska siinä saavutetaan ilmastotavoitteet ja luonnonvarojen käyttöä ohjataan sääntelyn avulla.

Haitallisten ympäristövaikutusten vähentämisen ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden toteutumisen kannalta keskeinen kysymys on, miten ohjauskeinot suunnitellaan niin,

että ilmastotavoitteet ja puhtaan energian siirtymä voidaan toteuttaa mahdollisimman kestävällä tavalla. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää ennen kaikkea poliittista tahtoa sekä olemassa olevan tiedon tehokasta hyödyntämistä – ja edelleen kehittämistä. ■

Lähtet:

Huttunen, R., Kuuva, P., Lemström, B., Hirvonen, P., Kinnunen, M. 2026. Pitkän aikavälin ilmastosuunnitelma. Työ- ja elinkeinoministeriö 2026-02-24.

Koljonen, T., Soimakallio, S., Silfver, T., Kivinen, M. (toim.). 2025a. Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja VTT Technology 442.

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Kivinen, M., Aakkula, J., Haakana, M. ym. 2025b. Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustaselvitys. VTT Technology 443.

Luke 2026. REPower -Ratkaisuja energiamurroksen haasteisiin ja mahdollisuuksiin. <https://www.luke.fi/fi/projektit/repower> (viitattu 15.8.2026)

Syke 2026. Puhtaan energiajärjestelmän siirtymä (REPower-CEST). <https://hiilineutraalisuomi.syke.fi/projektit/repower-cest/> (viitattu 15.8.2026).



KUVA: MATT BOITOR / UNSPLASH

VANHAT AUTOT ja polttomoottoriperäisten pienhiukkasten lukumääräpäästöt

Pienhiukkasten lukumääräpäästön jakautumista on hiljattain tutkittu Suomessa, ja autojen väleillä on todettu suuria eroja. Hiukkassuodattimet ovat vähentäneet merkittävästi kiinteiden hiukkasten lukumääräisiä päästöjä. Lisäksi erityisesti ilmanlaatuvaikutusten kannalta päästön muuntumisella ulkoilmassa on merkitystä.

Ville Leinonen, tutkijatohtori, Tampereen yliopisto

Polttomoottoripäästöt muodostavat osan autoilun kokonaispäästöistä ja vaikuttavat osaltaan ilmanlaatuun. Muut vaikuttavat päästöt ovat ei-poltto-peräisiä, kuten jarru- ja rengaspäästöjä sekä autoilun nostattamaa katupölyä. Poltto-peräiset hiukkaspäästöt ovat pääasiassa nanometriskaalassa, joten ne ovat myös keuhkoihin päätyvien pienhiukkasten kannalta sopivan kokoisia.

Tutkimme polttoainekäyttöisten autojen pienhiukkaspäästöjä moottoriteajossa ja Euroopan uudessa katsastusmittauksessa (European New Periodical Technical Inspection, NPTI), jossa tutkitaan myös moottorista tulevien pienhiukkasten lukumäärää (particle number, PN). Tässä kirjoituksessa keskitytään alle 3,5 tonnia painavien ja pääosin henkilöautotyyppisten autojen päästötuloksiin.

Aineisto ja menetelmät

Katsastuspäästö mitataan nPTI-mittauksessa moottorin tyhjäkäynnistä. Mittauksella tarkastellaan auton päästöjä muun muassa rikkoontuneiden hiukkassuodattimien löytämiseksi. Mittaus voisi olla tehokas tapa löytää suuripäästöiset autot, jos matala tyhjäkäynnin mittaustulos vastaa myös matalaa ajamisen päästöä. Tutkimuksen yhteistyökumppanina katsastusmittausten osalta toimi Dekati Oy, joka suoritti mittauksia heidän ePNC™-sensorillaan katsastusasemalla Tampereella.

Ajonaikaisia päästöjä tutkittiin tekemällä mittauksia liikenteessä Tampereen yliopiston mobiililaboratoriolla. Mittauksissa ajettiin auton perässä ja mitattiin ajoneuvon pakokaasua mobiililaboratoriossa olevilla varsin kattavilla laitteistoilla. Tutkimuksessa kehitetyllä menetelmällä saatiin laskettua ajoneuvon päästökertoimet eri yhdisteille.

PUHTAAMMAN ILMAN PUOLESTA



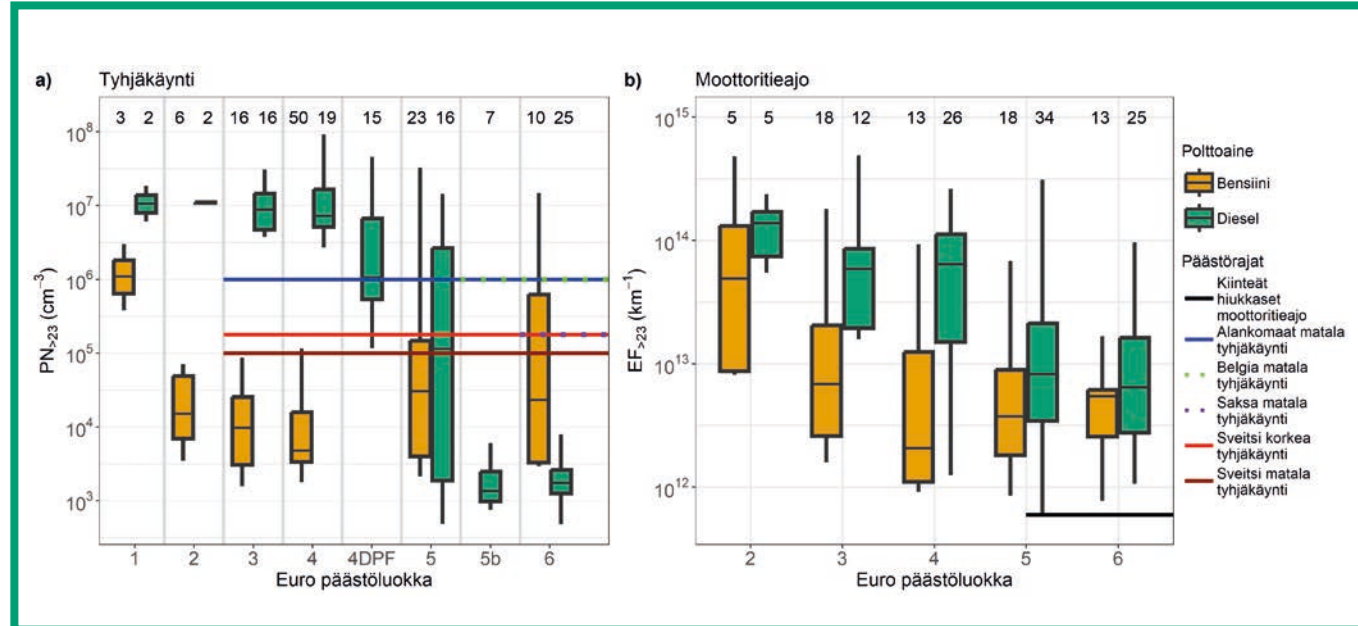
ILMANLAADUN MITTAUKSET



KALIBROINTIPALVELUT



KONSULTOINTI



Kuva 1: a) Yli 23 nm kokoisten kiinteiden hiukkasten lukumääräpäästöjen jakautuminen Euro-päästöluokittain diesel- (vihreät laatikot) ja bensiiniautoille (keltainen) tyhjäkäyntimittauksissa. Lisäksi katsastusmittaukselle asetetut rajat eri Keski-Euroopan maissa on esitetty uusimmille Euro-luokille. b) Tuoreiden hiukkasten lukumäärän päästökerrointen (> 23 nm hiukkasta/kilometri) jakautuminen moottoritieajossa Euro-päästöluokittain diesel- ja bensiiniautoille.

Mittauksissa tutkittiin satoja autoja, joista laadunvarmuksen jälkeen reilu 200 autoa per mittaustapa käytettiin analyysissä. Jälkikäteen pystyttiin toteamaan, että molempien mittausten autokannat vastasivat varsin hyvin suomalaista autokantaa.

Katsastusmittauksissa mielenkiinto kohdistui niin sanottujen kiinteiden (solid) hiukkasten lukumäärään pakokaasussa. Kiinteät hiukkaset mitataan suoraan kuumasta pakoputkesta ennen niiden vuorovaikutusta ulkoilman kanssa, ja ne ovat myös tämänhetkisen päästösääntelyn keskiössä. Maantiejassa mobiililaboratoriolla mitattiin niin sanottua tuoretta (fresh) hiukkaslukumäärää, joka kuvaa päästöä pian pakoputkesta vapautumisen jälkeen. Päästö on kuitenkin tässä vaiheessa kerennyt viilenemään, jolloin osa kaasumaisista päästökomponenteista on ehtinyt tiivistyä kiinteisiin hiukkasiin ja uusien hiukkasten muodostus kaasumaisista yhdisteistä on alkanut. Näin ollen tuore päästö kuvaa hyvin ulkoilmassa havaittavaa auton päästöä ja on siksi myös ilmanlaatuvaikutusten kannalta kiinnostava. Tuore päästö ei ole vertailukelpoinen kiinteille päästölle asetettujen päästö-rajien kanssa, muun muassa tuoreen päästön ilmakehässä tapahtuneen muuntumisen vuoksi.

Uusien autojen suodattimet toimivat

Kun päästöjen jakautumista tarkasteltiin autokannan osalta, molemmissa tapauksissa bensiinikäyttöisten autojen hiukaspäästöt olivat lukumäärältään alemmalla tasolla jo ensimmäisistä 2000-luvun taitteesta valmistetuista Euro-päästöluokan autoista alkaen. Erityisesti tyhjäkäyntimittauksista (kuva 1a) nähdään, että dieselautoilla merkittävin lasku on Euro 5 -päästöluokkaan siirtyessä, johtuen hiukkassuodattimien käyttöönnotosta. Maantiejassa Euro 5 -luokasta eteenpäin varsinkin 23 nm:ä suurempien, eli kiinteinä hiukkasina säänneltyjen, hiukkasten lukumäärä on myös selvästi vanhempien autoja pienempi.

Tuoreiden hiukkasten määrä maantiejassa (kuva 1b) on kuitenkin moninkertainen verrattuna kiinteiden, säänneltyjen hiukkasten määrään. Päästön muuntuminen olisikin syytä ottaa huomioon tulevaisuuden sääntelyssä.

Kuten ehkä odotettuaikin, vanhemmat autot, joissa ei ole

hiukkassuodatinta, korostuvat autokannan kokonaispäästöissä. Katsastusmittauksella pystytään dieselautojen osalta paremmin arvioimaan myös ajonaikaista päästöä. Bensiiniautoille tilanne ei ole yhtä selvä. Auton ominaisuudet, jotka liittyvät bensiiniautoilla pieneen tyhjäkäyntipäästöön, eivät merkitse pientä ajonaikaista päästöä. On kuitenkin huomiotava, että emme mitanneet samoja autoja katsastus- ja ajonaikaisissa mittauksissa, vaan teimme tilastollista päättelyä autojen ominaisuuksiin (ikä, moottorin koko, ym.) perustuen.

Päästöjen jakautuminen autokannassa

Ajokilometrit huomioiden noin 10 prosenttia autoista tuottaa noin puolet pienhiukkasten lukumääräisistä päästöistä moottoritieajossa. Tyhjäkäyntimittauksessa noin viisi prosenttia autoista tuottaa noin puolet hiukaspäästöistä. Päästöjen jakautuminen autokannassa on hiukkaslukumäärässä tarkkailtuna huomattavasti epätasaisempaa kuin vaikkapa hiilidioksidin osalta. Jos hiukaspäästöjä ja ilmanlaatuvaikutuksia haluttaisiin vähentää normaalia autokannan uusiutumista nopeammin, hiukkaslukumäärään vaikuttavia autojen teknisiä ominaisuuksia lienee mahdollista hyödyntää myös esimerkiksi osana romutuspalkkiojärjestelmän kriteereitä.

Tutkimuksen jatko ja rahoitus

Tutkimussuunta autokannan päästöjen osalta on jatkunut myös tässä artikkelissa käsiteltyjen tutkimusten jälkeen. Hiukkasmassan, mustan hiilen ja typen oksidien osalta asiaa tutkiva artikkeli on vertaisarvioinnissa. Vuoden 2026 aikana aineistoa on myös täydennetty uusilla tyhjäkäynti- ja maantiejamittauksilla, joilla pyritään saamaan entistä kattavampi kuva uusien autojen päästöistä. Maantiejassa tutkitaan myös kiinteiden hiukkasten päästöjen yhteyttä tuoreiden hiukkasten päästöihin. ■

Tutkimus on toteutettu apulaisprofessori **Panu Karjalaisen** akatemiutkimusprojekteissa (EFFi ja MEAPS) sekä AHMA-yhteishankkeessa (Jane ja Aatos Erkon säätiö yhdessä Itä-Suomen yliopiston tutkimusjohtaja **Sanntu Mikkosen** kanssa). Tutkimusten tekoon osallistui tutkijoita Tampereen yliopistosta, Itä-Suomen yliopistosta ja Dekati Oy:stä.



Kuva 2: Moottoritieajomittauksia toteutettiin Tampereen yliopiston Aerosolien ja hivenkaasujen mobiililaboratoriolla (Aerosol and Trace Gas Mobile Laboratory, ATMo-Lab).

