Metaani ja sen merkitys ilmastonmuutoksessa

5.11.2025

Johdanto

Opetettuani 2000-luvulla ja 2010-luvulla alkuun ensin Ympäristötekniikan perusteita ja sittemmin siitä laajennettua Kestävän kehityksen kurssia insinööriopiskelijoille tulin pitkään seuranneeksi tekniikan ja luonnon väliseen suhteeseen vaikuttavia asioita. Ilmastonmuutoskin tuli tutuksi jo siinä vaiheessa, kun laajempi yleisö ei sitä vielä juuri noteerannut ja piti sitä enemmän teoreetikoiden askarteluna. Fysiikan opettaja Markku Kaira oli kuitenkin jo siihen aikaan asioista perillä, ja häneltä sain tarpeellista tietoa muun muassa vuosituhannen vaihteen kahden puolen tekemäni Seinäjoen seudun ilmanlaadun tarkkailun yhteydessä.

Viimeisen viidentoista vuoden aikana onkin ollut mukava havaita, että ilmastonmuutos on saavuttanut erittäin tehokkaasti myös suuren yleisön tietoisuuden ja yritysmaailmassa samaan aikaan tapahtunut voimakas laatu- ja ympäristöjärjestelmäkehitys on ohjannut jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti tekemään enemmän ja enemmän asioiden ja olosuhteiden parantamisen suhteen. Erittäin merkittävä osuus asiassa on ollut tietenkin EU:n regulaation järjestelmällinen kehitys, joka ohjaa direktiivien ja julkisen rahoituksen kohdentamisen kautta kehitystä vahvasti haluttuun suuntaan. Iso laiva kääntyy kuitenkin hitaasti ja monenlaisia vastareaktioitakin on nähty, kun lyhytjänteinen ’mutu’-ajattelu pyrkii ohittamaan tieteellisen tiedon poliittisten päätösten teossa.

’Korkoa korolle’-ilmiö ilmakehässä

Ilmastonmuutoksen syyksi on nimetty erityisesti hiilidioksidipäästöt, mikä tietenkin on oikein, mutta vähemmälle huomiolle ovat jääneet muut asiaan liittyvät tekijät. Niitä ovat muun muassa ilmastonmuutoksen eräänlainen ’korkoa korolle’-ilmiö, suuret metaanipäästöt, luonnon monimuotoisuuden kuihtuminen ja päästöjen pitkä säilyminen ilmakehässä. Tässä artikkelissa keskitytään näistä kahteen ensimmäiseen.

Ilmastonmuutoksen ’korkoa korolle’-ilmiö on monimuotoinen prosessi. Kun alkuun tapahtuu ihmisen toimesta vaikkapa vain pienehköltä tuntuva päästöjen lisäys, se käynnistää ketjureaktion, joka vahvistaa sen vaikutusta. Pieni päästöjen lisäys aiheuttaa sen, että merijään reuna siirtyy hiukan napoja kohti. Siirtymän alueella on aiemmin ollut jäätä, joka on heijastanut auringon säteilystä suurimman osan takaisin avaruuteen. Nyt sulan veden kohdalla säteilystä suurin osa imeytyy meriveteen, joka lämpiää. Lämminnyt merivesi haihduttaa enemmän vesihöyryä ilmakehään, joka puolestaan vangitsee entistä suuremman osan säteilystä ilmakehään, joka lämmetessään sulattaa lisää jäätä. Ilmastonmuutos on saanut lämpötilan Atlantilla kohoamaan. Kun Atlantilta saapuvat lämpimät merivirrat kulkeutuvat Pohjoiselle Jäämerelle Huippuvuorten läheisyyteen, meri lämpenee myös siellä.

Vastaava ilmiö tapahtuu maalla. Aurinko sulattaa ikiroudassa olevaa maaperää ja sulanut maaperä imee itseensä paljon enemmän säteilyä kuin routainen maa. Sulaneessa maassa on paljon eloperäistä ainesta, joka muuttuu metaanin päästölähteeksi. Myös meren pohjassa kylmillä vyöhykkeillä on suuria määriä jäätyneessä muodossa olevia metaanihydraatteja. Niiden sulaessa pintaan nousee suuria metaanipäästöjä. Nämä, sekä maalta, että mereltä nousevat metaanipäästöt, sulattavat edelleen lisää jäätä ja kiihdyttävät ilmastonmuutosta.

