

IS

2 | 2025

ILMANSUOJELU

ENERGIAPOSITIIVISET ALUEET – päästötöntä kaupunkia rakentamassa s. 4

ALUEELLISTA YHTEISTYÖTÄ lämmityksen päästöjen ja kustannusten pienentämiseksi s. 9

RENGASVALINNALLA JA AJONEUVON PAINOLLA merkittävä vaikutus hiukkaspäästöihin s. 12

LÖNNROTINKADUN nastarengaskieltokokeilun tuloksia s. 18

HIILIDIOKSIDIN KULJETUS mahdollistaa sen talteenoton laajentamisen s. 20

PÄÄSTÖRAPORTOINTIJÄRJESTELMIEN laadunvarmistuksen ohjeistusta s. 24

VAUHTIA ILMASTOTEKOIHIN – ratkaisuja haastaville sektoreille s. 26

4 Energiaposiitiivisilla alueilla pyritään muokkaamaan kaupunkien päästöjä energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian tuotannon kautta.



Raskaat sähköautot ja nastarenkaat voivat kasvattaa katupölypäästöjä merkittävästi. Tutkimuksen avulla etsitään keinoja katupölyn hillintään.

12&18



KUVA: SUVI HAAPARANTA

20

Hiilidioksidin talteenottoteknologiat ovat keskeisiä vihreän siirtymän tavoitteiden saavuttamisessa. Talteenotettua hiilidioksidia on kuljetettava putkistojen, laivojen, rautateiden tai rekkojen avulla.

KUVA: GERARD LAKERVELD / UNSPLASH

32

Ilmanlaadun mittaajat, konsultit, laite-edustajat ja muut alan asiantuntijat kokoontuivat jälleen ISY:n mittaajapäiville ajankoh- taisten aiheiden äärelle.

KUVA: KARRI SAARNIO



SISÄLLYS 2 | 2025

- 4 ENERGIAPOSITIIVISET ALUEET** – päästötöntä kaupunkia rakentamassa
- 9 BLOCKCC: ALUEELLISTA YHTEISTYÖTÄ** lämmityksen päästöjen ja kustannusten pienentämiseksi
- 12 Nordust 2 -tutkimus: RENGASVALINNALLA JA AJONEUVON PAINOLLA** merkittävä vaikutus hiukaspäästöihin
- 18 LÖNNROTINKADUN** nastarengaskieltokeilun tuloksia
- 20 HIILIDIOKSIDIN KULJETUS** mahdollistaa sen talteenoton laajentamisen
- 24 REPE: PÄÄSTÖRAPORTOINTIJÄRJESTELMIEN** laadunvarmistuksen ohjeistusta
- 26 ACE: VAUHTIA ILMASTOTEKOIHIN** – ratkaisuja haastaville sektoreille
- 30 VALOKEILASSA:** Leena Ylä-Mononen
- 32 TAPAHTUU: ILMANLAADUN MITTAAJAT** kokoontuivat ensimmäistä kertaa Oulussa

Pääkirjoitus

Sähköistymisen siunaus ei ulotu katupölyyn

Sähköautot yleistyivät fanfaarien saattelemina: uusi ratkaisu ilmastokriisiin elintasosta tinkimättä. Käytännön tutustumisen myötä trumpettisektion toivotus on jo hieman hillitympää, kun myös ongelmat ovat tulleet esiin ja niitä on alettu ratkoa. Sähköistymisen on tuonut mukanaan suurenneita hankintakustannuksia, latausverkon riittämättömyyden haasteita (etenkin raskaalle liikenteelle), kiihtyvää kilpajuoksua akkumina- raalien kaivuussa ympäristön ja huono-osaisempien ihmisten kus- tannuksella, sekä vähemmän keskustelussa esiintyneitä haasteita, kuten liikenneturvallisuuden, tiekuluman, katupölyn ja mikromu- vin näkökulmat.

Erityisesti suurikokoiset sähkökatumaasturit asettavat kyseenalai- seksi sähköautoilun vastuullisen imagon, sillä niiden liikuttaminen tuottaa haittoja auttamatta enemmän, kuin näppärän pikkuauton suihkiminen akkukäyttöisesti. Jostain syystä mielikuvatasolla vuo- den 2035 hiilineutraaliustavoitteeseen sitoutuneet kansalaiset eivät edes pääkaupunkiseudulla heittäydy sankoin joukoin pyörimään tai joukkoliikenteen vietäviksi. Ilmastokeskustelussa harva muistaa, että aivan muilla kuin valtavilla henkilökohtaisilla nelipyöräisil- lä matkustaminen on todellinen ilmastoteko. Toki vihreän sähkön vauhdilla on parempi matkustaa, mutta onko auton tosiaan oltava suurempi kuin naapurilla?

Tämänkertaisen Ilmansuojelulehden ensimmäisessä ja toisessa artikkelissa käsittelemme tällä kertaa energiaposiitiivisten aluei- den rakentamista. Suomessa pelkästään pääkaupunkiseudulla on käynnissä tai jo toteutettu useita aluekokeiluja, joiden myötä tietoa rakennusprojektien luonteesta ja uudenlaisten kokonaisenergiarat- kaisujen hyödyistä on kartutettu. Tulevaisuudessa yhä suurempi osa Suomen kaupunkien alueista voi olla energianeutraaleja.

Kolmannessa artikkelissa tutustutaan hiljattain päättyneen Nor- dust 2 -hankkeen tutkimustuloksiin katupölyyn liittyen. Autokan- nan sähköistymisen on luonut uusia haasteita katupölyn vähen- tämiselle, sillä raskaat sähköajoneuvot ja niissä nastarenkaat ovat katupölyn kannalta varsin huono yhdistelmä. Heti tämän jälkeen kurkistamme lyhyesti Helsingin Lönnrotinkadun nastarengaskokei- lun tuloksiin ja saamme lukea, millaista jatkoa kokeilulle on luvassa.

Lehden puolella välissä perehdyimme hiilidioksidin talteenot- toon ja kaasun jatkokäsittelyn kannalta oleelliseen kuljetusinfra- struktuuriin. Hiilidioksidin talteenotto onkin mukana kaikissa ilmas- totavoitteiden mukaisissa tulevaisuuden skenaarioissa.

Seuraavaksi kerromme päästöraportointijärjestelmien laadun- varmistukseen liittyvistä uusista ohjeistuksista, jotka on luotu RE- PE-hankkeessa.

Lehden loppupuolen artikkelissa esittelemme EU:n Life-ohjel- man hankkeen, joka tähtää ilmastoratkaisujen vauhdittamiseen vaativilla sektoreilla. Hanke etsii vihreää siirtymää tehostavia kei- noja esimerkiksi raskaan liikenteen, maatalouden ja työkaluiden päästöjä vähentämään.

Aivan lopuksi pääsemme jälleen karpäseksi kattoon ISY:n mittaa- jatapaukseen. Tällä kertaa asiantuntijat tapasivat Oulussa, ja asia- listalla oli erityisesti uuden EU-direktiivin aiheuttamia muutoksia ja toimenpiteitä.

Jälleen on yhdestä katupölykaudesta selvitty, ja kesä saa tulla!

TYTTI RINTANEN

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 Rintanen
ilmansuojelulehti@isy.fi

Toimituskunta / Redaktionsråd

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

Taitto / Ombrytning

Tytti Rintanen

Kannen kuva / Omslagsbild

Jessica Fadel / Unsplash / AI-muokattu

Paino / Tryckeri

Scanseri Oy

ISSN-L 1239-8950

ISSN 1239-8950 (Painettu)

ISSN 2323-1211 (Verkkójulkaisu)

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

Ilmoitukset / Annonser

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

Kestoilmottajille lisäksi 20 % alennus
Fortgående annons ger 20 % rabatt

Tilaukset / Beställningar

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

Ilmansuojeluyhdistys ry

Sihteeri Hanne Väistö

PL 136,

00251 Helsinki

Puh. 045 1335989

sihteeri@isy.fi



Espoon Lippulaiva-kauppakeskuksen keskuskortteli lämpenee kokonaan uusiutuvalla energialla.

ENERGIAPOSITIIVISET ALUEET – päästötöntä kaupunkia rakentamassa

Energia on yksi suurimmista päästölähteistä, ja siksi energiajärjestelmien päästöjen vähentäminen on yksi tärkeimmistä avaimista ilmastomuutoksen hillinnässä.

Energiapositiivinen alue on kokonaisuus, jossa rakennetun ympäristön energian tarvetta vähennetään energiatehokkuuden kautta, samalla kun alueella lisätään paikallista uusiutuvaa energiantuotantoa. Suomessa tehdään kansainvälistä huipputason soveltavaa tutkimusta ja innovaatioita rakennetun ympäristön energiajärjestelmien kehittämisessä.

Mari Hukkalainen, johtava tutkija, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Ilmaston lämpenemistä hillitään vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä. Tähän tarvitaan toimia monella tasolla: EU ja valtiot pyrkivät vähentämään päästöjä lainsäädännön ja julkisten rahoitusinstrumenttien kautta. EU:n kaupunkimissiossa 112 eurooppalaista kaupunkia tavoittelee ilmastoneutraaliutta 2030 mennessä (EU, 2025). Suurilla hankkeilla voidaan lisätä päästötöntä sähköntuotantoa sähköverkkoon. Mutta nämä toimet eivät vielä yksinään riitä, vaan päästöjen vähentämistä on tarpeen tavoitella yhä enemmän myös paikallisesti: kaupungeissa ja niiden asuin- ja palvelualueilla, sekä rakennuksissa. Energiapositiiviset alueet ovat yksi ratkaisukokonaisuus, jolla päästöjä voidaan vähentää kaupunkiympäristöissä.

Mikä on energiposiitiivinen alue?

Energiapositiiviset alueet (Energy Positive District, PED) ovat alueita, joilla päästötöntä, uusiutuvaa energiaa tuotetaan paikallisesti osana rakennettua ympäristöä. Nimen mukaisesti tavoitteena on tuottaa enemmän energiaa kuin alue kuluttaa vuoden aikana. Lisäksi energiankulutusta ja -tuotantoa ohjataan älykkäästi, jotta alueen energiaratkaisut toimisivat kokonaisuutena mahdollisimman tehokkaasti.

Energiapositiivisilla alueilla ei ole vielä yhtä yleisesti hyväksyttyä kansainvälistä määritelmää, vaikka keskustelua on Euroopan PED-yhteisössä käyty vilkkaana. Koska aihe on vielä tutkimus- ja innovaativaiheessa, termistöä ja määritelmiä kehitetään lukuisissa tutkimusprojekteissa.

Energiapositiivinen alue kokoaa samaan konseptiin kestäväen energiamurroksen pääelementit: alueella kulutetaan mahdollisimman vähän energiaa ja tuotetaan vuositason kulutusta enemmän päästötöntä uusiutuvaa energiaa, minkä lisäksi kulutus ja tuotanto sovitetaan yhteen optimoidusti.

Energiapositiivinen alue muodostuu kolmesta ominaisuudesta. Ensimmäisenä periaatteena on, että alueella kulutetaan mahdollisimman vähän sähköä, lämpöä ja jäähdytysenergiaa, eli energiatehokkuus on huomioitu laajasti. Tämän lisäksi alueella tuotetaan päästötöntä uusiutuvaa energiaa enemmän kuin sitä kulutetaan vuositason kulutusta. Energian kulutus ja paikallinen tuotanto pyritään kohdistamaan paremmin yhteen kysyntäjoustolla, energiavarastoilla sekä energiajärjestelmän optimoinnilla ja älykkäällä ohjauksella. Kaikki tämä pyritään tekemään niin, etteivät asukkaiden olosuhteet heikkenisi, vaan jopa paranisivat. Energiatehokkuuden parannukset, kuten lämpövuotojen ja vetoisuuden korjaaminen, sekä lämmityksen ja ilmanvaihdon säätö tarpeiden mukaisiksi voivat parantaa myös asukkaiden kokemaa viihtyisyyttä lämpötilan suhteen.

Energiapositiivinen alue kokoaa samaan konseptiin kestäväen energiamurroksen pääelementit, joilla energiasta tulevia päästöjä voidaan pienentää rakennetussa ympäristössä. Tekniset ratkaisut valitaan sovitamalla yhteen erilaiset reunaehdot, joita tulee sijainnista, olemassa olevien ja uusien rakennuksien ominaisuuksista, sekä käyttäjien ja muiden järjestelmien tarpeista. Osa PED-ratkaisuista on vielä kalliita ja kehitys- ja testausvaiheessa, mutta useimmat ratkaisut ovat jo yksinään taloudellisesti kannattavia ja hyvin saatavilla (esim. aurinkopaneelit, autojen sähkölataus, sähköakut, lämpöpumput, jne.).

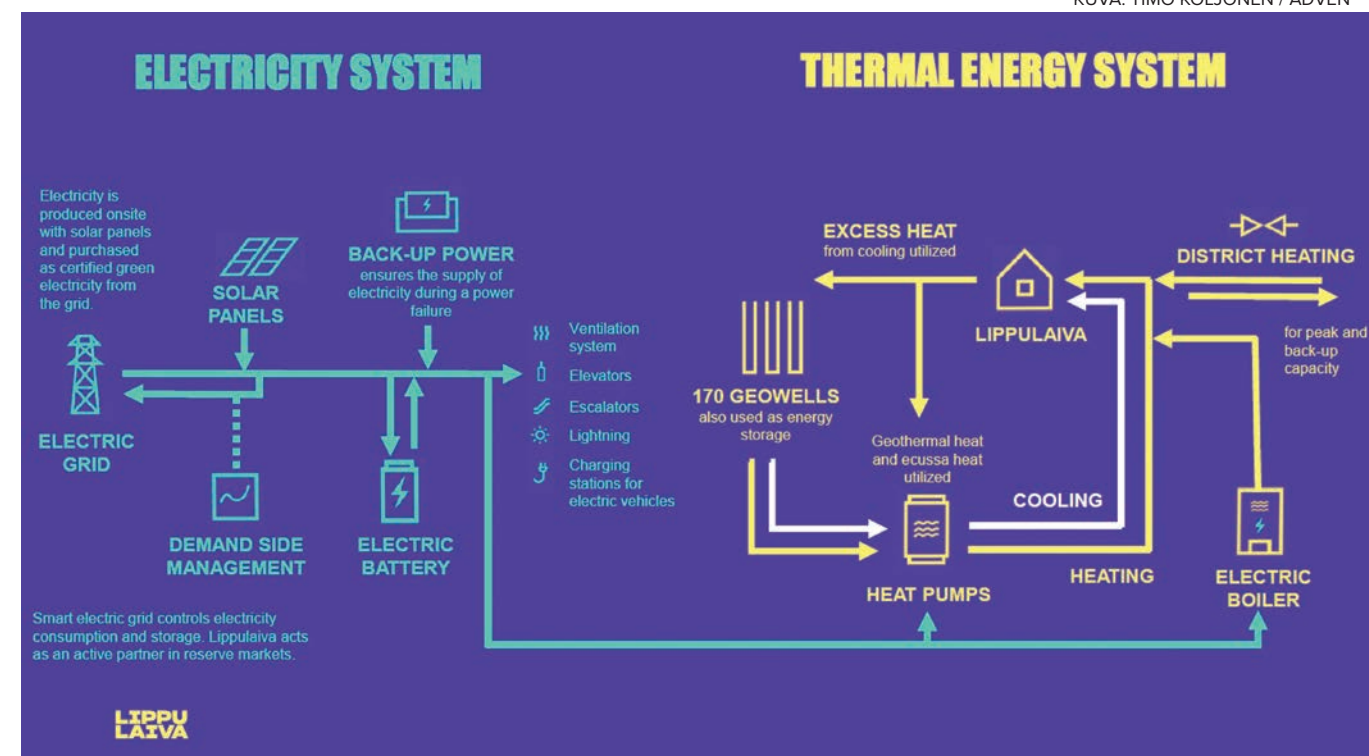
Kaupungin rooli energiamurroksessa

Monissa PED-projekteissa kaupunki on ollut keskeisenä toimijana tuomassa paikallisia energia-alan toimijoita yhteen ja koordinoimassa yhteistyötä, kun energiposiitiivista aluetta on alettu suunnitella ja toteuttaa. Joskus alueiden päästöjen vähentämistä voi hidastaa erimielisyydet olemassa olevien kiinteistöjen ja maanomistajien kanssa. Espoon kaupunki on kehittänyt ja kokeillut yhteiskehittämisen mallia, jossa kaupunki on osallistanut yksityisiä maanomistajia Keran alueen ympäristöllisen kestävyuden parantamisessa ja yhteisesti hyväksyttyjen alueen kehittämistavoitteiden muodostamisessa (Espoon kaupunki, 2024).

Kaupungeilla on myös keskeinen rooli kestävien energiaratkaisujen toteuttamisessa osana aluesuunnittelua ja kaavoitusta. Uusilla alueilla tontinluovutusehdoissa voidaan määrittää tarkempia vaatimuksia rakennusten energiatehokkuudelle, energiaratkaisuille, sekä rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmille. Tällöin uusiin rakennuksiin saadaan valmius energijoustoon, älykkääseen energiaohjaukseen, uusiutuvan energian tuotantoon ja mahdollisiin energiavarastoihin. Näitä ominaisuuksia rakennuksissa tarvitaan, jotta ne voisivat toimia tehokkaasti osana energiposiitiivista aluetta. Esimerkiksi Espoon Finnoossa on edellä mainittuja toimia kokeiltu osana kestävä kaavoittamista (RIL, 2024).

Kaupungit ovat myös usein merkittäviä kiinteistöjen omistajia, huoltajia ja ylläpitäjiä. Kaupunki pystyy esimerkiksi

KUVA: TIMO KOLJONEN / ADVEN



SPARCS-projektin Lippulaivan energiajärjestelmä.

vauhdittamaan uusien innovatiivisten ratkaisujen markkinoille tuloa omien hankintojensa ja kiinteistöjensä kautta.

Yhteistyöstä vauhtia

Energiaposiitiivisten alueiden toteuttamisessa tarvitaan laajaa yhteistyötä. Usein vaikuttavimmat tulokset ja suurimmat päästönvähennykset saadaan toteutettua, kun energiapositiivisten ratkaisujen toteutuksessa on mukana kaupunki, paikallinen sähköverkkoyhtiö, kaukolämpö- ja jäähdytystoimija, sekä merkittäviä kiinteistöjen omistajia ja rakennusten automaatiojärjestelmien palvelutuottajia.

Rakennusten omistajat sekä kiinteistöjen huoltajat ja käyttäjät ovat keskeisiä toimijoita PED:eissä, sillä heitä tarvitaan yleensä mukaan, kun alueen muutosta kohti energiapositiivista aluetta aletaan suunnitella. Usein tämä tarkoittaa muun muassa uusiutuvan energiantuotannon asentamista rakennuksiin ja tonteille: aurinkopaneeleja katoille ja seiniin, maalämpöpumppuja, hukkalämmön keräystä ja kierrätystä hyötykäyttöön, sekä energijoustopuutratkaisuja. Energijousto edellyttää energiavarastoja, mittarointia datan keräämiseksi, älykkäiden ohjausjärjestelmien käyttöönottoa ja tiedonsiirron rajapintojen päivittämistä.

Käytännössä Pohjoismaissa toteutetut PED-kokeilut ovat olleet yhteydessä kaukolämpö- ja jäähdytysverkkoon, sekä paikalliseen sähköverkkoon, eikä niitä ole yritetty toteuttaa erillisinä off-grid -ratkaisuina. PED-alueiden kehittämisessä tarvitaankin mukaan paikallisten energiaverkkojen operaattorit. Lisäksi mukaan tarvitaan yrityksiä, jotka hoitavat energijärjestelmän kokonaisuuden ohjauksen ja toiminnan, sekä energiavirtojen optimoinnin.

Kauppakeskus projektin kohteena

Espoon Lippulaiva-kauppakeskuksessa SPARCS-projektin PED-demonstraatiokohteessa keskuskortteli käyttää pelkästään uusiutuvaa lämmitys- ja jäähdytysenergiaa, jotka on tuotettu paikan päällä maalämpöpumpuilla. Adven tuottaa energian palveluna rakennuksen omistajalle Cityconille. Neljän megawatin maalämpöjärjestelmä on yksi Pohjois-Euroopan suurimmista korttelitason lämpöpumppukohteista. Lippulaivassa myös tuotetaan katolla ja julkisivussa olevilla aurinkopaneeleilla sähköä.