Tutkimusjulkaisut:

Leinonen, V., Mikkonen, S., Oikarinen, H., Olin, M., Lambaerts, P., Nikka, M., Hölttä, M., Arffman, A., and Karjalainen, P. (2026). Detection of high-emitters: Variables affecting particle number emissions in Finnish vehicle fleet. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 150, 105092, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2025.105092>

Olin M., H. Oikarinen, P. Marjanen, S. Mikkonen, and P. Karjalainen (2023). High Particle Number Emissions Determined with Robust Regression Plume Analysis (RRPA) from Hundreds of Vehicle Chases. *Environmental Science & Technology*, 57, 24, 8911–8920, <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c08198>

HNU Nordion Kaikki ilmanlaadun mittaukseen

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



Sähköauton jahtausmittauksia Alastarolla.

KUVA: VILLE LEINONEN

NEX-EL -projekti: ON MUITAKIN LIIKENNEPÄÄSTÖJÄ kuin pakokaasut

NEX-EL -projektissa tutkittiin sähköistymisen vaikutusta kaupunkiympäristön ilmanlaatuun. Päästölähteiden roolien kehitys tuo muutoksia lakeihin ja sääntelyyn. Vaikutukset näkyvät jo osalle autoilijoista uusina lisämaksuina.

Jussi Hoivala, väitöskirjatutkija, Tampereen yliopisto

Liikenneperäisistä päästöistä keskusteltaessa huomio kohdistuu usein ilmastomuutokseen ja hiilidioksidin ilmastoa lämmittävään vaikutukseen. Ilmanlaadun näkökulmasta keskusteluun nousevat puolestaan dieselmootoreiden typenoksidi- ja pienhiukkaspäästöt. Näiden päästöjen ulkopuolelle jää kuitenkin ilmanlaadun keskeinen mittari: hiukkasmassa (PM_{10} ja $PM_{2.5}$).

Katu ympäristössä hiukkasmassa yhdistetään erityisesti vuosittaiseen katupölykauteen, jolloin lumen sulaminen paljastaa talven aikana kertyneet hiekoitusmateriaalit ja ajoneuvot liikennöivät kuivilla kaduilla talvirenkailla. Näiden keskusteluiden rinnalla moni pohtii, onko liikenteen sähköistymisestä ilmaston pelastajaksi tai ilmanlaadun parantajaksi. Näitä monimuotoisia kysymyksiä tarkasteltiin Business Finlandin rahoittamassa NEX-EL -hankkeessa (Non-exhaust Emissions in Electrifying Mining and Urban Environment).

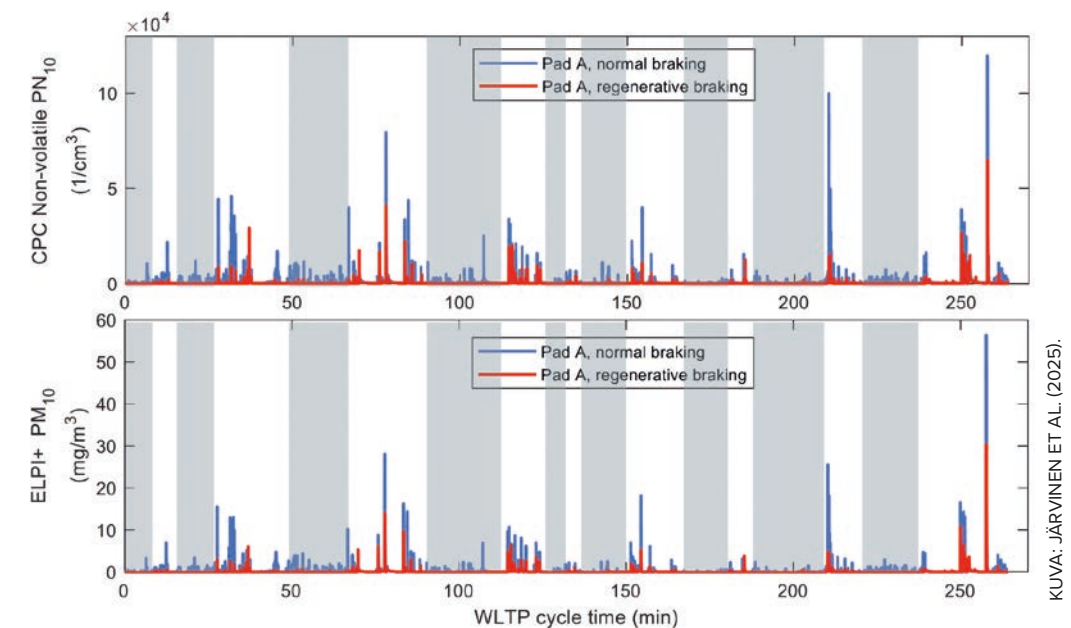
Tampereen yliopisto tutki kolmivuotisessa tutkimushankkeessa yhdessä VTT:n, Ilmatieteen laitoksen ja Oulun yliopiston kanssa sähköistymisen vaikutuksia ilmanlaatuun katu- ja kaivosympäristöissä. Hankkeessa toteutettiin mitauskampanjoita muun muassa Outokummun operoimassa

maalaisessa kaivoksessa Kemissä, Helsingin Mäkelänkadun mittausasemalla, VTT:n laboratorioissa Espoon Otaniemessä sekä Lundin yliopiston laboratoriossa Ruotsissa. Hankkeessa pyrittiin määrittelemään yksittäisten päästölähteiden, kuten jarrujen ja renkaiden, tuottamien hiukkasten ominaisuuksia laboratorio-olosuhteissa.

Kaivosilmaa ja jarrudynamiikkaa

Konkreettisten mittausten lisäksi Ilmatieteen laitos ja Oulun yliopisto toteuttivat mallinnustyötä muun muassa kehittämällä kaivosympäristöön soveltuvan ilmanlaatu-tietoisesta digitaalisen kaksosen. Mittauksissa tuotettu data toimii sekä ilmanlaatumallien syötteinä että niiden validoinnin työkaluna. Yhtenä hankkeen päätavoitteista oli löytää yksittäisille päästölähteille ominaisia sormenjälkiä, eli hiukkasten ja kaasujen ominaisuuksien yhdistelmiä, joiden avulla eri päästölähteet voidaan erottaa toisistaan.

Toisena kiinnostavana tutkimuskohteena hankkeessa selvitettiin täyssähköisten ajoneuvojen jarrudynamiikkaa. Erityisesti tutkittiin, miten akuston tuoma lisämassa ja energian talteenotto eli regeneratiivinen jarrutus vaikuttavat jarrupäästöihin. Tätä selvitettiin VTT:n laboratoriossa jarrudynamometrillä simuloimalla ajosyklejä erilaisilla



KUVA: JÄRVINEN ET AL. (2025).

Regeneraation vaikutus jarrupäästöihin. Yllä haihtumattomien hiukkasten lukumääräpitoisuus ja alla massapitoisuus. Punaisella esitetty regeneratiivisella jarrutuksella tuotettu pitoisuus on jatkuvasti alempi kuin sinisellä esitetty tavanomaisella jarrutuksella tuotettu pitoisuus.

ajoneuvomassoilla ja hidastuvuuksilla.

Vanhempi tutkija **Anssi Järvinen** esitteli tutkimuksen tuloksia Zürichissä Sveitsissä järjestetyssä arvostetussa NPC-konferenssissa. Regeneratiivisella jarrutuksella näyttää olevan suurin vaikutus korkeimpien päästöpiikkien vähentämisessä. Yhteenvetona Järvinen toteaa, että regeneratiivisella jarrutuksella voidaan vähentää jarrupäästöjä jopa 60 prosenttia. Kun tähän yhdistetään sopiva jarrupalamateriaalin valinta, voidaan saavuttaa jopa 90 prosentin päästövähennys. Ajoneuvon massan vaikutus ei kuitenkaan ollut yhtä yksiselitteinen kuin voisi intuitiivisesti olettaa. Tulokset olivat Järvisen mukaan vaihtelevia, eikä selkeää johtopäätöstä voitu tehdä.

Takaa-ajoa Alastarolla

Projektissa toteutettiin myös sähköautojen takaa-ajomittauksiin perustuva mittauskampanja Tampereen yliopiston mobiililaboratoriolla (ATMo-Lab) Alastarolla. Sijainti soveltuu tällaiseen tutkimukseen erinomaisesti erittäin matalien taustapitoisuuksien ja pitkän suoran ansiosta. Tasaisella nopeudella ajettaessa sähköautosta on näissä olosuhteissa hyvin vaikea havaita minkäänlaisia päästöjä. Kuten aiemmin todettiin, tien kunnossapitotoimenpiteillä, kuten suolauksella ja hiekoituksella, on suuri vaikutus kaikkien ajoneuvotyyppien nostattamaan katupölyyn. Myös alueen sadehistoria vaikuttaa tien puhtauteen ja sitä kautta päästöpotentiaaliin. Toisaalta jarrupäästöt olivat tässäkin tutkimuksessa helposti havaittavissa. Jarrutuksia ei kuitenkaan tehty takaa-ajomittausten aikana, vaan mobiililaboratorio sijoitettiin tien varteen ja jarrutuskokeet suoritettiin turvallisen välimatkan päässä siitä.

Päästöjen politiikkaa

Sähköistymisen vaikutukset päästöihin ja ilmanlaatuun on huomioitu myös päättäjätasolla. Vuonna 2024 Euroopan komissio esitti uuden Euro 7 -sääntelyn (EU 2024/1257), joka sisältää rajoituksia myös rengas- ja jarrupäästöille. Rajoituksia otetaan käyttöön vaiheittain tulevina vuosina.

Suomessa Helsingin kaupunki oli aloitteellinen vuonna 2022 asettamalla Lönnrotinkadulle nastarengaskiellon, joka on viimeisimmän tiedon mukaan voimassa vuoteen 2028. Tämä koskee kuitenkin vain yhtä katu. Norjassa nastarengas on haluttu rajoittaa laajemmin; muun muassa Oslo,

Trondheim ja Bergen ovat ottaneet käyttöön käytännössä koko kaupunkia koskevan nastarengasmaksun (City of Oslo, 2025). Nähtävissä on, että vastaavia maksuja on tulossa käyttöön myös muualle. Suomessa nastarengas ovat yleisin talvirengastyypit, noin 76 prosentin osuudella. Loput 24 prosenttia ovat kitkarengas, joiden osuus on kylläkin kasvussa. Suomi on kuitenkin suuri maa ja alueelliset vaihtelut voivat olla suuria – Hangon talviolosuhteet poikkeavat melkoisesti Utsjoen talvipakkasista.

Sähköistäminen vie voiton

Tutkimuskonsensus on, että sähköistymisellä on kokonaisuutena positiivinen vaikutus ympäristöön. Das ym. (2024) toteavat autojen elinkaaren keskittyvässä kirjallisuuskatsauksessaan, että sähköautot ovat ilmanlaadun ja ympäristön kannalta polttomoottoriautoja parempi vaihtoehto. Samalla he kuitenkin huomauttavat, että energian tuotantotavalla on merkittävä vaikutus siihen, kuinka tehokkaasti sähköautot vähentävät ympäristövaikutuksia.

Kehityssuunta näyttää olevan, että pakokaasupitoisuudet kaupunkiympäristöissä vähenevät, mutta muiden liikenneperäisten päästöjen suhteellinen osuus voi kasvaa. Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimusta erityisesti jarru- ja rengaspäästöjen terveysvaikutuksista, jotta yhteiskunnan eri toimijat voivat kohdistaa päästövähennystoimensa mahdollisimman tehokkaasti. ■

Lähteet:

City of Oslo. 2025. Studded tyre fee. Saatavilla: <https://www.oslo.kommune.no/english/street-transport-and-parking/studded-tyre-fee/> Viitattu 19.8.2026.
European Parliament & Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1257 of 24 April 2024 on type-approval of motor vehicles and engines with respect to their emissions and battery durability (Euro 7). Official Journal of the European Union, L 2024/1257. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1257/oj/eng>
Järvinen, A. (19.6.2025). Effect of pad material and regenerative braking on brake wear emissions [Suullinen esitys]. ETH Nanoparticles conference (NPC), Zürich, Switzerland.

MOOTTOROITUJEN KAKSIPYÖRÄISTEN pakokaasupäästöt ja sekundääri- hiukkasmuodostus ilmakehässä

Moottoroitujen kaksipyöräisten muita ajoneuvoluokkia löyhempi päästölainsäädäntö on korostanut niiden roolia globaalisti keskeisenä liikenteen päästölähteenä. Erityisesti useilla huonosta ilmanlaadusta kärsivillä alueilla moottoripyörien ja mopojen osuus ajoneuvokannasta on merkittävä. Päästötutkimuksessa kaksipyöräiset ovat kuitenkin jääneet suurempien ajoneuvoluokkien varjoon, mikä hidastaa päästövähennystoimia. Keväällä julkaistu diplomityö pyrkii vastaamaan tähän tietotarpeeseen.

