

# Mustan hiilen päästöjä vähentämällä jarrutetaan arktista lämpenemistä

Mustan hiilen päästöjen vähentäminen auttaa hillitsemään ilmastonmuutosta koko maapallolla ja erityisesti arktisella alueella. Päästöjen vähentäminen tuo myös terveyshyötyjä.

**Musta hiili on nokipölyä**

## Parhaat teknologiat kannattaa ottaa käyttöön

Mustan hiilen päästöjä syntyy esimerkiksi dieselmootoreissa epätäydellisen palamisen seurauksena. Päästöjä tulee paljon myös kotitalouksien puun ja hiilen poltosta. Mustan hiilen aiheuttama arktisen alueen lämpeneminen johtuu suurimmaksi osaksi etelästä tulleista päästöistä.

Mustan hiilen päästöjen vähentämiseksi on jo tehokkaita teknologioita. Teknologioille on globaalit markkinat. Arktisen alueen maissa kannattaa vähentää erityisesti liikenteen päästöjä ja rajoittaa soihduttamista öljyntuotannossa.

Parhaiden teknologioiden käytöllä voidaan vähentää mustan hiilen lämmittävää vaikutusta arktisella alueella arviolta 0,25 astetta vuoteen 2050 mennessä. Mustan hiilen päästöjen vähentäminen toisi myös merkittäviä terveyshyötyjä etenkin tiheästi asutuilla alueilla.



## Mitä on musta hiili?

Globaalisti mustaa hiiltä päätyy ilmaan kotitalouksien puun ja muun biomassan sekä hiilen poltosta, tieliikenteestä ja esimerkiksi maatalouden ja rakentamisen työkoneista sekä teollisuudesta ja energialaitoksista. Mustaa hiiltä syntyy myös öljykenttien ylijäämäöljyn ja -kaasun polttamisesta, eli soihduttamisesta. Mustan hiilen päästöjä aiheuttavat myös esimerkiksi metsäpalot.

Maaailman mustan hiilen päästöistä suurin osa, noin 60 prosenttia on peräisin Aasiasta. Erityisesti Kiinan ja Intian päästöt ovat suuret. Musta hiili kiihdyttää ilmaston lämpenemistä. Toisaalta mustan hiilen päästöjen yhteydessä ilmaan päätyy myös esimerkiksi rikin yhdisteitä, jotka viilentävät ilmastoa. Viilentävätkin yhdisteet voivat kuitenkin olla haitallisia sekä ympäristölle että ihmisten terveydelle.

## Päästöt aiheuttavat terveyshaittoja

Maaailman terveysjärjestö WHO:n mukaan musta hiili aiheuttaa osaltaan sydän-, verisuoni- ja hengityssairauksia sekä ennenaikaisia kuolemia. Terveyshaittoja aiheuttavat mustan hiilen pinnalle kiinnittyneet myrkylliset yhdisteet, kuten PAH-yhdisteet, orgaaniset hapot ja myrkylliset metallit, kuten arseeni. Ne aiheuttavat elimistössä tulehduksia ja myös syöpää. Myrkylliset yhdisteet pääsevät hiilihiukkasten mukana syvälle keuhkoihin ja mahdollisesti myös verenkiertoon.

Myrkylliset aineet päätyvät luontoon, ja ne voivat kertyä ravintoketjussa ja kulkeutua ihmisten ruokaan. Väestö altistuu päästöille erityisesti asutuskeskuksissa.

## Arktinen alue lämpenee nopeasti

Arktinen alue lämpenee yli kaksi kertaa nopeammin kuin maapallo keskimäärin. Arviolta 20–25 prosenttia pohjoisen lämpenemisestä aiheutuu tänä päivänä mustasta hiilestä<sup>1</sup>. Pohjoisessa mustan hiilen vaikutus on

erityisen merkittävä siksi, että mustaa hiiltä laskeutuu lumen ja jään pinnalle. Musta hiili ei heijasta auringon valoa, vaan imee sitä, lämpenee ja sulattaa jäätä ja lunta. Mustan hiilen aiheuttama haitta on erityisen voimakas keväällä ja kesällä, kun auringonvalo on pohjoisessa runsaasti.

