

# Ilman epäpuhtauksien päästöjen esittäminen kartalla

Suomen ympäristökeskus, 11/2020

## Tiivistelmä

Suomen ympäristökeskus toimittaa vuosittain ilman epäpuhtauksien päästöjen raportin YK:n kaukokulkeutumissopimukselle (CLRTAP) ja EU:n päästökattodirektiiville (NECD). Velvoitteisiin kuuluu myös päästöjen raportointi paikkatietoaineistoon sidottuna.

Päästökarttojen julkista esittämistä varten luotiin web-sovellus, jonka avulla voidaan esittää päästötietoa karttanäkymässä. Kartalla esitettävät tiedot kerätään Suomen ilmapäästötietojärjestelmästä (IPTJ), joka sisältää koko maan kattavat tiedot eri lähteistä peräisin olevien ilman epäpuhtauksien päästöistä. Päästötiedot sisältävät sekä teollisuuden raportoimia päästöjä että laskennallisia ja aluemaisia päästöjä. Teollisuuslaitosten päästö- ja sijaintitiedot kerätään Ympäristönsuojelun valvonnan sähköisestä asiointijärjestelmästä (YLVA). Laskennallisten aluepäästöjen jakamisessa kartalle on hyödynnetty lukuisia eri tietolähteitä kuten on Corine Land Cover (CLC2006), Digiroad ja Rakennus- ja huoneistorekisteri (RHR). Käyttöliittymän kartat kuvaavat ilman epäpuhtauksien päästöjen maantieteellistä jakautumista. Projektiona on ETRS-TM35FIN.

Tämän dokumentin sisältö pohjautuu vuonna 2014 ja 2020 toteutettuihin Ympäristöministeriön rahoittamiin hankkeisiin GRID (2014) ja Päästöt kartalla (2020).

## Sisältö

1. Yleistä.....	3
2. Aluepäästöjen jakaminen kartalle .....	5
3. Käytetty väliaineisto.....	6
4. Karttakäyttöliittymä .....	10
5. Karttanäkymän tulkinta.....	11
6. Sovellustekniikka.....	11
7. Tunnetut puutteet ja jatkokehitys.....	12

## Lyhenteet

CLC	Corine Land Cover. Paikkatietoaineisto maankäytöstä 25 x 25 metrin tarkkuudella.
CLRTAP	Convention on Long Range Transboundary Air Pollution. YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumis sopimus
GNFR	Gridding Nomenclature for Reporting. Spatiaalisen päästötiedon raportointiluokitustapa.
EEA	European Environment Agency. Euroopan ympäristökeskus
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme. Päästöjen ja kaukokulkeutumien seurantaan perustettu instrumentti.
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register. EEA:n ylläpitämä päästö- ja siirtorekisteri
IIR	Informative Inventory Report
IPTJ	Suomen ilmapäästötietojärjestelmä
LUKE	Natural Resources Institute Finland (Luonnonvarakeskus)
NECD	National Emissions Ceilings Directive (2001/81/EC). EU:n päästökattodirektiivi
RHR	Rakennus- ja huoneistorekisteri
SLICES	Separated Land Use & Cover information System
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution.
SQL	Structured Query Language. Tietokantaoperaatioissa käytettävä kyselykieli.
WFS	Web Feature Service. Paikkatietokohteiden rajapintastandardi.
YLVA	Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä

## Päästökomponenteista käytetyt lyhenteet:

As	Arseeni
BC	Mustahiili
Cd	Kadmium
Cr	Kromi
Cu	Kupari
CO	Hiilimonoksidi
HCB	Heksaklooribentseeni
Hg	Elohopea
SOx	Rikin oksidit
NH3	Ammoniakki
Ni	Nikkeli
NMVOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet pl. metaani
NOx	Typen oksidit
PAH-4	Polyaromaattiset hiilivedyt (indikaattoryhdisteet: benzo(a)pyreeni, benzo(b)fluoranteeni, benzo(k)fluoranteeni ja indeno (1,2,3-cd)pyreeni
Pb	Lyijy
PCDD/F	Dioksiinit ja furaanit
PCB	Polyklooratut bifenyylit
PM2.5	Pienhiukkaset, läpimitaltaan alle 2,5 µm
PM10	Pienhiukkaset, läpimitaltaan alle 10 µm
POP	Hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet
TSP	Kokonaishiukkaset
Zn	Sinkki

## 1. Yleistä

Suomen ympäristökeskus toimittaa vuosittain ilman epäpuhtauksien päästöjen raportin YK:n kaukokulkeutumissopimukselle (CLRTAP) ja EU:n päästökattodirektiiville (NECD). Velvoitteisiin kuuluu myös päästöjen raportointi paikkatietoaineistoon sidottuna (CEIP, [Gridded data, Annex V](#)). Raportoitaviin päästökomponentteihin kuuluvat ilman epäpuhtaudet: NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP, BC, CO, Pb, Cd, Hg, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/PCDF, PAH-4, HCB ja PCB. Päästötiedot kerätään Suomen Ilmapäästötietojärjestelmästä (IPTJ). Tarkemmin ilman epäpuhtauksien inventaarion kokoamisesta voi lukea englanniksi raportoinnin yhteydessä toimitettavasta [IIR-raportista](#) (Informative Inventory Report).

Ympäristöluparaportointivelvoitteisten laitosten päästö- ja sijaintitiedot saadaan Ympäristönsuojelun valvonnan sähköisestä asiointijärjestelmästä (YLVA). Alueellisten päästölähteiden (esim. liikenne ja maatalous) tiedot ovat laskennallisia ja ne on jyvitetty maantieteellisesti alla tarkemmin esitettävien perustein koko maan päästötiedoista. Koko maan kattavat tiedot ilman epäpuhtauksista sisältyvät Suomen ilmapäästötietojärjestelmään (IPTJ).

Päästölähdeluokittelut perustuvat YK:n ilmasto- ja kaukokulkeutumissopimusten luokitteluun, jotka on karttaesityksessä aggregoitu seuraaviin viiteen pääsektoriin:

**Energiantuotanto ja teollisuus** - Energiantuotannon ja teollisuuden luokkaan sisältyvät sähkön- ja kaukolämmöntuotannon, polttoaineiden valmistuksen ja käsittelyn sekä teollisuusprosessien ja teollisuuden oman energiantuotannon päästöt. Päästölähteet, joille ei ole osoitettavissa tarkkaa maantieteellistä sijaintia, jaetaan kaikille teollisuus- ja palvelualueille toiminnanalaa erottelematta.