Lippulaiva on kestävä liikenteen solmukohta, jossa on yhteys metroon, busseihin, ja korttelissa on 130 sähköautojen latauspistettä sekä kymmenen sähköpyörän latauspistettä. Korttelin hukkalämmöt hyödynnetään tehokkaasti kiinteistöissä, ja kesäaikaiset yllämmöt varastoidaan maaperään. Sähkövarasto (1,5 MWh) ja energijousto mahdollistavat kiinteistön osallistumisen Fingridin sähköverkon säätömarkkinoille. (SPARCS D3.3, 2022.)

Autojen lataus vaatii PED-ratkaisuja

Liikenteen päästöjä pyritään vähentämään laajasti sähköistämällä ajoneuvoja, mikä osaltaan luo lisää painetta alueiden sähköverkoille. Monissa Euroopan suurissa kaupungeissa, myös Suomessa, on yhä enemmän haasteita sähköverkon kehittämisessä, kun sähkön tarve kasvaa erityisesti kulutuspiikkien aikana. Sähköautojen lataus lisää usein myös kulutuspiikkien aikaista sähköntarvetta, jos latauksen ajoitukseen ei kiinnitetä huomiota. Toisaalta sähköautojen lataus voi olla osa kestävämpää energijärjestelmää, jos sitä hyödynnetään tasamaan sähkönkulutuksen vaihtelua eri vuorokaudenaikoina.

KUVA: MIA KAURILA / ESPOON KAUPUNKI



Sellon aurinkopaneelit SPARCS-projektista.



KUVA: SAKARI MANNINEN

NEUTRALPATH-hankkeessa toteutetaan tai suunnitellaan energiaposiitiivisia alueita viidessä eurooppalaisessa kaupungissa. Vantaan Aviapolis on yksi kohteista.

Monissa PED-kokeiluissa on ollut mukana sähköautojen kaksisuuntaista latausta, jossa sähköautojen akusta voidaan myös myydä sähköä takaisin sähköverkkoon, esimerkiksi helpottamaan kulutuspiikkien aikaista tarvetta. Tämä tulevaisuuden teknologia tosin edellyttää vielä sähköautojen latauksen optimoinnin ja akkuteknologian kehitystä. (Leipzig, 2024.)

Kansainvälisesti merkittäviä oppeja Suomesta

Kunnianhimoiset kansainväliset PED-tutkimusohjelmat tavoittelevat yleensä aidosti energiaposiitiivisia alueita, jotka tuottavat nimenomaan enemmän uusiutuvaa energiaa kuin kuluttavat. Käytännössä useimmat näistä demonstraatioista kuitenkin tuottavat korkeintaan saman verran energiaa kuin alueella tarvitaan.

Ympäri Eurooppaa on tehty yli 100 PED-demonstraatiota (PED-EU-NET, 2025), joissa energiatehokkaita alueita ja niiden energiaratkaisuja on tutkittu, kokeiltu ja tuotu käytäntöön. Suomessa tällaisia kokeiluja on tehty muun muassa EU:n tutkimus- ja innovaatorahoituksella Espoossa (SPARCS), Turussa (RESPONSE), Oulussa (MAKING-CITY)

ja viimeisimpänä Vantaalla (NEUTRALPATH). Nämä hankkeet on toteutettu osana EU:n Smart Cities and Communities -majakkakaupunkien innovaatio-ohjelmaa (Scalable Cities) ja EU:n kaupunkimissiota (EU, 2025). Suomessa on toteutettu monia kansainvälisesti kiinnostavia referenssikohteita ja energiaposiitiivisten alueiden kokeiluja. Esimerkiksi International Energy Agencyn osana toimiva kansainvälisen PED-tutkimusyhteisö Annex 83 vieraili Espoossa tutustumassa SPARCS-projektin demonstraatiokohteisiin Sellossa ja Lippulaivassa (Annex 83).

Pitkästä lämmityskaudesta johtuen energiaposiitiivisuuden tavoite on erittäin haastava saavuttaa Suomen olosuhteissa. Pohjoismaissa energiaposiitiivisten alueratkaisujen projektien suurin anti onkin kehittää ja kokeilla, miten paljon päästöjä pystytään PED-ratkaisuilla vähentämään paikallisella tasolla, rakennuksissa ja aluesuunnittelussa. Edellä esitellyt hankkeet tukevat kaupunkien kehittämistä kohti ilmasto-neutraaliutta ja kokeilusta saadut opit ja käytännön kokemukset vauhdittavat kestävä energiamurroksen etenemistä sekä Suomessa että maailmalla.

Lähteet:

Annex 83: IEA Annex83 on Positive Energy Districts. <https://annex83.iea-ebc.org/>
EU 2025: EU:n kaupunkimissio, 100 Climate Neutral and Smart cities by 2030. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en
Espoon kaupunki, 2024: Yhteiskehittämisen työkalupakki Kestäville ja älykkäille kaupunkialueille, SPARCS-projekti. <https://co-creating-sparcs.fi/>
Leipzig, 2024: SPARCS-EU-projektin raportti. <https://sparcs.info/en/deliverables/d4-05-ev-mobility-integration-and-its-impacts-in-leipzig/>
MAKING-CITY: <https://makingcity.eu/>
NEUTRALPATH: <https://neutralpath.eu/>

PED-EU-NET: Cost Action PED network, database of European PED cases. <https://pedeu.net/map/>
RESPONSE: <https://h2020response.eu/>
RIL 2024: Finnoon tontinluovutusehdot, 2024, SPARCS projektin osuus RIL:n tietoisuudessa. <https://events.ril.fi/media/2024/jasennyys/tietoisuuskut-2024/sparcs-finnoon-tontinluovutusehdot.pdf>
Scalable cities: EU-rahoitteisten PED ja Smart City -aiheisten tutkimus- ja innovaatioprojektien verkosto. <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/scalable-cities>
SPARCS D3.3: Espoon PED-demonstraatioiden raportti. <https://sparcs.info/en/deliverables/d3-03-implemented-demonstrations-of-solutions-for-energy-positive-blocks-in-espoo/>
SPARCS: EU-projekti. <https://sparcs.info/en/>

Vantaan Aviapolis – esimerkillinen lentokenttäkaupunki

Eira Linko, projektikoordinaattori, Vantaan kaupunki

Tuore esimerkki PED-kehitystyöstä on vuonna 2023 käynnistynyt NEUTRALPATH-hanke, jossa toteutetaan tai suunnitellaan energiapositiivisia alueita viidessä eurooppalaisessa kaupungissa. Suomesta hankkeessa on mukana Vantaan kaupunki. Hanke saa rahoituksensa EU:n Horizon Europe -rahoitusohjelmasta, ja on osa Euroopan sadan hiilineutraalin ja älykkään kaupungin mission toimeenpanoa.

Hankkeessa ratkotaan kaupunkien päästövähennystyöhön liittyviä haasteita kokonaisvaltaisesti. Energiateknologioiden kehittämisen ja testaamisen rinnalla kiinnitetään huomiota muun muassa rahoitusmalleihin, yhteiskehittämiseen, käytäytymismalleihin ja osaamisen kasvattamiseen niin energiaratkaisujen, kuin laajemmin kaupunkien ilmastotyönkin näkökulmasta.

Vantaan NEUTRALPATH-kohdealueena on Helsinki-Vantaan lentokentän eteläpuolella sijaitseva Aviapolis, joka

muuntuu vaihteittain logistiikka-alueesta monipuoliseksi kaupunkikeskukseksi. Alueen tavoitteena on kehittyä Euroopan ympäristöystävällisimmäksi lentokenttäkaupungiksi.

Alueella on lukuisia toimijoita, ja yhteistyö onkin keskiössä, kun halutaan varmistaa ilmasto- ja energiatavoitteiden konkretisoituminen. Hankkeessa kehitetään vähähiilisiä energiaratkaisuja yhdessä alueen toimijoiden kanssa, sekä pyritään lisäämään tiedonvaihtoa ajankohtaisista haasteista energiajärjestelmän päästöjen vähentämiseksi tiiviissä ja muuntuvassa kaupunkiympäristössä. Samalla muodostetaan kokonaisvaltaista näkemystä alueen tarpeista ja kehittämispotentiaalista energiapositiivisten alueiden oppeja hyödyntäen. ■

Lisätietoa hankkeesta www.neutralpath.eu

Euroopan Unionin rahoittama. Esitetyt näkemykset ja mielipiteet ovat kirjoittajien eivätkä välttämättä vastaa Euroopan Unionin tai CINEA:n näkemystä. Euroopan Unionia tai rahoittajaa ei voida pitää vastuullisena sisällöstä.

ILMANLAADUN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN ASIAANTUNTIJA

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



Kuva: Laura Karlin

ALUEELLISTA YHTEISTYÖTÄ

lämmityksen päästöjen ja kustannusten pienentämiseksi

BLOCKCC-hankkeessa kehitettiin kokonaisvaltaista tapaa edesauttaa alueellista energiayhteistyötä lämmityksen kehittämiseksi. Tavoitteena oli löytää nopealla aikavälillä energiasiirtymää nopeuttavia ratkaisuja energian tuottajien sekä muita energiapalveluita tarjoavien yritysten ja lämmön loppukäyttäjien välille.

Antti Tohka, yliopettaja, Metropolia AMK

BLOCKCC (Block the Climate Change) – Energia-korttelit – alueelliset toimintamallit ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi -hanke keskittyi uusien asuinalueiden ja olemassa olevien alueiden energiajärjestelmien kehittämiseen. Tässä artikkelissa käsitellään helsinkiläisen asunto-osakemuotoisen omistuspuhjan alueen tilannetta. Tutkimus toteutettiin keräämällä teknistä tietoa pilotti-alueista ja hyödyntämällä sitä simuloinneissa, sekä käymällä aktiivista vuoropuhelua viiteryhmiä kanssa ja järjestämällä esimerkiksi työpajoja.

Erityisesti asunto-osakeyhtiöiden tapauksessa takaisinmaksajat ja nettokassavirratt ovat tärkeitä seikkoja, kun energiauudistuksia viedään yhtiökokousten päätettäväksi. Ympäristöasioiden lisäksi erilaiset hankkeet edistävät tai estävät taloudelliset tekijät tulee viestiä selvästi.

Viiteryhmätapaukset osana kehitystyötä

Yhtenä keskeisenä havaintona hankkeen viiteryhmätapauksissa ja keskusteluissa eri asiantuntijatahojen kanssa nousi esiin se, että energiayhteistyötä estävät seikat eivät välttämättä liity teknisiin ratkaisuihin. Vaikeudet liittyivät etupäässä päätöksentekoprosesseihin, yhteistyön sujuvuuteen tai tiedon puutteeseen. Alueellisia teknisiä ratkaisuja löytyikin jo, mutta toteutuneita esimerkkejä useamman taloyhtiön ja muun alueellisen toimijan yhteistyönä toteuttamasta energiaratkaisusta oli vain muutamia. Esimerkiksi lämmitystapa-muutokset (esim. siirtyminen maalämpöön) toteutetaan siis harvoin yhteistyössä muiden alueen asunto-osakeyhtiöiden kanssa, saati sitten, että perustettaisiin alueellisia asunto-osakeyhtiöjohtoisia energiayhtiöitä tai osuuskuntia huolehti-maan lämmityspalveluita.

BLOCKCC-hankkeen viiteryhmäkeskusteluissa nousi esiin muun muassa hankkeen taloudelliset vaikutukset osakkaiden

Tapaus	Päälämmitys	MLP-mitoitus	Apulämmitys	Radiaattoriverkosto		Lämmöneristystaso
				Tasapaino	Lämpötilat	
1. Ref 1	KL	-	-	Alkup. ^A	80/60°C	Alkup. ^C
2. Ref 2	KL	-	-	Korjattu ^B	80/60°C	Alkup. ^C
3. YP lisäeristys	KL	-	-	Korjattu ^B	80/60°C	YP lisäeristys ^D
4. MLP+KL	MLP	80%	KL	Korjattu ^B	80/60°C	Alkup. ^C
5. MLP+KL+Rad (45/30)	MLP	80%	KL	Korjattu ^B	45/30°C	Alkup. ^C
6. MLP+KKSK	MLP	80%	KKSK	Korjattu ^B	80/60°C	Alkup. ^C
7. MLP+KKSK+Rad (45/30)	MLP	80%	KKSK	Korjattu ^B	45/30°C	Alkup. ^C
8. MLP+KKSK+YP	MLP	80%	KKSK	Korjattu ^B	80/60°C	YP lisäeristys ^D
9. MLP (60%)+KL	MLP	60%	KL	Korjattu ^B	80/60°C	Alkup. ^C
10. MLP (60%)+KKSK	MLP	60%	KKSK	Korjattu ^B	80/60°C	Alkup. ^C

YP = yläpohja, MLP = maalämpöpumppu, KL = kaukolämpö, Rad = radiaattorit ja KKSK = kiinteistökohtainen sähkökattila

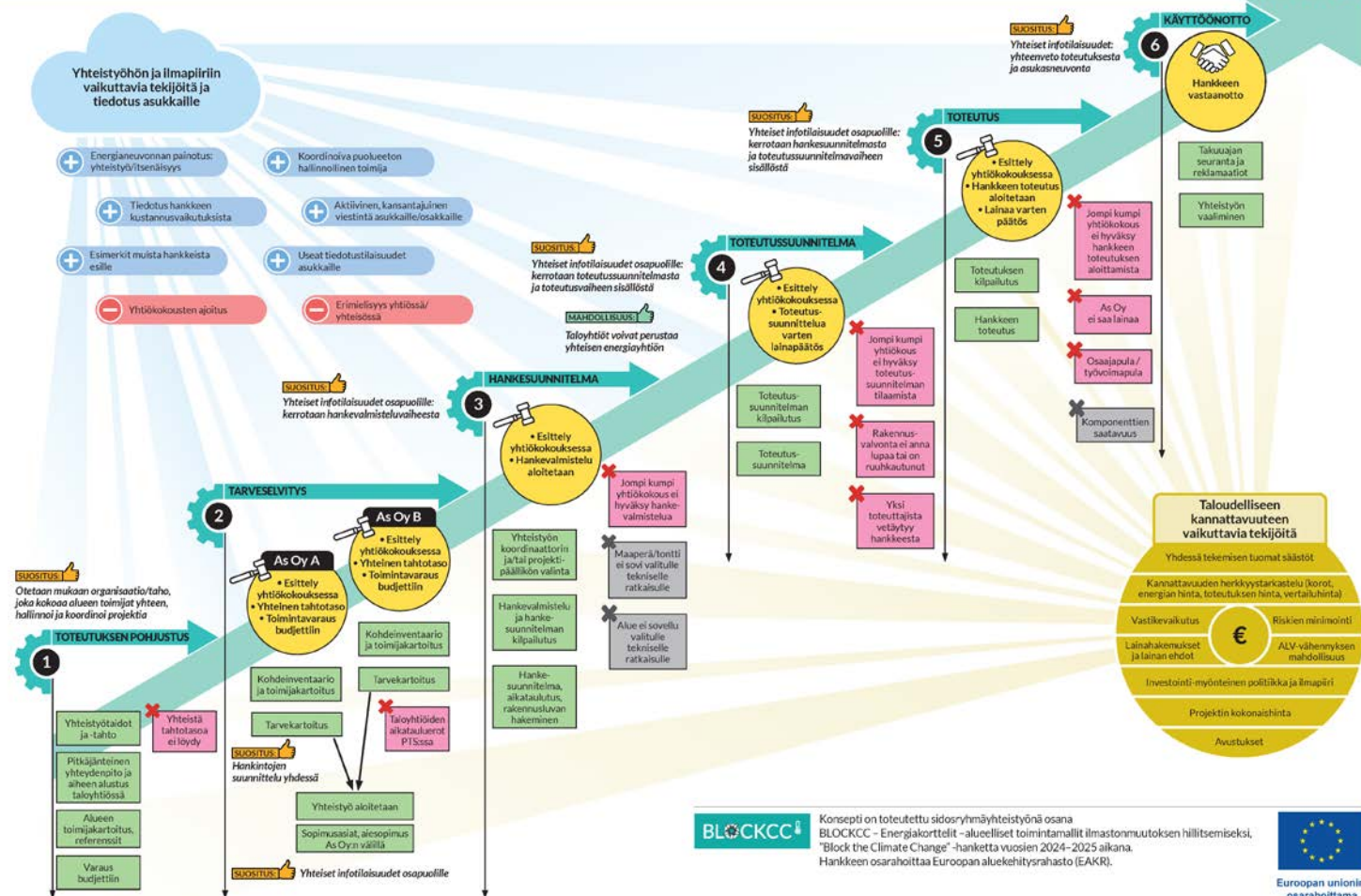
^A Patteriverkostossa alkuperäinen tasapainotus ja huonelämpötilat lämmityskaudella (asuintilat: 20.5–22°C, kylpyhuoneet 25°C, yleisilat 16–17°C).

^B Patteriverkosto tasapainotettu ja huonelämpötilat lämmityskaudella (asuintilat: 21°C, kylpyhuoneet 23°C, yleisilat 17°C).

^C Alkuperäinen lämmöneristystaso, jolloin rakenteiden U-arvot (ulkoseinät ja yläpohja 0.7 W/m²·K, ikkunat 2.9 W/m²·K).

^D Rakenteiden U-arvot alkuperäisiä, mutta yläpohjan U-arvo 0.09 W/m²·K.

Taulukko 1: Simuloidut energiakorjausratkaisut (BLOCKCC-hankkeen viiteryhmätapauksien materiaali).



Kuva 1: Alue-energiajärjestelmän konsepti olemassa olevalle asuinalueelle pitää sisällään kuusi vaihetta.

näkökulmasta sekä eri toimijoiden yhteinen tahtotila, luottamus ja sitoutuminen. Keskeisenä nähtiin myös tarve puoleettomalle hallinnolliselle toimijalle, joka koordinoi kokonaisuutta ja tiedottaa eri osapuolia. Hallinnoinnin asiantuntemuksen puute ja sopimustekniset asiat nostettiin myös esiin mahdollisina esteinä. Tiedotus nousee energiahankkeissa tärkeään rooliin, sillä ilman hyvin aktiivista ja kansantajuista tiedotusta taloyhtiöiden osakkaat eivät osaa arvioida hanketta ja tehdä päätöksiä tosiasioihin perustuen.

Alueellisessa yhteistyössä taloyhtiöiden keskenään erilaiset peruskorjaustarpeet vaikuttavat mahdollisuuksiin edetä yhdessä, vaikka tahtotaso yhteistyöhön olisi monella toimijalla

vahva. Taloudelliset vaikutukset esimerkiksi yhtiövastikkeeseen ja etenkin niistä viestiminen selkeästi ovat keskiössä toteutuksen hyväksymisessä. Viiteryhmäkeskusteluissa nousi esiin tarve puoleettomalle asiantuntijalle. Kuvassa 1 on esitetty yleisimpiä hallinnon ja yhteistyön esteitä ja pullonkaloja.

Simulointitutkimukset olemassa olevalle asuinalueelle
Uudisalueilla energiatehokkuusratkaisut voidaan suunnitella alusta alkaen ja integroida esimerkiksi osaksi kaukolämpöä. Sen sijaan olemassa olevassa rakennuskannassa korostuvat rakenteelliset rajoitteet ja asukkaiden moninaiset tarpeet. Tästä syystä ratkaisut vaativat tapauskohtaisia räätälöintejä,

mutta potentiaali päästö- ja kustannussäästöihin on merkittävämpi kuin jo valmiiksi varsin energiatehokkaissa uudisrakennuksissa. BLOCKCC-hankkeessa tarkasteltiin olemassa olevan asuinalueen energiakorjausten taloudellista kannattavuutta ja CO₂-päästövaikutuksia simulaatiotutkimuksella, missä tutkittavasta rakennuksesta oltiin ensiksi kerätty tarpeellinen tieto rakenteista sekä eri tilojen lämpötiloista, ja tämän jälkeen tiedot syötettiin IDA-Ice simulointimalliin. Taulukossa 1 on listattu tutkitut energiakorjausratkaisut, joita esitellään tässä artikkelissa. Lisäksi hankkeessa simuloitiin muun muassa kaukolämmön kysyntäjoustoa.