Metaanin hillitseminen on avainasemassa

Metaani (CH4) on hiilivety, joka säilyy ilmakehässä vain 10–12 vuotta, mutta se sitoo lämpöä paljon tehokkaammin kuin hiilidioksidi. Metaani imee osan maasta heijastuvasta auringon säteilystä ja pidättää lämpöä, mikä voimistaa kasvihuoneilmiötä ja nopeuttaa ilmaston lämpenemistä. Vaikka sen elinikä ilmakehässä on lyhyempi kuin hiilidioksidilla, sen ilmastovaikutus erityisesti ensi vuosikymmeninä on erittäin voimakas.

Ilmastonmuutoksen torjunnassa huomio kiinnittyy usein hiilidioksidiin, mutta metaani (CH4), on merkittävä tekijä maapallon lämpenemisessä. Metaani on erittäin voimakas kasvihuonekaasu, jonka vaikutus ilmastonmuutokseen on huomattava erityisesti lyhyellä aikavälillä. Sen lämmittävä vaikutus ilmakehässä on jopa 25 kertaa suurempi kuin hiilidioksidilla, ja 20 vuoden tarkasteluvälillä vaikutus on yli 80-kertainen.

Metaanin määrä ilmakehässä on tällä hetkellä noin 1800 miljardisosaa (ppb), mikä on yli kaksi kertaa esiteollista tasoa korkeampi. Pitoisuus kasvaa edelleen, ja viime vuosina kasvu on ollut nopeampaa kuin 2000-luvulla keskimäärin. Metaanin voimakkaan lämmittävän vaikutuksen ja suhteellisen lyhyen elinajan vuoksi sen vähentäminen tuottaisi nopeita hyötyjä ilmaston lämpenemisen hillinnässä. Metaanipäästöihin tarttuminen onkin yksi nopeimmista keinoista hidastaa ilmastonmuutosta lähitulevaisuudessa.

Metaanin lähteet

Metaania syntyy sekä luonnollisista lähteistä että ihmisen toiminnasta. Luonnollisia lähteitä ovat kosteikot, suoalueet ja arktisiin alueisiin sitoutunut metaani. Ihmisen aiheuttamat päästöt puolestaan syntyvät esimerkiksi karjataloudesta (märehtijät), riisinviljelystä, orgaanisista jätteistä, fossiilisten polttoaineiden tuotannosta ja kuljetuksesta, jätevesistä, kaatopaikoista sekä täyttömaista. Myös satamissa laivojen propulsiovoimien aiheuttamat, elollista pohjamutaa sisältävät pulssit ovat yksi päästölähde.

Arvioiden mukaan noin 60 % maailman metaanipäästöistä on peräisin ihmistoiminnasta, etenkin maataloudesta ja fossiilisista polttoaineista. Tämä korostaa ihmisen roolia päästöjen hillitsemisessä – viisas sananlasku muistuttaa: “Kyllä routa porsaan kotiin ajaa”, eli luonnon ja ihmisen yhteisvaikutus palaa aina ihmisen vastuulle. On myös muistettava, että metaania on myös luonnon muovaamina varastoina kylmien merialueiden pohjassa metaanihydraattien muodossa. Ne eivät ole tällä hetkellä tuottamassa päästöjä ilmakehään, mutta merien lämmetessä tilanne voi muuttua dramaattisesti ja ’korkoprosentti’ voi näin äkillisesti kasvaa. Arktisten merialueiden kohonneet lämpötilat sulattavat merialtaiden metaanijäässä olevaa pohjaa. Ikirouta (myös maa-alueilla) sisältää noin 1,4 gigatonnia metaanikaasua. Kun jäinen metaani sulaa, se kohoaa ylös pieninä kaasukuplina. Tämä saattaa johtaa tilanteen sellaiseksi, että metaanin merkitys kasvihuonekaasujen päästöissä nousee hetkellisesti jopa hiilidioksidin ohi. Pitkällä aikavälillä hiilidioksidin määrällä on suurempi merkitys, koska se säilyy ilmakehässä paljon pidemmän aikaa. Lyhytkin suuri metaanipurske voi kuitenkin aiheuttaa palautumatonta muutosta luonnolle.