**Liikenne** - Liikenne sisältää henkilöautoliikenteen ja raskaan liikenteen päästöt, jotka jakautuvat tie- ja katuverkostoon. Myös tieverkoston ulkopuolella tapahtuva liikenne on esitettynä ja sisältää mm. työkoneet, raideliikenteen ja kotitalouksissa käytettävät pienkoneet. Tämän lisäksi kartta kuvaa myös vesi- ja lentoliikenteen päästöjä ilman reittitietoja lähtöpisteisiinsä painottuneena.

**Maatalous** - Maatalouden päästöissä esitetään eläinten hoidon ja lannankäsittelyn päästöt, joiden jakautumisessa on hyödynnetty rakennus- ja huoneistorekisteristä saatavia tilatietoja. Lannoituksen, torjunta aineiden käytön ja korrenpolton päästöt jakautuvat tunnetuille peltoalueille.

**Muu energiantuotanto** - Muuhun energiantuotantoon sisältyy pieniä lämmityskattiloita, kuten kaupallisten ja julkisten rakennusten sekä asutuksen lämmönlähteitä. Luokkaan kuuluvat myös puun pienpolton tulisijat, sekä muuta tilastoitua polttoaineen käyttöä, jota ei voida kohdistaa yksittäisiin polttolaitoksiin. Karttaesitys perustuu rakennus- ja huoneistorekisterin tietoihin lämmönlähteistä.

**Tuotteet ja jätteet** – Luokka sisältää erilaisten tuotteiden ja liuottimien käytön kotitalouksissa ja teollisuudessa. Jätteiden osalta luokkaan sisältyvät kaatopaikkojen, kompostoinnin ja jätevedenkäsittelyn päästöt ja esim. rakennus- ja autopalot.

Taulukko 1 kuvaa kunkin päästöluokan osuutta vuoden 2018 kokonaispäästöistä päästökomponentteittain prosenttiosuuksina. Esimerkiksi suurin osa Suomen arseenipäästöistä on kyseisenä vuonna peräisin energiantuotannosta ja teollisuudesta.

**Taulukko 1 – Vuoden 2018 kokonaispäästöt päästökomponentteittain prosentteina**

Päästö	Energiantuotanto ja teollisuus	Muu energiantuotanto	Liikenne	Tuotteet ja jätteet	Maatalous
Typen oksidit	42,4 %	8,0 %	42,1 %	0,0 %	7,5 %
NMVOC	26,6 %	25,9 %	16,8 %	11,7 %	18,9 %
Rikin oksidi	88,2 %	11,1 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %
Ammoniakki	2,1 %	3,6 %	2,6 %	2,2 %	89,4 %
Pienhiukkaset PM <sub>2.5</sub>	24,1 %	53,6 %	17,6 %	1,7 %	2,9 %
Pienhiukkaset PM <sub>10</sub>	22,5 %	34,0 %	28,4 %	1,0 %	14,1 %
Hiukkaset (TSP)	25,0 %	29,2 %	32,9 %	0,8 %	12,2 %
Mustahiili	2,3 %	67,4 %	29,5 %	0,3 %	0,5 %

Hiilimonoksidi	13,9 %	47,8 %	37,8 %	0,1 %	0,5 %
Lyijy	79,0 %	10,2 %	3,5 %	7,2 %	0,0 %
Kadmium	67,1 %	27,7 %	1,3 %	2,3 %	1,7 %
Elohopea	86,3 %	6,3 %	4,2 %	2,7 %	0,4 %
Arseeni	86,3 %	11,3 %	2,3 %	0,1 %	0,0 %
Kromi	71,7 %	18,7 %	9,4 %	0,2 %	0,0 %
Kupari	14,9 %	3,5 %	80,0 %	1,6 %	0,0 %
Nikkeli	67,6 %	27,0 %	5,0 %	0,4 %	0,0 %
seleeni	21,9 %	66,6 %	11,3 %	0,1 %	0,1 %
Sinkki	39,0 %	43,4 %	17,3 %	0,3 %	0,0 %
Dioksiinit ja furaanit	74,5 %	11,0 %	6,9 %	7,5 %	0,1 %
PAH-yhdisteet	13,7 %	83,3 %	2,9 %	0,1 %	0,0 %
HCB	98,1 %	1,0 %	0,8 %	0,0 %	0,1 %
PCB	85,6 %	14,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Kokonaispäästöt koostuvat pistemäisten päästölähteiden päästöistä, kuten suuret ympäristölupavelvolliset teollisuuslaitokset, sekä alueellisten päästölähteiden päästöistä, kuten kotitalouksien ja palvelusektorin, liikenteen, maatalouden, pienteollisuuden ja jätteiden käsittelyn päästöistä, sekä liuottimien ja tuotteiden käytöstä aiheutuvista päästöistä. Energiantuotannon ja teollisuuden päästöt voidaan useimmille yhdisteille kohdistaa laitoksiin, mutta esimerkiksi maatalouden ja liikenteen luokissa kaikki päästöt ovat laskennallisia, eikä niitä voida kohdistaa yksittäiseen kohteeseen. Pistemäisten ja aluemaisten päästöjen osuudet vaihtelevat riippuen valitusta päästökomponeentista ja luokasta. Taulukko 2 kuvaa tätä jakaumaa.