Mustaa hiiltä päätyy pohjoiseen etelästä kulkeutuvien ilmamassojen mukana, mutta pohjoisten alueiden omat päästöt ovat myös merkittävät. Noin kolmasosa mustan hiilen aiheuttamasta arktisen alueen lämpenemisestä johtuu Arktisen neuvoston jäsenmaiden omista mustan hiilen päästöistä, vaikka maiden päästöjen osuus globaaleista päästöistä on vain 6 prosenttia<sup>2,3</sup>.

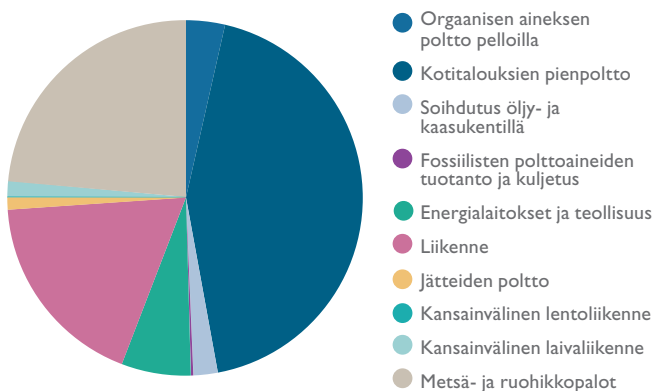
## Mustan hiilen päästöjä voidaan vähentää

Mustan hiilen maailmanlaajuiset päästöt eivät enää juuri kasva, sillä niitä vähentävää tekniikkaa otetaan käyttöön koko ajan. Päästöjä voidaan kuitenkin edelleen vähentää ottamalla käyttöön parhaat tekniset ratkaisut ja tiukentamalla päästörajoituksia. Parhaan tekniikan käytöllä voidaan vähentää mustan hiilen lämmittävää vaikutusta arktisella alueella arviolta 10–15 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Tämä vastaa 0,25 astetta<sup>3</sup>.

Tehokas tapa vähentää mustan hiilen arktista ilmastovaikutusta on soihduttamisen voimakas rajoittaminen öljyntuotannossa. Keinot tähän ovat jo olemassa. Niiden avulla nyt hukkaan poltettava ylijäämäkaasu voidaan hyödyntää muun muassa energian tuotannossa. Maaailmanpankki on tehnyt aloitteen soihduttamisen lopettamiseksi vuoteen 2030 mennessä ja kaikki arktiset öljyntuottajat ovat sitoutuneet siihen.

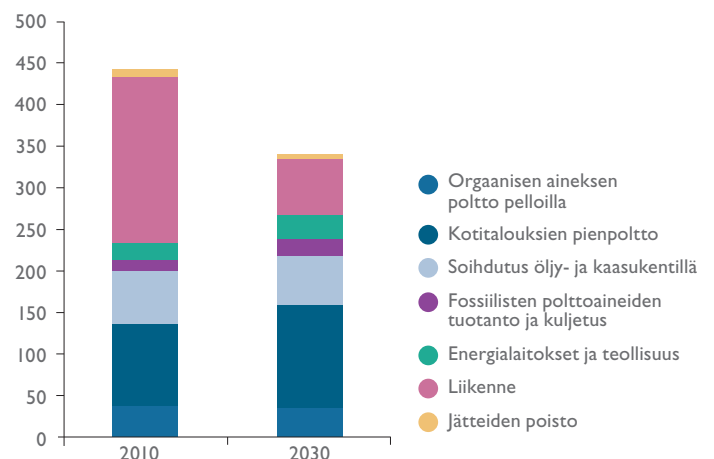
Globaalisti kotitalouksien pienpoltto aiheuttaa noin 60 prosenttia mustan hiilen päästöistä<sup>2,3</sup>. Niiden vaikutus terveyteen on paikallisesti suuri. Kotitalouksien pienpolton uusilla puhtailla teknologioilla olisi maailmanlaajuista kysyntää. Metsäpalojen estäminen neuvonnalla ja tehokkailla palovaroitusjärjestelmillä vähentäisi osaltaan mustan hiilen päästöjä. Tällöin myös luonnonvaroja säästyisi ja

