

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta/kuuleminen keskiviikko 25.3.2026 klo 9.00

Teema: **Arktinen problematiikka**

Millaisena näen arktisen alueen ympäristön tulevaisuuden pitkällä aikavälillä (+25 v.).

Kirjallinen asiantuntijalausunto

Atte Korhola

Ympäristömuutoksen emeritusprofessori, Helsingin yliopisto

Arktiset ilmastotrendit

Arktisen alueen lämpenemiskehityksessä on monia erityispiirteitä, jotka on hyvä tunnistaa pohdittaessa alueen pitkän aikavälin ympäristötrendejä. Arktis on viime vuosikymmeninä lämmennyt ihmistoiminnan seurauksena selvästi muuta maapalloa voimakkaammin, mitä kuvataan termillä ”arktinen vahvistuminen”. Pintalämpötilat arktisella alueella ovat nousseet 2,5–4 kertaa voimakkaammin kuin muualla maapallolla, riippuen tarkastelun kohteeksi otetusta ajanjaksosta. 2000-luvulla lämpenemisen tahti on selvästi kiihtynyt. Arktisen vahvistumisen syistä, ks. Korhola (2024).

Maapallon muissa osissa maa-alueet ovat yleisesti lämmenneet voimakkaammin kuin merialueet, mutta arktisella vyöhykkeellä kehitys on päinvastaista. Syynä on ennen muuta se, että merijääpeitteen muodostuminen on myöhentynyt. Tumma merenpinta imee enemmän auringon säteilyä kuin lumen peittämää jää, mikä kasvattaa lämpövarantoa vielä pitkälle syksyyn.

Syksyt ja kevättalvet ovat lämmenneet Arktikumissa eniten; kesälämpötiloissa ei näy toistaiseksi tilastollisesti merkitsevää lämpenemistrendiä. Lämpötilakehityksessä ei näy juurikaan eroja Euraasian ja Pohjois-Amerikan välillä.

Ilmaston lämpeneminen arktisessa Fennoskandiassa tarkoittaa pitkällä tähtäimellä korkeampia lämpötiloja, enemmän lämpimiä päiviä ja vähemmän kylmiä päiviä. Pakkaspäivien määrän arvioidaan vähenevän 20–50 prosenttia kuluvan vuosisadan aikana.

Sademäärä kasvaa yleisesti; tämä näkyy keskimääräisen sademäärän kasvuna, rankkasateisten päivien määrän kasvuna ja kuivien päivien määrän vähenemisenä. Sade tulee pohjoisessa yhä useammin vetenä kuin lumena. Vesisateiden osuus kokonaissadannasta on kasvanut noin viisi prosenttia vuoden 1980 jälkeen. Ilmiö näkyy hyvin myös Suomessa.

Mallisimulaatioiden mukaan vuosittain vetenä tulevan sateen määrä ylittää joskus vuosien 2070–2080 paikkeilla vuosittain lumena tulevan sateen määrän eripuolilla arktista aluetta – olettaen, ettei ilmastonmuutoksen hillinnässä onnistuta.

Tuoreen ruotsalaistutkimuksen (Strandberg et al. 2026) mukaan paikallisen ja maailmanlaajuisen lämpenemisvauhdin erot näyttävät pienenevän ajan myötä, mikä viittaa siihen, että ilmastonmuutos Fennoskandiassa saattaa olla tällä hetkellä nopeimmillaan. Toisin sanoen palautemekanismeilla, jotka tällä hetkellä kiihdyttävät lämpenemistä Fennoskandiassa ja laajemmin arktisella alueella, on rajansa.

Lisäksi tämä tarkoittaa, että maailmanlaajuisen ja alueellisen lämpenemisen välinen vakaa suhde, jota joskus oletetaan sääilmiöiden syiden selvittämisessä ja alueellisissa lämpenemistasoissa, ei välttämättä ole voimassa tulevaisuudessa.

Arktiset ympäristötrendit

Käyn seuraavassa läpi arktisen alueen ympäristötrendejä, joiden ajattelen olevan tulevaisuudessa keskeisiä globaalin ilmastonmuutoksen, luonnon monimuotoisuuden, talouden sekä arktisen alueen ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnin kannalta. Trendien kohdalla pyrin hahmottamaan myös muutoksesta johtuvia seurauksia.

Atlantifikaatio: Lämpimämmän ja suolaisemman atlanttisen meriveden ja siihen sopeutuneiden merielämän ja kalalajien työntyminen pohjoisille merialueille.

- Arktisella merialueella tapahtuvat muutokset voivat jo keskipitkällä aikavälillä aiheuttaa merkittäviä haittavaikutuksia globaaliin ruoantuotantoon.

Borealisaatio: Tundran vihertyminen. Ekologinen prosessi, jossa eteläiset, lauhkean vyöhykkeen (boreaalisen vyöhykkeen) lajit leviävät pohjoisiin arktisiin tai kylmempiin tundraekosysteemeihin ja syrjäyttävät alkuperäiset arktiset lajit. Habitaattien muuttuessa niihin sopeutunut eläinlajisto muuttuu.