Taulukko 2 - Pistemäisten päästölähteiden ja aluepäästöjen suhteelliset osuudet päästösektoreittain

Päästö	Energiantuotanto ja teollisuus		Muu energiantuotanto		Liikenne / Maatalous		Tuotteet ja jätteet	
	Pistepäästö	Aluepäästö	Pistepäästö	Aluepäästö	Pistepäästö	Aluepäästö	Pistepäästö	Aluepäästö
Typen oksidit	98,5 %	1,5 %	0,4 %	99,6 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
NM VOC	50,8 %	49,2 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	21,0 %	79,0 %
Rikin oksidit	98,1 %	1,9 %	0,3 %	99,7 %	0,0 %	100,0 %	14,1 %	85,9 %
Ammoniakki	99,5 %	0,5 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	31,2 %	68,8 %
Hiukkaset (TSP)	58,8 %	41,2 %	0,1 %	99,9 %	0,0 %	100,0 %	20,1 %	79,9 %
Pienhiukkaset PM10	63,3 %	36,7 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	20,2 %	79,8 %
Pienhiukkaset PM2.5	62,7 %	37,3 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	19,0 %	81,0 %
Mustahiili	98,6 %	1,4 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Hiilimonoksidi	99,2 %	0,8 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Lyijy	94,4 %	5,6 %	0,3 %	99,7 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Kadmium	98,1 %	1,9 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Elohopea	98,2 %	1,8 %	0,2 %	99,8 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Arseeni	84,4 %	15,6 %	0,8 %	99,2 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Kromi	94,9 %	5,1 %	0,1 %	99,9 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Kupari	85,2 %	14,8 %	0,4 %	99,6 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Nikkeli	94,1 %	5,9 %	0,1 %	99,9 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Sinkki	97,1 %	2,9 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
Dioksiinit ja furaanit	98,0 %	2,0 %	0,1 %	99,9 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
PAH-yhdisteet	99,0 %	1,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	13,0 %	87,0 %
HCB	99,3 %	0,7 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
PCB	85,3 %	14,7 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %

## 2. Aluepäästöjen jakaminen kartalle

Alueellisten päästöjen, kuten liikenteen, kotitalouksien, maatalouden, sekä puun pienpolton alueellisten päästöjen jakamisessa maantieteellisesti hyödynnetään koko Suomen kattavaa väliaineistoa (engl. *proxy*), joka pyrkii edustamaan kutakin päästölähdettä. Esimerkiksi liikenteen päästöjen väliaineistona käytetään kansallisen tie- ja katuverkon tietojärjestelmän paikkatietoaineistoa. Aktiviteetti, jolle ei ole sopivaa väliaineistoa olemassa, jaetaan asukastiheyden mukaan. Laskennallisten aluepäästöjen jakamisessa kartalle on hyödynnetty lukuisia eri tietolähteitä. Yleisimmin käytetty lähtöaineisto on Corine Land Cover (CLC2006), joka kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2006. Aineisto kattaa rakennetut alueet, maatalousalueet, metsät, avoimet kankaat ja kalliomaat, kosteikot ja suot, sekä vesialueet. Aluepäästöjen jakoperusteita on täydennetty SLICES-aineistolla (Separated Land Use & Cover information System). Henkilöliikenteen päästöt jaetaan kansallisen tie- ja katuverkon tietojärjestelmän (DIGIROAD) tietojen perusteella kaikille tieosuuksille liikennemäärillään painotettuna. Rakennettua ympäristöä mallinnetaan Rakennus- ja huoneistorekisteri (RHR) aineistolla.

Kartan ruudukkonäkymän pohjana on EMEPin 0,1° x 0,1° asteen ruudukko (EMEP/EEA, 2019). Pistemäisten päästölähteet, kuten voimalaitokset ja teollisuuden toiminnalliset laitokset, esitetään koordinaattiansa mukaisessa ruudussa. Aluepäästöjä kuten liikenteen, kulutuksen ja tuotannon, maatalouden, sekä puun pienpolton päästöjä ei voida kohdentaa yksittäiseen pisteeseen, mutta näiden kohdalla hyödynnetään kutakin päästölähdettä parhaiten edustavaa välillistä väliaineistoa. Aktiviteetti, jolle ei ole sopivaa väliaineistoa olemassa, jaetaan asukastiheyden mukaan. Väliaineisto perustuu tällä hetkellä vuoden 2010 tietoihin ja sitä on tarkoitus laajentaa jatkossa edeltäviin ja myöhempisiin vuosiin.

Aluepäästöjen jakaminen ruutuihin noudattaa yleisesti kaavaa:

$$E_{ruutu} = \frac{E_{tot}}{n_{tot}} * n_{ruutu} \quad , \text{ missä}$$

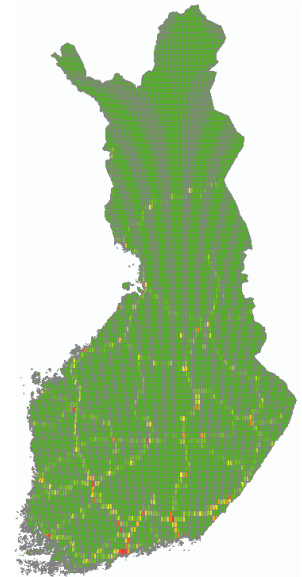
$E_{ruutu}$  = Päästö ruudussa

$E_{tot}$  = Jaettava kokonaispäästö

$n_{tot}$  = Jakoperusteena käytettävän aktiviteetin määrä kokonaisuudessaan

$n_{ruutu}$  = Jakoperusteena käytettävän aktiviteetin arvo ruudussa

(Kaava 1)



Kuva 1 - Rautatiet aggregoituina EMEP-ruutuihin.

Esimerkiksi rautatieliikenteen päästöt jaetaan maastotietokantaan merkittyjen rautateiden mukaan. Tällä väliaineistolla liikenteen solmukohtat saavat muita raideosuuksia enemmän painoarvoa. Kuva 1 esittää rautatieelementtejä EMEP-ruutuun aggregoituina. Päästökartalla rautatieliikenteen päästöt esitetään osana liikenteen päästöjä. Jos jonkin pistemäisen toiminnon koordinaatit ovat virheellisiä tai puuttuvat kokonaan, jaetaan päästöt kartalle asukastiheyden mukaan. Kartalla näkyvä päästöluku on summa pistemäisistä ja aluemaisista päästöistä (Kaava 2).

$$E_{Tot,ruutu} = E_{P,ruutu} + E_{A,ruutu} + E_{T,ruutu} \quad , \text{ missä}$$

$E_{Tot,ruutu}$  = Kokonaispäästöt ruudussa

$E_{P,ruutu}$  = Pistemäisten päästölähteiden päästöt ruudussa

$E_{A,ruutu}$  = Aluemaiset päästöt ruudussa

$E_{T,ruutu}$  = Tuntemattomat pistemäiset päästöt ruudussa asukastiheyden mukaan painotettuna

(Kaava 2)

Päästöjen kokoluokat karttaesityksessä skaalataan siten, että aluemaiset päästölähteet ovat visuaalisesti eroteltavissa kokonaisuudesta.