Kuisma Vesisenaho, väitöskirjatutkija, Tampereen yliopisto

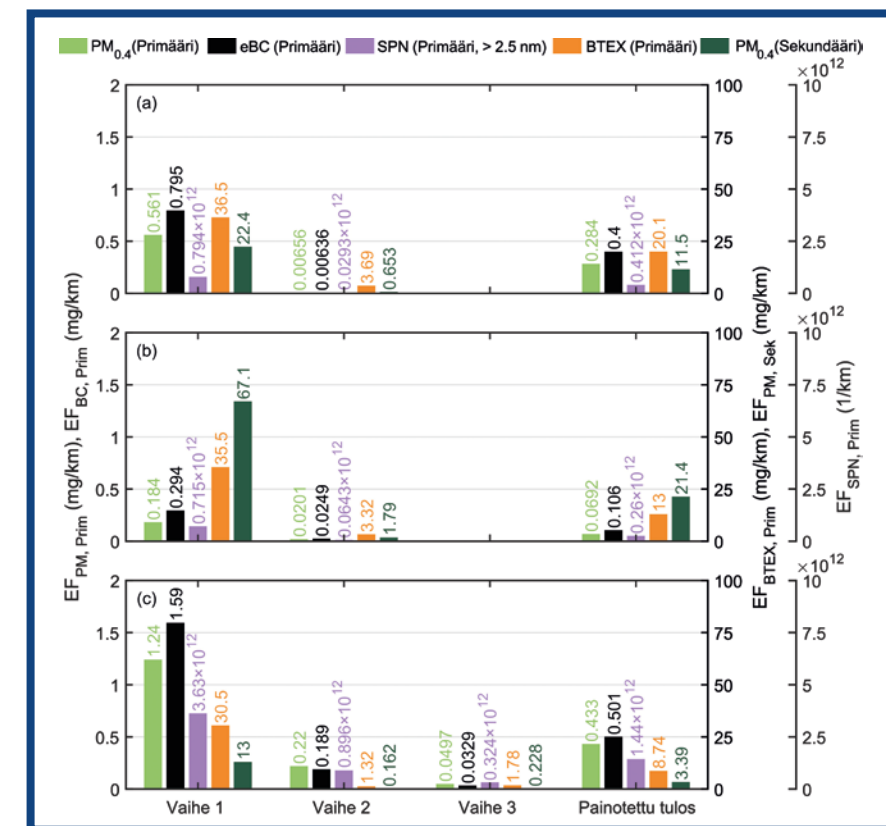
Liikenteen hiukkas- ja kaasumaisilla pakokaasupäästöillä on havaittu olevan keskeinen rooli erityisesti tiheästi asutettujen alueiden ilmanlaadussa. Kyseisten päästöjen haitallisia terveysvaikutuksia sekä vaikutusta ilmakehän prosesseihin, ja siten ilmastoon, on pyritty ehkäisemään asteittain tiukentuvan ja laajentuvan päästölainsäädännön keinoin. Euroopan Unionilla on ollut keskeinen rooli liikenteen päästölainsäädännön suunnannäyttäjänä Euro-päästörajoitusten kautta.

Myös moottoroidut kaksipyöräiset kuuluvat Euro-päästörajoitusten piiriin osana L-ajoneuvoluokkaa. Kyseisen ajoneuvoluokan nykyiset vuonna 2020 voimaan astuneet Euro 5 -päästörajoitukset (EU, 2013, s. 117) ovat kuitenkin kattavuudeltaan suppeampia verrattuna henkilöautojen ja raskaan liikenteen rajoituksiin. Esimerkiksi kiinteiden hiukasten lukumäärää (SPN) ei nykyisellään rajoiteta lainkaan, vaikka henkilöautoille ensimmäiset rajoitukset ovat astuneet voimaan jo vuonna 2011. Löyhempien päästörajoitusten seurauksena polttomoottorikäyttöisten moottoripyörien ja mopojen roolin liikenteen kokonaispäästöissä on arvioitu kasvaneen (Giechaskiel et al., 2015).



Kuva 1. Mittaukset toteutettiin laboratorio-olosuhteissa hyödyntäen alustadynamometriä.

KUVA: PAULI SIMONEN



Kuva 2. 50-kuutioisen (a), 300-kuutioisen (b) ja 1200-kuutioisen (c) pyörän päästökertoimet WMTC-syklin eri vaiheissa, joista kolmas ajettiin ainoastaan 1200-kuutioisella pyörällä, sekä painotettuna päästölainsäädännön mukaisesti koko syklin yli.

Pyörien päästöjen alueelliseen merkittävyyteen vaikuttaa merkittävästi niiden yleisyys kulkutapana. Näin ollen suomalaisesta näkökulmasta kaksipyöräisten rooli liikenteen päästöissä on todennäköisesti vähäinen. Globaalisti tarkasteltuna tilanne on kuitenkin toinen, sillä monessa ilmanlaatuhaasteiden kanssa painivassa ja tiheästi asutussa maassa moottoripyörät ja mopot ovat pääasiallinen liikkumismuoto (Eccarius & Lu, 2020).

Syyt moottoroitujen kaksipyöräisten löyhemmille päästörajoituksille, ja siten myös heikommille päästövähennystoimille, kumpuavat osaltaan teknisen toteutuksen haasteista, joita ajoneuvon pienempi koko luo esimerkiksi jälkikäsiteltyjärjestelmälle. Päästövähennystoimia on kuitenkin hidastanut myös tutkimustiedon puute. Euro 4 - tai Euro 5 -pyörien osalta tutkimustuloksia on hyvin rajoitetusti saatavilla, ja esimerkiksi niiden mustan hiilen (BC) päästöjä tai sekundäärihiukkasmuodostusta ei ole tutkittu lainkaan. Näihin tietotarpeisiin keväällä julkaistu diplomityö pyrkii vastaamaan (Vesisenaho, 2026).

Laboratoriomittaukset Kreikassa

Tutkimuksen kokeelliset mittaukset suoritettiin moottoripyöräalustadynamometrillä (kuva 1) Thessalonikissa, Kreikassa. Tampereen yliopiston mittalaitteet sekä Thessalonikin Aristoteles yliopiston laboratorio-olosuhteet ja tyyppihyväksyntäasetusten mukainen mittausjärjestely tarjosivat ainutlaatuisen mahdollisuuden tutkia sekä primääripäästöjä että sekundäärihiukkasmuodostusta. Mittalaitteisto sisälsi muun muassa aerosolimassaspektrometrin (AMS), hivenkaasuja mittaavan massaspektrometrin (PTR-ToF) ja päästön ikääntymistä ilmakehässä simuloivan hapetusvirtauskammion (OFR).

Mittauskampanjan aikana mitattiin kolme erilaista pyörää: 50-kuutioinen Euro 5 -skootteri, 300-kuutioinen Euro 4

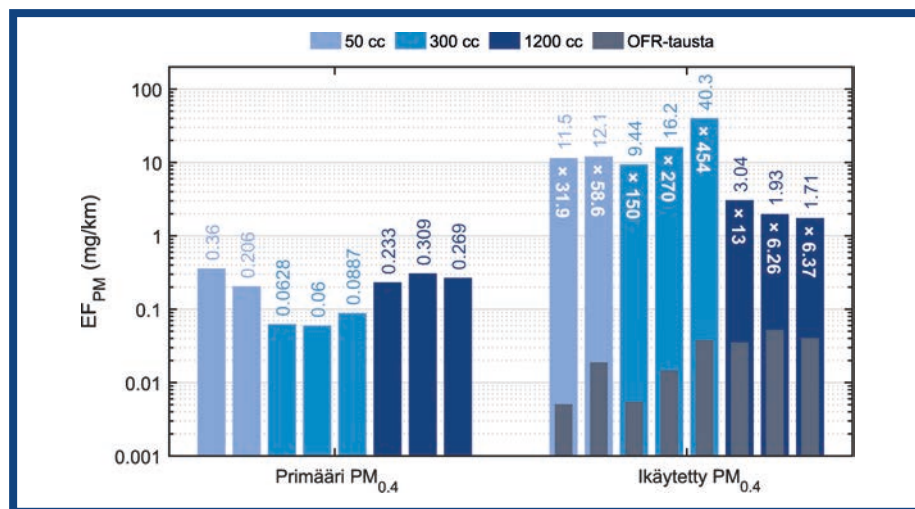
-moottoripyörä ja kampanjan alkaessa vielä julkaisematon 1200-kuutioinen Euro 5 -moottoripyörä. Kaikkien kolmen pyörän moottorit olivat epäsuoralla bensiiniruiskutuksella (PFI) toimivia nelitahteja. Kyseisillä pyörillä ajettiin useita toistoja tyyppihyväksynnän mukaisesta WMTC-ajosyklistä sekä kylmäkäynnistyksen kera että lämpimällä moottorilla.

Uusia tuloksia primääripäästöistä

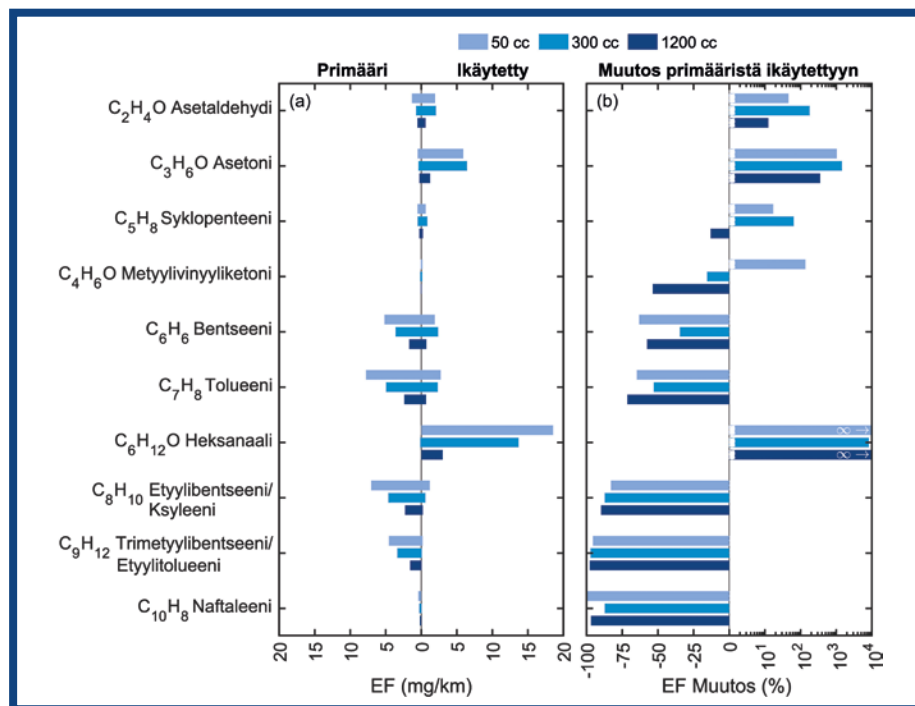
Primääripakokaasupäästöjen, eli suoraan pakoputkesta mitattavien päästöjen, osalta kaasumaisten päästöjen rajoitukset alittuivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Hiukkasmassan (PM) tapauksessa päästöraja alittui kaikilla pyörillä selkeästi jokaisella toistolla. Kuva 2 kuitenkin osoittaa, että toistaiseksi rajoittamaton SPN-päästökertoimen ylitti isoimmalla pyörällä henkilöautoille asetetun 6×10^{11} 1/km rajan. Aikaisemmin Euro 5 -moottoripyörän, joita on tutkittu SPN-päästöjen osalta ainoastaan yhtä, ei ole havaittu ylittävän kyseistä raja-arvoa.

Tämän lisäksi erityistä uutuusarvoa tuloksiin toivat kuvan 2 BC-päästökertoimet, joita ei ole aikaisemmin julkaistu nelitahtisille kaksipyöräisille. Määritetyt ekvivalentin mustan hiilen (eBC) päästökertoimet vaihtelivat 0,10 ja 0,51 mg/km välillä ollen hieman suuremmat kuin PFI-moottorilla varustetuilla henkilöautoilla (Rönkkö et al., 2023). Samalla vertailu Euro 1 - ja Euro 2 -päästöluokkien kaksitahtipyöriin osoittaa, että BC-päästöt eivät ole vähentyneet päästörajoitusten tiukentuessa yhtä tehokkaasti kuin PM-päästöt (Clairotte et al., 2012).

Edellä kuvattujen päästökertoimien lisäksi uutena tuloksena moottoripyörien moottorijarrutuksen havaittiin aiheuttavan primäärihiukkaspäästöjä. Vastaava voiteluöljyn kytkeytyvä ilmiö on aikaisemmin havaittu henkilöautoilla ja raskailla ajoneuvoilla (Karjalainen et al., 2016; Rönkkö et al., 2014) mutta nyt ensimmäistä kertaa myös moottoripyörällä.



Kuva 3. Hiukkasmassan vertailu primääriin ja ikäytetyn pakokaasun välillä. Ikäytettyä massaa kuvaaviin pylväisiin on valkoisella fontilla merkitty kertoimet, joilla hiukkasmassa on primääristä kasvanut, ja jokaisen pylvään yläpuolella on esitetty päästökertoimet, joista on vähennetty OFR-tausta.



Kuva 4. VOC-pitoisuuksien vertailu primääriin ja ikäytetyn pakokaasun välillä absoluuttisesti (a) ja suhteellisesti (b).

Eroja sekundärihiukkasmuodostuksessa

Pakokaasun vapautuessa ilmakehään voivat sen kaasumaiset yhdisteet siirtyä hapettuessaan hiukkasfaasiin muodostaen lisää hiukkasmassaa. Tätä ilmiötä kutsutaan sekundärihiukkasmuodostukseksi. Sekundärihiukkasten muodostumispotentiaali voidaan pyrkiä simuloimaan nopeutetusti kuljettamalla pakokaasu voimakasta ultraviolettivaloa ja korkeaa hapetinpitoisuutta hyödyntävän hapetusvirtauskammion (OFR) läpi. Vertaamalla OFR:ää edeltävää ja sen jälkeistä hiukaspitoisuutta, kyetään arvioimaan pakokaasun sekundäripotentiaalia.

