

# Arktisen alueen metsäpalot nyt ja tulevaisuudessa



Ville-Veikko Paunu

Suomen ympäristökeskus SYKE

Pelastustoimen tutkimus- ja kehittämispäivät 2022

8.-9.6.2022



S Y K E

Ihmisaktiviteetin sytyttämä palo Napapiirin lähellä Venäjällä (Lat: 63.444, Lon: 142.804) 1.5.2021. Modified Copernicus Sentinel data (2020), processed by [Pierre Markuse](#).

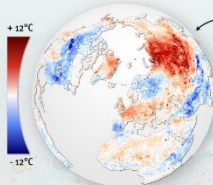


# Climate change brings extreme fires to the Arctic



## LAND SURFACE TEMPERATURE ANOMALIES

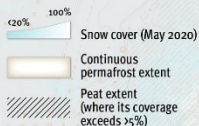
April 2020, compared with average conditions between 2001-2010



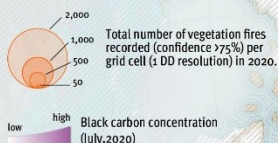
1 In early 2020, a local high-pressure system over Siberia drives high temperature anomaly in late winter, causing premature snowmelt. This causes earlier ground surface exposure and drier ground, promoting fire spreading.



## SNOW, PEAT, AND PERMAFROST



## FIRES AND SMOKE



2 Earlier snowmelt induces meltwater, but in many areas this meltwater cannot supply soil moisture because of the frozen permafrost soil. Unabsorbed meltwater thus runs off and evaporates, increasing aridity, promoting fire spreading.

3 On June 21st, Verkhoyansk records the highest temperature ever recorded in the Arctic Circle: 38° Celsius.

4 Temperature increases, earlier snowmelt, and dry conditions enhance fire spreading in the Arctic. In Siberia and the Far East district, Russian authorities catalogued 18,591 separate fires in 2020, with a total of nearly 14 million hectares burnt.

5 In June, fires released 59 million metric tonnes of carbon dioxide, greater than all emissions produced by Norway in a year. Increase in particulates levels from boreal wildfires are particularly harmful to human health.

<https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires>



SYKE

Biogeosciences, 18, 5053–5083, 2021

<https://doi.org/10.5194/bg-18-5053-2021>

© Author(s) 2021. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Article

Assets

Peer review

Metrics

Related articles

Reviews and syntheses

15 Sep 2021

# Reviews and syntheses: Arctic fire regimes and emissions in the 21st century

Jessica L. McCarty<sup>1</sup>, Juha Aalto<sup>2,3</sup>, Ville-Veikko Paunu<sup>4</sup>, Steve R. Arnold<sup>5</sup>, Sabine Eckhardt<sup>6</sup>, Zbigniew Klimont<sup>7</sup>, Justin J. Fain<sup>1</sup>, Nikolaos Evangeliou<sup>6</sup>, Ari Venäläinen<sup>6,2</sup>, Nadezhda M. Tchepakova<sup>8</sup>, Elena I. Parfenova<sup>8</sup>, Kaarle Kupiainen<sup>9</sup>, Amber J. Soja<sup>10,11</sup>, Lin Huang<sup>12</sup>, and Simon Wilson<sup>13</sup>

<sup>1</sup>Department of Geography and Geospatial Analysis Center, Miami University, Oxford, OH, USA

<sup>2</sup>Weather and Climate Change Impact Research, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland

<sup>3</sup>Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Helsinki, Finland

<sup>4</sup>Centre for Sustainable Consumption and Production, Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, Finland

<sup>5</sup>Institute for Climate and Atmospheric Science, School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, United Kingdom

<sup>6</sup>Department of Atmospheric and Climate Research (ATMOS), Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norway

<sup>7</sup>International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria

<sup>8</sup>V. N. Sukachev Institute of Forests, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>9</sup>Ministry of the Environment Finland, Aleksanterinkatu 7, P.O. Box 35, 00023 Government, Helsinki, Finland