Kuntakohtaisessa näkymässä käytetään samaa tietopohjaa kuin ruudukkonäkymässä siten, että kutakin ruutua kohden lasketut päästöt allokoidaan kunnalle aluepäästöjen osalta vain ruudun kuntarajojen sisälle jäävän

osuuden mukaan. Pistemäisten päästölähteiden päästöt kohdistetaan sijainnin mukaan kuntaansa. Kaava 3 esittää kunnittaisten päästöjen kokoamisen. Summalause laskee yhteen aluemaiset päästöt kuntarajojen sisällä.

(Kaava 3)

$$E_{Tot,kunta} = E_{P,kunta} + \sum (A_{frac} * E_{A,ruutu}) \quad , \text{ missä}$$

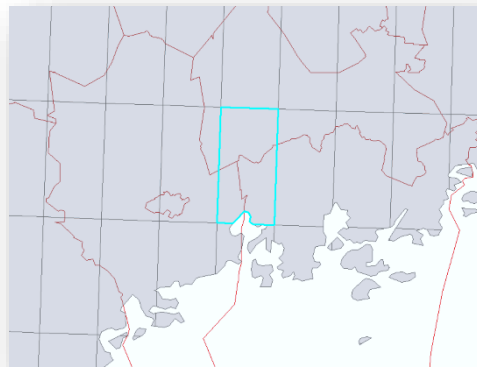
$E_{Tot, kunta}$  = Kokonaispäästöt kunnassa

$E_{P, kunta}$  = Pistemäisten päästölähteiden päästöt kunnassa

$E_{A, ruutu}$  = Aluemaiset päästöt ruudussa

$A_{frac}$  = Osuus ruudun pinta-alasta, joka on kuntarajan sisällä.

Kuva 2 esittää erään ruudun jakautumisen kolmen kunnan alueelle. Tähän ruutuun kohdistetut aluepäästöt jaetaan Espoon, Helsingin ja Vantaan alueelle.



Kuva 2 – EMEP-ruutu, joka jakautuu Espoon (20 %), Helsingin (35 %) ja Vantaan (45 %) alueelle

### 3. Käytetty väliaineisto

Väliaineiston kohdevuosi on 2010, mutta aineistojen todellinen tietopohja vaihtelee vuodesta 2006 vuoteen 2014 sen mukaan, miten tietoja on ollut saatavilla vuonna 2014, jolloin väliaineisto on kerätty. Tärkeimpänä lähtötietoaineistona on toiminut Corine Land Cover 2006 (CLC2006), joka kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2006. Vuoden 2014 lopussa julkaistu päivitetty Corine-maankäyttöaineisto (CLC2012) ei ollut tietojen keräyshetkellä vielä saatavilla. Maankäyttöaineistoa täydentää SLICES-aineisto (Separated Land Use & Cover information System), joka on yhdistelmä useiden organisaatioiden maankäyttöä kuvaavista aineistoista. Sitä käytetään vaihtoehtoisena aineistona silloin, kun alueiden luokittelu tai tarkkuus vaikuttaa CLC2006-aineistoon verrattuna soveltuvammalta. Rakennetun maankäytön pääasiallisena tietolähteenä on rakennus- ja huoneistorekisteri (RHR), joka sisältää tiedot n. 3 miljoonasta rakennuksesta ja niiden omistajista, asuinhuoneistoista, toimitiloista sekä väestöstä huoneistoittain ja rakennuksittain. Aineistoon pohjautuvan materiaalin käsittelyssä on huomioitu yksityisyydensuoja henkilöresterilain mukaisesti.

Liikenteen päästöjen jakamiseksi on käytetty Liikenneviraston (nykyisin Väylävirasto) Digiroad-aineistoa, joka sisältää teiden ja katujen geometriatiedot sekä liikkumisen suunnittelua palvelevat ominaisuustiedot. Digiroad kattaa kaikki Suomen maantiet, kadut ja yksityistiet. Aineisto sisältää myös ajoneuvoon huoltoon tarkoitetut alueet.

Luonnonvarakeskuksen (LUKE) (aiemmin Metsäntutkimuslaitos, METLA) ylläpitämästä tietopalvelusta kerättiin metsävara-arviot ja muita karttamuotoisia metsävaratietoja TIFF-muotoisena rasteridatana. Taulukossa 3 on esitetty lyhyesti yleisimmin käytettyjen väliaineistojen koostumusta ja niiden mukaisia päästölähteitä.

Taulukko 3 – Lyhyt kuvaus päästöjen jakamisessa käytetyistä väliaineistoista.