### Globaalisti kotitalouksien pienpoltto aiheuttaa paljon päästöjä

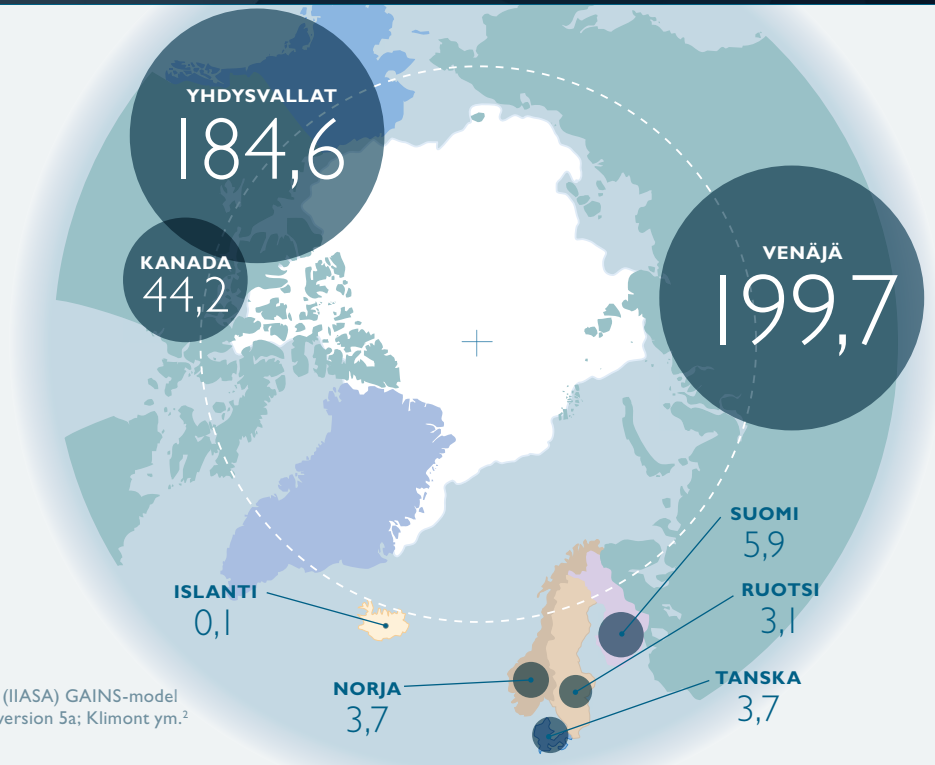


Mustan hiilen päästöjen suhteellinen osuus eri päästölähteistä globaalisti vuonna 2010. Maaailman mustan hiilen vuosittaiset kokonaispäästöt ovat noin 10 000 gigagrammaa. Lähde: Klimont ym.<sup>2</sup>

### Arktisen neuvoston maiden mustan hiilen päästöt



Arktisen neuvoston maiden musta hiilen päästöt eri lähteistä vuonna 2010 ja ennuste vuodelle 2030 jo hyväksytyllä sääntelyllä gigagrammoina. Lähteet: Klimont ym.<sup>2</sup> ja SYKE



Arktisen neuvoston maiden mustan hiilen päästöt vuonna 2015 gigagrammoina. Vaikka päästöt ovat pienet suhteessa Aasian päästöihin, niiden osuus on kolmannes mustan hiilen päästöjen aiheuttamasta arktisesta lämpenemisestä.