Taloudelliset arviot perustuivat ratkaisukohtaisiin lisäinvestointikustannuksiin, sisältäen asennuskulut, arvonlisäveron ja sähköveron. Takaisinmaksuajat ja elinkaarikustannusten nykyarvot 25 vuodelle laskettiin kolmen prosentin reaalikorolla ja kahden prosentin energian hinnan eskalaatiolla.

Ensimmäinen vertailutapaus (Ref 1) kuvasi alkuperäistä tilannetta ilman energiatehokkuustoimia. Ref 2:ssa tehtiin lämmitysverkoston tasapainotus ja lämpötilat säädettiin 21 asteeseen. Kaikissa muissa simulointitapauksissa lämpöverkosto oli tasapainotettu ja lämpötilat olivat 21 astetta. Taulukossa 1 MLP-mitoitus tarkoittaa sitä, miten paljon lämpöä minimissään maalämpöpumpuista saadaan (ja miten paljon apulämmitystä, kaukolämpöä tai sähkökattilaa, joudutaan hyödyntämään). Taulukoissa 2 on puolestaan esitetty simulointien tuloksia takaisinmaksuajoille ja päästöille kahdella eri kaukolämmön hinnalla ja päästökertoimella (Helen 2024 ja Suomi keskimäärin 2024).

Takaisinmaksuajat 2024 kaukolämmön hinnalla:

- Yläpohjan lisäeristysten takaisinmaksuaika <3 vuotta
- Maalämpöratkaisujen takaisinmaksuaika 6–11 vuotta
- Maalämpö laskee elinkaarikustannuksia 37–43 %
- 80 % mitoitus 3–5 % edullisempi kuin 60 %
- Sähköinen apulämmitys 3–6 % kannattavampi kuin kaukolämpö
- Radiaattorien vaihto kannattavaa, jos apulämmitys on kaukolämpö
- Tapaus 8 kustannustehokkain (maalämpö + sähkökattila + lisäeristys + alkuperäiset radiaattorit)

Takaisinmaksuajat 2025 hinnoilla (7 % alempi hinta):

- Takaisinmaksuajat pitenevät 0,2–1,5 vuotta
- Pelkän kaukolämmön ratkaisussa elinkaarikustannukset laskevat 6 %
- Kaukolämpöä apulämmityksenä käytävissä ratkaisuisa laskua 0,2–1,3 %
- Tapaus 8 säilyy kustannustehokkaimpana

CO₂-päästöt:

- Helenin päästökertoimet: sähkö 271 kg-CO₂/MWh, kaukolämpö 162 kg-CO₂/MWh
- Suomen keskiarvot: sähkö 70 kg-CO₂/MWh, kaukolämpö 145 kg-CO₂/MWh
- Helenin rakenteella päästöt 24,8–39,3 kg-CO₂/m²,a
- Suomen keskiarvolla 6,5–30,9 kg-CO₂/m²,a
- Helenin tuotannolla maks. 40 % vähennys (tapaus 5)
- Suomen keskiarvolla jopa 80 % vähennys (tapaus 7)
- Elinkaarikustannukset huomioiden tapaus 8 on myös päästöjen osalta paras kompromissi

Yhteenveto tuloksista

Helenin kaukolämmöntuotannon CO₂-päästöt ja päästökertoimet laskevat huomattavasti, kun tuotantoa on viety nopeasti vähäpäästöiseen suuntaan, joten vuoden 2024 päästökertoimet eivät enää pidä paikkaansa.

BLOCKCC-hankkeessa todettiin, että energiatehokkuuden parantaminen vaatii teknisten ratkaisujen lisäksi ennen kaikkea sujuvaa yhteistyötä, selkeää viestintää ja vahvaa hallinnointia. Hankkeessa kehitetyt teknistaloudelliset mallit osoittivat, että energiatehokkuusinvestoinneilla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä ja päästövähennyksiä etenkin olemassa olevassa rakennuskannassa – kunhan ratkaisut toteutetaan koordinoitusti ja osakkaat saavat ymmärrettävää tietoa päätöksenteon tueksi. ■

BLOCKCC – Energiakorttelit – alueelliset toimintamallit ilmastomuutoksen hillitsemiseksi -hankkeen verkkosivut: <https://gnf.fi/fi/gnf/blockcc/>

Tapaus	Takaisinmaksuaika (a)		LCC (€/m ²)		Päästöt (kg-CO ₂ /m ² , a)	
	2024	2025	2024	2025	Helen	Suomi
1. Ref 1	-	-	-	-	39,2	30,9
2. Ref 2	-	-	561,8	528,3	39,5	31,1
3. YP lisäeristys	2,8	3,2	531,2	499,7	37,7	29,5
4. MLP+KL	7,4	8,5	340,0	338,5	26,5	7,9
5. MLP+KL+Rad (45/30)	10,6	12,1	331,0	330,4	24,8	6,9
6. MLP+KKS	7,2	8,2	320,1	320,1	27,5	7,1
7. MLP+KKS+Rad (45/30)	10,4	11,9	320,1	320,1	25,3	6,5
8. MLP+KKS+YP	7,1	8,1	308,2	308,2	26,4	6,8
9. MLP (60%)+KL	6,2	7,1	350,5	346,1	26,8	9,7
10. MLP (60%)+KKS	6,4	7,4	336,2	336,2	29,5	7,6

YP = yläpohja, MLP = maalämpöpumppu, KL = kaukolämpö, Rad = radiaattorit ja KKS = kiinteistökohtainen sähkökattila

Taulukko 2. Energiakorjausratkaisujen korollinen takaisinmaksuaika, elinkaarikustannukset (LCC) ja vuotuiset CO₂-päästöt rakennusneliötä kohden (BLOCKCC-hankkeen viiteryhmätapaamisten materiaali).

HNU Nordion Kaikki ilmanlaadun mittaukseen

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

Nordust 2 -tutkimus:

RENGASVALINNALLA JA AJONEUVON PAINOLLA merkittävä vaikutus hiukkaspäästöihin

Ajoneuvokannan sähköistyminen lupaa puhtaampaa ilmaa, mutta samalla se nostaa esiin uuden ilmanlaatuhuolen: raskaat sähköautot ja nastarenkaat voivat kasvattaa katupölypäästöjä merkittävästi. Tämän artikkelin taustalla olevassa Nordust 2 -tutkimuksessa selvitettiin ajoneuvokannan sähköistymisen ja nastarenkaiden käytön vaikutusta ei-pakokaasuperäisiin hiukkaspäästöihin Pohjoismaissa. Tutkijat mallinsivat ja mittasivat, miten ajoneuvojen paino ja talvirenkaiden käyttö vaikuttavat PM_{10} -päästöihin. Tulokset korostavat, että ilman renkaiden käytön muutoksia sähköistyminen ei yksin riitä hillitsemään kaupunkien katupölyongelmaa.

Ana Stojiljkovic, tutkija, Suomen Ympäristökeskus
Sami Kulovuori, projektipäällikkö, Metropolia AMK

Ajoneuvokannan sähköistyminen nähdään laajalti keskeisenä keinona vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä ja parantaa ilmanlaatua. Sähköistyminen kohdistuu kuitenkin pääasiassa pakokaasupäästöihin, eikä se poista, vaan voi joissain tapauksissa jopa lisätä ei-pakokaasuperäisiä päästöjä. Sähköautot ovat tyypillisesti raskaampia kuin polttomoottoriautot, mikä johtuu pääosin akkujen suuresta massasta. Tämä lisää jarrujen, renkaiden ja tienpinnan kulumisesta syntyviä hiukkaspäästöjä.

Pohjoismaissa ei-pakokaasuperäiset päästöt vaikuttavat merkittävästi, erityisesti myöhäistalvella ja keväällä, hengitettäviin hiukkaspitoisuuksiin (PM_{10}). Päästöjen määrään taas vaikuttavat ajoneuvon massa, ajotapa, tienpinnan ominaisuudet ja sääolosuhteet. Tiheästi asutuilla alueilla, joissa liikennemäärät ovat suuria, vaikutukset korostuvat.

Ajoneuvojen massan kasvu on laajempi ilmiö, joka liittyy muun muassa katumaastureiden suosion kasvuun, ajoneuvojen turvallisuustekijöihin sekä sähköautojen yleistymiseen. Raskaan liikenteen osalta kuormakapasiteetin kasvattaminen parantaa kuljetustehokkuutta ja pienentää pakokaasupäästöjä kuljetettua tonnia kohden, mutta samalla se lisää tienpinnan kulumisesta ja pölyn resuspensiosta aiheutuvia ei-pakokaasuperäisiä päästöjä.

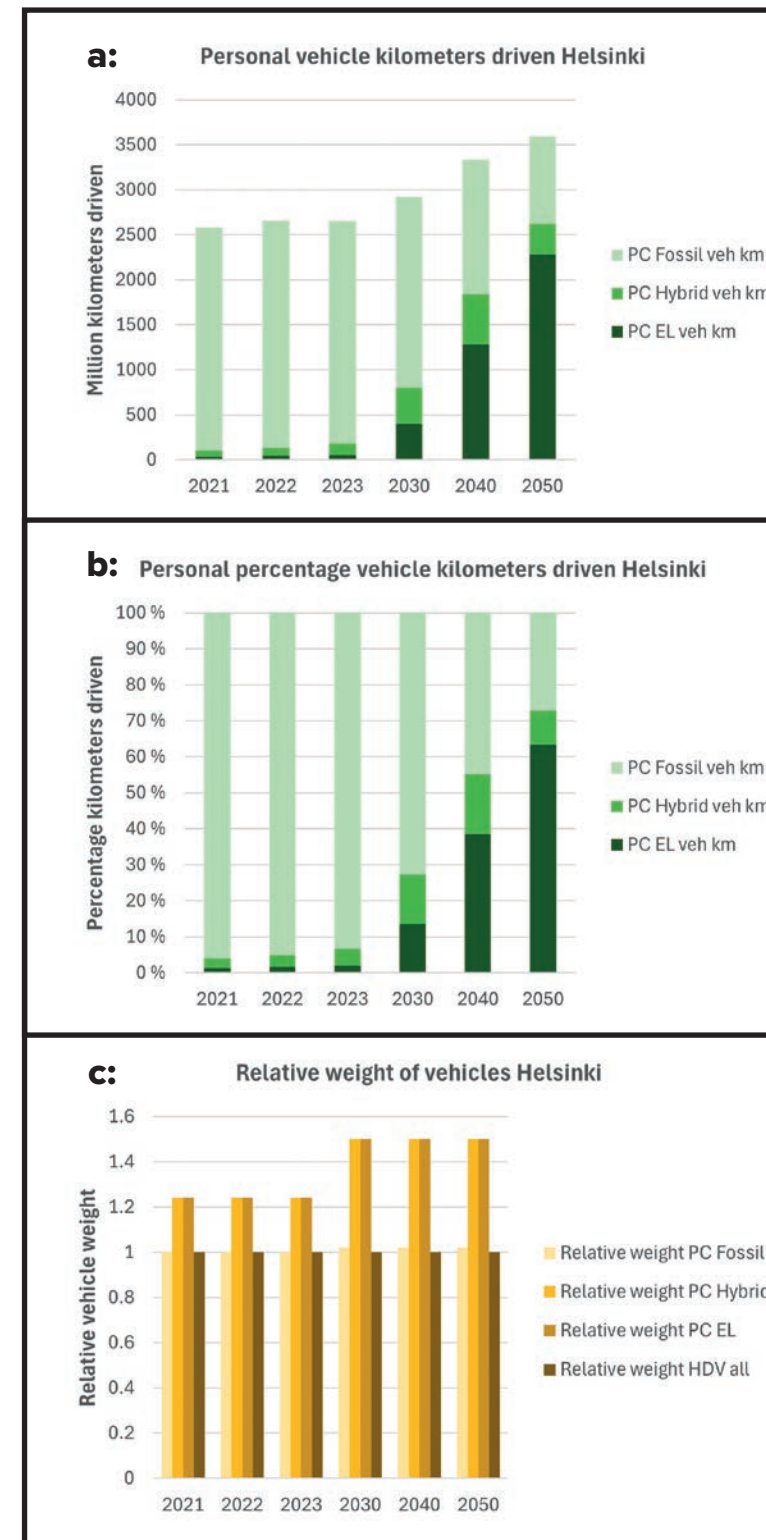
NorDust 2 -hankkeessa tutkittiin ajoneuvokannan sähköistymisen vaikutuksia ei-pakokaasuperäisiin päästöihin ja niiden terveysvaikutuksiin NORTRIP-mallin avulla (Denby ym., 2013a; 2013b). NORTRIP (NOn-exhaust Road TRAffic Induced Particle emissions) arvioi jarrujen ja renkaiden kulumisesta, tienpinnan kulumasta sekä hiekan ja suolan käytöstä syntyviä hiukkaspäästöjä. Mallia voidaan käyttää yhdessä ilmanlaatu- ja liikennemallien kanssa kaupunkien katupölypäästöjen hallintaan.

Hankkeessa mallinnettiin sähköistymisen ja ajoneuvomassan vaikutuksia PM_{10} -pitoisuuksiin Helsingissä, Tukholmassa ja Trondheimissa. Lisäksi analysoitiin, miten ajoneuvon massa ja nopeus vaikuttavat erityisesti nastarenkaiden aiheuttamiin PM_{10} -päästöihin, ja millaisia vaikutuksia eri sähköistymis- ja nastarengasskenaarioilla on katupölyn määrään.

Sähköistymisen vaikutus Helsingissä

Ajoneuvokannan sähköistymisen vaikutusta liikenteen ei-pakokaasuperäisiin päästöihin tarkasteltiin seuraavien skenaarioiden avulla, Helsingin osalta vuosille 2021, 2022, 2025, 2030, 2040 ja 2050:

- Vertailulaskelma: käytettiin ennustettuja muutoksia liikennemäärissä ja ajoneuvokannassa, mutta säilytettiin nykyinen nastarenkaiden osuus polttomoottori- ja sähköautoilla.



Kuva 1: Yhteenveto Helsingissä eri vuosina käytetystä ajoneuvokannasta: (a) fossiili-, sähkö- ja hybridiajoneuvoilla ajatut kokonaisajokilometrit; (b) fossiili-, sähkö- ja hybridiajoneuvojen suhteelliset ajokilometrit; (c) ajoneuvojen suhteelliset massat.

- Lisääntynyt nastarenkaiden käyttö sähköautoissa: kaikille henkilöautotyypeille (polttomoottori, hybridi, sähkö) oletettiin 70 prosentin nastarengasosuus – siis sama osuus, kuin vuonna 2021 oli polttomoottoriautoilla.

- Nastarenkaiden vähentäminen: vuoden 2021 nastarenkaiden 70 prosentin osuudesta vähennettiin 30 prosenttia per kulunut vuosikymmen.

- Lyhennetty nastarengaskausi: laskelmissa nastarengaskauden pituutta lyhennettiin 20 prosenttia vuosikymmenessä.

Laskelmissa arvioitiin PM_{10} - ja $PM_{2.5}$ -päästöjen lähteosuusia Helsingissä sekä $PM_{2.5}$:n ei-pakokaasuperäisten päästöjen terveysvaikutuksia.

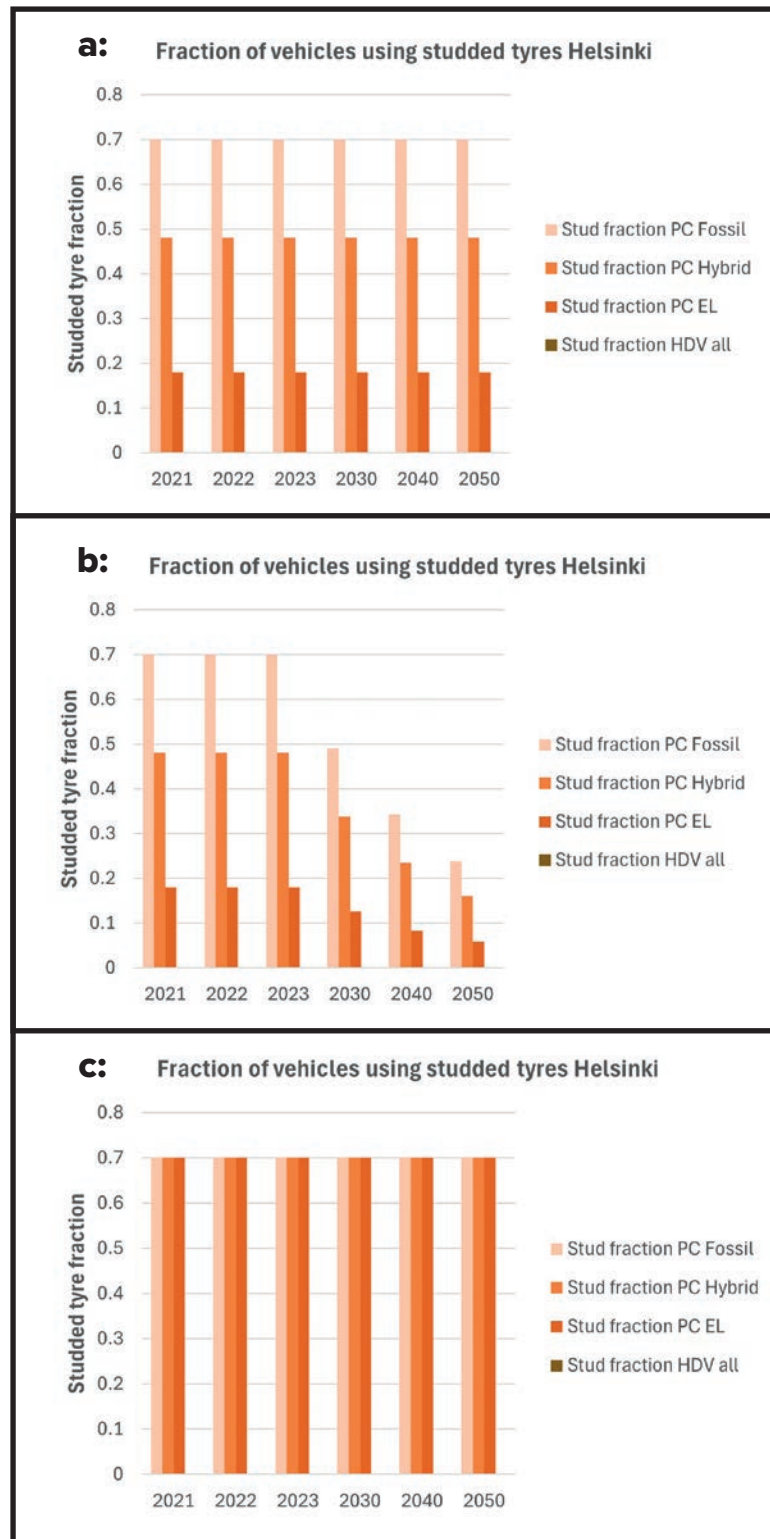
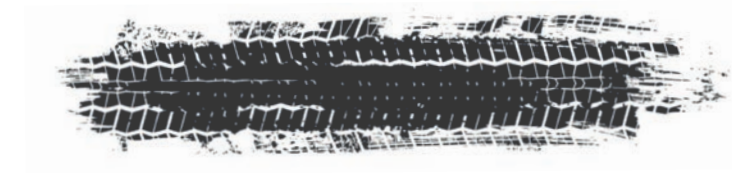
Helsingin tieliikenteen päästöt mallinnetaan NORTRIP-mallilla. Tien kulumisen määritettiin vuoden 2021 vertailuvuodelle ja sitä mukautettiin tuleville vuosille ajoneuvopainojen suhteellisten muutosten perusteella (lineaarinen riippuvuus). Oletettiin, että sähköautojen renkaiden kulumisen on kaksinkertainen polttomoottoriautoihin verrattuna painon ja kiihtyvyyksien takia. Jarrujen kulumisen sähköautoissa oletettiin olevan puolet NORTRIP:in ilmoittamasta polttomoottoriautojen kertoimesta.

Liikennemäärien kehitysennuste (ajokilometrit ajoneuvoluokittain) perustui kansallisiin ennusteisiin (VTT, 2021; Traficom, 2021). Ennuste skaalattiin vastaamaan Helsingin liikennemääriä. Ennusteessa arvioitiin, että vuoteen 2050 mennessä henkilöautokannasta 63 prosenttia tulee olemaan sähköisiä. Tätä ennustetta käytettiin kaikissa skenaarioissa.