Väliaineisto	Kuvaus väliaineiston käyttötavasta
<b>Asuinrakennukset</b>	Rakennus- ja huoneistorekisteriin (RHR) merkityt asuinrakennukset, joita käytetään vakinaiseen tai loma-asumiseen. Asuinrakennuksiin kohdistetaan pääosin kotitalouskohtaisesti käytettäviä tuotteiden ja laitteiden päästöjä. Tällaisia päästölähteitä voivat olla esimerkiksi tuotteiden käyttö ja puutarhan- ja pihanhoidon pientyökoneet.
<b>Asukasmäärät</b>	Rakennus- ja huoneistorekisterin (RHR) merkityt rakennuskohtaiset asukasmäärät. Asukasmäärien mukaan jaetaan henkilökohtaisten tuotteiden käytön päästöt, sekä kaikki sellaiset päästöt, joita ei voida allokoida minkään muun jakoperusteen mukaan. Tunnettuja päästölähteitä ovat mm. elintarvikkeet, ilotulitteet, ja tupakointi. Toistaiseksi sopiva jakoperuste puuttuu muun kuin yhdyskuntajätteen käsittelyltä, kaukolämmöntuotannon pienimmiltä kattiloilta, määrittelemättömien kemiallisten tuotteiden valmistus ja prosessointi, sotilasliikenne, nahan parkitus ja painolaitokset. Osalle näistä on olemassa vajaata pisteaineistoa, mutta laskennallisia päästömääriä ei voida aineiston vajavuuden vuoksi kohdistaa vain tunnettuihin pisteisiin.
<b>Eläinsuojat</b>	Rakennus- ja huoneistorekisterin eläinsuojat, ravihevostallit, ja maneesit. Hevosten lannan käsittelyn päästöt jaetaan hevosten eläinsuojiiin, ravihevostalleihin ja maneeseihin rakennus- ja huoneistorekisteriin merkittyjen tietojen perusteella.
<b>Huoltoasemat</b>	Rakennus- ja huoneistorekisterin kulkuneuvojen suoja- ja huoltorakennukset, joihin sisältyy mm. raideliikenteen, ammattimaisen ajoneuvoliikenteen ja lentokoneiden suoja- ja korjaamorakennukset, huoltoasemat ja autopesulat. Huoltoasemien yhteyteen kohdistetaan ajoneuvojen haihtumapäästöt olettaen, että suurin osa haihtumisista tapahtuu (poltto)nesteitä käsiteltäessä.
<b>Huoltoasemat</b>	Rakennus- ja huoneistorekisterin kulkuneuvojen suoja- ja huoltorakennukset, joihin sisältyy mm. raideliikenteen, ammattimaisen ajoneuvoliikenteen ja lentokoneiden suoja- ja korjaamorakennukset, huoltoasemat ja autopesulat.
<b>Kaatopaikat</b>	INSPIRE3-aineiston käytössä olevat kaatopaikat. Aineistosta on mukana vuonna 2014 käytössä olleet kaatopaikat.
<b>Kaikki rakennukset</b>	Kaikki rakennus- ja huoneistorekisteriin (RHR) merkityt rakennukset. Jakoperusteena käytettävä tieto on olemassa rakennusten lukumäärän, pinta-alan ja tilavuuden mukaan. Rakennuskohtaisiksi päästölähteiksi oletetaan mm. maalien ja puun kyllästeiden käyttö ja kattojen päällystys bitumimateriaaleilla. Mahdolliset muut määrittelemättömät rakennustyöt, sekä työkoneiden jaetaan myös tätä jakoperustetta käyttäen. Rakennuskohtaisesti jaettuja työkoneita ovat mm. dieselkäyttöiset haarukkatrukit, kunnossapitotraktorit, monitoimikoneet, moottorikelkat, mönkijät ja muut ajettavat dieselyökoneet.
<b>Kaivokset</b>	SLICES-aineistoon merkityt kaivokset ja kalliokiviainesten louhinta-alueet. Malmin louhinnan päästöt kohdistetaan SLICES-aineistoon merkittyihin kaivoksiin ja kalliokiviainesten louhintaan merkittyihin louhinta-alueisiin. Jakoperustetta koostaessa ei ole ollut mahdollista erottaa käytössä olevia kaivoksia suljetuista.

<b>Kaivokset ja teollisuus</b>	Yhdistetty aineisto kaivosten ja teollisuuden jakoperusteista. Epäorgaanisen kemianteollisuuden tuotteita käytetään kaivostoiminnassa mm. mineraalien erottamiseen. Käyttökohteita löytyy myös lukuisilta eri teollisuuden haaroilta. Tässä jakoperusteessa yhdistetään teollisuuden ja kaivosten olettaen maankäytön kuvatessa aktiviteetin tasoa.
<b>Krematoriot</b>	Käytössä olevien krematorioiden sijainnin tietolähteenä on käytetty Wikipediasta geokoodattua listaa, johon kohdistetaan krematoinnin laskennalliset päästöt.
<b>Lentokentät</b>	Yleistys SLICES-aineiston lentokenttäalueista yhdistettynä Finavian tilastoihin matkustajamääristä Lentoliikenteen päästöt kohdistetaan SLICES-aineistoon merkityille lentokenttäalueille. Päästöjä skaalataan lentokenttien välillä Finavian julkaisemien matkustajatilastojen mukaan.
<b>Maatalousmaa</b>	SLICES-aineistoon merkityt maatalouden maat, ml. pellot, nurmet ja niityt, hedelmäpuu- ja marjaviljelmät, taimitarhat ja katetut viljelmät. Käytössä olevalle maatalousmaalle kohdistetaan mm. leikkuupuimureiden, maataloustraktorien ja puutarhajyrsimien päästöt. Peltoalueet ja rakennettu maatalousmaa ovat erillisiä jakoperusteita, joita käytetään suurimmalle osalle maatalouden päästöistä.
<b>Metsätalouden työkoneet</b>	Vuosien 2009 ja 2011 METLAN arvioimien kantomäärien erotus. Metsätalouden työkoneiden päästöjen spatiaalista jakautumista esitetään arviolla vuoden 2009 ja 2011 vuosien välillä syntyneiden kantojen sijainnin mukaan. Tietoa kannoista on tuottanut Metsäntutkimuslaitos METLA (nyk. Luonnonvarakeskus LUKE).
<b>Muut eläimet</b>	Muita eläimiä mallintava jakoperuste, joka pohjautuu koko käytössä olevaan maatalousmaahan, siitä navetat, sikalat ja kanalat poistaen. Tällä jakoperusteella jaetaan lampaiden, vuohien ja turkiseläinten käsittelyn päästöt. Käytettyjen tietojen perusteella ei voida erotella, mitä eläinlajeja kussakin kohteessa on.
<b>Pellot</b>	Maaseutuviraston (Mavi, nyk. osa Ruokavirastoa) tietojärjestelmän peltolohkot. Rekisteröidyille peltolohkoille kohdistetaan päästöt mm. peltomaaperän hoidosta, korrenpoltosta, lannan peltolevityksestä. Myös epäorgaanisten lannoitteiden levitys ja torjunta-aineiden käyttö kohdistetaan tasaisesti kaikille pelloille.
<b>Pienpanimot</b>	Pienpanimoiden sijainti on kerätty pienpanimoliiton julkaisemalta listalta. <a href="http://www.pienpanimoliitto.fi/3">http://www.pienpanimoliitto.fi/3</a>
<b>Rakennettu maatalousmaa</b>	SLICES-aineistoon merkitty rakennettu maatalousmaa. Rakennettu maatalousmaa sisältää kaikki maatalousmaille rekisteröidyt rakennukset. Näihin kohdistetaan mm. maa- ja metsätalouden energiantuotannon päästöjä, sekä maataloustuotteiden varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen päästöjä.
<b>Puulämmitteiset asuinrakennukset</b>	Rakennus- ja huoneistorekisteriin (RHR) merkityt puulämmitteiset rakennukset. Puun pienpolton päästöt kohdistetaan rakennus- ja huoneistorekisteriin kirjattuihin rakennuksiin, joissa puu tai biomassa on merkitty ensisijaiseksi tai sekundääriseksi lämmönlähteeksi. Luokassa on mukana myös kesämökkit.
<b>Muut kuin asuinrakennukset</b>	Kaikkien rakennus- ja huoneistorekisteriin merkittyjen ei-asuinkäyttöön tarkoitettujen rakennusten tilavuus. Teollisten puhdistustöiden päästöt kohdistetaan kaikkiin paitsi asumiskäyttöön tarkoitettuihin rakennuksiin.