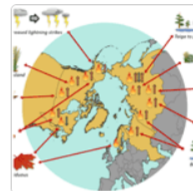
<sup>10</sup>National Institute of Aerospace, Hampton, VA, USA

<sup>11</sup>National Aeronautics and Space Administration (NASA) Langley Research Center, Hampton, VA, USA

<sup>12</sup>Climate Research Division, ASTD/STB, Environment and Climate Change Canada, Toronto, Canada

<sup>13</sup>Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) Secretariat, Tromsø, Norway

Correspondence: Jessica L. McCarty (jmcarty@miamioh.edu)



## Sections

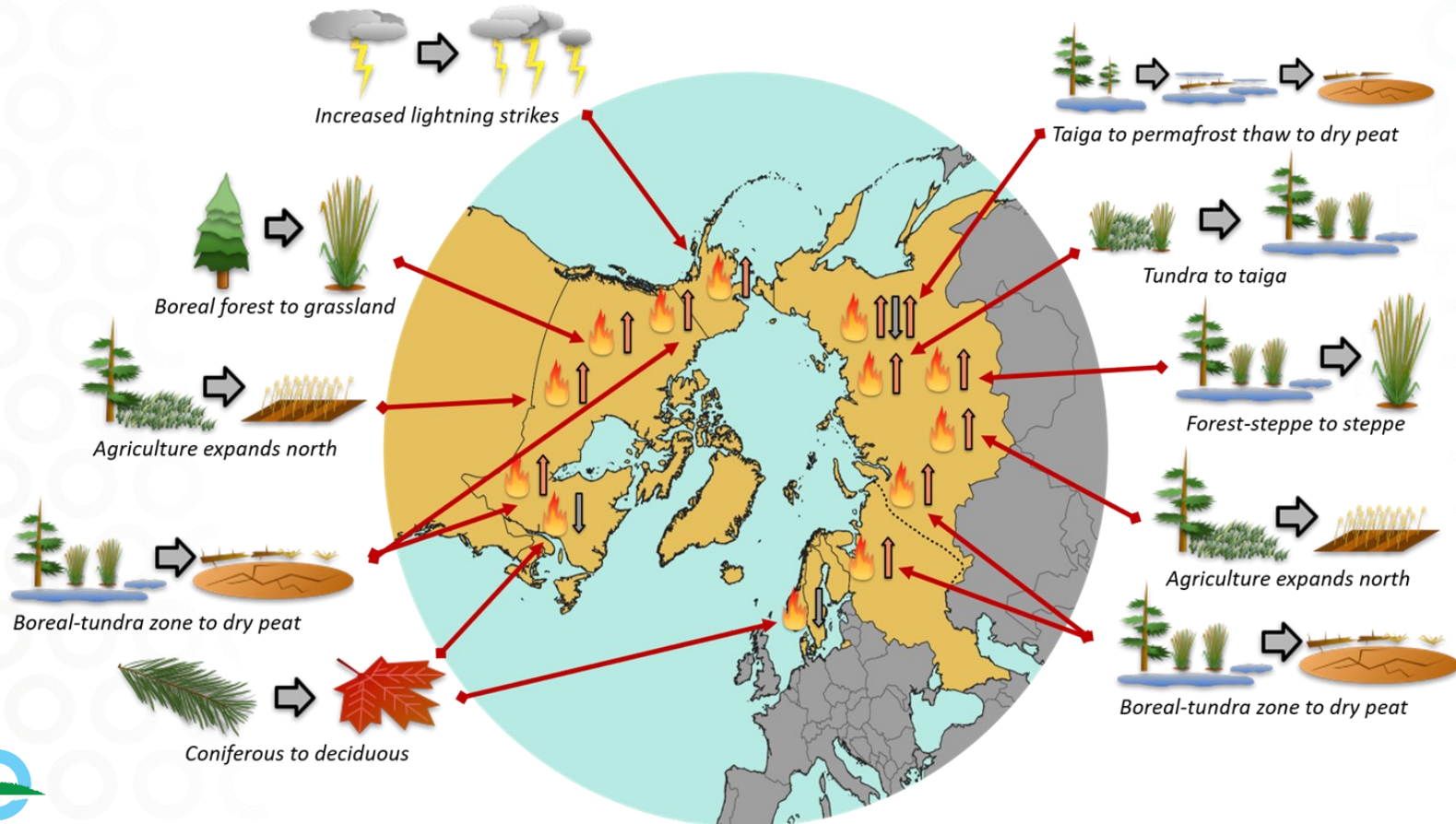
- ▶ Abstract
- ▶ Introduction
- ▶ Drivers of Arctic fire regimes
- ▶ Future Arctic fire activity
- ▶ Arctic fire emissions
- ▶ Relevance of fire sources in global and Arctic emissions
- ▶ Fire management in the Arctic
- ▶ Knowledge gaps and associated uncertainties
- ▶ People and future Arctic fire regimes
- ▶ Conclusions
- ▶ Code and data availability
- ▶ Author contributions
- ▶ Competing interests
- ▶ Disclaimer
- ▶ Special issue statement
- ▶ Acknowledgements
- ▶ Financial support