Tutkimuksessa tutkittujen pyörien sekundärihiukkasmassan muodostumispotentiaaleissa havaittiin merkittäviä eroja päästökertoimien vaihdellissa välillä 1,7–40,3 mg/km. Erityistä mielenkiintoa tuloksissa herätti se, että 300-kuutioinen moottoripyörä, jonka primäärihiukaspäästöt olivat selvästi

pienimmät, tuotti kaikkein suurimman sekundärihiukkasmassan, kuten kuva 3 osoittaa. Toisaalta suurimmat primääri-SPN -päästöt tuottaneen 1200-kuutioisen sekundäripotentiaali oli huomattavasti matalampi kuin muilla pyörillä. Nämä havainnot herättävät kysymyksen primäärihiukaspäästön ja sekundärihiukkasmuodostuksen mahdollisesta vaihdannaisuudesta.

Vertailu bensiinihenkilöautojen sekundärihiukkastuottoon viittaa siihen, että kaksipyöräisten sekundäripotentiaali on suurempi. Vastaavalla mittalaitteistolla bensiiniautojen sekundärihiukkasmassan päästökertoimiksi on mitattu 0,2–2,0 mg/km (Simonen et al., 2019). Kyseinen vertailu alleviivaa sekä kaksipyöräisten merkitystä ilmanlaatunäkökulmasta että tarvetta niiden sekundärihiukkasmuodostuksen nykyistä laajemmalle tutkimukselle.

Sekundäripäästöjen lähtöaineet

Keskeinen keino ehkäistä sekundärihiukkasmuodostusta on sekundärihiukkasten lähtöaineiden pitoisuuksien rajoittaminen pakokaasussa. Jotta tämä olisi mahdollista, tulee lähtöaineet tuntea. Näin ollen tutkimuksessa pyrittiin tunnistamaan keskeisimmät hivenkaasut, jotka johtavat sekundärihiukkasten muodostumiseen. Mittaustulokset osoittivat, että yli 90 prosenttia sekundärihiukkasista on koostumukseltaan orgaanisia. Tämä viittaa siihen, että haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) ovat tärkeitä lähtöaineita havaitulle sekundärihiukkasmuodostukselle.

Vertailemalla tuoreen ja ikäytetyn pakokaasun massaspektrometrillä määritettyjä VOC-pitoisuuksia, kuvan 4 mukaisesti, kyettiin tunnistamaan yhdisteitä, joilla on keskeinen rooli sekundärihiukkasten muodostuksessa. Potentiaalisen lähtöainejoukon muodostavat BTEX-yhdisteet, eli bentseeni, tolueneeni, etylibentseeni ja xyleeni, sekä trimetylibentseeni ja etyylitolueneeni. Näitä VOC:eja yhdistää niiden aromaattisuus ja kyky hapettua tehokkaasti autoksidaatioksi kutsutun ketjureaktion kautta. Näin ne saavuttavat matalamman haihtuvuuden ja voivat lopulta tiivistyä olemassa olevien hiukasten pinnalle (Iyer et al., 2023; Kroll and Seinfeld, 2008).

Toisaalta tämän tutkimuksen kuvassa 2 esitetyt päästökertoimet osoittavat, että BTEX-yhdisteiden päästöt eivät kykene yksin selittämään pyörien välisiä eroja sekundäriaerosolin muodostuksessa. Näin ollen sekundäriaerosolin muodostukseen vaikuttavien tekijöiden tutkimista on syytä jatkaa.

Yhteenveto ja jatkotutkimus

Tämän työn keskeisimmät tulokset on koottu sekä primääripäästöjen että sekundärihiukkasmuodostusten osalta kuvaan 5. Laboratoriomittauksissa havaittiin, että nykyiset päästöraajat alittava moderni Euro 5 -moottoripyörä voi ylittää

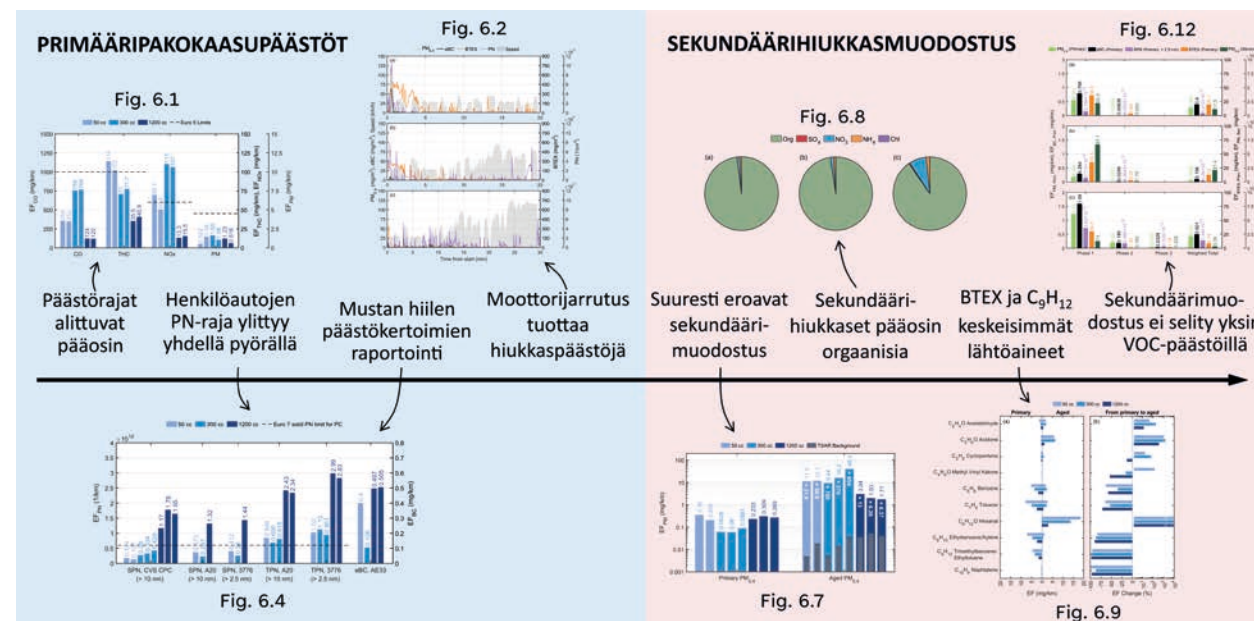
henkilöautoille asetetun SPN-rajan. Samalla mittaustulokset viittaavat siihen, että aikaisemmin nelitahtipyörille raportoitamattomat BC-päästökertoimet ovat henkilöautojen vastaavia päästökertoimia suuremmat. Lisäksi moottoripyörien raportitiin ensimmäistä kertaa tuottavan hiukaspäästöjä moottorijarrutuksen aikana.

Myös sekundärihiukkasmuodostuksen osalta päästökertoimien havaittiin olevan henkilöautoja merkittävämmät. Samalla kuitenkin huomattiin, että sekundärimuodostuksessa on suuruusluokkaeroja tutkittujen pyörien välillä. Yhteistä muodostuneille sekundärihiukkasille on kuitenkin niiden pääosin orgaaninen koostumus, mikä korostaa VOC:ien keskeistä roolia sekundärihiukkasmuodostuksessa.

Tämän tutkimuksen massaspektrometrianalyysi viittaa siihen, että BTEX-yhdisteet sekä trimetylibentseeni ja etyylitolueneeni toimisivat keskeisimpinä lähtöaineina. Toisaalta ajosyklin aikaiset päästökertoimet osoittavat, että näiden yhdisteiden pitoisuudet eivät yksinään selitä eroavaisuuksia eri pyörien sekundärihiukkasmuodostuksessa.

Koska tämän työn tutkimusaihe on osoittautunut mielenkiintoiseksi, verrattain vähän tutkituksi ja globaalisti merkittäväksi, jatkuu tutkimus seuraavaksi väitöskirjan muodossa. Diplomityön uutuusarvoa sisältävät tulokset sekä sen pohjalta heränneet uudet tutkimuskysymykset ovat johtaneet jatkotutkimusta tien päällä tapahtuviin jahtausmittauksiin kuluneen kesän aikana. Moottoripyörien ja mopojen osalta mobiililaboratoriolla toteutettujen jahtausmittausten tuloksia ei ole aikaisemmin julkaistu lainkaan, joten jälleen ollaan suurella mielenkiinnolla uuden edessä. ■

Diplomityö tehtiin TAU:n teknis-luonnontieteellisessä tutkinto-ohjelmassa ja osana Suomen Akatemian MEAPS-hanketta (354226). Kuvanumerointi viittaa diplomityön kuviin (Vesisenaho, 2026).



Kuva 5. Työn keskeisimmät tutkimustulokset primääripakokaasupäästöjen ja sekundärihiukkasmuodostuksen osalta.

Lähteet:

Clairotte et al. (2012). *Anal. Chim. Acta* 717, 28–38.
 Eccarius & Lu (2020). *Int. J. Sustain. Transp.* 14, 215–231.
 EU (2013). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 168/2013
 Giechaskiel et al. (2015). *SAE Int. J. Engines* 8, 2322–2337.
 Iyer et al. (2023). *Nat. Commun.* 14, 4984.
 Karjalainen et al. (2016). *Environ. Sci. Technol.* 50,

12504–12511.
 Kroll et al. (2008). *Atmos. Environ.* 42, 3593–3624.
 Rönkkö et al. (2014). *Environ. Sci. Technol.* 48, 2043–2050.
 Rönkkö et al. (2023). *Environ. Res. Lett.* 18, 033004.
 Simonen et al. (2019). *Environ. Pollut.* 255, 113175.
 Vesisenaho (2026). *Experimental quantification of primary and secondary exhaust emissions of two-wheelers (diplomityö)*. Tampereen yliopisto.



Helsingin Salmisaaren voimalaitos käytössä.



Salmisaaren voimalaitosalue sulkemisen jälkeen.

Neljännesvuosisadan kehityskaari

ENERGIAYHTIÖN NÄKÖKULMASTA

Helsingin energiahistorian suurin murros on tapahtunut viimeisen 25 vuoden aikana Helenin siirtyessä fossiilisesta tuotannosta kohti hajautettua, polttamatonta energiajärjestelmää. Kivihiilen polton päättyminen Salmisaarella keväällä 2025 pudotti koko kaupungin päästöjä noin kolmanneksen.

Timo Marttinen, tuotantopäällikkö, Helen Oy

Aloitin kesätyöt toukokuussa 2000 Helenillä (silloinen Helsingin Energia) ja siitä lähtien energia on ollut työni keskiössä. Työtehtävät ja vastuut ovat vaihtuneet vuosien varrella samalla kun tekniset ratkaisut ja ilmastopäätökset ovat ohjanneet toimintaa. Markkinatilanteet ovat vaihdelleet niin Suomessa kuin globaalisti. Nyt kun katsoo mitä kaikkea on viimeisen 25 vuoden aikana tehty, voi vain olla ylpeä siitä, mitä on saatu aikaan. Ratkaisut eivät aina ole olleet helppoja tai teknisesti järkeviä, mutta tavoite on ollut selvä ja sitä kohti on pyritty aina parhaalla mahdollisella tavalla.

Helenin päästökehitys vuoden 2000 jälkeen on keskeinen osa Helsingin ilmastohistoriaa. Kaukolämmöllä on ollut

Helsingissä poikkeuksellisen suuri merkitys ilmanpäästöjen kehitykseen, sillä noin 90 prosenttia rakennuskannasta lämmitetään kaukolämmöllä, jonka tuotanto perustui pitkään kivihiili- tai maakaasukäyttöisiin yhteistuotantolaitoksiin sekä lämpökeskuksiin. Vuosituhannen alussa lähtötaso oli vielä erittäin fossiilinen: energiajärjestelmä nojasi vahvasti voimalaitoksiin, joissa tuotettiin keskittynyt sekä sähköä että lämpöä. Valitettavasti 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun aikana päästöjen vuosittainen vaihtelu määräytyi ennen kaikkea sään ja markkinatilanteen mukaan, sillä ulkoista ohjauspainetta ei ympäristölupien lisäksi oikein ollut.

Vaikka vuoden 2000 jälkeen kehitys ei ole ollut suoraviivainen, niin tahtotila on ollut selvä: hiilidioksidi- ja muita kasvihuonekaasupäästöjä on pienennettävä merkittävästi. Tästä

hyvä esimerkki on Katri Valan lämpöpumpulaitoksen valmistuminen 2006. Laitos on edelleen maailman suurin hukkalämpöä hyödyntävä kaukolämpöä ja -jäähdytystä tuottava lämpöpumpulaitos. Helen palkittiin ilmastotoimistaan vuonna 2015 Global District Energy Climate Awards -kilpailun voittajana.

Muutos on kiihtynyt erityisesti 2010-luvun lopun ja 2020-luvun aikana, kun Hanasaaren B voimalaitos ja Salmisaaren B voimalaitos lopettivat toimintansa. Samalla kaukolämmön tuotantoa alettiin korvata lämpöpumpuilla, sähkökattiloilla, hukkalämmöillä, lämpövarastoilla, uusiutuvalla sähköllä ja kestäväällä bioenergialla.