<b>Rakennusvaiheessa olevat tieosuudet</b>	Digiroad-aineiston rakennusvaiheessa oleviksi merkityt tieosuudet. Tietoja on merkitty maanteille, kaduille ja yksityisteille. Tien päällystyksestä seuraavat päästöt allokoidaan rakennusvaiheessa oleviksi merkittyihin tieosuuksiin. Aineiston kokoamisessa on huomioitu tieosuuden pituus.
<b>Rautatiet</b>	Rautatie-elementtien lukumäärä EMEP-ruudussa. Rautatieliikenteen päästöt jaetaan maastotietokantaan merkittyjen rautateiden mukaan. Väliaineistona käytettävä aineisto ei erottele henkilö- ja tavaraliikennettä.
<b>Satamat</b>	Satamat on kerätty CLC 2006 -aineiston luokasta 1230 "satama-alueet". Satama-alueille kohdistetaan mm. työkoneiden päästöjä ja meriliikennettä EMEP-alueella.
<b>Sikalat, navetat ja kanalat</b>	Rakennus- ja huoneistorekisteriin merkityt sikalat, navetat ja kanalat. RHR ei erottele eläinsuojia eläinlajien mukaan, vaan monia lajeja yhdistäen. Nauta-, sika- ja siipikarjan päästöt voidaan kuitenkin erotella muista eläinlajeista.
<b>Teollisuus- ja palvelualueet</b>	Teollisuus- ja palvelualueita kuvaa CLC 2006 -aineiston luokka 1210 "teollisuus- ja palvelualueet". Näille alueille jaetaan päästöjä toiminnoista kuten bensiinin kuljetus ja varastointi, epäorgaanisen kemianteollisuuden, kaasunsiirron, teollisuuden maalien käyttö, mineraalituotteiden varastointi, käsittely ja kuljetus, teollisuuden jätevesien käsittely, teollisuudessa käytettävät työkoneet, siirrettävät varavirtageneraattorit, ja muut teollisuusprosessit.
<b>Tieverkosto</b>	Jakoperusteena käsite koko tieverkosto kattaa kaikki kansalliseen tie- ja katuverkoston tietojärjestelmään merkityt kadut, yleiset tiet, yksityistiet ja valtatie liikennemäärillään painotettuna.
<b>Vesiliikenne</b>	Moottoroitu vesiliikenne järvi- ja rannikkoalueilla on pyritty kohdistamaan vesistöjen rakennettuihin osiin painottuen. Mukana painotusperusteena ovat vene- ja retkisatamat venepaikoineen, aallonmurtajat ja laiturit, ja päästölähteinä huviveneet, kalastusaluukset, moottoriveneet ja rahtiveneet sisävesillä. Pinta-alaltaan alle 200 hehtaarin vesistöille ei kohdisteta päästöjä lainkaan.
<b>Viinitilat</b>	Viinitilat listalta <a href="http://www.viinitilat.net/Suomen_viinitilat.pdf">http://www.viinitilat.net/Suomen_viinitilat.pdf</a> . Viinitilojen sijainti on kerätty viinitilat.net -palvelun listauksesta. Näille kohteille kohdistetaan kotimaisen viinintuotannon päästöt.
<b>Voimalaitokset</b>	Rakennus- ja huoneistorekisteriin merkityt voimalaitokset. Sellainen polttoaineenkäyttö, jota ei voida kohdistaa yksittäiseen voimalaitokseen, kohdistetaan kaikkiin merkittyihin voimalaitoksiin. Tällaisia laskennallisia päästöluokkia voivat olla esimerkiksi tase-erät ja pienimuotoinen kaukolämmöntuotanto.
<b>Väljät asuinalueet</b>	CLC 2006 -aineiston väljät asuinalueet, luokka 1120. Väljille asuinalueille kohdistetaan jätteiden kompostoinnin ja kuivakäymälöiden päästöt.

## 4. Karttakäyttöliittymä

Päästökarttojen julkista esittämistä varten luotiin Ympäristöministeriön rahoittamassa erillishankkeessa web-sovellus, joka hakee käyttöliittymän avulla pyydyt tiedot tietokannasta karttanäkymään. Käyttöliittymä on käytettävissä suomen, ruotsin ja englannin kielillä.

Vuosi	Luokka	Päästö
1990	Kokonaispäästöt	Typen oksidit

Kuva 3 – Päävalinnat karttakäyttöliittymässä: Vuosi, päästöluokka ja päästökomponentti

Käyttäjä voi valita kartalla esitettävät päästöt seuraavilla valinnoilla (Kuva 3):