Lähde: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) GAINS-model [http://gains.iiasa.ac.at/models/gains\\_models3.html](http://gains.iiasa.ac.at/models/gains_models3.html), eclipse version 5a; Klimont ym.<sup>2</sup>

metsät toimisivat edelleen hiilinieluinä. Myös metsien luonnon monimuotoisuus säilyisi.

## Arktisissa maissa tarvitaan vielä toimia

Arktisten maiden aiheuttamista mustan hiilen päästöistä noin 40 prosenttia oli vuonna 2015 peräisin tieliikenteestä sekä esimerkiksi maatalouden ja rakentamisen työkoneista<sup>2</sup>. Tiukkenevat päästörajat pakottavat ottamaan käyttöön ja kehittämään puhtaampia moottoreita. Arktisen alueen suuret energia- ja teollisuuslaitokset ovat jo paljolti ottaneet käyttöön mustan hiilen päästöjä vähentäviä tekniikkoja. Alueella on kuitenkin vielä myös vanhoja tehottomia laitoksia, joiden päästöt ovat suuret. Uusien energiatehokkaiden tekniikojen käyttöön otto ja siirtyminen esimerkiksi öljystä kaasuun vähentäisivät päästöjä merkittävästi. Mustan hiilen päästöjä saataisiin vähennettyä myös käyttämällä lämmitykseen lämpöpumppuja ja siirtymällä lämmityksessä puhtaampiin polttoaineisiin sekä parantamalla energiatehokkuutta.

## Tutkimukset luovat pohjan ratkaisuille

Mustan hiilen päästöjen määrään ja kulkeutumiseen ilmakehässä liittyy vielä paljon epävarmuuksia. Eri puolilla maailmaa on menossa hankkeita, joissa tutkitaan, miten päästöjen rajoittaminen hillitsee ilmastonmuutosta. Tutkimuksissa haarukoidaan esimerkiksi sitä, paljonko erisuuruiset päästörajat ja muu sääntely vähentäisivät lämpenemistä.

Suomessa työn alla on arvio siitä, miten Euraasian arktisen alueen kasvava taloudellinen toiminta vaikuttaa arktisen alueen ilmastoon. Ilmatieteen laitoksen vetämässä NABCEA-hankkeessa analysoidaan eri päästölähteiden osuutta ja tehdään ennusteita 50 vuoden päähän. Suomen ympäristökeskus mallintaa alueen päästölähteiden sijaintia ja päästöjen ajallista vaihtelua. Itä-Suomen yliopiston vetämässä WHITE-tutkimuksessa kartoitetaan puolestaan mustan hiilen ja muiden lyhytikäisten ilmastoon vaikuttavien yhdisteiden sääntelyvaihtoehtoja. Suomen ympäristökeskus laskee eri sääntelyvaihtoehtojen päästöskenaarioita.

## Arktinen neuvosto

Arktinen neuvosto on vuodesta 1996 lähtien toiminut arktisen alueen valtioiden yhteistyöfoorumina. Neuvostoon kuuluvat Pohjoismaat, Kanada, Venäjä ja Yhdysvallat. Neuvoston jäseniä ovat myös arktisen alueen alkuperäiskansojen järjestöt. Lisäksi neuvostossa on 13 tarkkailijamaata, niistä kahdeksan Euroopasta, muun muassa Ranska, Saksa ja Iso-Britannia, ja viisi Aasiasta, muun muassa Kiina ja Intia. Tarkkailijajäsenenä on myös monia järjestöjä. Suomi on ollut Arktisen neuvoston puheenjohtajana toukokuusta 2017 lähtien. Puheenjohtajuus kestää kaksi vuotta.