- biodiversiteetin/luontopääoman merkittävä heikentyminen
- suuri vaikutus alkuperäiskansojen elinkeinoihin

Jäätiköiden sulaminen: Arktisten jäätiköiden vuotuinen massahävikki on kolminkertaistunut vuoden 1990 jälkeen. Jäätä sulaa arktisista jäätiköistä noin 181 miljardia tonnia vuodessa. Skandinavian jäätiköt sulavat keskimääräistä nopeammin.

- Valtamerien pinta nousee. Nousua arktisten jäätiköiden sulamisen takia maailmanlaajuisesti noin 1,3 cm viimeisen 20 vuoden aikana.
- Maanvieremät ja -sortumat yleistyvät
- Tsunamien riski kasvaa
- Kaivannaisten kuten kriittisten maametallien hyödyntäminen helpottuu

Ikiroudan sulaminen: Laajat ikiroudan alueet sulavat, mikä aiheuttaa maaperän vajoamista, luo uusia järviä ja kiihdyttää kasvihuonekaasujen (metaanin ja hiilidioksidin)

vapautumista. Arktisen ikiroudan sisällä on noin 1 500–1 700 miljardia tonnia hiiltä, mikä on lähes kaksinkertainen määrä verrattuna ilmakehässä tällä hetkellä olevaan hiilidioksidimäärään. Jäävarasto sisältää noin neljä kertaa enemmän hiiltä kuin ihmiskunta on historiallisesti vapauttanut polttamalla fossiilisia polttoaineita.

- Pandemia-riski. Sulavasta ikiroudasta voi vapautua taudinaiheuttajia, jotka leviävät laajalle vektorivälitteisesti. Virusten aktiivisuus voi palata olosuhteiden muuttuessa. Riski uusien tautien ja ”kadonneiden tautien” puhkeamisesta on lähivuosikymmenien aikana todellinen.
- Myrkkujen ja raskasmetallien vapautuminen. Arktisen alueen jäätyneessä maaperässä on noin 793 gigagrammaa elohopeaa. Tämä määrä on noin kymmenkertainen verrattuna ihmisen aiheuttamiin elohopeapäästöihin viimeisten 30 vuoden aikana. Sulava ikirouta aiheuttaa ”elohopeapommin” kaltaisen uhan ekosysteemeille ja ihmisten terveydelle. Elohopea voi muuttua metyylielohopeaksi, joka kertyy kalojen ja merinisäkkäiden kudoksiin ja vaarantaa paikallisten alkuperäiskansojen yhteisöt.
- Vauriot infrastruktuurille

Hydrologisen syklin kiihtyminen: Veden kiertokulku kiihtyy lisääntyvän sademäärän haihtumisen ja sulaveden määrän seurauksena. Ilmakehässä on enemmän kosteutta ja rankkasateet lisääntyvät (ns. ilmakehän virrat, jotka ovat kapeita alueita maapallon ilmakehässä, jotka kuljettavat valtavia määriä kosteutta tropiikista navoille).

- Sademäärät nousevat mallisimulaatioiden mukaan nykyisestä noin 30 % vuosisadan loppuun mennessä.
- Lumen osuus kokonaissateesta tulee vähenemään arktisella alueella merkittävästi noin vuodesta 2035 eteenpäin.
- Mallisimulaatioiden mukaan sateena tuleva sateen määrä ylittää lumena tulevan sateen määrän kuluvan vuosisadan loppupuoliskolla.
- Rain on snow (RoS) -tapahtumat lisääntyvät. Näissä sade osuu jo olemassa olevaan lumipeitteeseen, mikä aiheuttaa lumen nopean sulamisen ja luo monimutkaisia hydrologisia olosuhteita, kuten lisääntyneen tulvariskin, lumivyöryjä ja maaperän jäätymistä. Ne vaikeuttavat eläinten ravinnonsaantia ja aiheuttavat haittaa mm. poroille.

Lumialueen supistuminen: Pohjoinen lumenpeittämä alue on supistunut jopa voimakkaammin kuin arktinen merijääpeite. Peittävyys on nyt 50 % siitä, mitä se oli 1960 ja laajuuden ennustetaan supistuvan merkittävästi myös tulevaisuudessa. Kevään lumipeitteen odotetaan supistuvan 10–35 % tämän vuosisadan loppuun mennessä. Lumikausi kokonaisuudessaan lyhenee: se alkaa myöhemmin ja päättyy aikaisemmin.

- Lumipeitteen vähentyminen pienentää albedoa ja kiihdyttää ilmaston lämpenemistä.

- Huomattava osa arktisista lajeista on sopeutunut lumeen ja monet lajit ovat lumesta täysin riippuvaisia.