- Vuosi
- Päästöluokka
- Päästökomponentti

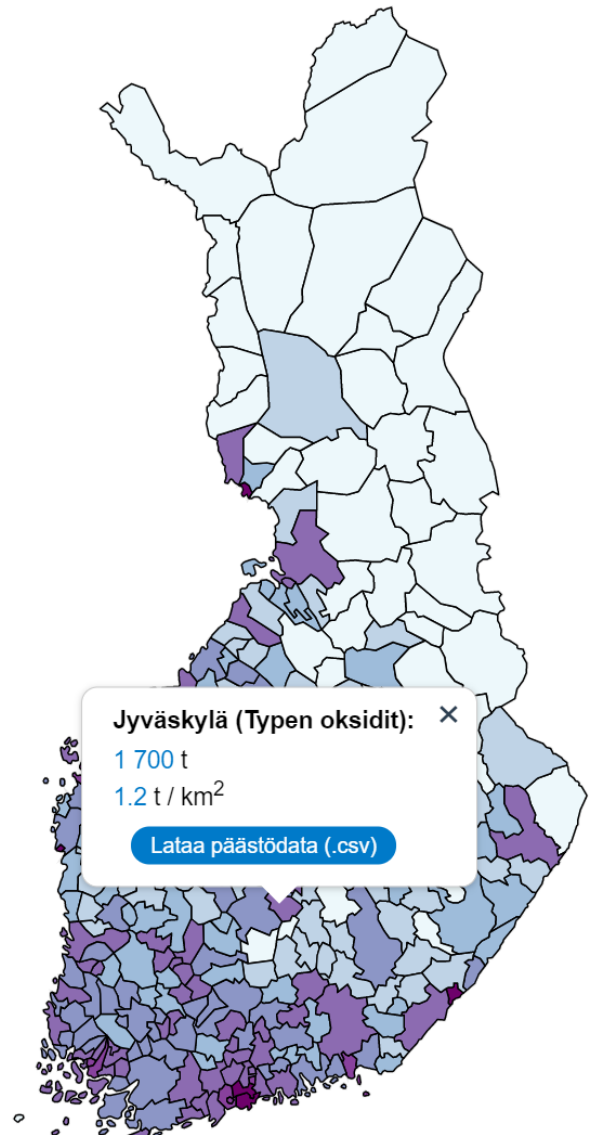
Pudotusvalikon tekstikenttä toimii myös hakukenttänä, jolloin esimerkiksi tiettyä päästökomponenttia voi hakea myös näppäimistöllä kirjoittamalla. Valitun päästöluokan yleistasoinen kuvaus esitetään valikkojen alla. Samassa yhteydessä esitetään myös tiedot laitosten itsensä raportoimien ja laskennallisten päästömäärien osuuksista (%) sekä valitun pääluokan päästöjen osuus kaikista valitun päästökomponentin päästöistä (%).

+ -	Ruudukko	Kunnat	FI	SV	EN
--------	----------	--------	----	----	----

Kuva 4 – Ruudukko- ja kunnanäkymän valitsimet, kielivalitsimet ja lähennys ja loitonnus.

Ylläolevien (Kuva 4) painikkeiden avulla käyttäjä voi valita ruutu- tai kunnanäkymän, vaihtaa sovelluksen esityskieltä tai lähentää ja loitontaa karttanäkymää. Kosketusnäyttöjä hyödyntävillä laitteilla voidaan myös käyttää tavanomaisia sormieleitä, kuten nipistyseleitä (pinch-to-zoom). Käyttöliittymää voi käyttää myös näppäimistön avulla navigoiden.

Kunnanäkymässä kuntaa klikkaamalla avautuu infolaatikko (Kuva 5), joka kertoo käyttäjän valintojen mukaisen päästöarvon absoluuttisena päästömääränä ja kunnan pinta-alaan suhteutettuna. Käyttäjä voi ladata kuntaa koskevan päästöaineiston, joka sisältää kaikkien yhdisteiden ja päästölähteiden tiedot koko aikasarjalta. Tiedosto on CSV-muodossa, ja se on mahdollista avata useimmilla taulukkolaskentaohjelmilla. Aikasarjamuutoksia saatetaan tehdä takautuvasti koko aikasarjalle, esimerkiksi aluepäästöjen jakoperusteiden muuttuessa tai uuden ohjeistuksen mukaisen laskennan yhteydessä.



Kuva 5 - Päästöt kunnanäkymässä - infolaatikko avautuu kuntaa klikkaamalla

## 5. Karttanäkymän tulkinta

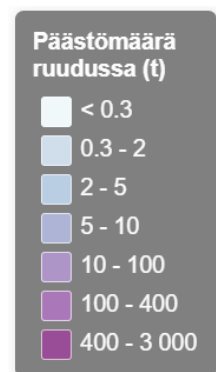
**Huom!** Päästökarttoja ei tule tulkita ilmanlaadun indikaattorina. Ilmanlaatuindeksiä ylläpitää ilmatieteen laitos (Ilmatieteen laitos, 2020). Käyttöliittymässä ei esitetä yksittäisten laitosten päästöjä. Lupavelvollisten laitosten päästötietoja voi tarkastella esimerkiksi EU:n E-PRTR-sivustolta (EEA, 2020).



Kuva 6 – Typen oksidien kokonaispäästöt ruudukkonäkymässä

Karttasovellus kuvaa ilman epäpuhtauksien maantieteellistä jakautumista Suomessa. Esitystavaksi on valittu ilman epäpuhtauksien raportoinnissa käytettävä EMEP-ruudukko, joka muodostuu noin seitsemän neliökilometrin ( $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  asteen) soluista (Kuva 6). Näkymäksi voi valita myös kuntarajat. Ruudukkonäkymässä kartan värit kertovat yksittäisten ruutujen absoluuttisista päästömääristä (t), kun taas kuntanäkymässä väritys riippuu päästöjen intensiteetistä pinta-alaan suhteutettuna ( $t / km^2$ ) ja vaihtelee yhdisteestä riippuen. Päästöjen intensiteetti tässä yhteydessä kuvaa vain sitä, kuinka suuri osa kyseisen päästökomponentin päästöistä on inventoitu kyseiselle alueelle. Kumpikaan näkymä ei kerro kyseisen sijainnin ilmanlaadusta eikä päästökomponenttien tämän hetkisestä esiintyvyydestä hengitysilmassa.

Päästöjen intensiteetin luokat haetaan laskemalla valitun päästösektorin kokonaispäästöjen yksittäisten arvojen raja-arvot. Luokat perustuvat kvantileihin, eli näytemäärältään samansuuruisiin arvomääriin kahta viimeistä luokkaa lukuun ottamatta (Kuva 7). Useimpien päästö-karttatasojen arvojen jakaumat ovat muodoltaan laskevia ja sisältävät enimmäkseen pieniä päästömääriä sekä muutamia yksittäisiä



Kuva 7 – Päästötasojen luokitukset

suuria päästömääriä. Suuret päästömäärät aiheutuvat tyypillisesti muutamista pistemäisistä päästökohteista, kuten energiantuotannon tai teollisuuden laitoksista. Näiden ääriarvojen takia kvantilit eivät esitysteknisesti sovi karttatasojen luokkien raja-arvoiksi sellaisenaan, vaan kahden viimeisen luokan raja-arvot säädetään erikseen ääriarvojen huomioimiseksi. Kahden viimeisen luokan raja-arvojen laskenta tehdään kaksivaiheisella prosessilla:

- 1) sovellus laskee poikkeavien arvojen (*outlier*) etsintään tarkoitetun *z-score* -lukeman kaikille arvoille
- 2) sovellus säätää kahden suurimman luokan raja-arvot vastaamaan *z*-scoren 1 ja 3 saaneita arvoja (päästömääriä), mikäli sellaiset löytyvät.