Muutoksen kaari

Vuoden 2000 jälkeistä lähtötasoa voi kuvata fossiiliseen kaukolämpöön perustuvaksi energiantuotannon vaiheeksi. Helsingin Energian sähkön ja lämmön yhteistuotanto oli energiatehokasta, mutta ilmaston kannalta päästöintensivistä, koska polttoainevalikoimassa kivihiilellä oli suuri rooli ja maakaasu täydensi tuotantoa. Kaukojäähdytys alkoi Helsingissä 2000-luvun alussa, mutta sen päästövaikutus kokonaiskuvassa jäi pieneksi, vaikka lämpöpumpuilla tuotettiin sekä kaukojäähdytystä että kaukolämpöä. Energiantuotanto muodostui kaupungin päästöinventaarioissa keskeiseksi sektoriksi, ja Helsingin ympäristötilastojen mukaan suurin osa kaupungin kasvihuonekaasupäästöistä on perinteisesti syntynyt juuri energiantuotannosta.

Jos vuotta 2000 verrataan 2020-luvun puoliväliin, muutos näkyy ennen kaikkea tuotantorakenteessa. Vuosituhannen alun järjestelmässä suuret polttolaitokset muodostivat energiajärjestelmän perustan. 2020-luvulla energiajärjestelmä on muuttunut hajautetummaksi ja polttamattomiin teknii- koihin perustuvaksi. Lämmön tuotannossa käytetään yhä enemmän lämpöpumppuja, sähkökattiloita, hukkalämpöjä sekä lämpövarastoja. Sähkön tuotannossa korostuvat ydin-, tuuli- ja aurinkovoima. Samalla fossiilisen polton rooli on siirtynyt perustuotannosta kohti huippu-, vara- ja toimitusvarmuuskäyttöä.

Miten muutos tapahtui

Kuten sanonta “vuodet eivät ole veljiä” kuuluu, niin myös päästökehityksen suhteen vuodet ovat keskenään hyvin erilaisia. 2000-luvulla ja 2010-luvun alussa päästökehitystä ohjasivat pääsääntöisesti talvien kylmyys, sähkömarkkinoiden tilanne ja polttoaineiden hinta. Tästä esimerkkinä 2011 valmistevarouudistus, joka nosti maakaasun hintaa merkittävästi ja kivihiili muuttui edullisemmaksi käyttää. Lisäksi kylminä vuosina kaukolämmön tarve kasvoi, mikä luonnollisesti lisäsi polttolaitosten käyttöä. Vuosina, jolloin sähköntuotanto yhteistuotantolaitoksissa oli markkinaehtoisesti kannattavaa, myös polttoainekäyttö ja päästöt saattoivat kasvaa.

Siispä yksittäiset vuodet voivat näyttää poikkeuksilta, vaikka päästöjen suunta on pitkällä aikavälillä ollut jatkuvasti laskeva. On muistettava, että samaan aikaan Helsingin asukasmäärä on kasvanut 100 000 asukkaalla, mikä on osaltaan lisännyt tuotantotarvetta ja siten päästöjä.

Selvä käänne on tapahtunut 2020-luvulla, jolloin Helen siirtyi pois kivihiilestä ja lisäsi merkittävästi sähkökattiloiden osuutta tuotannossa. Vuonna 2020 Helenin raportoimat suorat vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 2,7 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia, kun vuonna 2024 se oli enää 1,3 miljoonaa tonnia. Tämä tarkoittaa, että neljässä vuodessa suorat päästöt vähenivät noin puoleen ja hiilineutraalin energian osuus nousi samalla 63 prosenttiin.

Huhtikuussa 2025 kehitys otti vielä suuremman askeleen, kun Salmisaaren kivihiilivoimalaitoksen sulkemisen myötä kivihiilen poltto päättyi Helenissä ja siten myös Helsingissä. Helenin suorat kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2025 yhteensä 0,6 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia, kun vuonna 2024 vastaava määrä oli 1,3 miljoonaa tonnia. Tämä tarkoittaa 56 prosentin vähennystä vuodessa! Samalla päästöt olivat 84 prosenttia alemmat kuin vuonna 1990, ja energiantuotannon ominaispäästöt pienenevät 114 grammasta 53 grammaan CO₂-ekvivalenttia tuotettua kilowattituntia kohti. Tämä jos jokin on huomattava muutos ilmaston kannalta.



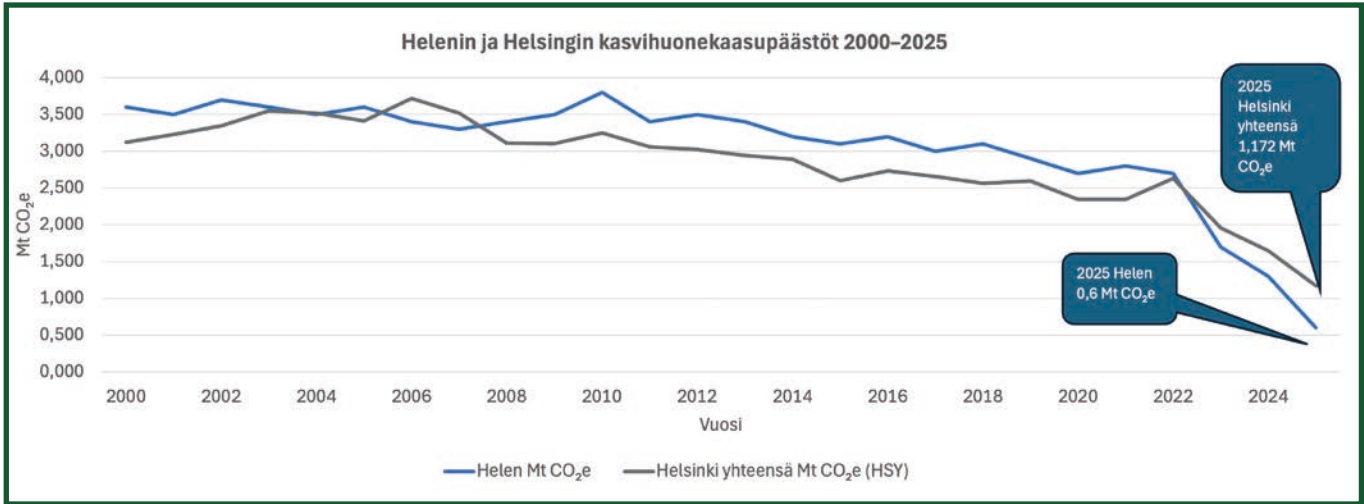
Ajan tuomaa muutosta Helsingin Hanasaarella. Hiilivarasto on oikeassa kuvassa kadonnut.

Helen ja Helsinki

Helenin päästökehityksen merkitys Helsingille on poikkeuksellisen suuri: Helsingin kaupungin ympäristötilastojen mukaan kaupungin suorat kasvihuonekaasupäästöt olivat vuoteen 2024 mennessä vähentyneet 54 prosenttia vuoden 1990 tasoon verrattuna. Tämä kehitys koostuu useista tekijöistä, kuten rakennusten energiatehokkuudesta, sähkön valtakunnallisesta päästökehityksestä, liikenteen muutoksista ja jätehuollosta, mutta kaukolämmön puhdistuminen on yksi ratkaisevimmista tekijöistä.

Kun Salmisaaren kivihiilivoimalaitos suljettiin 1.4.2025, Helsingin kaupungin päästöt alenivat noin 30 prosenttia ja Suomen kokonaispäästöt lähes kaksi prosenttia. Tämä kertoo, että kyse ei ole vain yhden yhtiön tuotantopäätöksestä, vaan koko kaupungin ja osin myös kansallisen päästökehityksen kannalta merkittävästä rakennemuutoksesta.

Helsingin näkökulmasta vaikutus näkyy myös kaupunkisuunnittelussa ja rakennuskannan ilmasto-ohjauksessa. Kun kaukolämmön päästökerroin laskee, kaukolämpö parantaa asemaansa vähäpäästöisenä lämmitysratkaisuna. Tämä helpottaa rakennusten elinkaaripäästöjen hallintaa ja tukee kaupungin hiilineutraaliustavoitteita.



Helenin suorat kasvihuonekaasupäästöt verrattuna Helsingin kaupungin kokonaispäästöihin vuosina 2000–2025. Lähteinä HSY:n pääkaupunkiseudun kasvihuonekaasupäästöaineisto sekä Helenin vuosikatsaukset ja vastuullisuusraportit.

Päästöjen vähentäminen ei yksin riitä, jos samalla kasvatetaan luontopainetta biomassan, maankäytön tai vesistövaikutusten kautta.

Helenin kannalta biodiversiteetti liittyy erityisesti kolmeen kokonaisuuteen: bioenergian hankintaan, vesivoiman vaikutuksiin ja energiainfrastruktuurin rakentamiseen. Helen on tunnistanut, että energiantuotannossa sekä -jakelussa syntyvät maa- ja vesistövaikutukset voivat aiheuttaa luontovaikutuksia. Vesivoima voi muuttaa virtavesien elinympäristöjä ja vaikeuttaa kalojen liikkumista. Biomassan käyttö voi aiheuttaa riskejä metsäluonnolle, vaikka hankintaa ohjataan kestävästi. Infrastruktuurihankkeet voivat puolestaan vaikuttaa puustoon, elinympäristöjen pirstoutumiseen ja vieraslajien leviämiseen.

Helenin biodiversiteettistrategia valmistui vuonna 2022, ja sen pohjalta laadittiin vuonna 2023 toimenpideohjelma. Strategian ydin on pitkän aikavälin nettopositiivisuus: tavoite on, että toiminta tuottaa kokonaisuudessaan enemmän myönteisiä kuin kielteisiä luontovaikutuksia. Uusissa hankkeissa Helen tavoittelee nettopositiivisuutta vuoteen 2030 mennessä. Käytännössä tämä tarkoittaa luontovaikutusten arviointia uusissa infrahankkeissa, riskien järjestelmällistä seurantaa, mahdollisesti ekologisen kompensaation käyttämistä sekä yhteistyötä Helsingin kaupungin, tiedeyhteisöjen, järjestöjen, paikallisten asukkaiden ja elinkeinoelämän kanssa.

Bioenergian osalta Helenin tavoite on käyttää vain kestävyyssertifioitua tai alkuperävalvottua biomassaa. Tämä on tärkeää, koska ilmastopäästöjen vähentäminen ei saa siirtää haittoja luonnon monimuotoisuuteen. Kansallinen keskustelu biomassasta on muuttunut kriittisemmäksi osaltaan siksi, että metsäluonnon köyhtyminen ja hiilinielujen heikkeneminen ovat nousseet keskeisiksi ilmasto- ja luontopolitiikan kysymyksiksi.

Helenin kannalta tuleva kehitys riippuu siitä, kuinka nopeasti polttoon perustumattomat ratkaisut – kuten hukkalämpö, sähkökattilat, lämpöpumput, lämpövarastot ja mahdollisesti pienydinvoima – voivat vähentää myös biomassan tarvetta.

Kohti tulevaa kehitystä

Helenin päästökehitys vuoden 2000 jälkeen kertoo energiantuotannon murroksesta ja rakennemuutoksesta. Lähtötaso oli fossiilinen ja vahvasti keskitetty, mutta muutos kohti hajautettua, sähköistyvää ja vähäpäästöistä energiajärjestelmää on nopeutunut vuosittain. Samalla Helenin ja koko energia-alan vastuu laajenee ilmastosta luontoon. Päästöjen vähentäminen ei yksin riitä, jos samalla kasvatetaan luontopainetta biomassan, maankäytön tai vesistövaikutusten kautta. Siksi biodiversiteetin systemaattinen huomioiminen on seuraava kypsyysvaihe energia-alan vastuullisuudessa. Helenin strateginen suunta vastaa tähän muutokseen. Onnistuminen edellyttää kuitenkin läpinäkyvää raportointia, mitattavia luontotavoitteita ja sitä, että ilmasto- ja luontohyödyt arvioidaan avoimesti yhdessä. ■

Helenin suorat kasvihuonekaasupäästöt

Vuosi	Mt CO ₂ e	Kuvaus muutoksesta
2000	n. 3,6	Lähtötaso oli fossiiliseen yhteistuotantoon perustuva.
2001	n. 3,5	Päästöt korkeat; mutta lämmitystarpeen ja markkinatilanteen vaihtelua.
2002	n. 3,7	Kylmempi vuosi ja polttoainekäyttö nostivat päästöjä.
2003	n. 3,6	Fossiilinen kaukolämpö ja yhteistuotanto määrittivät päästötason.
2004	n. 3,5	Päästöt pysyivät lähellä 2000-luvun alun tasoa.
2005	n. 3,6	Päästökaupan alku toi uuden ohjausmekanismin energiantuotantoon.
2006	n. 3,4	Sää- ja tuotantorakenne vaikuttivat vuosittaiseen vaihteluun.
2007	n. 3,3	Päästöt laskivat hieman, mutta fossiilinen tuotanto hallitsi yhä.
2008	n. 3,4	Markkina- ja polttoainevaihtelu näkyi päästöissä.
2009	n. 3,5	Talouden taantuma ja energian kysynnän vaihtelu vaikuttivat päästöihin.
2010	3,8	Kylmä vuosi lisäsi kaukolämmön tuotantoa; raportoidut päästöt nousivat.
2011	n. 3,4	Lauhempi vuosi pienensi lämmöntarvetta vuoden 2010 jälkeen.
2012	n. 3,5	Päästöt pysyivät korkealla fossiilisen tuotantorakenteen vuoksi.
2013	n. 3,4	Kehitys oli vielä hidasta ennen suuria rakennemuutoksia.
2014	n. 3,2	Lauha vuosi ja tuotannon optimointi pienensivät päästöjä.
2015	n. 3,1	Helen Oy aloitti yhtiövuodossa; ilmastotavoitteet vahvistuivat.
2016	n. 3,2	Päästöissä oli edelleen vuosittaista vaihtelua tuotannon mukaan.
2017	n. 3,0	Kaukolämmön päästövähennysratkaisut etenivät valmisteluun.
2018	n. 3,1	Päästöt pysyivät vielä lähellä historiallisesti korkeaa tasoa.
2019	n. 2,9	Tämä on ilmastotavoitteiden vertailuvuosi; päästöt selvemmin laskussa.
2020	2,7	Päästötaso oli vielä vahvasti fossiilisen tuotannon määrittämä.
2021	2,8	Energiantuotannon markkina- ja säävaihtelu näkyi nousuna.
2022	2,7	Energiakriisi lisäsi fossiilisten varapolttoaineiden merkitystä.
2023	1,7	Hanasaaren sulkeminen ja uudet ratkaisut pienensivät päästöjä.
2024	1,3	Hiilineutraalin energian osuus nousi 63 prosenttiin.
2025	0,6	Päästöt vähenivät 56 % vuodessa; kivihiilen poltto päättyi Salmisaarella.