Polttomoottori- ja sähköautojen painot perustuivat Tukholmalle laadittuihin tuloksiin (Gustafsson ym., 2024), ja ne mukautettiin Helsingin olosuhteisiin. Hybrideille oletettiin samat painot kuin sähköautoille. Sähköautojen oletettiin olevan puolet raskaampia kuin polttomoottoriautot vuosina 2030–2050. Raskaiden ajoneuvojen suhteellisia painoja ei muutettu.

Nastarenkaiden osuudet perustuivat Helsingissä suoritettuihin laskentoihin ja kyselyihin vuodelta 2023. Nastarenkaiden osuus oli polttomoottoriautoilla 70, sähköautoilla 18 ja hybridiautoilla 48 prosenttia. Eri skenaarioissa käytetyt osuudet esitetään mallinnustuloksissa. Pakokaasupäästöjen ominaispäästökerrointa alennettiin viisi prosenttia vuodessa.

Ilmanlaatumallinnus toteutettiin EMEP/uEMEP-mallinnusjärjestelmällä (Denby ym., 2020; Gustafsson ym., 2024). Väestötiheys perustui kotiosoitteisiin, jotka oli aggregoitu sadan metrin ruudukkoon ja samalla tarkkuudella laskettiin myös mallinnetut pitoisuudet.



Kuva 2: Helsingin skenaarioissa käytetyt nastarenkaiden käyttöosuudet: (a) nastarenkaiden osuudet vertailulaskelman ja lyhennetyn nastarengaskauden skenaarioissa; (b) nastarenkaiden osuudet nastarenkaiden käytön vähentämisen skenaarioissa; (c) nastarenkaiden osuudet skenaarioissa, jossa sähköajoneuvojen nastarenkaiden osuutta on kasvatettu.

Helsingin tutkimustulokset

Kuvassa 3 on esitetty mallinnetut PM_{10} - ja $PM_{2.5}$ -päästöt eri skenaarioissa, eriteltyinä renkaiden, jarrujen ja tienpinnan kulumiseen sekä pakokaasupäästöihin. Nastarengaat ja kitkarengaat on esitetty erikseen.

Vertailuskenaariossa (kuva 3a), jossa nykyiset nastarenkaiden osuudet säilyivät, ei-pakokaasuperäiset päästöt vähenevät vain hieman tulevina vuosikymmeninä. Vaikka sähköautojen osuus kasvoi, niiden suurempi massa vähensi vain hieman tiekulumaa ja muita ei-pakokaasuperäisiä päästöjä. Muutos näkyy selvemmin $PM_{2.5}$ -fraktiossa pakokaasupäästöjen vähenemisen ansiosta.

Skenaariossa, jossa sähköautot käyttävät nastarenkaita yhtä paljon kuin polttomootoriautot (kuva 3b), ei-pakokaasuperäiset päästöt kasvoivat merkittävästi erityisesti tiekuluman vduoksi.

Tehokas keino vähentää ei-pakokaasuperäisiä päästöjä on rajoittaa nastarenkaiden käyttöä, kuten nastarenkaiden vähentämiskenaariossa (kuva 3c) on esitetty. Siinä vuoden 2021 nastarenkaiden käyttöosuuksia vähennettiin 30 prosenttia jokaisella vuosikymmenellä. Vuoteen 2050 mennessä nastarenkaiden käyttöosuus olisi tällöin 24 prosenttia polttomootoriajoneuvoissa, 16 prosenttia hybrideissä ja 5 prosenttia sähköajoneuvoissa. Nastarengaskauden lyhentäminen (kuva 3d) tuottaa myös merkittäviä vähennyksiä.

Terveysvaikutukset

Kuvassa 4 on esitetty arvio ennenaikaisista kuolemista $PM_{2.5}$:n suhteen, ei-pakokaasuperäisten päästöjen seurauksena. Mallinnetun alueen väestö on 673 000, ja Suomen kuolleisuuden lähtötaso on 1040 per 100 000 henkilöä (World Bank, 2021). Arvioinnin menetelmät on kuvattu tarkemmin Gustafsson ja muiden artikkelissa (2024).

Vertailuskenaariossa laskettiin noin neljä ennenaikaista kuolemaa vuodessa 100 000 asukasta kohden Helsingissä. Tämä arvio perustuu nykykäsitykseen $PM_{2.5}$:n terveysvaikutuksista, vaikka nastarenkaiden aiheuttamat päästöt ovat suurelta osin PM_{10} :n karkeassa fraktiossa.

Tiesimulaattorin ja kenttätutkimuksen havainnot

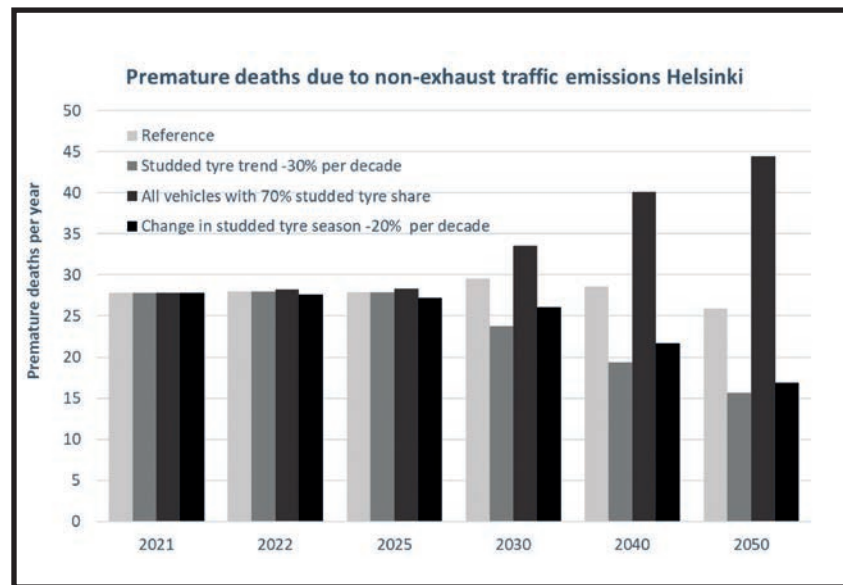
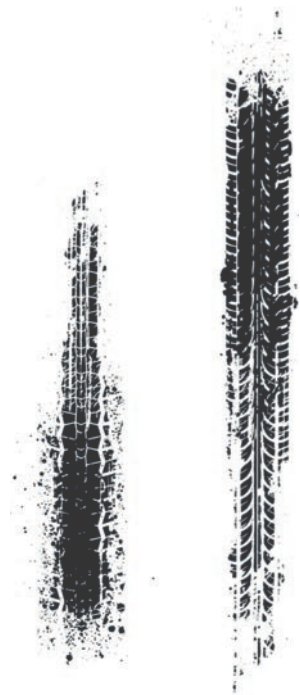
Ajoneuvon painon-, nopeuden sekä rengastyypin vaikutuksia hiukkaspäästöihin tutkittiin tiesimulaattorilla Ruotsissa ja kenttämittauksissa Suomessa.

Ruotsin valtion tie- ja liikennetutkimuslaitoksen (VTI) tiesimulaattorilla suoritetuissa testeissä tutkittiin kolmea eri akselikuormaa (350, 450 ja 550 kg) kahdella eri nastarengastyypillä. Tulokset osoittivat selvästi, että sekä PM_{10} -pitoisuudet että päästökertoimet kasvoivat kuorman lisääntyessä lineaarisesti (kuva 5). Keskimääräinen erotus kevyimmän ja raskaimman akselikuorman välillä oli noin $1,3 \text{ mg/m}^3$. Päästökertoimissa vastaava ero oli suurimmillaan noin $0,5 \text{ mg/vkm}$.

Tiesimulaattorin pyörivä liikerata aiheutti liukukulmaa renkaan ja tienpinnan välillä, mikä hieman yliarvioi kulumista todellisiin tieolosuhteisiin verrattuna. Tämän johdosta absoluuttiset arvot eivät ole suoraan yleistettävissä, mutta suhteelliset erot massan mukaan ovat merkittäviä.



Kuva 3: Mallinnetut PM_{10} - ja $PM_{2.5}$ -päästöt neljässä skenaariossa eri vuosina: (a) vertailulaskelma; (b) sähköajoneuvojen nastarenkaiden käytön lisääminen; (c) nastarenkaiden käytön vähentäminen; (d) nastarengaskauden lyhentäminen.



Kuva 4: Skenaarioiden terveysvaikutukset ennenaikaisina kuolemina vuodessa.

Yksi merkittävä havainto liittyi nastojen ulkoneman ja mittattujen päästöjen yhteyteen. Testien aikana mitattiin nastojen ulkonema ja havaittiin, että suurempi ulkonema korreloi voimakkaammin tien pinnan makrorakenteen kulumisen kanssa. Tämä ilmiö linkittyy suoraan PM_{10} -hiukkasten muodostumiseen.

Kenttämittauksissa painon vaikutusta arvioitiin Nuuskija-ajoneuvolla, vaihtelemalla ajoneuvon massaa välillä 3500–5150 kiloa, sekä käyttämällä nasta- ja kitkarenkaita. Mittauksia suoritettiin sekä keväällä että kesällä, minkä vuoksi tienpinnan pölykuorma erosi mittauksissa merkittävästi. Keväällä (kuva 6a), jolloin tienpinnan pölykuorma oli suurempi, talvirenkaan tyypillä oli vähemmän vaikutusta johtuen tienpinnan korkeammasta pölykuormasta. Keväällä siis nastarenkaiden aiheuttama suorapäästö on pienemmässä roolissa kuin ajoneuvon aiheuttama resuspensio. Kesällä (kuva 6b), kun pölykuorma oli alhainen, nastarenkaiden tienpintaa kuluttava vaikutus (suorapäästö) tuli selvästi esiin: suurimmillakin nopeuksilla ja massoilla kitkarenkaat aiheuttivat huomattavasti vähemmän päästöjä kuin nastarenkaat.

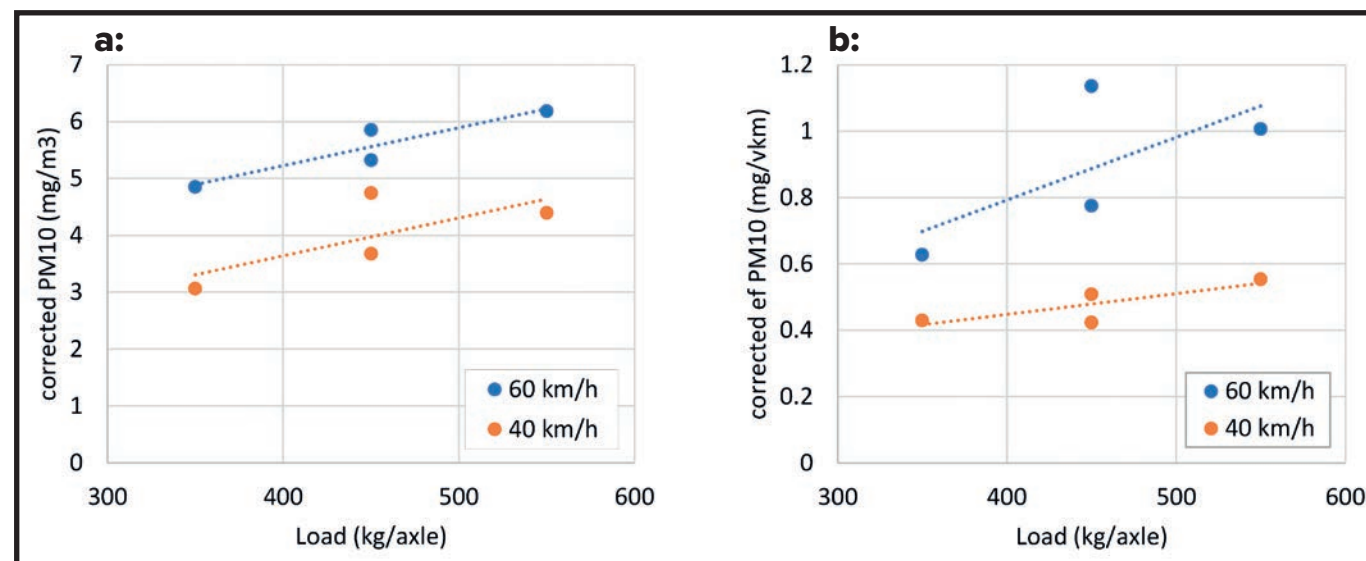
Mitatut PM_{10} -pitoisuudet kasvoivat lineaarisesti ajoneuvon painon lisääntyessä kaikissa tapauksissa. Mitatut pitoisuudet

nousivat jopa kolminkertaisiksi kevyimmästä painoluokasta raskaimpaan. Kesän mittauksissa kitkarenkaiden päästöt olivat murto-osa nastarenkaiden vastaavista päästöistä. Esimerkiksi 5150 kilon painolla ja 70 km/h nopeudella kitkarenkaiden päästökerroin oli vain 0,108 g/vkm, kun taas nastarenkaiden kerroin oli 0,531 g/vkm.

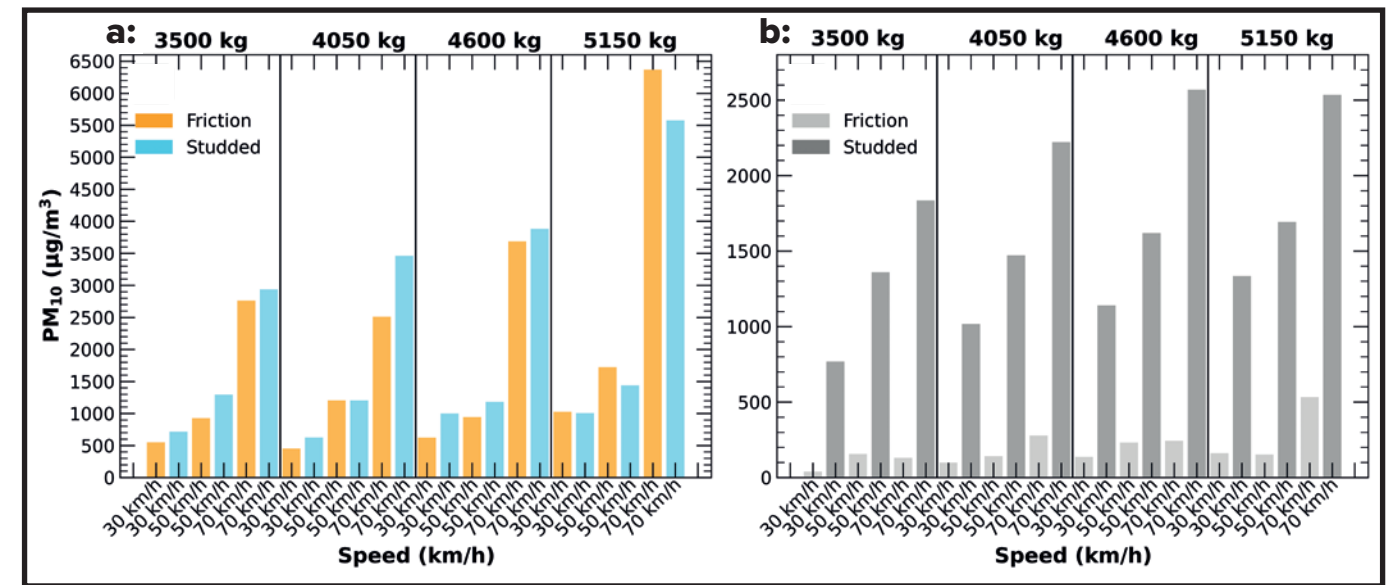
Nastarenkaat päästöjen lähteenä

Kenttäkampanjoiden mittaustulokset vahvistavat laboratoriotestien havainnot: nastarenkaat lisäävät PM_{10} -päästöjä merkittävästi etenkin silloin, kun tien pinnalla ei ole valmiiksi pölyä. Tällöin päästöjen alkuperä on nimenomaan nastarenkaiden aiheuttama suora mekaaninen kuluma, eikä pelkästään tienpinnalla olevan pölyn resuspensio. Tämä käy ilmi esimerkiksi siitä, että nastarenkaat tuottavat pienimmällä painolla ja nopeudella korkeammat päästöt kuin kitkarenkaat suurimmalla painolla ja nopeudella (kuva 6b).

Toisaalta, kun tien pinnalla on runsaasti talven aikana kertynyttä pölyä, renkaiden tyyppi vaikuttaa vähemmän. Tällöin pölyn resuspensio on hallitseva mekanismi, ja nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välinen ero päästöissä pienenee tai jopa häviää (kuva 6a).



Kuva 5: (a) Keskimääräinen PM_{10} -pitoisuus eri akselikuormilla ja nopeuksilla; (b) laskettu PM_{10} -päästökerroin eri akselikuormilla ja nopeuksilla.



Kuva 6: Nuuskijalla mitattu keskimääräinen PM_{10} -pitoisuus eri nopeuksilla, massoilla ja talvirenkailla: (a) Kevät (korkea pölykuorma); (b) kesä (matala pölykuorma).

Johtopäätökset

Tutkimukset osoittavat, että ei-pakokaasuperäiset päästöt ovat keskeinen haaste liikenteen ilmanlaadun parantamisessa nyt ja tulevaisuudessa. Ajoneuvokannan sähköistyminen vähentää merkittävästi pakokaasupäästöjä, mutta ei poista ei-pakokaasuperäisiä päästöjä.

Sähköisten ajoneuvojen suurempi massa ja erityisesti nastarenkaiden käyttö voivat jopa lisätä ei-pakokaasuperäisiä PM_{10} -päästöjä. Skenaarioiden mallinuksissa nähtiin, että ilman muutoksia nastarenkaiden käyttöasteessa sähköautojen yleistymisen ei johda toivottuun katupölyn vähenemiseen. Nastarenkaiden käytön vähentäminen ja nastarengaskauden lyhentäminen osoittautuivat tehokkaimmiksi keinoiksi vähentää katupölypäästöjä. Ajoneuvokannan sähköistymisen todellinen vaikutus riippuu paljon siitä, miten paljon

nastarenkaita käytetään tulevaisuuden sähköajoneuvoissa.

Simulaattori- ja kenttämittaukset tukevat myös mallinnustuloksia osaltaan. Ajoneuvon painon kasvu lisäsi PM_{10} -päästöjä lineaarisesti sekä laboratoriossa että todellisissa ajo-olosuhteissa. Nastarenkaiden vaikutus tienpinnan kulumiseen on erityisen merkittävä silloin, kun tienpinnan pölykuorma on alhainen. Keväällä, kun tienpinnalla on runsaasti talven aikana kertynyttä pölyä, päästöissä korostuu ajoneuvon aiheuttama pölyn resuspensio enemmän kuin rengastyypin suora vaikutus.

Sähköistymisen hyödyt ilmanlaadulle voivat toteutua täysimääräisesti vain, jos samalla ohjataan vähentämään nastarenkaiden käyttöä ajoneuvoissa. Muussa tapauksessa katupölyongelma säilyy ja voi jopa pahentua sähköistymisen edetessä. ■

Lähteet:

Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., and Omstedt, G. (2013a). A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: road dust loading and suspension modelling. *Atmos. Environ.*, 77, 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.069>

Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., and Omstedt, G. (2013b). A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmos. Environ.*, 81, 485–503. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.09.003>

Denby, B.R., Gauss, M., Wind, P., Mu, Q., Grøtting Wærsted, E., Fagerli, H., Valdebenito, A., Klein, H., 2020. Description of the uEMEP_v5 downscaling approach for the EMEP MSC-W chemistry transport model. *Geo-scientific Model Dev.* 13, 6303–6323. <https://gmd.copernicus.org/articles/13/6303/2020/>, doi:10.5194/gmd-13-6303-2020.