Näin kahteen suurimpien päästömäärien luokkaan sallitaan pienempi määrä havaintoja, eivätkä niiden vaihteluvälit siten kasva kohtuuttoman suuriksi. Koska legenda muodostetaan kokonaispäästöjen mukaan, ylimpiä päästöluokkia ei välttämättä esiinny kaikissa päästösektorien alaluokissa. Tällöin ylintä päästöluokkaa ei esitetä legendassa.

## 6. Sovellustekniikka

Karttasovellus käyttää GeoServer-ohjelmistolla tehtyjä WFS (Web Feature Service) -rajapintoja. Rajapinnoissa on käytetty parametrisoituja SQL-näkymiä. Käytännössä sovellus hakee rajapinnoista vain kulloisenkin valinnan (vuosi, pääluokka ja saastuke) mukaisen saastukeaineiston, jolloin rajapinnan vastaukset ovat kooltaan pieniä. Ruudukkorajapinta tarjoaa vain attribuuttitiedot (ei geometriaa), joten sen palauttavat aineistot ovat kooltaan samaa suuruusluokkaa kuin kuntarajapinnan vastaukset, jotka sisältävät myös geometrian.

Sovelluksen karttaelementit käyttävät avoimen lähdekoodin OpenLayers -kirjastoa. Projektiona on ETRS-TM35FIN:iin (EPSG: 3067). Karttatasot luetaan WFS-rajapinnoista, jotka hakevat käyttäjän valintaa vastaavan päästö-karttatason tietokannasta ja palauttavat sen GeoJSON-formaatissa. Ruudukkomuotoinen data yhdistetään käyttöliittymäsovelluksessa ruudukon geometriaan. Sovellus näyttää kaikki karttatasot vektorigeometrioina. Siten karttatasot skaalautuvat automaattisesti eri mittakaavoille ilman ylimääräisiä rajapintakutsuja (vrt. karttakuvapalvelun käyttö). Koska aktiivisen karttataso geometriat ja attribuuttitiedot ovat kokonaisuudessaan

sovelluksen muistissa, voidaan käyttäjälle myös näyttää nopeasti valitun kohteen tiedot kartan ponnahdusikkunassa.

Käyttöliittymä on toteutettu komponenttiperusteisella Vue.js-kirjastolla, joka renderöi HTML-elementit sovelluksen kulloistakin tilaa vastaaviksi. Sovelluksen integraatiotestit on toteutettu Cypress-kirjastolla, ja integraatiotesteihin kuuluu kaikki tärkeimmät toiminnallisuudet ja datan eheyden testit. Sovelluksen kehitysympäristö vaatii toimiakseen Node.js kehitysympäristön.

Sovellus on julkaistu avoimena lähdekoodina. Avoin lähdekoodi mahdollistaa kehitettyjen toimintojen ja komponenttien helpomman hyödyntämisen esimerkiksi muissa teeman mukaisissa hankkeissa.

## 7. Tunnetut puutteet ja jatkokehitys

Nykyisin aluepäästöjen jakamiseen käytettävä väliaineisto on koottu vain kohdevuodelle 2010, siinä missä maantieteellisesti esitettävien päästöjen aikasarjat vuodesta 1990. Parhainta mahdollista maantieteellistä vastaavuutta varten aluepäästöjen väliaineiston kohdevuosi tulisi olla inventaariovuoden mukainen tai mahdollisimman lähellä sitä. Koko aikasarjan kattavaa eroavuutta päästökarttoihin saadaan toistaiseksi *vain* vuosittaisesta muutoksesta päästökomponentin kokonaispäästöissä sekä pistelähteiden päästömäärissä. Vertailukelpoisen väliaineiston tuottaminen koko aikasarjalle parantaisi karttojen kuvaavuutta merkittävästi. Toistaiseksi kaikille päästölähteille ei ole tuotettu soveltuvaa väliaineistoa.

Monien päästöluokkien, erityisesti työkoneiden päästöjen maantieteellisessä jakamisessa tarkkuutta rajoittavana tekijänä toimii jakoperusteiden kytkennässä käytetty SNAP-luokitus. Vuoden 2020 aikana tarkennetaan eri työkoneityyppien luokittelua ja tämän siirretään päästökarttojen seuraavaan versioon.

## Viitteet

1. CEIP, Reporting instructions, <https://www.ceip.at/reporting-instructions> viitattu 11/2020
2. EMEP/EEA Guidebook 2019, Chapter 7 - Spatial mapping of emissions, 2019  
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-a-general-guidance-chapters/7-spatial-mapping-of-emissions/view>, viitattu 11/2020
3. Suomen ympäristökeskus, Ilman epäpuhtauspäästöt - YK:n kaukokulkeutumissopimukselle ja EU:n päästökattodirektiiville toimitettavat tiedot, [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ilman\\_epapuhtauksien\\_paastot/CLRTAPraportointi](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot/CLRTAPraportointi) viitattu 11/2020
4. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaatu Suomessa, <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu> viitattu 11/2020
5. EEA, European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR), 2020  
<https://prtr.eea.europa.eu/#/home> viitattu 11/2020
6. Suomen ympäristökeskus, Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa, [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ilman\\_epapuhtauksien\\_paastot](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot) viitattu 11/2020
7. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä YLVA, <https://www.ely-keskus.fi/web/ylva> viitattu 11/2020
8. Copernicus, CORINE Land Cover, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
9. Suomen ympäristökeskus, Corine maanpeite 2006 <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7B703D5B2B-4CCC-49A7-B9E9-92B2E1290CD3%7D>
10. Rakennus- ja huoneistorekisteri, [http://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/RHR\\_julkinen.pdf](http://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/RHR_julkinen.pdf),
11. Väylävirasto, Digiroad, <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/digiroad>
12. SVY, Suomalaiset viinitilat, <https://www.viinitilat.net/>
13. Pienpanimoliitto, Kartta pienpanimoista, <https://pienpanimoliitto.fi/loyda-lahin-pienpanimosi/kartta>, viitattu 2014
14. Suomen ympäristökeskus, Ladattavat paikkatietoaineistot, [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat\\_paikkatietoaineistot](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat_paikkatietoaineistot)