SYKE

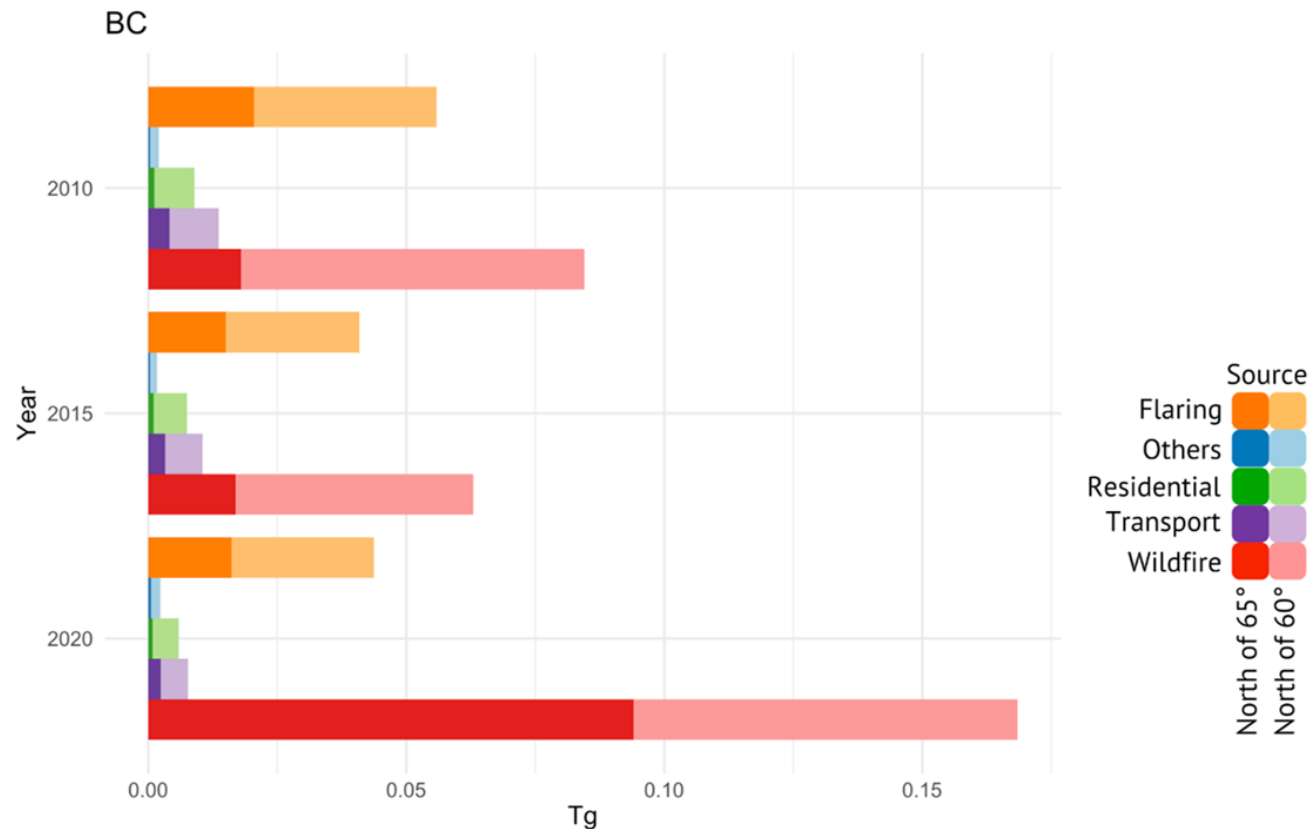


# Arktisen alueen paloherkkyys ja palojärjestelmät vuosisadan puoliväliin ja loppuun mennessä



# Palot ovat merkittävä ilmansaasteiden lähde pohjoisilla leveysasteilla

Poikkeuksellisina vuosina, kuten 2020, palot aiheuttavat enemmän mustan hiilen päästöjä Arktisella alueella kuin yksikään ihmisperäinen sektori.



\* *McCarty et al. (2021);*  
*Metsäpalojen päästöt: GFAS;*  
*Antropogeenisten sektorien päästöt: GAINS*

# Arktisen alueen palojen tutkimus

## Motivaatio

- Arktisen alueen metsäpalot ovat merkittävä ilmansaasteiden lähde
  - Mukaan lukien musta hiili
- Pohjoisilla leveysasteilla palojen odotetaan lisääntyvän – ja olevan entistä voimakkaampia – tulevaisuudessa
- Arktisen alueen palojen tutkimuksessa on kuitenkin aukkoja – etenkin Euraasian alueelle



# Arktisen alueen palojen tutkimus

- Arktisen alueen musta hiilen vaikutus ilmastoon ja ilmanlaatuun (Arctic Black Carbon impacting Climate and Air Pollution (ABC-iCAP))
  - EU-rahoitettu kaksivuotinen projekti
- Tutkimuskysymykset
  - Miten ja miksi kansalliset tilastot ja satelliittipohjaiset arviot paloista ja päästöistä eroavat?
  - Miten Arktisen alueen metsäpalojen päästöt kehittyvät tulevaisuudessa?