Mats Gustafsson, Göran Blomqvist, Ida Järlskog, Nina Svensson, Sami Kulovuori, Bruce Rolstad Denby, Eivind Grøtting Wærsted, Ana Stojiljkovic, Niko Karvosenoja, Henrik Grythe, Karl-Espen Yttri, Thorstur Thorsteinsson, Christer Johansson, Michael Norman, Magnuz Engardt, Anton Josefsson (2024). NORDUST II Nordic Road Dust Project Phase II (2024). Final report. NordFoU report number 2024-01. EAN number: 978-87-7595-122-2. https://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2024-08/NorDust2_final_report_0.pdf

Traficom, 2021. Nationwide road traffic forecast (Tieliikenteen valtakunnallinen ennuste, in Finnish). https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/5d4db40f-4cf4-4ad5-9e42-99031175f27e/MUISTIO_20210920060527.pdf

VTT, 2021. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste 2020-2045. <https://lvm.fi/-/ennuste-tieliikenteen-paastot-laskevathiemann-ennakoitua-nopeammin-syyna-sahkoautojen-yleistyminen-1509917>

World Bank, 2021. Death rate, crude (per 1,000 people) - European Union. https://data.world-bank.org/indicator/SP.DYN.CDRT.IN?end=2021&locations=EU&most_re-cent_year_desc=false&start=1960&view=map&year=2021



Lönnrotinkadun nastarengaskielto-kokeilun tuloksia

Helsingissä on kokeiltu nastarengaskieltoa Lönnrotinkadulla vuosina 2022–2025. Kokeilun vaikutuksia nastarenkaiden osuuteen, ilmanlaatuun ja liikennemääriin seurattiin. Kokeilun ja viestinnän avulla kitkarenkaiden osuus on saatu kaupungissa kääntymään nousuun.

Teksti ja kuva: **Suvi Haaparanta**, johtava ympäristöasiantuntija, Helsingin kaupunki

Helsingin kaupunki haluaa edistää kitkarenkaiden käyttöä katupölyn, melun sekä katujen kulumisen vähentämiseksi. Tavoitteena on, että talvikaudella 2030–2031 talvirenkaista 70 prosenttia olisi kitkarenkaita. Viime talvena kitkarenkaiden osuus oli parkkihal-leissa tehdyn laskennan mukaan keskimäärin 43 prosenttia. Osuus on kantakaupungissa hieman suurempi kuin kaupungin laidalla. Kaupungin teettämät seurannat alkoivat vuonna 2009, jolloin kitkarenkaiden osuus oli noin 20 prosenttia. Kitkarenkaiden hyödyistä on viestitty pitkäjänteisesti ja laajasti eri kanavissa useiden vuosien ajan, ja asenneilmapiiri niitä kohtaan on muuttunut hiljalleen myönteisemmäksi.

Tieliikennelain uudistaminen vuonna 2020 toi kunnille mahdollisuuden kieltää nastarenkaiden käyttö kaduilla liikennemerkillä. Helsinki päätti kokeilla nastarengaskieltoa kantakaupungissa sijaitsevilla Lönnrotinkadulla syksystä 2022 alkaen. Kolmivuotisen kokeilun tavoitteena oli selvittää, voidaanko nastarengaskieltoilla edistää kitkarengasosuu-den kasvua ja siten parantaa ilmanlaatua ja vähentää liikenteen aiheuttamaa melua.

Lönnrotinkadulla mitattiin monin menetelmin

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY mittasi hiukkaspitoisuuksia Lönnrotinkadulla kokeilun ajan. Mittaukset aloitettiin jo kokeilua edeltävänä talvena, jotta saatiin vertailutietoa tilanteesta, jolloin kielto ei vielä ollut voimassa. Yhteistutkimushanke KATO2:n tiimoilta Metropolia-am-mattikorkeakoulu ja Suomen ympäristökeskus mittasivat Nuuskija-autolla kadun pölypäästöä ja kadun pölykuormaa, sekä laativat ilmanlaatumallinnuksen. Talvirengasosuutta seurattiin kadulla anturimenetelmällä. Lisäksi tutkittiin liikennemäärien muutosta ja liikenteen ohjautuvuutta muille kaduille. Alueen asukkailla ja yrityksille tehtiin myös kysely kokeilun loppuvaiheessa.

Kokeilun tulokset rohkaisevia

Nastarengasosuu-s laski Lönnrotinkadulla kiellon aikana 70 prosentista 45 prosenttiin. Samanaikaisesti muualla kaupungissa osuus laski noin 60 prosenttiin. Kokeilu koski läpiajoliikennettä ja salli kiinteistöissä asioinnin nastarenkail-la, mikä teki kiellosta poliisille mahdollittoman valvoa. Tästä syystä suuri osa nastarenkaita käyttävistä autoilijoista ei

noudattanut kieltoa.

Koska nastarenkaiden osuus oli verrattain korkea, vaikutukset kadun ilmanlaatuun olivat vähäisiä. Katupölypitoisuuksiin vaikuttaa merkittävästi muun muassa sää sekä kunnossapitoimet, joten eri vuosien tulosten vertailu on vaikeaa. Pölykuorma ja -päästö kuitenkin laskivat kokeilun aikana.

Nastarengaskielto kasvatti liikennemääriä jonkin verran vaihtoehtoisilla reiteillä. Siirtymät eivät kuitenkaan aiheuttaneet liikenteen sujuvuudelle tai muiden katujen turvallisuudelle ja viihtyisyydelle merkittäviä haittoja. Myöskään onnettomuudet eivät lisääntyneet Lönnrotinkadulla. Kokeilu nosti rengasvalinnan tärkeyttä esiin mediassa ja julkisessa keskustelussa ja lisäsi kitkarenkaiden käyttöä koko kaupungissa.

Kyselyn mukaan alueen asukkaista 40–50 prosenttia suhtautuu positiivisesti nastarengaskieltoon jatkumiseen. Nastarengasmaksua, jollainen on käytössä useassa Norjan kaupungissa, pidettiin yleisesti parempana tapana kannustaa kitkarenkaiden käyttöön verrattuna katukohtaiseen nastarengaskieltoon. Suomen lainsäädäntö ei kuitenkaan tällä hetkellä mahdollista nastarengasmaksun käyttöönottoa.

Kokeilu saa jatkoa

Katupöly on tulevaisuudessa Helsingille yhä isompi haaste. Tämän hetken tilanteessa uusi, vuonna 2030 voimaan tuleva hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja ylittyisi monissa vilkasliikenteisissä ympäristöissä. Kaupungin tarvitseekin toteuttaa tehokkaita toimenpiteitä katupölypitoisuuksien laskemiseksi.

Tämän vuoksi Lönnrotinkadun kielto-kokeilua ehdotettiin jatkettavaksi niin, että kiinteistöissä asioinnin mahdollistava lisäkielto poistettaisiin, jolloin valvonta mahdollistuisi. Poliitikoilta tuli ehdotus laajentaa kokeilua myös Runeberginkadulle.

Ehdotus Lönnrotinkadun jatkosta ja Runeberginkadun laajennuksesta hyväksyttiin kaupunkiympäristölautakunnassa maaliskuussa. Kaupunginhallitus päätti kuitenkin otto-oikeudella ottaa asian käsiteltäväkseen. Toukokuun alussa kaupunginhallitus hyväksyi nastarengaskielto-kokeilun jatkamisen Lönnrotinkadulla siten, että lisäksi mahdollistetaan huoltoajo sekä asukkaiden tontille ajo. Samalla kaupunginhallitus kumosi kokeilun laajenemisen Runeberginkadulle. Kokeilu alkaa taas syksyllä 2025 ja kestää kevään 2028. ■

Ilmanlaadun selvitykset, leviämismallinnukset ja päästöjen hallintasuunnitelmat



ENVINEER

www.envineer.fi



ILMANSUOJELUPÄIVÄT
19.-20.8.2025
LAPPEENRANTA

Laite-esittelijäksi tai sponsoriksi Ilmansuojelupäiville?

Sponsori, peruspaketti, jäsen 950 € + alv 25,5 %

Sponsori, peruspaketti, ei-jäsen 1300 € + alv 25,5 %

Katso lisää
isy.fi/laitenayttely

Kaikki sponsoripaketit sisältävät yhden maksuttoman osallistumisen tapahtumaan, näkyvyyttä yritykselle markkinoinnissa sekä tapahtumassa ja esittelypöydän. Mahdolliset lisähenkilöt maksavat osallistumismaksun oman hintaportaan mukaisesti.



KUVA: GERARD LAKERVELD / UNSPLASH

HIILIDIOKSIDIN KULJETUS

mahdollistaa sen talteenoton laajentamisen

Hiilidioksidin kuljettaminen jää usein vähemmälle huomiolle hiilenhallinnan yhtälössä.

Se on kuitenkin arvoketjun osalta kriittisessä roolissa suuren mittakaavan hiilidioksidin talteenottohankkeita kehitettäessä. Monessa tapauksessa talteen otettu hiilidioksidi täytyy siirtää muualle käyttöön tai pysyvään varastointiin. Hiilidioksidin kuljetusinfrastruktuuri voi toimia erilaisista hiilidioksidihankkeista koostuvan teollisen ekosysteemin mahdollistajana ja lisäksi madaltaa kustannuksia. Laajaa toimijoiden ja valtion välistä yhteistyötä tarvitaan. Toimintaympäristön puutteet, kuten sääntelyn keskeneräisyys, tulisi ratkaista viipymättä.

Erika Laajalahti, toimialapäällikkö, Bioenergia ry

Ilmastotavoitteiden saavuttaminen vaatii tehokkaita keinoja päästöjen vähentämiseksi sekä hiilidioksidin poistamiseksi ilmakehästä. Hiilidioksidin talteenotto, hyödyntäminen ja varastointi (carbon capture, utilisation and storage, CCUS) muodostavat keskeisen ratkaisujen kokonaisuuden, jolla näitä molempia voidaan toteuttaa.

Talteenotettua hiilidioksidiä voidaan hyödyntää raaka-aineena tuotteissa sekä prosesseissa, ja näin fossiilisia raaka-aineita korvaamalla vähentää päästöjä. Toinen vaihtoehto on hiilidioksidin pysyvä varastointi, jolloin estetään hiilidioksidin vapautuminen ilmakehään pysyvästi. Hiilidioksidin lähteestä riippuen tällä menetelmällä voidaan aikaansaada päästövähennyksiä tai poistaa hiilidioksidiä ilmakehästä. Hiilidioksidin talteenotto suuressa mittakaavassa vaatii lisäksi siihen liittyvän kuljetusinfrastruktuurin kehittämistä, jotta hiilidioksidi saadaan laitoksilta loppukäyttökohteeseen.

Miksi kuljetusta tarvitaan?

Hiilidioksidin käsittelyyn ja jatkojalostukseen tarvittavat laitokset vaativat runsaasti tilaa, jota hiilidioksidin lähteen ja talteenottolaitoksen tontilla ei välttämättä ole. Hiilidioksidin pysyvä varastointi isossa mittakaavassa edellyttää hiilidioksidin kuljettamista Suomen rajojen ulkopuolelle. Vielä puuttuvan infrastruktuurin rakentaminen vaatii monin paikoin merkittäviä investointeja ja vie aikaa. Hiilidioksidin paikallisen käytön rinnalle tarvitaan kuljetusinfrastruktuuria, jotta talteenotetun hiilidioksidin ratkaisuja voidaan skaalata ja luoda pidemmällä aikavälillä edellytyksiä yhtenäiselle hiilidioksidimarkkinalle Euroopassa.

Tällä hetkellä hiilidioksidin kuljetus on jo kaupallista, mutta volyymit ovat vaatimattomia verrattuna siihen, mitä teollinen hiilidioksidin talteenoton mittakaava edellyttää tulevina vuosina. Hiilidioksidi-infrastruktuuriin kuuluvat kuljetus putkistojen, laivojen, rautateiden tai rekkojen avulla, sekä tarvittavat hiilidioksidin välivarastot sisämaassa ja

rannikolla. Hiilidioksidiin liittyvä logistiikka ei rajoitu kansallisiin ratkaisuihin, vaan hiilidioksidiä kuljetetaan myös maasta toiseen. Logistiikkaratkaisuja voidaan, ja monesti myös kannattaisi, jakaa useampien hankkeiden kesken. Toisaan lähellä olevien hiilidioksidilähteiden ja hiilidioksidin käyttökohteiden eri toimijat voivat jakaa kuljetusinfrastruktuurin ja siten madaltaa yksittäiselle hankkeelle muodostuvia kustannuksia. Samalla voidaan mahdollistaa riittävän suurien hiilidioksidimäärien kokoaminen, esimerkiksi Suomen rajojen ulkopuolelle pysyvään varastoon kuljettamista varten. Lisäksi voidaan jakaa suuriin investointeihin liittyviä riskejä useampien toimijoiden kesken.

EU:ssa merkittävät tarpeet hiilidioksidin talteenotolle

Globaalisti puolentoista asteen lämmönnousutavoitteen saavuttaminen edellyttää kansainvälisen energijärjestö IEA:n mukaan gigatonneittain hiilidioksidin talteenottoa vuoteen 2050 mennessä. EU-komission mukaan EU:n hiilidioksidin talteenottokapasiteetin tulisi kasvaa 50 miljoonaa tonniin vuoteen 2030 mennessä ja vähintään 450 miljoonaa tonniin vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi teknisten hiilinielujen odotetaan yltävän vähintään 75 miljoonan tonnin vuositason vuoteen 2040 mennessä. EU:ssa tullaan pian asettamaan sitova 2040-ilmastotavoite, eikä tuon tavoitteen saavuttamiseksi ole yhtäkään ilmastoskenaariota ilman merkittävää hiilidioksidin talteenottoa. Vuoteen 2050 mennessä EU:n on oltava ilmastoneutraali ja pian sen jälkeen hiilinegatiivinen. Kymmenien ja jopa satojen miljoonien hiilidioksiditonniin talteenotto edellyttää mittavaa logistiikkaverkostoa, joka yhdistää talteenotto- sekä varastointi- tai käyttökohteet eri puolilla maanosaa.

Kehittämiseen tarvitaan yhteistyötä myös EU-tasolla

EU:n komissio on nostanut kuljetusinfrastruktuurin keskeiseksi hiilidioksidin hyödyntämisen sekä varastoinnin arvoketjut mahdollistavaksi kokonaisuudeksi. EU:n yhteinen tutkimuskeskus (The Joint Research Centre, JRC) julkaisi helmikuussa 2024 raportin hiilidioksidin kuljettamisinfrastruktuurin kehityksestä ja siihen liittyvistä investointitarpeista tulevina vuosikymmeninä (Tumara, D. ym., 2024). JRC:n mukaan valtaosa tulevasta infrastruktuurista perustuu rajat ylittäviin verkostoihin, joissa useat projektit jakavat saman kuljetusinfrastruktuurin. Tämän mahdollistamiseksi tarvitaan paitsi teknisiä standardeja ja sääntelyä, myös laajaa sidosryhmäyhteistyötä ja investointikannustimia.

Kuljetusverkostot rakentuvat toteutettavien talteenottohankkeiden ympärille, mikä edellyttää aktiivista viestintää hankekehittäjien suunnasta paikallisesti ja EU-tasolla. Ensimmäisten hankkeiden kehittäjät voivatkin olla keskeisessä roolissa kuljetusverkoston muodostamisessa. Sijainnit, kapasiteetit ja hankkeiden käynnistymisajankohdat vaikuttavat kuljetusreittien suunnitteluun ja mitoittamiseen. Tämä puolestaan voi mahdollistaa myöhempiä hankkeita hyödyntämään samoja reittejä kustannusten minimoimiseksi.

EU:n yhteisten kuljetusverkkojen skenaarioissa Suomi ei toistaiseksi ole mukana hahmotelmissa edes vuonna 2050. Tämä selittyy pääasiallisesti julkistettujen hankkeiden puutteella, mutta toisaalta EU:n suunnitelmissa ei myöskään riittävän hyvin tunnisteta biogeenisen hiilidioksidin tarjoamia mahdollisuuksia ja tarpeita kuljetusratkaisujen suhteen. Raportista julkaistaan päivitetty versio lähikuukausina ja tuore versio kuvanee paremmin myös Suomen roolia osana yhteistä verkostoa.

Sääntelyssä puutteita

EU:lla on jo useita politiikkakokonaisuuksia, jotka koskevat hiilidioksidin talteenottoa ja siihen liittyvää infrastruktuuria. Sääntely hiilidioksidin kuljettamisen ja käsittelyn osalta on kuitenkin vielä osin puutteellista – erityisesti maiden rajat ylittävien kuljetusten osalta. Tilanteeseen on odotettavissa parannuksia EU-komission valmisteleman hiilidioksidin kuljetusta käsittelevän sääntelypaketin ansiosta. Uusi sääntely määrittelee muun muassa hiilidioksidivirtojen vähimmäislaatuvaatimukset. Kilpailukykyisen hiilidioksidimarkkinan saavuttaminen edellyttää, että luodaan johdonmukaisen politiikkakehys, jolla lisätään sääntelyvarmuutta. EU:n laajuiset hiilidioksidin kuljetusinfrastruktuurisäännökset voivat tukea investointeja varmistaen yhteentoimivuuden koko Euroopan alueella.

Toimintaedellytyksiä rakennetaan jo nyt

Hiljattain on kuultu useita investointipäätöksiä hiilidioksidin talteenottoon sekä hiilidioksidin varastointikapasiteetin kasvattamiseen. Myös ensimmäiset kaupalliset sopimukset hiilidioksidin kuljetuksesta ja varastoinnista on solmittu. Esimerkiksi Tukholman kaupungin energiayhtiö Stockholm Exergi julkisti maaliskuussa 2025 investointipäätöksensä yhteen maailman suurimmista hiilenpoistolaitoksista. Yhtiö aikoo ottaa vuosittain talteen 800 000 tonnia biogeenistä hiilidioksidiä ja varastoida sen pysyvästi. Määrä ylittää Tukholman koko liikenteen päästöt, mikä kuvaa talteenottohankkeiden mahdollistamaa mittakaavaa.

Talteenotettu hiilidioksidi tullaan kuljettamaan laivalla Norjaan pysyvään varastoon. Myös kyseinen varasto, Euroopan ensimmäinen kaupallinen hiilidioksidin varastointihanke Northern Lights, kertoi Tukholman investointipäätöksen johdosta kolminkertaistavansa hankkeensa varastointikapasiteetin puolestatoista viiteen miljoonaa tonniin vuositasonla. Tanskassa puolestaan energiayhtiö Ørstedin kahdella lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksella talteenottolaitokset ovat jo pystyssä ja 420 000 tonnin biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja varastointi käynnistyy ensi vuonna. Myös näiltä laitoksilta hiilidioksidi kuljetetaan rekka- ja laivakuljetuksin Norjan Øygardeniin Northern Lights -hankkeen varastoon. Muun muassa nämä investoinnit luovat perustaa uudelle teollisuudenalalle, jossa hiilidioksidin tehokkaat kuljetusratkaisut ovat keskiössä.

Yritysten välisten kaupallisten sopimusten lisäksi hiilidioksidin kuljettaminen maasta toiseen vaatii toimenpiteitä valtioiden välillä. Useat EU-maat ovat jo solmineet kahdenvälisiä sopimuksia hiilidioksidikuljetuksista, niin kutsutun Lontoon pöytäkirjan mukaisesti. Myös Suomella on kyseiset sopimusneuvottelut käynnissä varastointimaiden Norjan ja Tanskan kanssa.

Yhteisiä ratkaisuja syytä kehittää myös Suomessa

Hiilidioksidin kuljettamisen suunnitteluun tulisi panostaa nyt. Suomella on erinomaiset mahdollisuudet erityisesti biomassasta peräisin olevan eli biogeenisen hiilidioksidin talteenottoon metsä- ja energiateollisuudesta. Suurista pistelähteistä syntyy vuosittain noin 30 miljoonaa tonnia biogeenistä hiilidioksidiä, jonka avulla voidaan tuottaa kestäviä tuotteita tai teknisiä hiilinieluja. Suunnitelmia useille hiilidioksidin talteenottohankkeille on jo käynnissä eri puolilla maata. Suomi on kaukana Euroopan hiilidioksidin varastointipaikoista sekä mahdollisesta tulevaisuuden hiilidioksidimarkkinasta, joten yhteisten logistiikkaratkaisujen hyödyntäminen on meille erityisen tärkeää.

Bioenergia ry tilasi yhdeksän yrityksen kanssa VTT:ltä vuonna 2024 selvityksen, jossa tarkasteltiin, miten hiilidioksidilogistiikka kannattaisi Suomessa toteuttaa (Kujanpää ym., 2024). Tulos on selvä: jaettu kuljetusinfrastruktuuri mahdollistaa merkittäviä kustannussäästöjä ja toiminnan tehokkaan skaalaamisen. Selvityksessä tunnistettiin yhdeksän alueellista hiilidioksidihubia, jotka voisivat jakaa yhteisen infrastruktuurin ja joiden vuotuinen hiilidioksidin talteenottoäärä olisi noin 25,2 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Näiden keskittymien perusteella laadittiin kolme erilaista skenaariota hiilidioksidin talteenoton, käytön ja varastoinnin infrastruktuuri- ja logistiikkatarpeista vuonna 2040.