Metaanin vaikutus ilmastonmuutokseen

Metaanin osuus kaikista ihmisen aiheuttamista ilmaston lämpenemistä kiihdyttävistä kasvihuonepäästöistä on noin 20 %, kun taas hiilidioksidin osuus on noin 75 %. Metaanin määrä ilmakehässä on noussut jyrkästi, ja viime vuosina päästöjen kasvu on ollut suhteellisesti nopeampaa kuin koskaan mittaushistorian aikana. Fossiilisten polttoaineiden tuotannon kasvu sekä lämpenevä ilmasto, joka vapauttaa arktisista ikirouta- ja merialueista lisää metaania ilmakehään, ovat kiihdyttäneet tätä kasvua. Uusissa tutkimuksissa on myös osoitettu, että ilmastonmuutoksen vuoksi kasvien haihtuvien yhdisteiden päästöt voivat hidastaa metaanin poistumista ilmakehästä, jolloin sen vaikutus ilmastoon pitkittyy entisestään.

Metaanin vähentäminen onkin yksi nopeimmista keinoista hidastaa ilmaston lämpenemistä lähivuosikymmeninä. Jo pienelläkin päästöjen vähennyksellä voidaan saavuttaa merkittäviä vaikutuksia ilmaston kannalta, sillä metaani häviää ilmakehästä suhteellisen nopeasti. On siis tärkeää, että sekä yksilöt, yritykset että päättäjät toimivat yhdessä, jotta metaanipäästöjä saadaan kuriin – sillä “jokainen pisara tekee virran”.

Metaanipäästöjen vaikutus lähiluontoon

Öljynporauksessa syntynyt metaanipilvi leviää ja laimenee tyypillisesti muutamasta tunnista muutamaan vuorokauteen riippuen paikallisesta ilmastosta, tuuliolosuhteista ja metaanin alkuperäisestä määrästä.

Metaani on ilmakehässä melko nopeasti sekoittuva kaasu, mutta paikallisesti hyvin korkeiden pitoisuuksien purkaukset voivat viipyä lähiympäristössä, kunnes ne hajaantuvat ilmaan ja sekoittuvat taustapitoisuuteen, mikä tapahtuu yleensä viimeistään muutaman päivän kuluessa ulkoilmassa.

Metaani itsessään ei ole myrkyllistä useimmille eläin- ja kasvilajeille, mutta korkeissa pitoisuuksissa se voi syrjäyttää happea ja aiheuttaa mahdollisesti hengitysvaikeuksia eläimille, jos pilvi jää paikallisesti hyvin tiheäksi ja happipitoisuus laskee. Metaanin päävaikutus lähiluontoon on epäsuora: se lisää kasvihuoneilmiötä ja voi kiihdyttää ilmastonmuutosta alueellisesti ja ilmakehässä laajemmin, mikä vaikuttaa pitkällä aikavälillä esimerkiksi ekosysteemien lämpötilaan ja kosteuteen. Maaperän mikrobit voivat pilkkoa osan metaanista jo ennen sen siirtymistä ilmakehään, jolloin vaikutukset vaihtelevat paikallisen maaperän ominaisuuksien mukaan.

Metaanilähteiden jäljittäminen kehittyy

Metaanipäästöjen jäljittämiseen on kehitetty useita edistyneitä teknologioita, jotka hyödyntävät satelliitteja, ilmakuvantamista ja maasta tehtäviä mittauksia. Viimeisimmät innovaatiot perustuvat satelliittiteknologiaan, jonka avulla voidaan paikantaa metaanin lähteitä globaalisti ja tarkasti.

Spektrometri on mittalaite, joka analysoi sähkömagneettisen säteilyn (kuten valon) aallonpituuksia ja intensiteettejä. Se hajottaa säteilyn eri aallonpituuksiin ja mittaa niiden voimakkuuksia, tuottaen spektrin. Eri käyttötarkoituksiin käytetään eri aallonpituudella toimivia spektrometrejä. Metaanin määrityksessä käytetään infrapunaspektrometriä.

NASA:n EMIT-missio (Earth Surface Mineral Dust Source Investigation), joka asennettiin kansainväliselle avaruusasemalle vuonna 2022, on tästä hyvä esimerkki. EMIT pystyy havaitsemaan metaanipilviä ja jäljittämään niin sanottuja “superlähteitä”, eli infrastruktuureja ja laitoksia, jotka päästävät metaania ilmakehään poikkeuksellisen suuria määriä. EMIT -missio kartoittaa myös keskeisten mineraalien esiintymistä planeetan pölyä tuottavissa aavikoissa – tietoa, joka edistää ymmärrystämme ilmassa leijuvan pölyn vaikutuksista ilmastoon.