Savu



Polttoaineet



Syttymissyyt



Metsäpalo-  
vaara



Maisema



Ilmastonmuutos





ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Savu



S Y K E



**HAMK** HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Syttymissyvyt

**HAMK** HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Maisema



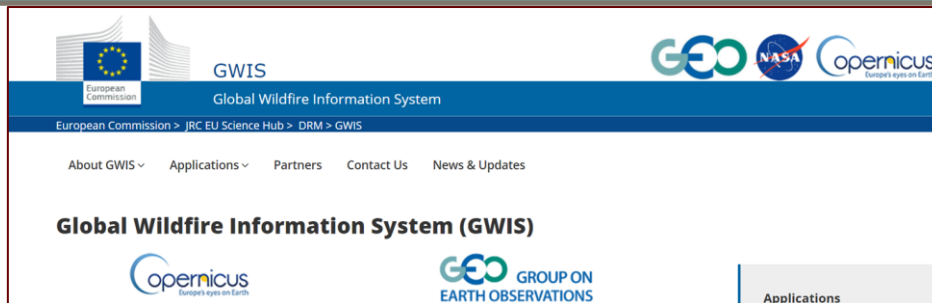
Ilmastonmuutos



Metsäpalo-  
vaara



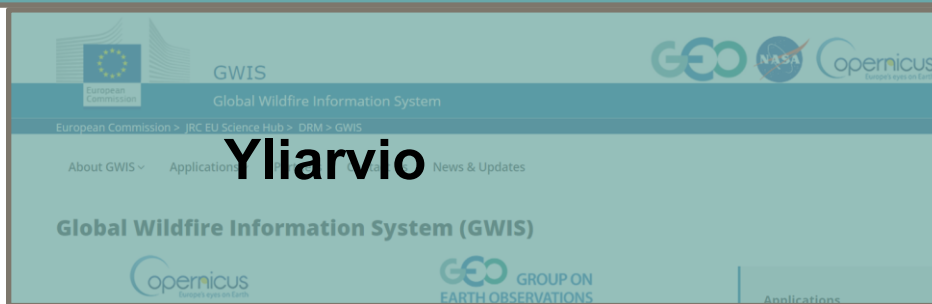
# Kansalliset tilastot vs. Satelliittiaineistot



| Maa    | Vuosi | Virallinen paloala (km <sup>2</sup> ) | GWIS paloala (km <sup>2</sup> ) | BC (tonnia) virallisesta tilastosta | BC (tossia) GWIS:stä |
|--------|-------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Norja  | 2019  | 0.03                                  | 13                              | 7.61E-06                            | 3.30E-03             |
| Ruotsi | 2018  | 250                                   | 154                             | 0.063                               | 0.039                |
| Suomi  | 2019  | 6                                     | 28                              | 0.002                               | 0.007                |

**Taulukko 2021 AMAP SLCF Assessment-raportin pohjalta.** Paloala ja mustan hiilen päästöt virallisista tilastoista ja [satelliittipohjaisesta GWIS-arvioista](#).

# Kansalliset tilastot vs. Satelliittiaineistot

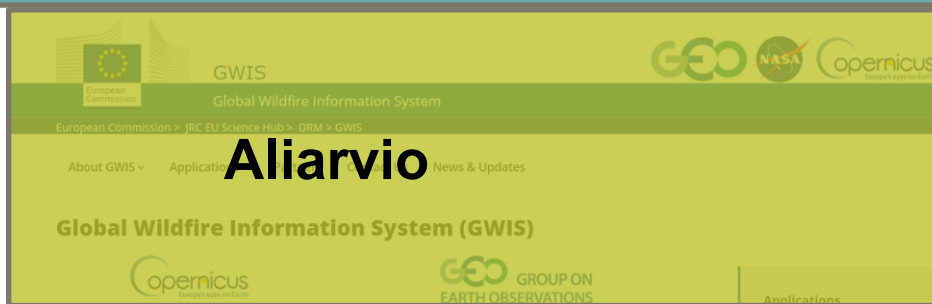


| Maa    | Vuosi | Virallinen paloala (km <sup>2</sup> ) | GWIS paloala (km <sup>2</sup> ) | BC (tonnia) virallisesta tilastosta | BC (tossia) GWIS:stä |