Lähteet:

Helen: vuosikatsaukset 2024 ja 2025, hiilineutraalisuusohjelma ja luonnon monimuotoisuutta koskevat julkaisut.
Helen: sisäiset yritysesitykset- ja biodiversiteettistrategiamateriaalit.
Helen: raporttiarkisto ja vuosikertomukset/ vastuullisuusraportit vuosilta 2018–2025; käytetty taulukon uusimpien vuosien päästötietojen ja kehityskuvausten tarkistamiseen.
Helen / Helsingin Energia: historialliset ympäristö- ja vuosiraportit sekä päästöinventaarioihin perustuvat koosteet vuosilta 2000–2019; käytetty taulukon vanhempien vuosien suuntaa-antavien päästötasojen taustana.
Helsingin kaupunki: ympäristötilastot ja Hiilineutraali Helsinki -päästövähennysohjelman päivitys 2024.
HSY: pääkaupunkiseudun ja Helsingin kasvihuonekaasupäästöjen vuosiaineistot 1990 ja 2000–2025; käytetty Helsingin kaupungin kokonaispäästöjen vertailuun ja graafin lähteenä.
Ympäristöministeriö ja valtioneuvosto: Suomen biodiversiteettipolitiikka, EU:n biodiversiteettistrategia ja ilmastovuosikertomukset.

TAPAHTUU

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



ISY:n juhlavuoden seminaari: ILMASTOASIAAA UUSISTA NÄKÖKULMISTA

Ilmatieteen laitoksella Helsingissä järjestettiin 22. huhtikuuta 2026 Uusia ilmastonäkökulmia – ilmastomuutoksen haasteita ja mahdollisuuksia -seminaari. Tapahtuma kokosi yhteen laajan joukon osallistujia tutkimuslaitoksista, kunnista ja yrityksistä keskustelemaan ilmastomuutoksen ajankohtaisista haasteista ja ratkaisuista. Seminaarin järjestivät Ilmansuojeluyhdistys osana ISY:n 50-vuotisjuhliain sekä Ilmatieteen laitos.

Alec Estlander, ympäristöneuvos

Hilkka Timonen, johtava tutkija, Ilmatieteen laitos

Kari Hämekoski, ohjelmajohtaja, Nefco

Tilaisuuden avasivat Ilmansuojeluyhdistyksen nykyinen puheenjohtaja **Ville-Veikko Paunu** ja yhdistyksen ensimmäinen puheenjohtaja **Alec Estlander**. Juontajana sekä keskustelun moderaattorina toimi emeritusprofessori **Mikael Hildén**. Ohjelmasta vastasivat Nefcon **Kari Hämekoski** sekä ympäristöneuvos **Alec Estlander** ja järjestelyistä **Hilkka Timonen** Ilmatieteen laitokselta (IL).

Seminaarissa tarkasteltiin ilmastokysymyksiä hieman erilaisista näkökulmista – aina ilmastodatan kehityssuunnista ja suomalaisen cleantech-osaamisen mahdollisuuksista rannikkorakentamisen riskeihin, metsien rooliin hiilipäästöjen hillinnässä sekä ilmastoskeptismin taustoihin. Ohjelmassa nostettiin esiin myös saamelaiden elinkeinoin kohdistuvat ilmastomuutoksen vaikutukset.

Ilmastodatasta ja cleantechistä vakuutuksiin

Tutkimusprofessori **Risto Makkonen** IL:lta kertoi globaalien ilmastodatan osoittavan selvästi, että viime vuosina on mitattu uusia ilman ja merenpinnan lämpötilaennätyksiä sekä havaittu merijään merkittävää vähenemistä. Hänen mukaansa useisiin ilmastomalleihin perustuvat ilmastoskenaariot antavat huolestuttavan kuvan tulevaisuudesta, mikäli ihmiskunta ei sitoudu määrätietoisesti toimii ilmastomuutoksen hillitsemiseksi.

Ilmastoskenaarioihin liittyy monenlaisia vaikutuksia ja riskejä, kuten herkkien ekosysteemien heikentyminen, sään ääri-ilmiöiden voimistuminen, ruoka- ja elintarviketurvallisuuden vaarantuminen sekä mahdollinen peruuttamattomien muutosten keikahduspisteiden ylittyminen. Näiden ennustaminen ilmastomallien avulla on edelleen haastavaa. Ilmastomuutoksen syvällisemmän ymmärtämisen edistämiseksi on tulevaisuudessa tärkeää kehittää sekä ilmaston havainnointiin liittyvää mittausinfrastruktuuria että niin sanottuja ilmaston digitaalikaksosia, joiden avulla voidaan entistä tarkemmin mallintaa ja ennakoida ilmaston kehitystä.

Vaikuttamistyön asiantuntija **Senni Raunio** TAH-säätiöstä keskittyi esityksessään Ilmastopolitiikkaan mahdollisuutena. Suomi voi hyötyä vihreästä siirtymästä vahvan cleantech-osaamisen, puhtaan sähkön ja kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden ansiosta. Suomeen on suunnitteilla kaikkiaan yli 300 miljardin euron vihreän siirtymän investointeja vuoteen 2035 mennessä, ja Suomen hiilineutraaliustavoite 2035 tukee maan profilia houkuttelevana investointi- ja teknologiakohteena. Suomalaisen viennin hiilikädenjälki, eli positiivinen ilmastovaikutus, oli 22 miljoonaa tonnia CO₂ekv. vuonna 2022. Tämä havainnollistaa cleantech-ratkaisujen merkitystä myös Suomen rajojen ulkopuolella.

Yritysten riskienhallinnan asiantuntija **Lari-Pekka Kylönen** vastaa yritysten omaisuusriskeistä LähiTapiolassa. Hän muistutti, että fyysisten riskien lisäksi ilmastomuutos aiheuttaa erilaisia siirtymäriskejä, kuten lisääntyvää lainsäädäntöä tai oikeudelliseen vastuuseen sekä muutuvaan

Alec Estlander, ISY:n ensimmäinen puheenjohtaja, avaamassa seminaaria.

Vaikuttamistyön asiantuntija **Senni Raunio** TAH-säätiöstä kertoi Suomen viennin hiilikädenjäljen olevan noin 22 miljoonaa tonnia CO₂ekv. vuodessa.

markkinaan liittyviä riskejä. Myös uusien teknologioiden käyttöön liittyy haasteita. Vakuutusyhtiöt toki pärjäävät, mutta miten jaetaan riskien aiheuttamat kulut – kuka riskeistä maksaa? Pitäisikö tulvariskistä maksaa sen, joka asuu mäen päällä vai vain sen, joka asuu laaksossa, jossa tulvat ovat todennäköisempiä?

Metsien roolista saamelaisiin ja skeptikoihin

Tutkimusprofessori **Lauri Mehtätalo** Luonnonvarakeskuksesta tähdensi, että Suomessa metsät ovat ilmastokeskustelun ytimessä. Ne kun ovat samaan aikaan hiilinielu, tärkeä luonnonvara sekä poliittisesti herkkä aihe. Keskeinen haaste on siinä, miten metsien käyttö, suojeleminen ja taloudellinen hyödyntäminen voidaan sovittaa yhteen niin, että ilmastohyödyt eivät heikkenisi.

Hiilinielun vahvuus riippuu puuston kasvun ja poistuman suhteesta, mutta kokonaisuuteen vaikuttavat myös esimerkiksi metsien ikärakenne, hakkuut ja kiertoajat. Erityisen suuri merkitys Suomessa on ojitettujen turvemaiden päästöillä. Nykyisillä hakkuutasoilla metsät näyttävät kehittyvän pysyväksi päästölähteeksi.

IL:n tutkimusprofessori ja Saamelaiden ilmastoneuvoston jäsen **Hilppa Gregow** kertoi, miten ilmastomuutos vaikuttaa kokonaisvaltaisesti saamelaiden koko kulttuuriin. Saamelaiden alue on jo nyt lämmennyt 50 vuodessa 2–3 astetta, sateisuus on lisääntynyt ja keväisin tuulee aiempaa enemmän. Nämä kokemukseräiset havainnot on varmistettu IL:n havainnoista.

Porojen elinolosuhteet muuttuvat. Talvisin jäkälän usein peittää kova jäinen kerros, ja poroja pitää pelastaa lisäravinnalla. Sopeutumistoimien aloittaminen on kiireellinen tehtävä, johon vaaditaan yhteiskunnan tukea. Tiedeyhteisön ja saamelaiden yhteistyötä on lisättävä ratkaisujen löytämiseksi.

Tutkimusprofessori **Ari Laaksonen** IL:lta on toiminut aktiivisesti sosiaalisessa mediassa ilmastokysymyksissä. Laaksonen on saanut paljon positiivista palautetta, mutta kaikki eivät kuitenkaan aina ole samaa mieltä. Esityksessään Laaksonen kertoi viihdyttävästi sosiaalisessa mediassa käymistään julkisista väittelyistä ilmastodenialistien kanssa. Vaikka vastapuoli ei useimmiten olisikaan muuttanut mielipidettään, sivusta seuranneet ovat varmasti oppineet paljon ilmastomuutoksesta.

Loppukeskustelu

Päivän päätteeksi käytiin vilkas loppukeskustelu. Sen teemat olivat valmistelleet **Mikael Hildén** ja Suomen ilmastasioiden nuorisodelegaatti **Saara Böök**. Loppukeskustelu keskittyi positiivisten visioiden löytämiseen. Positiiviset tarinat, kuten 50-vuotias ISY, kannattaa nostaa esiin, ja myös ratkaisukeskeisiä tarinoita olisi löydettävä enemmän. Keskustelussa pohdittiin myös sitä, että viestinnän tulisi olla selkeää, palasteltua ja kiihkeitä. Hyvä tapa viestiä on yrittää luoda toivoa, ja sen kautta toimintaa. Uudenlaisina teemoina nähtiin muun muassa saamelaiden ongelmat, oikeudenmukainen siirtyminen ja vastuun kantaminen. ■

VALOKEILASSA

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



KUVA: TUULA KAJOLINNA

Tuula Pellikka

Työskenteletkö ilmansuojelun, ilmastokysymysten vai molempien parissa?

Työskentelen VTT:llä ilmansuojelun, tarkemmin sanottuna teollisuuden päästömittausten ja niiden laadunvarmistuksen, parissa.

Kuinka kauan olet työskennellyt ilmansuojelualalla?

Työvuosia on tämän aiheen parissa, ja samalla VTT:llä, kerennyt 39 vuotta. Päädyin alalle kesätöiden kautta: Opiskellesani Teknillisen korkeakoulun kemianosastolla vuonna 1985, löysin sattumalta osastomme kirjaston ”työpaikkakortistosta” tiedon, että VTT:llä on tarjolla kesätöitä ilmansuojelun alalla ja työn saantiin riittää kiinnostus ilmansuojelua kohtaan. Ajattelin, että olenhan minä opiskellut alaa, kun olin käynyt yhden aiheeseen liittyvän kurssin. Hain siis tammikuussa töitä ja jälkepäin silloinen esimieheni **Matti Hahkala** kertoi minulle ihmetelleensä, että kuka ihme hakee tammikuussa kesätöitä. Työ olikin niin kiinnostavaa, että se vei nopeasti mennessään ja aihepiiriin liittyen tein sitten diplomi- ja lisensiaatintyöni.

Mitkä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat ilmansuojelualalla oman urasi aikana?

Suomen liittyttyä EU:hun aloimme osallistua eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:in työskentelyyn sen työryhmissä. Itse menin mukaan vuonna 1995, jolloin aloitimme laatimaan monelle tuttua standardia EN 14181 ”Quality assurance of automated measuring systems”. Tällä standardilla on merkittävä rooli teollisuuden päästömittausten laadunvarmistuksessa, ja parhaillaan osallistun sen päivittämiseen. Standardisointityön kautta olen päässyt verkostoitumaan

eurooppalaisten toimijoiden kanssa. Olemme myös yhdessä heidän kanssaan suunnitelleet ja toteuttaneet päästömittauksiin liittyviä EU-projekteja. Lisäksi monesta heistä on tullut minulle hyviä ystäviä, joilta saan ammatillisten vastustusten lisäksi esimerkiksi lomavinkkejä.