Hankekohtaiset kustannukset alas

Yhteisen infrastruktuurin jakaminen vähentäisi hankkeiden kustannuksia keskimäärin 30 prosenttia ja samalla se mahdollistaisi yhä useampien hankkeiden osallistumisen hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön tai varastointiin. Lisäksi olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntämisessä on isoja mahdollisuuksia. Nykyisen rautatieverkon käyttö hiilidioksidin kuljetukseen on kustannustehokas vaihtoehto useissa kohteissa. Putkikuljetus on edullisempi vaihtoehto lyhyemmillä etäisyyksillä, kun kapasiteetti on riittävän suuri. Infrastruktuurin investointikustannukset koko järjestelmän osalta olivat skenaarioissa 3,7–4,7 miljardin euron välillä.

Mitä seuraavaksi?

Suuren kokoluokan talteenottolaitokset ja infrastruktuuri vaativat merkittäviä investointeja, jopa vuosien suunnittelua ja rakentamista sekä mahdollisesti aikaa vieviä luvitusprosesseja. Lainsäädännön kehitys ja arvoketjun eri toimijoiden

sekä valtion välinen yhteistyö ovat kriittisen tärkeitä. Kun Suomessa parhaillaan pohditaan, miten hiilidioksidin hyötykäytön ja varastoinnin hankkeita voitaisiin kansallisesti edistää rajallisin resurssein, on infrastruktuuriin panostaminen yksi potentiaalinen vaihtoehto. Lisäksi vetytalouden ja hiilidioksidiratkaisujen synergiaa tulee huomioida, kun kaasu- ja energiainfrastruktuuria kehitetään. Järkevästi ja laajassa yhteistyössä toteutettuna kuljetusratkaisut luovat selkärankaa uudelle teollisuuden alalle, jossa erilaisten hiilidioksidiratkaisujen avulla tuotetaan arvokkaita tuotteita, päästövähennyksiä ja hiilenpoistoja sekä tuetaan eurooppalaista kilpailukykyä. ■

Lähteet:

Kujanpää, L., Linjala, O. & Mälikouri, S. (2024). Summary report: Outlook of CO2 logistics in Finland for CCUS. VTT Technical Research Centre of Finland. https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/10/PUBLIC-SUMMARY-REPORT-CO2-LOGISTICS_Bioenergiary-VTT-04-10-2024.pdf

Tumara, D., Uihlein, A. and Hidalgo Gonzalez, I., (2024). Shaping the future CO2 transport network for Europe, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/582433, JRC136709. JRC:n CO2-verkkojen raportti. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/co2-transport-infrastructure-key-achieving-climate-neutrality-2050-2024-02-06_en

**Kestävästi ihmisille
ja ympäristölle.
Yhdessä ja paremmin**



Ihmisiä, joiden kanssa
rakennat rohkeasti parempaa

ains.fi



50. ILMANSUOJELUPÄIVÄT



50
VUOTTA
ILMANSUOJELU-
YHDISTYS ry.

**19.-20.8.2025
LAPPEENRANTA**

**Ilmansuojelupäivät järjestetään jo
viidettäkymmenettä kertaa, joten kyseessä
on tapahtuman 50-vuotisjuhlavuosi!**

Tänä merkkipuonna kaksipäiväinen seminaari pidetään Lappeenrannassa 19.-20.8.2025. Tapahtumaan voi osallistua paikan päällä Lappeenrannan LUT-yliopistolla tai vaihtoehtoisesti etäyhteydellä verkon kautta.

Ilmoittautuminen on nyt auki - varaa oma paikkasi!

Tapahtuman hinnat 2025	Early Bird		16.6. jälkeen	
	Läsnä	Etä	Läsnä	Etä
Jäsenet	440 €	440 €	540 €	540 €
Ei jäsenet	500 €	500 €	600 €	600 €
Eläkeläiset, työttömät, opiskelijat	200 €	-	275 €	-
Etäosallistuminen, organisaatiohinta	-	1300 €	-	1300 €

Hintoihin lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero (25,5 %)

✉ sihteeri@isy.fi

🌐 [isy.fi](https://www.isy.fi)

PÄÄSTÖRAPORTOINTI-JÄRJESTELMIEN laadunvarmistuksen ohjeistusta

REPE-hankkeessa laadittiin Suomeen kansallinen ohjeistus siitä, kuinka laitosten Data Acquisition and Handling Systems (DAHS) -nimellä kutsuttujen päästöraportointijärjestelmien laadunvarmistus tulee Suomessa tehdä. Hankkeessa keskityttiin vuonna 2023 laaditun eurooppalaisen standardin SFS-EN 17255-4 tulkintaan.

Tuula Pellikka, johtava tutkija, Teknologian tutkimuskeskus VTT
Tuula Kajolinna, erikoistutkija, Teknologian tutkimuskeskus VTT

Euroopassa teollisuuslaitosten ilmaan vapautuvien päästöjen monitorointi tehdään suurimmilta osin jatkuvatoimisilla, kiinteästi asennetuilla päästömittalaitteilla. Näistä käytetään nimityksiä Automated Measuring Systems (AMS) tai Continuous Emission Monitoring Systems (CEMS). Jotta toiminnanharjoittaja ja valvova viranomainen voivat luottaa näiden laitteiden antamiin tuloksiin, tulee laitteille tehdä useita laadunvarmistustoimia, joiden avulla osoitetaan AMS-mittalaitteiden kelpoisuus asetuksessa esitettyjen vaatimusten suhteen. Nämä laadunvarmistustoimet on kuvattu standardissa SFS-EN 14181 (SFS-EN 14181, 2015), jossa laadunvarmistus on jaettu neljään osaan:

- QAL 1: Quality check of the measuring procedure = mittausmenetelmän soveltuvuus käyttökohteeseen (EN-ISO14956)
- QAL 2: Quality assurance of installation = kiinteästi asennetun mittalaitteen (AMS) kalibrointi ja validointi referenssimenetelmän (Standard Reference Method, SRM) avulla
- QAL 3: Ongoing quality assurance during operation = käytön aikainen laadunvarmistus
- Vuosittainen valvonta eli Annual Surveillance Test (AST)

Standardi SFS-EN 14181 keskittyy kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden laadunvarmistustoiimiin ja päästöraportointin laadunvarmistus on rajattu sen ulkopuolelle (kuva 1). Näin ollen laitosten päästömittautulosten laadunvarmistusketju ei ole aukoton.

Suomessa on tullut vuosien aikana esille tapauksia, joissa DAHS-järjestelmissä on ollut virheitä, jotka esimerkiksi toiminnanharjoittaja on huomannut sattumalta. Näiden virheiden johdosta laitoksen raportoimat päästöt ovat joissakin tapauksissa olleet todellista suurempia. On siis toiminnanharjoittajan etu, että heidän DAHS-järjestelmilleen tehdään laadunvarmistukselliset tarkastukset.

DAHS-järjestelmien laadunvarmistukseen on valmistunut muutama vuosi sitten eurooppalainen, neliosainen standardisarja SFS-EN 17255 Stationary source emissions, Data acquisition and handling systems. Tämä standardisarja käsittelee päästöjen raportointijärjestelmien vaatimuksia, tyyppi- hyväksyntää ja laadunvarmistusta. Sarjan osa numero neljä antaa ohjeita, kuinka DAHS-järjestelmien laadunvarmistus tulee hoitaa eri osapuolten toimesta ja mitä vastuuta eri osapuolilla on. Tämä neljäs standardi on nimeltään Specification of requirements for the installation and on-going quality assurance and quality control of data acquisition and handling systems (SFS-EN 17255-4, 2023).

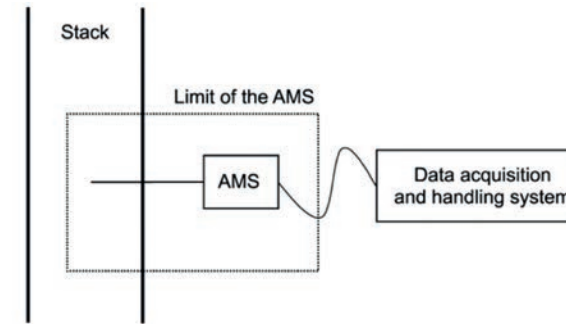
Tämä standardi on valmistunut vasta vuonna 2023 ja suurimmassa osassa Eurooppaa sen käyttöönotto on yhä kesken: eri maissa pohditaan sen tulkintaa kansallisella tasolla. Suomessa pidettiin tärkeänä laatia kansalliset ohjeet siitä, kuinka DAHS-järjestelmien laadunvarmistus tehdään SFS-EN 17255-4:n periaatteita seuraten. Tämän vuoksi REPE-projekti käynnistettiin vuonna 2023.

REPE-hanke

Hankkeen raportissa kuvataan lyhyesti SFS-EN 17255 -standardisarjan eri osien pääperiaatteita. Hanke keskittyi erityisesti osaan SFS-EN 17255-4 ja sen tulkintaan Suomessa. Kyseinen standardi käsittelee, mitä laadunvarmistustoimia DAHS-järjestelmälle tulee tehdä, jotta sen tuottaman tiedon luotettavuus voidaan osoittaa sekä toiminnanharjoittajalle että valvovalle viranomaiselle.

REPE-hanke

Toteuttaja: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
Rahoittajat: ympäristöministeriö, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Adato Energia Oy (Ympäristöpooli), A-insinöörit, Gasmet Technologies Oy, Eurofins Nab Labs Oy, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK, Kontram Oy, Ramboll Finland Oy, Savonia-ammattikorkeakoulu Oy, Sintrol Oy, AFRY Finland Oy, Valmet Automation Oy sekä Wärtsilä Finland Oy.



Kuva 1. SFS-EN 14181-rajaukset DAHS:in laadunvarmistukselle (SFS-EN 14181, 2015).

Hanke toteutettiin tekemällä taustaselvityksiä Euroopan maiden tilanteesta kyseisen standardin käyttöön liittyen, keskustelemalla Suomessa eri osapuolten kanssa sekä järjestämällä hankkeeseen liittyvä työpaja. Työpajassa oli mukana osallistujia päästömittauslaboratorioista, ympäristöviranomaisista, DAHS-järjestelmien toimittajista sekä teollisuudesta. REPE-ohjeistuksessa on esitetty tehtävät ja vastuut eri osapuolille:

- toiminnanharjoittajille
- päästömittauslaboratorioille
- DAHS-järjestelmien toimittajille
- viranomaisille

Järjestelmien sertifiointi

Tällä hetkellä Euroopassa ei ole standardin EN 17255-3 mukaisesti tyyppi hyväksyttyjä DAHS-järjestelmiä. Tietyllä aikajänteellä DAHS-järjestelmien tulee olla sertifioituja ja sertifiointin hankkiminen on DAHS-valmistajan vastuulla. Suomessa suositellaan, että olemassa oleville DAHS-järjestelmille, joiden toiminta on testattu REPE-ohjeen mukaisesti ja todettu järjestelmän läpäisevän nämä testit, ei tarvitse hankkia sertifiointia ja järjestelmiä saadaan käyttää niiden elinkaaren loppuun asti.

Laitoksen vastuulla on huolehtia siitä, että DAHS-järjestelmän laadunvarmistustarkastus tehdään säännöllisin väliajoin. Suomessa suositellaan, että DAHS-tarkastus tehdään QAL 2 -tarkistusta seuraavana vuonna AST-tarkastuksen yhteydessä. Jotta tarkastelu voidaan tehdä, tulee toiminnanharjoittajan ja tarvittaessa DAHS-järjestelmätoimittajan toimittaa päästömittajalle tarvittavia asiakirjoja, kuten esimerkiksi ympäristölupa ja edellisen QAL 2 -kalibroinnin raportti.

Mittausepävarmuudet

Päivitetyt teollisuuspäästödirektiivin (IED2.0, 2024) artiklan 15 a mukaan komissio hyväksyy viimeistään 1.9.2026 täytäntöönpanopäätöksen, jolla vahvistetaan menetelmä päästö- raja-arvojen noudattamisen arvioimiseksi. Menetelmässä tullaan ottamaan kantaa muun muassa mittausepävarmuuksien huomiointiin. Suomessa epävarmuuksien käsittelytavat määritellään suurten voimalaitosten kohdalla Supo-asetuksessa ja jätteenpolttolaitosten ollessa kyseessä jätteenpolttolaitosten. Nämä kansalliset käytännöt eroavat toisistaan seuraavasti:

- Supo-asetuksen 936/2014 pykälä 14: "Raja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja tuntikeskiarvot määritetään mitatuista raja-arvoon verrattavista tuntikeskiarvoista, jotka saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittautuloksen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus."

- Jätteenpolttoasetuksen 151/2013 pykälä 23: "Päästöjen puolen tunnin ja kymmenen minuutin keskiarvot on määritettävä varsinaisen toiminta-ajan kuluessa mitatuista arvoista, joista on vähennetty tämän asetuksen liitteessä 5 tarkoitettujen luottamusvälin arvot."

Teollisuuspäästödirektiivin kansallinen täytäntöönpano ja vuonna 2026 hyväksyttävä menettely tulevat kuitenkin muuttamaan näitä käytäntöjä. Nykyisiä käytäntöjä sovelletaan Suomessa, kunnes ympäristösuojelulain muutokset ovat tulleet voimaan ja komissio on hyväksynyt asiaa koskevan täytäntöönpanopäätöksen.

Laadunvarmistus käytännössä

DAHS-tarkastelu edellyttää toimivaa yhteistyötä toiminnanharjoittajan, päästömittajan sekä DAHS-järjestelmätoimittajan välillä. Päästömittaja tekee DAHS:in laadunvarmistuksellisen tutkailun tarkastamalla laskennan oikeellisuuden REPE-raportissa esitetyn Excel-laskennan avulla, sekä vastaamalla seuraaviin kysymyksiin: Mitkä ovat DAHS:in perustiedot? Ovatko DAHS:in laskentatavat samat, kuin mitä ympäristöluvassa on määriteltä (esim. keskiarvot lasketaan oikeille ajoille ja referenssihäppipitoisuus on kunnossa)? Onko DAHS:in toimintaparametreja muutettu asennuksen jälkeen, ja jos on, miksi? Kuka mahdollisen muutoksen on tehnyt ja miten se vaikuttaa laskentaan? ■

Tarkempi REPE-ohjeistus (Pellikka & Kajolinna, 2024) löytyy VTT:n julkaisurekisteristä:
<https://doi.org/10.32040/2242-122X.2024.T434>

Lähteet

- Pellikka, T., & Kajolinna, T. (2024). Päästöraportointijärjestelmien laadunvarmistus Suomessa: REPE-projektin ohjeistus. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology No. 434.
Päivitetty teollisuuspäästödirektiivi, IED2.0, 2024/1785. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401785
SFS-EN 14181. 2015. Quality assurance of Automated Measuring Systems. 84 s. www.sfs.fi
SFS-EN 17255-4 Stationary source emissions — Data acquisition and handling systems. 2023. Part 4: Specification of requirements for the installation and on-going quality assurance and quality control of data acquisition and handling systems. www.sfs.fi



VAUHTIA ILMASTOTEKOHIN – ratkaisuja haastaville sektoreille

Suomen ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää nopeita ja vaikuttavia toimia erityisesti niillä sektoreilla, joilla päästökehitys on ollut hidasta. Ilmastoratkaisujen vauhdittaja (ACE) -hanke tuo konkreettisia ratkaisuja teollisuuden, maatalouden, liikenteen ja työkalualan ilmastohaasteisiin.

Karoliina Auvinen, erityisasiantuntija, Suomen ympäristökeskus
Aino Rekola, tutkija, Suomen ympäristökeskus
Esa Tuviala, nuorempi tutkija, LUT-yliopisto
Aliisa Vulli, suunnittelija, Suomen ympäristökeskus

ACE-hankkeen tavoitteena on vauhdittaa puhtaan siirtymän toteutumista sektoreilla, joilla päästöjen vähentäminen on erityisen haastavaa. Nämä sektorit myös vaativat vahvaa ohjausta sekä laajaa sidosryhmäyhteistyötä. Hankkeen painopisteitä ovat raskaan liikenteen ja työkaluiden päästöjen vähentäminen, pk-teollisuuden prosessien sähköistäminen sekä maatalouden ilmastoratkaisujen, kuten korsiviljely- ja kasviproteiinituotteiden tuotannon ja kulutuksen edistäminen. Työkoneet,

pk-teollisuus, maatalous ja raskas liikenne muodostavatkin merkittävän osan Suomen päästökaupparektorin ulkopuolisista päästöistä.

Työkonealan päästövähennykset edistävät vientiä

Suomessa työkaluala on tärkeä vientiala, jonka viennin arvo on noin 7,3 miljardia euroa. Ala työllistää noin 20 000 henkilöä. Tällä hetkellä puhtaan työkaluteknologian kansainväliset markkinat kasvavat vauhdilla ja kehitys näkyy Suomessa. Sähkötrukkien yleistymisen, vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivien koneiden ensirekisteröintien kasvu ja sähkötyökaluiden tarjonnan monipuolistuminen ovat merkkejä teknologiamurroksesta.

Haasteena kuitenkin on, että valtaosa koneista toimii yhä

dieselillä tai polttoöljyllä. Työkoneita käytetään laajasti teollisuudessa, rakentamisessa sekä maa- ja metsätaloudessa. Työkoneiden kasvihuonekaasupäästöt olivat Suomessa vuonna 2022 noin 2,5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv, mikä vastaa yli miljoonan bensiinikäyttöisen henkilöauton päästöjä. Päästöt ovat pysyneet lähes samalla tasolla kolmen vuosikymmenen ajan. Tämä osoittaa, että siirtymää vauhdittaville uusille politiikkatoimille on tarvetta Suomessa ja EU:ssa.

Päästöjä voidaan vähentää siirtymällä sähkö- ja hybridityökoneisiin, hyödyntämällä biometania ja biopolttonesteitä sekä pidemmällä aikavälillä myös vetyä ja sähköpolttoaineita. Siirtymän tiellä on kuitenkin useita esteitä, kuten vähäpäästöisten koneiden korkeammat hankintahinnat sekä virtakaapeli-, lataus- ja tankkausinfrastruktuurin puute.

Nykyiset ohjauskeinot – kuten TKI-tuet, jakeluvälitteet, polttoaineverotus, biokaasukonversioiden tuet sekä vapaaehtoiset green deal -sitoumukset – ovat hyödyllisiä, mutta eivät vielä riittäviä luomaan tarpeeksi kannustimia investoinneille. Vuonna 2027 alkava fossiilisten polttoaineiden päästökauppa (ETS2) on tärkeä uusi ohjauskeino, mutta se ei synnytä liikkuville koneille tarvittavaa sähkö- ja biometani-infrastruktuuria.

ACE-hankkeessa laaditussa politiikkaselvityksessä tunnistettiin joukko toimenpiteitä, jotka voisivat yhtä aikaa vähentää päästöjä ja vauhdittaa kotimaisen työkaluosaamisen vientiä.

Keinoja työkalualan puhtaaseen siirtymään

- Tuetaan vaihtoehtoisien käyttövoimien lataus- ja tankkausinfrastruktuuria erityisesti teollisuusalueilla, joissa pelkästään 30 alueella liikkuu yli 7 000 rekka-autoa ja käytetään satoja erilaisia työkaluja joka vuorokausi
- Korotetaan tieliikenteen ja polttoöljyn jakeluvälitteiden tasoja
- Kohdennetaan pitkäjänteistä TKI-rahoitusta puhtaan työkaluteknologian sekä jakeluratkaisujen kehittämiseen ja pilotointiin
- Asetetaan kasvihuonekaasupäästörajat uusille työkaluille EU:ssa
- Myönnetään hankintatukia nolla- ja vähäpäästöisille työkaluille, kuten sähköisille pyöräkuormaajille ja kaivinkoneille
- Tiukennetaan julkisten hankintojen kriteerejä työkaluiden kasvihuonekaasupäästö- ja energiatehokkuusvaatimuksilla
- Kehitetään työkaluiden hankinnan korotettua poistoa siten, että sen ehdoksi asetetaan vähäpäästöisen työkalun hankinta tai konversio (hybridi, sähkö, biokaasu, vety)
- Laaditaan työkalualalle puhtaan siirtymän strategia

Materiaalikoneen sähköistys tuo päästö- ja kustannussäästöjä Kajaanin Romussa

Kajaanin Romun sähköistämisinvestointi toteutettiin Kajaanissa sijaitsevalla romumetallin käsittelylaitoksella korvaamalla vanha öljykäyttöinen materiaalinkäsittelykone sähkökäyttöisellä laitteella. Investointi osoittaa, kuinka taloudellinen kannattavuus ja ilmastotavoitteet voidaan yhdistää energiantensiivisessä yrityksessä.