|--------|-------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Norja  | 2019  | 0.03                                  | 13                              | 7.61E-06                            | 3.30E-03             |
| Ruotsi | 2018  | 250                                   | 154                             | 0.063                               | 0.039                |
| Suomi  | 2019  | 6                                     | 28                              | 0.002                               | 0.007                |

**Taulukko 2021 AMAP SLCF Assessment-raportin pohjalta.** Paloala ja mustan hiilen päästöt virallisista tilastoista ja [satelliittipohjaisesta GWIS-arvioista](#).



# Kansalliset tilastot vs. Satelliittiaineistot



| Maa    | Vuosi | Virallinen paloala (km <sup>2</sup> ) | GWIS paloala (km <sup>2</sup> ) | BC (tonnia) virallisesta tilastosta | BC (tossia) GWIS:stä |
|--------|-------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Norja  | 2019  | 0.03                                  | 13                              | 7.61E-06                            | 3.30E-03             |
| Ruotsi | 2018  | 250                                   | 154                             | 0.063                               | 0.039                |
| Suomi  | 2019  | 6                                     | 28                              | 0.002                               | 0.007                |

**Taulukko 2021 AMAP SLCF Assessment-raportin pohjalta.** Paloala ja mustan hiilen päästöt virallisista tilastoista ja [satelliittipohjaisesta GWIS-arvioista](#).