Kansainväliset capacity building -projektit ovat olleet minulle myös tärkeitä. Niitä on tehty muun muassa Baltian maiden, Intian, Uruguayn ja Chilen kanssa. Uruguayn projektista olen erityisen ylpeä, sillä projektimme ansiosta yhteistyökumppanimme sai niin vahvan tietotaidon, että he hakivat päästömittaustililleen kansainvälisen akkreditoinnin, jonka myötä he aloittivat päästömittaustoiminnan maassaan. Nämä projektit ovat tarjonneet myös mahdollisuuden oppia erilaisista kulttuureista ja toimintatavoista. Nautin, kun saan jakaa tietoutani, ja näissä kv-projekteissa olen päässyt sitä tekemään!

VTT:llä on ollut kunnia järjestää suomalaisille päästömittaajille vertailumittauskampanjoita, joita pidän edelleen kovin tärkeinä. Ne ovat yksi tärkeimmistä keinoista varmistaa mittausten laatu. Myös hyvä yhteistyö suomalaisten tutkimuslaitosten välillä on aina mainitsemisen arvoista. Tästä esimerkkinä vaikkapa yhteistyö Chilen projektissa, joka tehtiin yhdessä SYKE:n ja Ilmatieteen laitoksen kanssa.

Oli hienoa olla ISY:n toimeksiannosta laatimassa kollegoiteni kanssa vuonna 2004 Päästömittausten käsikirjaa (isy.fi/julkaisut/paastomittausten-kasikirja/)! Tätä kirjaa on ollut ilo esitellä eri foorumeilla myös ulkomailla, sillä vastaavia teoksia ei muissa maissa ole juurikaan laadittu. Työskentely Ilmansuojeluyhdistyksessä (hallituksessa, lehden toimituskunnassa sekä IS-päivien suunnittelutoimikunnassa) on tarjonnut loistavan tavan oppia uutta laajemminkin, ei pelkästään omalta alalta.

Mitkä ovat olleet viimeisimpiä työtehtäviäsi tai projektejasi?

Viimeisimmät projektini ovat liittyneet tavalla tai toisella päästömittauksiin ja niiden laadunvarmistukseen. EU-projektissa nimeltään MetZeroPol olemme validoimassa yhdessä kumppaniemme kanssa HCHO- ja HF-mittauksia. Projektissa tutkitaan myös, miten eri jäsenmaissa käsitellään päästömittauksiin liittyviä mittausepävarmuuksia, sekä miten PFAS-mittauksia ja niiden analytiikkaa tulisi tehdä.

Kotimaassa olemme juuri käynnistäneet hankkeen, jossa tutkitaan hiilidioksidin talteenottolaitosten päästömittauksia ja luvitusta. HICCA-hankkeen tavoitteena on antaa tähän aihepiiriin ohjeistus Suomeen. Tässä(kin) hankkeessa voin hyödyntää standardisointityössä muodostuneita verkostoja, kun kartoitamme muiden maiden toimintamalleja vastaavien prosessien suhteen.

Mitä näet suurimpina tulevina trendeinä ja haasteina ilmansuojelualalla?

Tulevaisuudessa mitattavien yhdisteiden kirjo laajenee entisestään, ja tyypillisesti pitoisuudet pienenevät. Siinäpä haastetta niin päästömittaajalle, mittalaitteelle, analytiikalle kuin myös teollisuudelle! Jotta näihin tulevaisuuden mittaushaasteisiin voidaan vastata, tarvitaan jatkuvaa eri osapuolten (viranomaiset, teollisuus, päästömittaajat, mittalaittevalmistajat) koulutusta. Päästömittaukset vaativat tietämystä mitattavasta prosessista, jotta juuri tiettyyn kohteeseen osataan valita oikeanlainen näytteenottojärjestelmä ja mittaus tapa. Yhtä ainoa ratkaisua, joka sopii jokaiseen mittauskohteeseen ei ole

olemassa! Tietotaidon jatkuva päivittäminen on siis tärkeää. Suomessa on tehty useita päästömittausten kehittämiseen liittyviä projekteja yhteistyössä eri toimijoiden (viranomaiset, mittalaittevalmistajat, teollisuuden edustajat, tutkijat) kesken. Projektien raportteja löytyy VTT:n tutkimustietojärjestelmän kautta, <https://cris.vtt.fi>. Tällainen usean osapuolen välinen, rakentavassa hengessä tehty yhteistyö on ainutlaatuista. Saamme olla ylpeitä ja huolehtia siitä, että tällainen toiminta jatkuu myös tulevaisuudessa!

Mitä haluaisit saada aikaan urasi aikana?

Punainen lanka urallani on ollut se, että tekemälläni työllä voin vaikuttaa siihen, että saisimme säilyttää entistäkin puhtaamman ilman ja maapallon tulevaisuudessakin. Ja se on ajatus, joka motivoi minua edelleen! ■

Tuula Pellikka työskentelee VTT:llä johtavana tutkijana teollisuuden päästömittausten, sekä niiden laadunvarmistuksen ja standardisoinnin parissa. Pellikka on ollut mukana laatimassa useita kansallisia ohjeita päästömittauksiin liittyen. Eräs näistä ohjeista on Ilmansuojeluyhdistyksen toimeksiannosta laadittu Päästömittausten käsikirja. Eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:in ja sen teknisen komitean TC 264 Air quality:n työssä Pellikka on ollut mukana vuodesta 1995 lähtien, vaikuttaen standardien sisältöön ja tuoden niihin mukaan suomalaista näkökulmaa.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASiantuntija

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

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



Kuva: Laura Karlin

51. Ilmansuojelupäivät Lappeenrannassa:

JAETTU TIETO VAHVISTAA yhteyttä ja yhteistyötä

Hilkka Timonen, johtava tutkija, Ilmatieteen laitos
Ville-Veikko Paunu, erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus

Ilmansuojelupäivät järjestettiin tänä vuonna Lappeenrannassa LAB-ammattikorkeakoulun tiloissa. Kaksipäiväinen tapahtuma kokosi lähes sata ilmanlaadun, päästöjen, ilmastomuutoksen ja ympäristösääntelyn asiantuntijaa keskustelemaan ilmansuojelun ajankohtaisista haasteista ja etsimään niihin ratkaisuja.

KUVA: EMMA VUORIO



Tapahtuman avasi LAB-ammattikorkeakoulun rehtori Turo Kilpeläinen, joka toivotti osallistujat tervetulleiksi Lappeenrantaan ja Skinnarilan kampukselle, leikkisästi "Skinnarilan vapaavaltioksi" kutsumaansa ympäristöön. Päivien ohjelmassa korostuivat erityisesti uusi ilmanlaatudirektiivi, ilmanlaadun seurannan kehittäminen, puunpoltton päästöt sekä ilmasto- ja teollisuuspolitiikan ajankohtaiset muutokset.

Uusi ilmanlaatudirektiivi muuttaa toimintaympäristöä
Ensimmäisen päivän keskusteluja hallitsi Euroopan unionin uudistettu ilmanlaatudirektiivi. Ympäristöministeriön kansliapäällikkö Juhani Damski avasi päivän katsauksella ilmanlaadun ja ilmastopolitiikan ajankohtaisiin kysymyksiin. Puheenvuorossaan hän käsitteli muun muassa ilmanlaatu-, päästökatto- ja teollisuuspäästödirektiivien uudistuksia, sosiaalista ilmastorahastoa sekä kansallisen ilmansuojeluohjelman valmistelua. Damski muistutti myös ilmanlaadun ja ilmastopolitiikan vahvasta yhteydestä sekä siitä, että monet ratkaisut tuottavat hyötyjä molemmille politiikkasektoreille. Ympäristöministeriön erityisasiantuntija Antti Wemberg esitteli uuden ilmanlaatudirektiivin keskeisiä muutoksia. Vuodesta 2030 lähtien ilmanlaadun raja-arvot tiukkenevat merkittävästi. Seurantavastuu säilyy kunnilla, Ilmatieteen laitoksella ja HSY:llä, mutta seurantaverkostoa täydennetään uusilla tausta-asemilla, niin sanotuilla supersite-asemilla, sekä ilman saastumisen keskittymien eli hotspot-alueiden seurannalla.

Direktiivi vahvistaa myös ilmanlaadun terveysvaikutuksista tiedottamista. THL:n roolia lisätään terveysvaikutuksiin liittyvän tiedon tuottajana, samalla kun kuntien vastuu ilmanlaadusta tiedottamisesta säilyy ennallaan. Lisäksi ilmanlaadun hallintaan tulee uusia velvoitteita. Nykyisten ilmansuojelusuunnitelmien rinnalle tulee etenemissuunnitelma alueille, joilla vuoden 2030 raja-arvojen saavuttaminen näyttää epävarmalta.

Ajankohtaisen katsauksen ilmastopolitiikkaan tarjosi Suomen ilmastopaneelin jäsen Sampo Soimakallio Suomen ympäristökeskuksesta. Hän nosti esiin EU:n ilmastopolitiikan tulevaisuuden, päätöksenteon tietopohjan vahvistamisen sekä tarpeen uusille ilmastotoimille. Kesällä 2026 ilmastopaneeli osallistui eurooppalaisten tiedepaneelien yhteiseen kannanottoon, jossa korostettiin EU:n päästökauppajärjestelmän uskottavuuden ja vaikuttavuuden säilyttämistä. Soimakallio korosti sitä, että Suomen on hyvin hankala päästä ilmastotavoitteisiinsa ilman puuttumista maankäyttösektorin päästöihin – käytännössä metsien hakkuumääriin. Paneeli tukee päätöksentekoa tutkimussynteeseillä, lausunnoilla ja ilmastosuunnitelmien arvioinneilla sekä tuottamalla tietoa päättäjien ja poliitikkojen keskustelujen tueksi.

Ensimmäisen session päätteeksi Ilmansuojeluyhdistyksen puheenjohtaja Ville-Veikko Paunu jakoi yhdistyksen opinnäytetyöstipendit ansiokkaille opiskelijoille. Stipendin saajat olivat Viljami Luostari Itä-Suomen yliopistosta pro gradu työllään, Viivi Toppari LUT-yliopistosta kandidaatintyöllään ja Kuisma Vesisenaho Tampereen yliopistosta diplomityöllään.

Kaupunkien ilmanlaatu ja ultrapienet hiukkaset esillä
Ilmatieteen laitoksen Katriina Kyllönen esitteli ympäristöministeriön tilaaman vaikutusarvioinnin tuloksia ilmanlaatudirektiivin kansallisen toimeenpanon tueksi. Selvityksen mukaan suurimmat haasteet Suomessa liittyvät hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausiraja-arvoon, jonka saavuttamista vaikeuttaa erityisesti keväinen katupöly. Vaikka ilmanlaatu on Suomessa pitkällä aikavälillä parantunut, tulevat kiristyvät vaatimukset edellyttävät monilla alueilla uusia toimia erityisesti liikenteen ja katupölyn hallinnassa.

Espoon kaupungin ympäristöyksikön Maria Myllynen tarkasteli uuden ilmanlaatudirektiivin vaikutuksia kuntien näkökulmasta. Keskeiseksi viestiksi nousi ennakoivan työn merkitys: on parempi tehdä työtä ilmanlaadun raja-arvojen saavuttamiseksi etukäteen kuin tehdä resursseja vaativa ilmansuojelusuunnitelma raja-arvon jo ylittyttyä. Kunnat joutuvat tulevana vuosina arvioimaan nykyisiä ilmanlaadunhallinnan keinojaan. Suomessa erityisesti PM₁₀:n päästöraajat ylittyvät vilkasliikenteisissä ympäristöissä. Ennakoimisen lisäksi Myllynen kannustaa kuntatoimijoita viestimään aktiivisesti ja etsimään uusia keinoja päästövähennyksiin.

Tampereen yliopiston professori Topi Rönkkö esitteli Business Finlandin rahoittaman GIANT-hankkeen tuloksia

KUVA: EMMA VUORIO



Opiskelijat vastaanottivat ISY:n opinnäytetyöstipendit.



KUVA: HILKKA TIMONEN

Väliaikaohjelmassa vierailtiin Fazerin tehtailla tuotantoon tutustuen...

ultrapienten hiukkasten kulkeutumisesta ulkoilmasta sisätiloihin. Tutkimuksessa havaittiin vahva yhteys ulko- ja sisäilman pitoisuuksien välillä. Tulosten mukaan jopa 60 prosenttia ulkoilman pienimmistä hiukkasista voi päätyä sisäilmaan. Altistumista voidaan vähentää sekä päästöjä pienentämällä että rakennusten suunnitteluun, ilmanvaihtoon ja suodatukseen liittyvillä ratkaisuilla.

HSY:n ilmansuojelun erityisasiantuntija **Jarkko Niemi** esitteli yli 15 vuoden mittausaineistoon perustuvia tuloksia ultrapienistä hiukkasista ja mustasta hiilestä. Pääkaupunkiseudulla korkeimpia pitoisuuksia on havaittu lentoaseman ja vilkasliikenteisten väylien läheisyydessä. Kansainvälisessä vertailussa pitoisuudet ovat kuitenkin edelleen melko alhaisia. Pitkät mittausarjat osoittavat myös mustan hiilen pitoisuuksien laskeneen selvästi, mitä selittävät erityisesti liikenteen päästörajoitukset ja hiukkassuodattimien yleistyminen.