Arktisen neuvoston Arctic Monitoring and Assessment Programme AMAP -ohjelma on julkaissut tieteellisen arvon mustan hiilen vaikutuksista arktisella alueella<sup>3</sup>. Arktinen neuvosto on myös perustanut asiantuntijaryhmän, joka arvioi mustan hiilen päästöjä ja keinoja niiden vähentämiseksi.

**Arktinen neuvosto hyväksyi kevään 2017 ministerikokouksessaan yhteisen tavoitteen vähentää mustaa hiiltä 25-33 % vuoden 2013 tasosta vuoteen 2025 mennessä.**

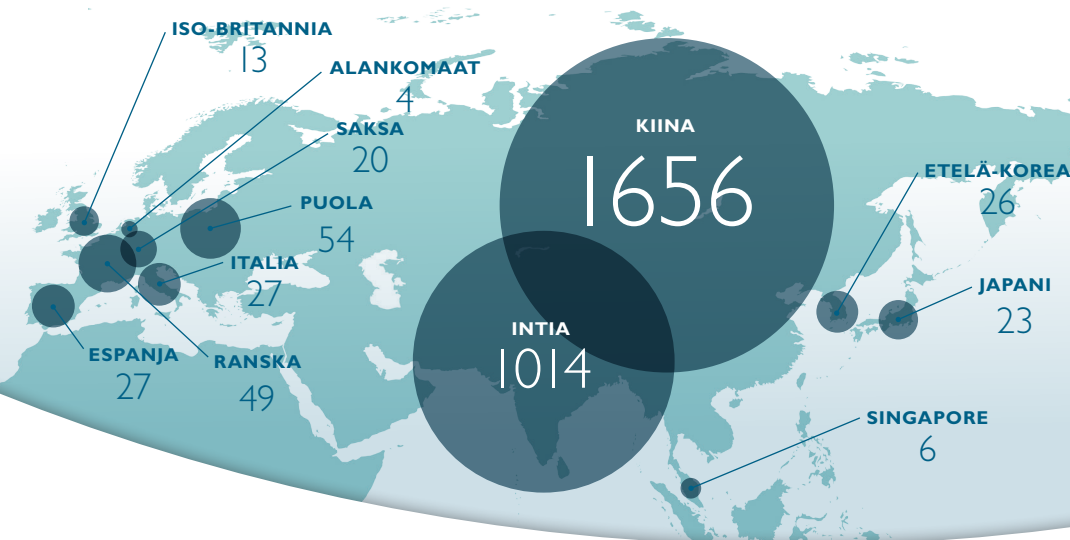


## Maapallon jäähdyttävä vaarassa

Arktinen alue on maapallon ilmaston jäähdyttävä. Jos sen jäähdytysteho heikkenee, ilmaston lämpeneminen koko maapallolla kiihtyy entisestään. Arktisten mannerjäätiköiden sulaminen aiheuttaa myös merenpinnan nousua. Arktisen alueen lämpenemistä aiheuttavat ennen kaikkea hiilidioksidin päästöt. Niiden vähentäminen on myös arktisen alueen lämpenemisen kannalta kohtalon kysymys. Hiilidioksidin vähentäminen viilentää ilmastoa kuitenkin viiveellä, sillä hiilidioksidi säilyy ilmakehässä jopa satoja vuosia. Musta hiili pysyy ilmakehässä vain noin viikon. Siksi sen päästöjen vähentäminen viilentää ilmastoa nopeasti. Arktista aluetta lämmittävät myös muut lyhytikäiset yhdisteet. Näitä ovat metaani, alailmakehän otsoni ja eräät fluorihilivedyt. Niiden vähentäminen mustan hiilen ohella on tärkeää.