Yritys selvitti vuosina 2023–2024 energiankäyttöään, ja tuloksena havaittiin merkittävää päästövähennys- ja kustannussäästöpotentiaalia. Polttoaineen vuotuinen kulutus oli noin 882 000 litraa, josta suurin osa käytettiin prosessilämmön tuottamiseen. Materiaalikoneen polttoöljyn kulutus oli puolestaan noin 80 000 litraa vuodessa, mikä vastasi noin yhdeksää prosenttia koko yrityksen ja noin neljännessä yrityksen työkaluiden polttoaineiden kulutuksesta. Uusi sähköinen materiaalinkäsittelykone kuluttaa sähköä arviolta noin 250 MWh vuodessa, joten investoinnin odotetaan tuottavan noin 50 000 euron vuotuiset säästöt sekä 7,7 prosentin vähennyksen yrityksen CO₂-päästöihin. Yrityksen sähkönkulutus kokonaisuudessaan, uusi materiaalinkäsittelykone mukaan lukien, on noin 6000 MWh, ja tehon tarve vaihtelee 0,5–2,5 megawatin välillä vuodessa.

Sähkökäyttöisen materiaalikoneen toimitus ja asennus tehtiin elokuussa 2024. Ensimmäisten käyttökuukausien kokemukset ovat olleet myönteisiä – laite on toiminut luotettavasti ja laskennallisesti ennakoitu energiansäästö on toteutunut. Sähkönsyöttökaapelin vaurioitakaan ei ole vielä sattunut. Yrityksen sähköliittymää ei tarvinnut kasvattaa materiaalikoneen hankinnan vuoksi, sillä kiinteistölle hankittiin oma keskijänniteliittymä jo 15 vuotta sitten murskalaitoksen rakentamisen yhteydessä.



Oppeja pk-teollisuuden korvausinvestoinneista

Dieseliä, bensaa, polttoöljyä ja maakaasua käytetään edelleen yrityksissä suurissa määrin muun muassa metallinkierätyksessä sekä elintarvike-, kemian- ja metsäteollisuudessa (Sitra, 2019). Fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuu päästöjä esimerkiksi korkean lämpötilan prosesseissa, kuten uuneissa ja höyrykattiloissa, suuritehoisissa mekaanisissa prosesseissa, kuten murskaus- ja leikkauskoneissa, työkoineissa sekä kuljetuksissa.

Ratkaisuna ACE-hankkeen pk-teollisuusprosessien tehtäväkokonaisuudessa edistetään yritysten älykkäitä sähköistämisinvestointeja fossiilisista polttoaineista irtautumiseksi. Korvausinvestointeja täydennetään esimerkiksi kulutusjouston, energian varastoinnin sekä hukkalämmön talteenoton hyödyntämisellä investointien kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Hankeessa toteutetaan malli-investoinnit Linkosuon leipomossa Pirkanmaalla ja Kajaanin Romun metallinkierätysprosessissa Kainuussa. Investointien skaalaamiseksi pk-yrityksille rakennetaan korvausinvestointien työkalupakki ja järjestetään koulutuksia. Erityisesti työkoneiden ja raskaan logistiikan sähköistämisen osalta on tunnistettu investointien haasteita, kuten kaluston ja latauskenttien korkeamat kustannukset verrattuna dieselkaluston käyttöön, sekä sähköliittymien suurentamiseen liittyvät vaikeudet monien sähköverkkoyhtiöiden alueilla.

Maatalouden ilmastotyössä merkittävää potentiaalia

Suomessa taakanjakosektorille laskettavat maatalouden päästöt aiheutuvat pääasiassa tuotantoeläinten ruoansulatuksesta, lannasta sekä maaperän dityppioksidipäästöistä. Verrattuna esimerkiksi liikenteen, asumisen ja rakentamisen päästövähennyksiin maataloussektorin päästöt eivät ole

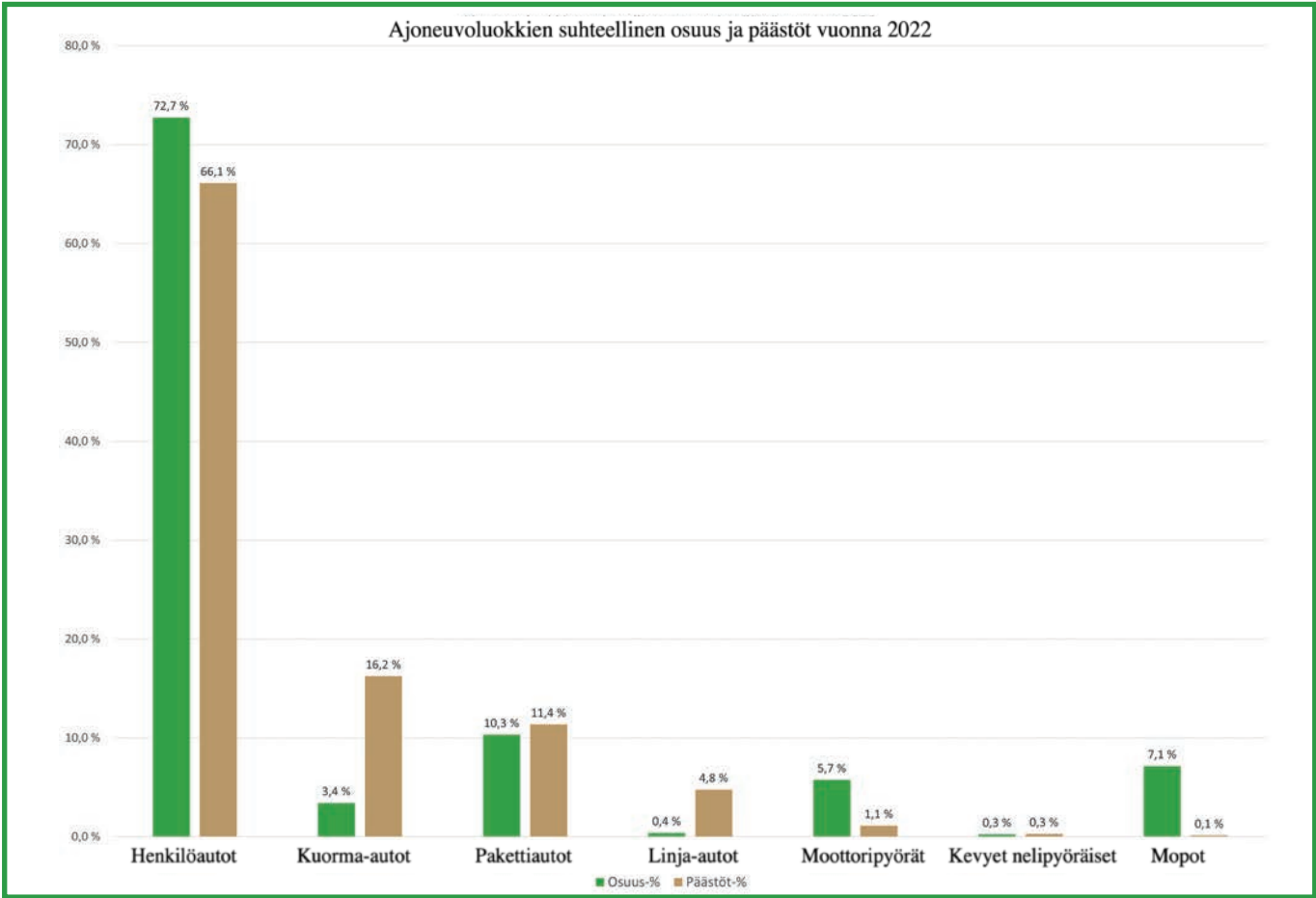
viime vuosikymmeninä merkittävästi vähentyneet, vaan ne ovat sitkeästi pysytelleet noin 6,0 Mt CO₂-ekv tasolla.

Vaikka maataloussektorin päästövähennykset ovat toistaiseksi olleet vaatimattomia, alalla on merkittävää päästövähennyspotentiaalia. Turvemaiden päästövähennystoimilla voitaisiin vähentää noin kymmenen prosenttia maataloussektorin päästöistä suhteellisen edullisesti (19–40 €/tCO₂-ekv) (Lehtonen 2022, Maanavilja ym. 2021). Lisäksi vedenpinnan nostaminen turvemailla vahvistaisi maaperän nettonielua. Ruokaan liittyviä kulutusperäisiä päästöjä voidaan vähentää kehittämällä kasviproteiinien arvoketjuja ja parantamalla kotieläintuotannon lannankäsittelyä lantabiokaasun tuotannolla. Sekä kasviproteiinien arvoketjun kehittämisessä että kestävässä biokaasutuotannossa on myös innovaatiopotentiaalia.

ACE-hankeessa syvennyttiin selvittämään, miten julkisen ohjauksen avulla voidaan tehostaa maatalouden päästövähennyksiä ja tukea alan innovaatioita. Tarkastelussa keskityttiinkin kartoittamaan erilaisia, mutta johdonmukaisesti toisiaan tukevia keinoja. Yhdessä ruokajärjestelmätoimijoiden kanssa arvioimme pitkän ohjauskeinolistan vaikuttavuutta, julkisen rahoituksen tarvetta ja hyväksyttävyyttä sekä toimien keskinäistä johdonmukaisuutta. Alla ehdotukset kolmeksi politiikkakokonaisuudeksi maatalouden ja ruokajärjestelmän kestävyyssiirtymän edistämiseksi.

Keinoja maatalouden päästövähennyksiin

- Erityisesti turvepeltojen vettämisellä voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä kustannustehokkaasti. Vettämisestä tueksi tarvitaan kannustimia, kuten tarjouskauppaa (Lång ym. 2023). Kosteikkoviljely tarjoaa vaihtoehtoisia tuotantomalleja vetetyille turvemaille.



Suomen ajoneuvokannan suhteelliset osuudet ja päästöt ajoneuvoluokittain vuonna 2022 (Tilastokeskus 2024 & VTT 2023).

- Kasviproteiinien arvoketjujen kehittäminen tukee siirtymää kestävään ja terveelliseen ruokavalioon sekä avaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia elintarviketeollisuudelle. Julkisilla ruokapalveluilla, kuten kouluilla ja sairaaloilla, on merkittävä rooli kasviproteiinien kulutuksen edistämisessä ja uusien tuotteiden kysynnän luomisessa.

- Biokaasun kestävä tuotannon edistäminen on kolmas avainratkaisu. Lannankäsittelyn päästöjä voidaan vähentää biokaasulaitoksissa, joissa lannasta tuotetaan uusiutuvaa energiaa ja mädätteen ravinteet kierrätetään tehokkaasti. Lisäksi biokaasun jakeluverkoston laajentaminen helpottaisi sen käyttöä liikenteessä ja maataloudessa.

Raskas liikenne tarvitsee latausinfrastruktuuria

Suomen tieliikennesektorin kasvihuonekaasupäästöjä on vähennettävä, jotta EU:n Fit-for-55 -paketin päästövähennystavoitteet voidaan saavuttaa. Kuorma-autot muodostavat merkittävän osan liikenteen päästöistä suhteessa niiden määrään. Siksi myös raskaan liikenteen päästövähennyksiin on kohdistettava tehokkaita toimia.

Vaihtoehtoiset käyttövoimat kuten sähkö, vety, biopolttoaineet tai synteettiset polttonesteet mahdollistavat liikennesektorin kokonaispäästöjen vähentämisen. Suomessa ei ole vielä laajaa latausinfrastruktuuria, eikä vetytankkausasemia, mikä osaltaan hidastaa vaihtoehtoiisiin käyttövoimiin siirtymistä.

Mikään vaihtoehtoinen käyttövoima ei ole täysin päästötön elinkaarensa aikana. Sähkö- ja vetykuorma-autojen päästöt riippuvat käytetyn sähkön tuotantotavasta. Sähköinen voimalinja on kuitenkin selvästi energiatehokkaampi kuin polttokennoteknologia (Vengatesan ym. 2024). Tämän vuoksi raskas liikenne tullaan suurilta osin sähköistämään hyödyntämällä sähköistä voimalinjaa.

Vaihtoehtoista käyttövoimaa valittaessa on tärkeää huomioida kuljetusten tarpeet ja kustannustehokkuus. Siirtymä on kannattava vain, jos uusi käyttövoima on dieseliä edullisempi. Alkuvaiheessa infrastruktuurin tukeminen julkisella rahoituksella auttaa kuljetusyrittäjiä investoinneissa.

Sekä ACE-hankeessa että Suomen Akatemian yhteydessä toimivan strategisen tutkimuksen neuvoston PHOE-NIX-hankkeessa on tutkittu akunvaihtokuorma-autojen

Ilmastoratkaisujen vauhdittaja (ACE) -hanke

ACE-hanke toteutetaan vuosina 2024–2030, ja sen kokonaisbudjetti on 20 miljoonaa euroa. Merkittävä osuus hankkeen budjetista kohdistuu yrityksille investointitukina, joilla toteutetaan konkreettisia ilmastotoimia: esimerkiksi teollisuusprosessien sähköistämistä, raskaan logistiikan ja työkoneiden latausinfrastruktuurin rakentamista, kaluston sähköistämistä tai biometaanin hyödyntämistä.

Hanketta koordinoi Suomen ympäristökeskus, ja mukana on yli 50 kumppaniorganisaatiota eri puolilta Suomea. Rahoittajina toimivat EU:n LIFE-ohjelma, ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö sekä maa- ja metsätalousministeriö.

Ilmastoratkaisujen vauhdittaja (ACE)

-hankkeen verkkosivut: <https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/ACE>

kokonaiskustannuksia ja verrattu niitä dieselkäyttövoimaan. Kustannuslaskelmien perusteella akunvaihtoteknologiaa hyödyntävä raskas liikenne voi olla kokonaiskustannuksiltaan alempi verrattuna dieselkäyttövoimaan. Akunvaihdon hyvinä puolina on nopeus, sillä akkupaketti voidaan vaihtaa jopa viidessä minuutissa, ja mahdollisuus hyödyntää halpaa sähkön markkinahintaa latauksessa. Ongelmana on kuitenkin akkumoduulien ja liittimien riittävä standardointi, jotta akunvaihtoa voidaan hyödyntää tehokkaasti eri laitevalmistajien kesken.

Euroopassa sähköisen raskaan kaluston latausinfrastruktuurissa on keskitytty kehittämään lähinnä suurteholatausta, jolla kuskit voivat ladata ajoneuvon akun lakisääteisen tauon aikana. Suurteholatauksessa tulee kuitenkin huomioida sähköverkon rajoitteet. Tämän vuoksi on tärkeää vahvistaa sähköjakeluverkkoa varsinkin niillä alueilla, joilla liikkuu paljon raskasta liikennettä. ■

Lähteet

Auvinen, K. ym. 2025. Politiikkatoimet liikkuvien työkoneiden puhtaan siirtymän edistämiseksi: Työkoneiden päästöjen vähentäminen tukee suomalaisten työkonetehokkuuden kilpailukykyä vientimarkkinoilla. Ilmastoratkaisujen vauhdittaja (ACE) -hankkeen raportti. <http://hdl.handle.net/10138/593784>

Lehtonen, H., 2022. Ruoantuotannon hiili-euro-ohjelma (HERO) - Luonnonvarakeskuksen tekemä työ maa- ja metsätalousministeriölle. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja.

Lång, K., Hakola, S., Iho, A., Kekkonen, H., Miettinen, A., Niskanen, O., Ojanen, H., Wejberg, H., 2023. Turvepeltojen kosteikko-ohjelma: Ehdotus kosteikkoviljelyyn varatun rahoituksen käytöstä vuosina 2023–2025, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2023. Luonnonvarakeskus. Maa- ja metsätalousministeriö, 2024. Maankäytön muutosmaksua valmistelleen työryhmän loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:2.

Maanavilja, L., Tuomainen, T., Aakkula, J., Haakana, M., Heikkinen, J., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Koikkalainen,

K., Kärkkäinen, L., Lehtonen, H., Miettinen, A., Mutanen, A., Myllykangas, J.-P., Ollila, P., Viitanen, J., Vikfors, S., Wall, A., 2021. Hiilineutraali Suomi 2035: Maankäyttö- ja maataloussektorin skenaariot, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:63. Valtioneuvoston kanslia.

Sitra, 2019. Hiilineutraalius ja vähähiilisyyden suomalaisten teollisuuden kilpailukykyyn lähteenä -kyselytutkimus. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/12/sitrahiilineutraalius-teollisuusyrityksissatutkimusraportti2019.pdf>

Tilastokeskus. 2024. Rekisterissä olleiden ajoneuvojen lukumäärä (ml. Ahvenanmaa), 1922–2024. https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__mkan/statfin_mkan_pxt_11ib.px

Vengatesan ym. 2024. FCEV vs. BEV — A short overview on identifying the key contributors to affordable & clean energy (SDG-7). Energy Strategy Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101380>

VTT. 2023. Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf

VALOKEILASSA

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



Leena Ylä-Mononen

Työskenteletkö ilmansuojelun, ilmastokysymysten vai molempien parissa?

Euroopan ympäristökeskuksen pääjohtajana saan tehdä töitä todella laajasti eri ympäristöön ja ilmastoon liittyvien aiheiden parissa. Ilmanlaadun ja ilmastokysymysten lisäksi koamme ja julkaisemme dataa ja analyyskejä esimerkiksi ympäristöstä ja terveydestä, luonnon tilasta, kiertotaloudesta sekä pitkän aikavälin kestävyystavoitteista. Ilmansaasteiden osalta seuraamme sekä päästöjä että ilmanlaatua ja sen vaikutuksia ympäristöön ja terveyteen. Ilmastokysymyksissä työmmme katkaa paitsi EU:n ilmastotavoitteiden toteutumisen seurannan, myös ilmastomuutoksen vaikutukset ja niihin varautumisen.

Kuinka kauan olet työskennellyt ilmansuojelualalla tai ilmastokysymysten parissa?

Valmistuin maa- ja metsätieteiden maisteriksi vuonna 1989, ja heti seuraavana vuonna aloitin työt silloisessa vesi- ja ympäristöhallituksessa eli nykyisessä Suomen ympäristökeskuksessa. 2000-luvun alussa siirryin Brysseliin Euroopan komission ympäristöpääosastolle. Palasin Helsinkiin vuonna 2007 vastaperustettuun Euroopan kemikaalivirastoon esihenkilö- ja johtotehtäviin. Kemikaalivirastossa tein töitä yli kymmenen vuotta ennen siirtymistä ympäristöministeriön ylijohtajaksi vuonna 2019. Viimeiset noin kaksi vuotta olen

johtanut Euroopan ympäristökeskusta Kööpenhaminassa. Kaiken kaikkiaan urani ympäristö- ja ilmastoalalla on siis kestänyt jo yli 35 vuotta.

Mitkä ovat olleet merkittävimmät murroskohdat alalla oman urasi aikana?

Vuoden 1992 YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi Riossa oli ja on yhä merkkipaalu kansainvälisessä ympäristöpolitiikassa. Oman urani ja Suomen ympäristöpolitiikan kannalta liittyminen Euroopan unioniin vuonna 1995 oli luonnollisesti merkittävä muutos. Itse olen tehnyt paljon töitä kemikaaleihin liittyen, ja pysyviä, kaukokulkeutuvia orgaanisia yhdisteitä rajoittavan Tukholman sopimuksen solmiminen vuonna 2001 on ollut oman urani huippukokemuksia, samoin tietysti EU:n REACH-asetuksen hyväksyminen vuonna 2006. Asetus liittyi kiinteästi kemikaaliviraston perustamiseen Helsinkiin. Se on yhä maailmanlaajuisesti ehkä alansa merkittävin asetetus, ja sillä on myös monia yhteyksiä ilmanlaatuun ja ilmastoon. Pariisin ilmastopäätös oli tietysti kansainvälisesti merkittävä murroskohta parempaan. Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa voidaan edelleen pitää hyvänä esimerkkinä pitkän aikavälin strategiasta, jossa yhdistyvät kunnianhimoiset tavoitteet ja konkreettiset poliittiset toimet. Tämä suunta Euroopan täytyy pitää jatkossakin.