Avaruudesta tapahtuvan kasvihuonekaasupäästöjen seurannan maailmanlaajuiseksi johtajaksi itseään tituleeraava kanadalainen GHGSat omistaa suurimman kaupallisen satelliittiverkoston, joka pystyy havaitsemaan metaani- ja hiilidioksidipäästöjä korkearesoluutioisesti. Heidän satelliiteissaan on patentoitua anturiteknologiaa, mikä tekee GHGSat:sta yrityksen, joka pystyy tarkasti mittaamaan metaanivuotoja laitostasolla kaikkialla maailmassa.

Satelliittien lisäksi käytössä on myös ilmakuvantamiseen perustuvia menetelmiä, kuten droonit ja lentokoneisiin asennetut spektrometrit, jotka voivat tunnistaa metaanivuotoja pienelläkin alueella. Maasta käsin tehdään lisäksi jatkuvaa seurantaa erityisillä antureilla ja laserpohjaisilla mittauslaitteilla, jotka mahdollistavat paikallisten päästölähteiden tarkemman jäljittämisen. Näiden teknologioiden yhdistelmä auttaa tutkijoita ja viranomaisia kohdistamaan toimenpiteet tehokkaasti ja puuttumaan päästöihin nopeasti.

Uusien teknologioiden kehitys on merkittävästi parantanut kykyä löytää ja mitata metaanipäästöjä sekä arvioida niiden vaikutusta ilmastoon. Satelliittimittaukset, kuten NASA:n EMIT, tarjoavat laajan ja

reaaliaikaisen näkymän päästölähteisiin, mikä nopeuttaa päästöjen hillitsemistä ja tukee kansainvälisiä ilmastotavoitteita.

Suomessa tutkitaan aktiivisesti entisten turvetuotantoalueiden jälkikäyttöä muun muassa SEAMKin toimesta Tupsu-hankkeessa. Jälkikäyttönä sekä metsitys että vettäminen johtavat kasvihuonekaasujen päästövähennykseen, koska kasvihuonekaasupäästöt ehtyvät ja maaperä muuttuu hiilinieluksi. Vettäminen tarkoittaa pohjaveden nostamista lähelle maan pintaa. Tällaista toimintaa on Suomen Ilmastopaneelin mukaan laajennettava. Metsitetty turvetuotantoalue muuttuu puolestaan hiilinieluksi noin 30 vuoden kuluttua metsityksestä. Sen sijaan maatalouskäyttö jälkikäyttömuotona voi johtaa maaperän päästöjen kasvuun. Tällaisten toimintojen seurannassa on mahdollista hyödyntää muun muassa satelliitti- tai droonimittauksia spekroskopian avulla.

Jorma Tuomisto
TKI-asiantuntija, Digitaaliset ja älykkäät teknologiat
SEAMK

Kirjoittaja on tehnyt pitkän työuran SEAMKin rakennustekniikan laboratoriossa ja toiminut samaan aikaan sivutoimisena opettajana muun muassa Kestävään kehitykseen liittyen. Tällä hetkellä hän työskentelee SEAMKissa TKI-asiantuntijana rakentamiseen ja kiertotalouteen liittyen MaaRaksa-hankkeessa. Kiitän rahoituksesta Etelä-Pohjanmaan Liittoa ja Maaraksa-hanketta, joka on Euroopan unionin osarahoittama hanke.

Lähteitä

Wang, A. & Lee, J.J. (25.10.2022). *Jet Propulsion Laboratory*, *Pasadena, Calif.* https://earth.jpl.nasa.gov/emit/news/23/methane-super-emitters-mapped-by-nasas-new-earth-space-mission/

Greenhouse Gas Emissions Monitoring, Kanada. (i.a.). https://www.ghgsat.com/en/products-services/spectra/

Korrensalo, A. (2.11.2018). Taivas varjele, mistä sitä metaania tulee? *Suomen Luonto.* https://suomenluonto.fi/artikkelit/taivas-varjele-mista-sita-metaania-tulee/

Jensen, A. E. (20.06.23). Metaani – hiilidioksidia vaarallisempi kasvihuonekaasu. *Tieteen Kuvalehti.* https://tieku.fi/ilmasto/ilmastonmuutos/metaani-mita-metaani-on

Laasasenaho, K., Lauhanen, R. , Hakola, E., Lohila, A., Minkkinen, K., Adhikari, G., Päkkilä, L. (12.6.2024). TUPSUn maastokausi alkoi. *@SEAMK Verkkolehti.* https://lehti.seamk.fi/verkkolehti/tupsun-maastokausi-alkoi/

Copilot AI

Perplexity AI