### Toimiin mustan hiilen päästöjen rajoittamiseksi on jo ryhdytty

- Climate and Clean Air Coalition -verkosto pyrkii parantamaan ilman laatua ja hillitsemään ilmastomuutosta muun muassa mustan hiilen päästöjä rajoittamalla. Verkostossa on mukana hallituksia, liike-elämän edustajia, tutkimuslaitoksia ja järjestöjä. [www.ccacoalition.org/en](http://www.ccacoalition.org/en)
- Maailmanpankin aloite soihduttamisen rajoittamisesta öljykentillä. [www.worldbank.org/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030](http://www.worldbank.org/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030)
- Arktisen neuvoston alainen Arctic Contaminants Action program ACAP -ohjelma on käynnistännyt paikallisia hankkeita mustan hiilen päästöjen vähentämiseksi. Esimerkiksi Murmanskin kaupungin ilmanlaatua on saatu parannettua bussien päästöjä vähentämällä. [www.arctic-council.org/index.php/en/acap-home/black-carbon-case-studies](http://www.arctic-council.org/index.php/en/acap-home/black-carbon-case-studies)
- YK:n Convention on Long-range Transboundary Air Pollution -sopimuksen puitteissa seurataan mustan hiilen päästöjä ja pohditaan keinoja niiden rajoittamiseksi [www.unece.org/index.php?id=45881](http://www.unece.org/index.php?id=45881)



Arktisen neuvoston tarkkailijamaiden mustan hiilen päästöt vuonna 2015 gigagrammoina. Maailman mustan hiilen päästöistä suurin osa, noin 60 prosenttia on peräisin Aasiasta.

Lähde: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) GAINS-model [http://gains.iiasa.ac.at/models/gains\\_models3.html](http://gains.iiasa.ac.at/models/gains_models3.html), eclipse version 5a; Klimont ym.<sup>2</sup>

#### Lisätietoa:

AMAP 2015. Summary for Policy-makers. Arctic Climate Issues 2015. Short-lived Climate Pollutants. [www.amap.no](http://www.amap.no)

AMAP 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic. Summary for Policy-makers. [www.amap.no](http://www.amap.no)

EEA 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report I/2017.

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016.

WHO 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Technical Report 2013. [www.euro.who.int/en](http://www.euro.who.int/en)

Janssen NAH, Gerlofs-Nijland ME, Lanki T, Salonen RO, Cassee F, Hoek G, Fisher P, Brunekreef B, Krzyzanowski M. 2012. Health effects of black carbon. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. [www.euro.who.int/en](http://www.euro.who.int/en)

[www.syke.fi/hankkeet/nabcea](http://www.syke.fi/hankkeet/nabcea)

[www.syke.fi/hankkeet/white](http://www.syke.fi/hankkeet/white)

[www.arctic-council.org](http://www.arctic-council.org)

#### Lähteet:

<sup>1</sup>Koch, D., S.E. Bauer, A. Del Genio, G. Faluvegi, J.R. McConnell, S. Menon, R.L. Miller, D. Rind, R. Ruedy, G.A. Schmidt and D. Shindell, 2011. Coupled aerosol-chemistry-climate twentieth-century transient model investigation: Trends in short-lived species and climate responses. *Journal of Climate*, 24:2693-2714.

<sup>2</sup>Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P., Borken-Kleefeld, J., Schöpp, W. 2017. Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon. *Atmospheric Chemistry and Physics*. <https://doi.org/10.5194/acp-17-8681-2017>

<sup>3</sup>AMAP, 2015. Black carbon and ozone as Arctic climate forcers. AMAP, Oslo. 2015. [www.amap.no](http://www.amap.no)

**Kirjoittajat: Mikael Hildén\*, Kaarle Kupiainen\*, Martin Forsius\* ja Raimo O. Salonen\*\***

**\*Suomen ympäristökeskus SYKE, \*\*Terveystieteiden tutkimuskeskus THL**

Viestintäasiantuntija: Leena Rantajarvi

Ulkoasu ja grafiikka: Marianna Korpi

ISBN 978-952-11-4877-4 (nid.) | ISBN 978-952-11-4878-1 (PDF)