# Kalajoki

Metsäpalo kuivana ja  
kuumana kesänä,  
heinä-elokuu 2021.



Ilmakuva Kalajoen metsäpalosta. PHOTO: AFP



PELASTUSOPISTO

## Kalajoen Raution Metsäpalo 2021

Kokemuksia ja oppeja metsäpalo-osaamisen kehittämiseen

Alisa Puustinen (toim.)

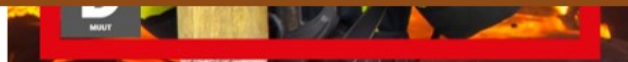


PELASTUSOPISTO

### 1 Johdanto

Heinäkuun lopussa, 26.7.2021 syttyi Kalajoen Raution kylällä tuulivoimapuiston rakennustyömaalla metsäpalo, joka lopulta laajeni kaksi viikkoa kestäneeksi sammutustehtäväksi. Tehtävällä työskenteli kahden viikon aikana arviolta noin 1500 henkilöä, niin pelastuslaitoksen virassa työskenteleviä kuin sopimushenkilöstöä. Metsäpalo sai runsaasti huomiota mediassa niin heinäkuussa tilanteen ollessa päällä kuin jälkikäteen syksyn 2021 aikanakin. Paloala, 227 hehtaaria, ei ole Suomen suurin maastopalo - Muhoksen palo 2019 oli hieman tätä suurempi, noin 250 hehtaaria -, mutta se lienee eniten niin sosiaalisen kuin muunkin median huomiota saanut. Raution palosta tekee poikkeavan myös se intensiteetti, jolla kaikki pelastuslaitoksen osallistuvien palon sammuttamiseen ja jälkitoon. Palanut maasto oli vaikeakulkuista ja vaihtelevaa: niin sanottua pirunpeltoa, kangasmetsää, turvepohjaista ojitettua sekametsää sekä tuulivoimatyömaan raivattua maastoa. Pelastuslaitosten lisäksi palo työllisti paikallisia ja alueellisia urakoitsijoita, yksityisiä sekä muita viranomaisia ja varusmiehiä.

päällä kuin jälkikäteen syksyn 2021 aikanakin. Paloala, 227 hehtaaria, ei ole Suomen suurin maastopalo - Muhoksen palo 2019 oli hieman tätä suurempi, noin 250 hehtaaria -, mutta se lienee eniten niin sosiaalisen kuin muunkin median huomiota saanut. Raution palosta tekee poikkeavan myös se



Source:  
[http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja\\_D/D3\\_2022.pdf](http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D3_2022.pdf)



SYKE

# Virallinen tilasto vs. Satelliittiaineistot

|          | Virallinen tilasto | 10 m Sentinel-2 burned area | 500 m MODIS burned area |
|----------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Kalajoki | 227 ha             | 230 ha                      | 285 ha                  |

*Useat globaalit päästömallit käyttävät “active fire” aineistoja.*

1 km MODIS – 27 active fires ( = 2700 ha)

375 m VIIRS (NOAA-20) – 47 active fires ( = 661 ha)



# Kiitos!

[ville-veikko.paunu@syke.fi](mailto:ville-veikko.paunu@syke.fi)

<http://www.syke.fi/hankkeet/fres>



[@ilmansaasteita](https://twitter.com/ilmansaasteita)



S Y K E

Suomen ympäristökeskus SYKE | Finlands miljöcentral | Finnish Environment Institute | [syke.fi](https://www.syke.fi) | [ymparisto.fi](https://ymparisto.fi)

*Savua Muhoksen palosta kesällä 2020. Kuva:  
Marko Väänänen / Yle*