Mitkä ovat olleet viimeisimpiä työtehtäviäsi tai projektejasi?

Euroopan ympäristökeskus tuottaa jatkuvasti merkittäviä raportteja ympäristö- ja ilmastoaiheista. Viime vuonna julkaisimme ensimmäisen eurooppalaisen ilmatoriskien arvioinnin, joka osoitti, ettei Eurooppa ole riittävän valmistautunut nopeasti kasvaviin ilmatoriskeihin. Viime syksynä julkaisimme myös kattavan vesistöjen tilaa koskevan katsauksen. Ilmansaasteisiin liittyen julkaisemme joka vuosi esimerkiksi analyyskejä Euroopan ilmanlaadusta ja sen terveysvaikutuksista, sekä vertailun pienhiukkaspitoisuuksista Euroopan kaupungeissa. Tämän vuoden merkittävin projekti on viiden vuoden välein ilmestyvä Euroopan ympäristön tilaa käsittelevä raporttimme, joka julkaistaan syksyllä. Tähän raporttiin koostamme kaiken viimeisimmän ja parhaan tiedon eri työalueistamme, ja analysoimme ympäristö- ja ilmastokysymysten pitkän aikavälin näkymiä.

Mitä näet suurimpina tulevina trendeinä ja haasteina alalla?

Ympäristö- ja ilmastoasiat tulevat entistä enemmän osaksi kaikkia politiikan aloja. Esimerkiksi ilmatoriskit täytyy ottaa huomioon taloudessa, terveyspolitiikassa, ruokaturvassa ja energiakysymyksissä. Vastaavasti luonnon tila ja saastuminen vaikuttavat yhteiskuntamme eri sektoreihin, ja näihin haasteisiin vastaaminen luo perustan kestäväälle taloudelle ja kokonaisturvallisuudelle. Ilmasto ja ympäristö ovat tulleet politiikan keskiöön jäädäkseen. Ne ovat keskeisiä myös ratkaistaessa strategisia kysymyksiä kestävästä taloudesta, turvallisuudesta ja ihmisten hyvinvoinnista.

Mitä haluaisit saada aikaan urasi aikana?

Nykyistä toimikauttani Euroopan ympäristökeskuksessa on jäljellä noin kolme vuotta. Sinä aikana haluan saada tuottamamme tiedon entistä tehokkaampaan ja laajempaan käyttöön. Samalla haluan vahvistaa jäsenmaidemme verkoston toimintaa entisestään ja huolehtia siitä, että toimintamme on turvattu pitkälle tulevaisuuteen. Käytännön työssä investoimme merkittävästi digitaalisuuden tuomiin mahdollisuuksiin. Uudella teknologialla, kuten satelliittidatalla, on mahdollista helpottaa entisestään ympäristötietojen raportointia ja käsittelyä sekä kehittää tietopohjaa päätöksentekoa varten. ■

Leena Ylä-Mononen on toiminut Euroopan ympäristökeskuksen pääjohtajana Kööpenhaminassa kesäkuusta 2023 lähtien. Ennen nykyistä tehtäväänsä Ylä-Mononen toimi ympäristöministeriön ylijohtajana, Euroopan kemikaaliviraston johtotehtävissä, Euroopan komission ympäristöpääosastolla sekä Suomen ympäristökeskuksessa. Kansainvälisissä tehtävissään Ylä-Mononen on osallistunut kemikaaleja, jätteitä ja ilmastomuutosta koskevien ympäristösopimusten neuvotteluihin ja toimeenpanoon. Ylä-Monosella on maa- ja metsätieteiden maisterin tutkinto Helsingin yliopistosta.

Dekati®

Oxidation Flow Reactor DOFR™



DEKATI® Oxidation Flow Reactor DOFR™

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

Lue lisää DOFR™:



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
#P000011400004



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

DEKATI

Excellence in particle measurement

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

www.dekati.com

TAPAHTUU

Tapahuu-osiassa kerromme ISY:n järjestämistä tapahtumista, seminaareista ja retkistä. Lisätietoa: isy.fi

ILMANLAADUN MITTAAJAT kokoontuivat ensimmäistä kertaa Oulussa

Reilu 50 ilmanlaadun mittaajaa, konsulttia, laite-edustajaa ja muuta alan asiantuntijaa osallistui järjestyksessään 29. mittaajapäiville Oulussa 13.–14. toukokuuta. Yhteisinä päivinä nautittiin kiinnostavista luennoista ja mukavasta vapaa-ajan ohjelmasta.

Karri Saarnio, erikoistutkija, Ilmatieteen laitos

Kaksipäiväinen Ilmanlaadun mittaajatapaaminen koostui yhteensä 14 asiantuntijaesityksestä sekä ensimmäisen kokouspäivän väliaikaohjelmasta ja kokousillallisesta. Tapahtuman avasivat tiistaina Karoliina Niskala Oulun seudun ympäristötoimesta ja Katriina Kyllönen ilmanlaadun vertailulaboratoriosta. Ympäristöjohtaja Leena Tuuri toivotti vieraat tervetulleeksi Ouluun. Tuuri esitteli kaupungin ajankohtaisuuksia: Tänä vuonna Oulussa on asuntomessut, ja ensi vuonna kaupunki on Euroopan kulttuuripääkaupunki.

Antti Wemberg antoi katsauksen ympäristöministeriön ajankohtaisista asioista. Esityksessä kerrottiin muun muassa

valtion aluehallinnon uudistuksesta, lainsäädäntöhankkeesta liittyen yhden luukun palveluihin (YLP), teollisuuspäästödirektiivin päivityksestä sekä uudistetusta ilmanlaatudirektiivistä. Ilmanlaatudirektiivi tuli voimaan 10.12.2024, ja EU:n jäsenmailla on kaksi vuotta aikaa saattaa direktiivin vaatimukset kansalliseen lainsäädäntöön. Keskeisenä tavoitteena on parantaa ilmanlaatua EU:n alueella merkittävästi jo vuoteen 2030 mennessä, millä saavutettaisiin merkittäviä terveys- ja ympäristöhyötyjä. Tämä tarkoittaa ilmanlaatuvaatimusten ja -tavoitteiden tiukentamista lähemmäs WHO:n suosituksia, ilmanlaadun seuranta-vaatimusten tiukentamista, sekä tiukempia ja täysin uusia vaatimuksia toimeenpanon varmistamiseksi.

ISY:n Mittaajatapaamisessa alan ammattilaiset saivat perehtyä oikein olan takaa EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin nostattamiin aiheisiin; mittaussverkosta mallinnukseen ja katupölyhaasteista muuttuviin mittaussvelvoitteisiin.

Teemakokonaisuus uudesta ilmanlaatudirektiivistä

Anssi Julkunen Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:stä pohjusti teemakokonaisuutta: Millaisia uusia haasteita ilmanlaatudirektiivistä tulee mittaussverkoille ja millainen ilmanlaatu meillä Suomessa ja muualla Euroopassa on? Ilmanlaadun tavoitteet ja normit kiristyvät, mistä seuraa uusia haasteita myös Suomen kaupungeissa. Erityisesti hengittävien hiukkasten (PM₁₀) uusi vuorokausiraja-arvo tulee olemaan haasteellinen katupölyn vuoksi monissa Suomen kaupungeissa. Myös typpidioksidin (NO₂) ja bentso(a)pyreenin (BaP) tiukentuvat vaatimukset voivat tuoda haasteita Suomelle. Esityksessä myös peilattiin Suomen ilmanlaatu-tasoa muihin Pohjoismaihin sekä Euroopan maihin. Esitys herätti paljon keskustelua erityisesti BaP-pitoisuuksien suhteen: Miten puunpoltosta peräisin olevat päästöt saataisiin hallintaan?

Sami Kulovuori Metropolia ammattikorkeakoulusta kertoi katupölystä kaupunkien ilmanlaatuhaasteena. Merkittävä osa katupölystä syntyy talviaikana nastarenkaiden aiheuttamasta tiekulumasta, renkaiden ja jarrujen kulumisesta, hiekoituksesta ja suolauksesta, sekä näiden kaikkien yhteisvaikutuksesta. Esityksessä kerrottiin katupölyn terveys- ja ympäristövaikutuksista sekä katupölyn torjuntakeinoista ja niiden vaikutuksista. Uuden direktiivin myötä PM₁₀:n vuorokausi- ja vuosiraja-arvot tiukkenevat ja sallittujen ylityspäivien määrä puolittuu. Direktiivissä on kuitenkin sallittu poikkeus tietyille luonnonlähteille kuten Saharan hiekalle. Katupöly ei ole hyväksytty poikkeus, mutta talvihiekoitus ja -suolaus ovat. Uusi poikkeusohje talvihiekoitukseen ja suolaukseen valmistuu tänä vuonna ja tulee muuttumaan nykyisestä ohjeistuksesta.

Suvi Haaparanta Helsingin kaupungilta oli pyydetty kertomaan ilmanlaadun mittaajille kokemuksia ilmanlaatusuunnitelmien ja etenemissuunnitelmien prosessista. Helsingin ensimmäinen ilmansuojeluohjelma oli tehty vuosille 2008–2016 NO₂:n ja PM₁₀:n raja-arvojen ylitysten johdosta ja toinen vuosille 2017–2024 NO₂:n raja-arvon yhä ylittyessä. Viimeinen ylitys mitattiin vuonna 2015. Helsingissä on nyt tehty yhdistetty ilmansuojelun ja meluntorjunnan ILME-suunnitelma, jonka laatimisen eri työvaiheista kerrottiin esityksessä.

Mittaussvelvoitteiden muutoksista kerrottiin Katriina Kyllösen esityksessä. Muutoksia tulee ilmanlaadun vähennys-tavoitteissa sekä varoitus- ja tiedotuskynnyksissä. Arviointikynnykset laskevat – tarvitaanko Suomessa uusia mittauksia ”perinteisille” ilmansaasteille? Mikä on BaP:n mittaustarve jatkossa? Direktiivissä on myös uusia vaatimuksia supermittausasemista ja ultrapienien hiukkasten mittaamisesta sekä suositus mustan hiilen mittaamisesta.

Ari Karppinen Ilmatieteen laitokselta kertoi, mitä uusi ilmanlaatudirektiivi kertoo mallinnuksen hyödyntämisestä ilmanlaadun seurannassa. Mallinnuksen rooli liittyy ilmanlaadun arviointiin, mittausten alueelliseen edustavuuteen, ilmanlaadun ennustamiseen, lähteiden määrittämiseen ja kaupunkisuunnitteluun. Komission tutkimuskeskus (JRC) perustaa ilmanlaadun mallinnukselle eurooppalaisen verkoston, jonka toimintaan nimetyt vertailulaitokset tulevat osallistumaan. Verkosto määrittelee parhaat käytännöt

ilmanlaadun mallinnuksessa. Mallintamissovellusten laatu tarkistetaan säännöllisesti ja sitä parannetaan JRC:n vertailututkimuksilla.

Ensimmäisen kokouspäivän päätti vertailulaboratorion Karri Saarnion esitys uusista hiukkasmittalaitteiden kalibrointikertoimista ja niiden vaikutuksista. Esityksessä muun muassa havainnollistettiin, minkälaisia muutoksia pitoisuustasossa tapahtuu, kun siirrytään käyttämään uusia kalibrointikertoimia.

Väliaikaohjelmaa ja illanviettoa

Pitkän mutta antoisan ensimmäisen kokouspäivän jälkeen oli järjestetty väliaikaohjelmaksi museokierros Merimiehen kotimuseossa. Kyseessä on 300 vuotta vanha rakennus, joka on siirretty Oulun keskustasta Pikisaareen 1983. Talo on säästynyt Oulun vuoden 1882 suurpalolta, ja se on toiminut tullitupana ja maitokauppana sekä merimiehen kotina.

Toisena väliaikaohjelmalla oli kävelykierros, jossa tutustuttiin Oulun keskusta-alueen nähtävyyksiin ja kevätasussa oleviin puistoihin. Sää suosi ulkoilukierrosta, ja kierroksella saatiin nauttia auringon lämmöstä ja valoisasta illasta.

Iltaa vietettiin Scandic Oulu Cityn kasvisbuffetin mauista ja kollegojen seurasta nauttien.

KUVA: KATRIINA KYLLÖNEN





Kaupunkikierroksella moikattiin Toripolliisia.

Oulussa mitataan ilmanlaatua ja siitepölyjä

Toinen kokouspäivä aloitettiin perinteiseen tapaan isäntäorganisaation esityksellä, jossa Karoliina Niskala ja **Satu Sepälä** kertoivat ilmanlaatumittauksista Oulussa. Mittauksia on tehty jo yli 45 vuotta, ja vuodesta 1991 lähtien yhteistarkkailuna. Esityksessä kerrottiin, kuinka suuria Oulun päästöt ovat suhteessa kiristyviin raja-arvoihin. Esityksen päätteeksi keskitettiin Oulun BaP-mittauksiin ja tuloksiin vuodelta 2023.

Kutsuttuna puhujana **Timo Hugg** Oulun yliopistosta kertoi siitepölyistä, niiden mittaamisesta ja niille altistumisesta. Esityksessä kerrottiin siitepölyjen koostumuksesta ja ominaisuuksista, kaupungeista kasvien elinympäristönä sekä siitä, miten siitepölyjä mitataan. Esitys valotti, miten siitepölyille altistutaan erilaisissa ympäristöissä ja minkälaisia ovat ihmistoiminnan ja ilmastomuutoksen vaikutukset. Mielenkiintoisessa esityksessä saatiin tietoa myös siitepölyallergian kansanterveydellisestä merkitystä ja siitä, miltä tulevaisuus näyttää siitepölyallergikon näkökulmasta.

Vertailulaboratorion ajankohtaiskatsauksessa kerrottiin Ilmanlaadun mittausohjeen päivityksen sisällöstä ja muutoksesta Katriina Kyllösen toimesta sekä muista ajankohtaisista asioista **Enna Heikkisen** kertomana.

Tulipalot ja niiden ilmapäästöt

Ohjelman viimeisen aihekokonaisuuden aloitti Pelastusopiston **Juha Laitisen** mielenkiintoinen esitys, jossa kerrottiin tulipaloista, paloissa vapautuvista kemiallisista aineista sekä niiden vaikutuksista terveyteen ja ympäristöön. Esityksessä tuotiin esille palamisessa syntyvien kemiallisten aineiden haittavaikutuksia, altistumisreittejä ja kokonaisvaikutuksen arviointia, sekä kerrottiin palomiesten työn syöpävaarallisuudesta. Laitinen käsitteli myös perinteisten ja modernien rakennusten paloja. Selvisi, että modernien rakennusten palot kehittyvät nopeammin ja niiden päästöt ovat myrkyllisempiä. Liikennevälinepalojen osalta puhuttiin erityisesti litiumioniakkupalojen tuomista uusista haasteista, sekä kerrottiin sammutustoiminnan vaikutuksesta päästöihin.

Maastopalojen osalta kerrottiin keinoista vähentää päästöjä, sammutustekniikoista sekä ennakkovarautumisesta. Maastopalokausi tulee aikaistumaan ilmastomuutoksen myötä. Muidenkin ääri-ilmiöiden yleistymisen tulee työllistämään pelastuslaitoksia.

Atte Ojala Tampereen yliopistolta oli saapunut kertomaan Tampereen Ruskon kaupunginosassa viime syksynä tapahtuneen energijätepalon mittauksista mobiililaboratoriolla. Aihepiirin täydensi Tampereen ilmanlaatumittauksista vastaava **Ari Elsilä**, joka kertoi viestinnästä tulipalo- ja muissa erikoistapauksissa, esimerkkinään samainen Ruskon energijätepalo. Käytiin läpi, miten toimitaan onnettomuustilanteessa, ja kuinka lähimmille asuinalueille annettiin vaaratieohje. Keskusteltiin mittauksista, tilanteen seurannasta, viestinnästä ja tietopyynnöistä, sekä siitä, mitä tapauksesta opittiin. Lopuksi käytiin kattava keskustelu vastaaviin erikoistilanteisiin liittyvästä viestinnästä ja siitä, miten ilmanlaadun mittaajien kannattaa valmistautua erilaisiin tilanteisiin.

Ensi vuonna 30. mittaajatapaaminen Helsingissä

Kahden kokouspäivän päätteeksi kiitettiin Oulun seudun ympäristötointa erinomaisesti onnistuneista järjestelyistä, sekä toivottiin kaikki mittaajat osallistumaan mukaan seuraavan mittaajatapaamisen suunnitteluun. Toukokuussa 2026 kokoonnutaan 30. mittaajatapaamisen merkeissä Helsingissä, ja tapaamisen järjestäjinä toimivat Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY ja Ilmatieteen laitos. ■

**Toukokuussa 2026
kokoonnutaan 30. mittaaja-
tapaamisen merkeissä
Helsingissä. Tervetuloa mukaan!**



**ILMANSUOJELU-
YHDISTYS ry.**

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

ILMANSUOJELUYHDISTYS

Ilmansuojeluyhdistys (ISY) toimii alansa valtakunnallisena ympäristönsuojelujärjestönä. Ilmansuojeluyhdistyksen tarkoituksen on edistää ilmansuojelua ja ilmansuojelun tutkimusta Suomessa sekä toimia yhdyssiteenä ilman-suojelun parissa työskentelevien henkilöiden ja yhteisöjen välillä Suomessa ja ulkomailla. Ilmansuojeluyhdistys pyrkii toiminnallaan edistämään ilmansuojelualalla toimivien henkilöiden ammattitaitoa. Ilmansuojeluyhdistys on perustettu vuonna 1976.

Ilmansuojeluyhdistys:

- seuraa alansa tutkimuksen, koulutuksen, tekniikan sekä hallinnon ja lainsäädännön kehitystä
- suunnittelee ja järjestää koulutusta sekä keskustelutilaisuuksia
- järjestää ekskursioita kotimaassa ja ulkomailla
- tiedottaa ajankohtaisista ilmansuojeluasioista jäsenlehdessään
- antaa lausuntoja ja tekee esityksiä alansa kuuluvista asioista
- harjoittaa julkaisutoimintaa
- osallistuu kansainväliseen tiedonvaihtoon

LUFTVÅRDSFÖRENINGEN

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

Luftvårdsföreningen:

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

YHTEYSTIEDOT / KONTAKT

ILMANSUOJELUYHDISTYS RY

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



www.isy.fi



@ISY_fi



www.facebook.com/ilmansuojeluyhdistys

FINNISH AIR POLLUTION PREVENTION SOCIETY

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

FAPPS:

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



KIRJOITTAJAT 2 | 2025

KAROLIINA AUVINEN

erityisasiantuntija
Suomen ympäristökeskus
karoliina.auvinen@syke.fi

SUVI HAAPARANTA

johtava ympäristöasiantuntija
Helsingin kaupunki
suvi.haaparanta@hel.fi

MARI HUKKALAINEN

johtava tutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
mari.hukkala@vtt.fi

TUULA KAJOLINNA

erikoistutkija
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
tuula.kajolinna@vtt.fi

SAMI KULOVUORI

projektipäällikkö
Metropolia ammattikorkeakoulu
sami.kulovuori@metropolia.fi

ERIKA LAAJALAHTI

toimialapäällikkö
Bioenergia ry
erika.laajalahti@bioenergia.fi

EIRA LINKO

projektikoordinaattori
Vantaan kaupunki
eira.linko@vantaa.fi

TUULA PELLIKKA

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

AINO REKOLA

tutkija
Suomen ympäristökeskus
aino.rekola@syke.fi

KARRI SAARNIO

erikoistutkija
Ilmatieteen laitos
karri.saarnio@fmi.fi

ANA STOJILJKOVIC

tutkija
Suomen ympäristökeskus
ana.stojiljkovic@syke.fi

ANTTI TOHKA

yliopettaja
Metropolia ammattikorkeakoulu
antti.tohka@metropolia.fi

ESA TUVIALA

nuorempi tutkija
LUT-yliopisto
esa.tuviala@lut.fi

ALIISA VULLI

suunnittelija
Suomen ympäristökeskus
aliisa.vulli@syke.fi

LEENA YLÄ-MONONEN

pääjohtaja
Euroopan ympäristökeskus
leena.yla-mononen@eea.europa.eu