Liikenteen ja työkoneiden päästökehitys jatkuu

Liikenteen päästökehitystä käsittelevässä sessiossa tarkasteltiin sekä ajoneuvokaluston uudistumista että uusia teknologioita maantie- ja meriliikenteessä. Vaikka liikenteen päästöt ovat vähentyneet viime vuosikymmeninä merkittävästi, jäljellä olevien päästöjen vähentäminen on monella sektorilla aiempaa haastavampaa.

Tampereen yliopiston tutkijatohtori **Ville Leinonen** tarkasteli vanhan ajoneuvokannan vaikutusta ilmanlaatuun. Suomen henkilöautokanta uusiutuu hitaasti, ja autojen keski-ikä on noussut jo yli 13 vuoteen. Vaikka uusimpien ajoneuvojen päästöt ovat hyvin pieniä, vanhempi kalusto

muodostaa edelleen merkittävän päästölähteen. Tulokset korostavat kohdennettujen päästövähennystoimien merkitystä sekä ajoneuvokannan uudistamisen vaikutusta ilmanlaatuun.

Agco Powerin **Matti Happonen** esitteli työkonemoottoreiden päästökehitystä ja päästölainsäädännön vaikutuksia teknologiaan. Työkoneiden typenoksidi- ja hiukkaspäästöt ovat vähentyneet voimakkaasti päästörajojen kiristymisen seurauksena. Uusimmat määräykset sisältävät myös hiukkaskumäärää koskevia vaatimuksia. Happonen muistutti myös, että Euroopan ja Yhdysvaltojen sääntely vaikuttavat edelleen merkittävästi maailmanlaajuiseen kehitykseen.

VTT:n johtava tutkija **Kati Lehtoranta** käsitteli laivaliikenteen päästöjä. Kansainväliset rikki- ja typenoksidirajoitukset ovat vähentäneet tehokkaasti perinteisiä ilmansaasteita, mutta hiukkaspäästöille ei ole rajoituksia. Päästövähennyksiä voidaan saavuttaa sekä savukaasujen jälkikäsitteilyllä että siirtymällä vaihtoehtoihin polttoaineisiin, kuten LNG:hen, metanoliin ja ammoniakkiin. Lehtoranta korosti, että uusien ratkaisujen ympäristövaikutuksia on arvioitava kokonaisuutena: samalla, kun säänneltyt päästöt vähenevät, voi syntyä uusia haasteita esimerkiksi metaanivuotojen muodossa.

Koko Ilmansuojelupäivien ajan osallistujilla oli mahdollisuus tutustua tilaisuuden sponsoriensa esittelypisteisiin. Esillä oli muun muassa viimeisintä mittausteknologiaa ja ilmanlaatuun liittyviä palveluja.

Ensimmäisen päivän lopuksi osallistujille oli tarjolla vierailu Fazerin tehtaalle ja saunomista rantasaunassa yliopiston vieressä. Illalla nautittiin perinteinen illallinen, tällä kertaa Ravintola Kasinolla.



...ja Saunottiin LUT:n rantasaunalla.

Puunpolton päästöt edelleen merkittävä haaste

Toisen päivän ohjelma keskittyi puunpolton päästöihin ja niiden vähentämismahdollisuuksiin. Suomen ympäristökeskuksessa ryhmäpäällikkönä toimiva **Niko Karvosenoja** muistutti, että kotitalouksien puun pienpolto on edelleen Suomen merkittävin pienhiukkaspäästöjen lähde. Pohjoismaissa puunpolton arvioidaan aiheuttavan vuosittain noin 1 500 ennenaikaista kuolemaa, joista noin 300 Suomessa. Karvosenojan mukaan päästöjä voitaisiin vähentää merkittävästi muun muassa neuvonnan, kiristyvän sääntelyn ja uusien teknologioiden avulla. Erityisen suuria terveyshyötyjä saavutettaisiin tällöin taajama-alueilla, joissa väestön altistuminen on suurinta. Keskustelua herätti myös uuden ilmanlaatudirektiivin kunnille tuoma mahdollisuus rajoittaa puun pienpolton päästöjä alueilla, joilla ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät.

Itä-Suomen yliopiston tutkimusjohtaja **Jarkko Tissari** tarkasteli puunpolton päästöjen muodostumista. Hänen mukaansa päästöt ovat monimutkainen hiukkasten ja kaasujen seos, jonka muodostumiseen vaikuttavat sekä polttolaitteen ominaisuudet että käyttäjän toiminta. Huono polttotapa voi moninkertaistaa päästöt, minkä vuoksi käyttäjien opastus on keskeinen osa päästöjen vähentämistä. Teknologisten ratkaisujen rinnalla tarvitaan myös tehokasta viestintää ja sääntelyä.

Noeton Oy:n **Heikki Suhonen** esitteli Suomessa kehitettyä Flamio-teknologiaa, jolla savukaasujen hiukkaspäästöjä voidaan vähentää jopa 98 prosenttia. Tulikiven **Onni Ovas-kainen** puolestaan käsitteli tulisijojen päästövaatimusten kehitystä Euroopassa. Hänen mukaansa polttolaitteiden tekninen toimivuus ja käyttäjystävällisyys ovat keskeisiä tekijöitä



KUVA: EMMA VUORIO

Ryhmäpäällikkö **Niko Karvosenoja** puhui puun pienpolton päästöistä, niiden vähentämisestä, ja vähennyskeinojen kohdentamisesta.

päästöjen vähentämisessä. Tutkimuksissa on havaittu, että pelkästään käyttäjien paremmalla opastuksella voidaan vähentää esimerkiksi bentso(a)pyreenipäästöjä merkittävästi.

Teollisuuspäästöt murroksessa

Teollisuuspäästöjä käsitelleen session avasi VTT:n johtava tutkija **Tuula Pellikka** esityksellään PFAS-yhdisteiden eli niin kutsuttujen ikuisuuskemikaalien ilmapäästöistä. PFAS-yhdisteiden ympäristö- ja terveysvaikutukset ovat nousseet viime vuosina laajasti keskusteluun, mutta ilmapäästöjen mittaaminen ja sääntely ovat edelleen kehittymässä. Euroopassa valmistellaan uusia mittausmenetelmiä ja ohjeistuksia, joiden tavoitteena on parantaa päästöjen tunnistamista ja hallintaa.

VTT:n **Tuula Kajonlinna** taas tarkasteli hiilidioksidin talteenottolaitosten päästöjen mittausta ja luvitusta. Hiilidioksidin talteenottoa pidetään yhtenä tärkeänä keinona vähentää teollisuuden ilmastovaikutuksia. Eri maiden lupakäytännöt, päästömittaavaatimukset ja raportointimenettelyt poikkeavat toisistaan, mikä korostaa yhteisten toimintatapojen tarvetta.

Gasmetin **Jyrki Korpela** täydensi aihetta kaasumaisten päästöjen mittaamisen näkökulmasta. FTIR-teknologia soveltuu hyvin vaativiin mittauksiin, joissa korkea lämpötila, kosteus ja monimutkainen kaasukoostumus asettavat haasteita sekä päästö- että prosessimittauksille. Tulevaisuudessa mittaustarpeet laajenevat perinteisestä päästöseurannasta hiilidioksidin talteenotto-prosessien ohjaukseen ja talteen otetun CO₂:n puhtauden varmistamiseen.

Valmetin **Veera Parkkila** puolestaan korosti savukaasujen puhdistuksen merkitystä talteenottoratkaisuissa. Tehokas



Näytteilleasettajien kavalkadissa annettiin puheenvuoro yritysten edustajille.



Ilmansuojelupäivillä ehti myös verkostoitua ja tavata tuttuja.

epäpuhtauksien poisto parantaa talteenotto-prosessin toimintaa ja vähentää samalla muita ympäristövaikutuksia.

Metsä Groupin Minna Mentzer esitteli metsäteollisuuden näkökulmaa hiilidioksidin hyödyntämiseen. Talteen otettua puuperäistä hiilidioksidia on jo kehitetty muun muassa betonituotteiden valmistuksessa, ja tavoitteena on kaupallisen mittakaavan talteenotto-laitos vuosikymmenen loppuun mennessä. Esitys kuvasti laajempaan muutosta teollisuudessa: hiilidioksidia ei nähdä enää pelkästään päästönä, vaan myös mahdollisena raaka-aineena ja osana tulevaisuuden kiertotaloutta.

Ilmastopolitiikka ja sopeutuminen katseessa

Valtioneuvoston kanslian Aino Fant tarkasteli ilmastosääntelyn tulevaisuutta Euroopan unionissa. EU:n tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä, ja vuoden 2040 välitavoitteena 90 prosentin nettopäästövähennys. Keskustelua herättivät erityisesti päästökauppajärjestelmän sekä taakanjako-asetuksen tulevat uudistukset ja niiden vaikutukset jäsenmaiden ilmastopolitiikkaan.

Seinäjoen ammattikorkeakoulun Kari Laasaseno käsitteli käytöstä poistuvien turvetuotantoalueiden jälkikäyttöä. Metsitys, kosteikkoratkaisut ja aurinkovoimahankkeet tarjoavat mahdollisuuksia vahvistaa hiilinielua sekä luoda uusia käyttömuotoja alueille energiatuotteen käytön vähenemisen myötä. Oikein toteutettu jälkikäyttö voi tuottaa samanaikaisesti ilmasto-, luonto- ja aluetaloudellisia hyötyjä.

Ilmatieteen laitoksen Reija Ruuhela puolestaan korosti ilmastomuutokseen sopeutumisen merkitystä kaupungeissa. Helleaallot, rankkasateet ja lämpösäareilmiö lisäävät tulevaisuudessa terveysriskejä ja kuormittavat kaupunkien infrastruktuuria. Kaupunkisuunnittelulla, viheralueilla ja sopeutumistoimilla voidaan kuitenkin merkittävästi vähentää ilmastomuutoksen haitallisia vaikutuksia.

KUVA: VILLE-VEIKKO PAUNU



ILMANSUOJELUYHDISTYS

Ilmansuojeluyhdistys (ISY) toimii alansa valtakunnallisena ympäristönsuojelujärjestönä. Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksena on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelun tutkimusta Suomessa sekä toimia yhdysiteenä 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

HALLITUS / STYRELSE

Puheenjohtaja / Ordförande
Ville-Veikko Paunu

Varapuheenjohtaja / Viceordförande
Maija Leino

Jäsenet / Medlemmar
Jouni Ahtiainen
Minna Kaila
Helena Kivi-Koskinen
Hanna Manninen

Varajäsenet / Suppleanter
Tuula Pellikka
Janne Ruuth
Topi Rönkkö
Hilkka Timonen

LUFTVÅRDSFÖRENINGEN

Luftvårdsföreningen fungerar som nationell miljöförädlingsförening. Luftvårdsföreningens syfte 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 Emma Vuorio
PL 136,
00251 Helsinki
Puh. 045 1335989
sihteeri@isy.fi



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

Onnistuneet päivät ja katse tulevaan

Ilmansuojelupäivien päätössanoissa Ilmansuojeluyhdistyksen puheenjohtaja Ville-Veikko Paunu kiitti puhujia, osallistujia ja järjestäjiä onnistuneesta tapahtumasta. Päivien aikana korostuivat ilmanlaadun kiristyvät vaatimukset, puhtaan teknologian tarjoamat ratkaisut sekä ilmastomuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen tiivis yhteys.

Päivät Lappeenrannassa osoittivat, että ilmansuojelun kentällä tapahtuu parhaillaan paljon. Uusi sääntely, kehittyvät mittausmenetelmät ja teknologiset ratkaisut avaavat uusia mahdollisuuksia päästöjen vähentämiseen, mutta samalla ne asettavat uusia vaatimuksia viranomaisille, tutkijoille ja toiminnanharjoittajille. Yhteinen viesti oli kuitenkin selvä: puhtaampi ilma, terveellisempi elinympäristö ja ilmastotavoitteiden saavuttaminen kulkevat kaikki käsi kädessä. ■

Päivät osoittivat, että ilmansuojelun kentällä tapahtuu parhaillaan paljon. Kiitos kaikille esiintyjille ja osallistujille!



EU-erityisasiantuntija Aino Fant kertoi EU:n ilmastosääntelyn tulevaisuudesta.

KUVA: VILLE-VEIKKO PAUNU

KIRJOITTAJAT 3 | 2026

ALEC ESTLANDER

ympäristöneuvos
alec.estlander@gmail.com

PETTERI HAVERI

ekonomisti
Energiateollisuus ry
petteri.haveri@energia.fi

JUSSI HOIVALA

väitöskirjatutkija
Tampereen yliopisto
jussi.hoivala@tuni.fi

KARI HÄMEKOSKI

ohjelmajohtaja
Nefco
kari.hamekoski@nefco.int

VILLE LEINONEN

tutkijatohtori
Tampereen yliopisto
ville.leinonen@tuni.fi

TIMO MARTTINEN

tuotantopäällikkö
Helen Oy
timo.marttinen@helen.fi

VILLE-VEIKKO PAUNU

erikoistutkija
Suomen ympäristökeskus
ville-veikko.paunu@syke.fi

TUULA PELLIKKA

johtava tutkija
VTT
tuula.pellikka@vtt.fi

SAMPO SOIMAKALLIO

johtava tutkija
Suomen ympäristökeskus
sampo.soimakallio@syke.fi

HILKKA TIMONEN

johtava tutkija
Ilmatieteen laitos
hilkka.timonen@fmi.fi

KUISMA VESISENAHO

väitöskirjatutkija
Tampereen yliopisto
kuisma.vesisenaho@tuni.fi