Maasto- ja suopalojen lisääntyminen: Tutkimusten mukaan arktisen alueen maasto- ja suopalojen määrä on voimakkaassa kasvussa. Lisäksi palot ovat laajempia, kuumempia ja kestävät pidempään kuin aiempina vuosikymmeninä.

- Malliennusteiden mukaan arktisen ja boreaalisen alueen metsäpalojen hiilipäästöt nousevat yli 100 % 2000-luvun loppuun mennessä.
- Tuhoavat biodiversiteettiä
- Vaikeuttavat ihmisten ja eläinten liikkumista ja toimintoja
- Aiheuttavat haittaa terveydelle

Vesien ruskettuminen: Lisääntyvän vihertymisen, ikiroudan sulamisen ja lisääntyneen valunnan vuoksi vedet ruskettuvat. Puhutaan ”ruostuneista joista”, joiden väri johtuu happamasta kallioperän valumavedestä sekä sulaneesta ikiroudasta vapautuvista myrkyllisistä raskasmetalleista (rauta, sinkki, kupari). Arktiselle alueelle tyypilliset kirkasvetiset järvet tulevat vähitellen katoamaan maisemakuvasta.

- Veden laadun heikkeneminen uhkaa vesiekosysteemejä, kalojen kutualueita ja juomavesilähteitä.

Merijääpeitteen supistuminen: Jään peittämä alue supistuu, merijää ohenee ja monivuotinen jää häviää. Kesällä jäätä vapaa Jäämeri on mahdollinen jo 2030-luvulla. Myös talvinen merijääpeite tulee supistumaan merkittävästi seuraavien vuosikymmenien aikana, etenkin Barentsin- ja Karameren alueella. Vuoden 2025 talven arktisen merijään maksimilaajuus oli pienin sitten satelliittihavaintojen alkamisen vuonna 1979. Muutokset tehostavat ilmastonmuutosta positiivisten takaisinkytkentöjen kautta.

- Merijääpeitteen vähentyminen aiheuttaa radikaaleja muutoksia merien ekosysteemeissä, paikoin kokonaisten ravintoketjujen uudelleenorganisoinnin.
- Hirmumyrskyjen lisääntyminen
- Rannikon erodoituminen, tulvat, haitat asumuksille ja infrastruktuurille.
- Kriittisten mineraalien hyödynnettävyys lisääntyy

AMOC-virtausjärjestelmän romahtaminen: Atlantin meridionaalinen kiertoliike (AMOC) on Atlantin valtameren keskeinen virtausjärjestelmä, joka kuljettaa lämpöä eteläiseltä pallonpuoliskolta kohti Eurooppaa. Virtausjärjestelmän voimakkuus on jo heikentynyt ja useat ilmastomallit ennustavat järjestelmän romahdusta, toisin sanoen sen muutosta nykyisestä voimakkaan virtauksen tilasta heikompaan tasapainotilaan. Romahduksen seurauksena Pohjois-Atlantin alueen talvet viilentyisivät voimakkaasti,

joidenkin ilmastomallien mukaan esimerkiksi helmikuun keskilämpötila Bergenissä saattaisi pudota jopa 20 asteella. Malleihin liittyy kuitenkin runsasta epävarmuutta.

Arktiset keikahduspisteet

Arktisella alueella on keikahduspisteitä eniten maapallolla, esimerkkeinä Grönlannin mannerjäätikkö, AMOC, ikirouta, merijääpeite ja arktiset järvet. Keikahduspisteissä on kyse epälineaarisista ympäristömuutoksista, joissa kauan jatkuva (pienikin) muutos ulkoisissa olosuhteissa johtaa ekojärjestelmän tilan äkilliseen muutokseen, kun systeemin toimivuuden kannalta kriittinen kynnysarvo ylitetään.

Keikahduspisteillä on yleisesti heikko ennustettavuus. Niiden mahdollisuutta lähestytään ilmastomallien ja aikasarja-analyysien avulla. Tilastollisissa analyyseissä ilmiön varianssin (vaihtelun) lisääntyminen voi usein toimia varhaisena varoituksena lähestyvistä keikahduspisteistä.

Muutos on usein peruuttamaton tai ainakaan systeemi ei palaudu alkuperäiselle polulle järjestelmään ladatun historiallisen muistin eli hystereesin vuoksi. Tämä tarkoittaa, että muutoksen laukaisema ympäristötekijä on palautettava huomattavasti alhaisemmalle tasolle kuin ”eteenpäin kulkemisen” kynnysarvo. Keikahduspisteen ylitettyään systeemille on tyypillistä ”syöksykierre”, missä muutostila käy ruokkimaan itse itseään.

Havaintoja tulevaisuusselonteosta

Hyvää:

- Arktisen alueen strategisen merkityksen lisääntymisen huomioiminen.
- Ilmaston kuumenemisen kiihtyminen otettu huomioon.
- Selonteko kattaa melko monipuolisesti arktisen ympäristön muutostrendit.

Parannettavaa:

- Venäjän ja Yhdysvaltojen piittaamattomuus ilmastomuutoksesta ja sen torjuntakeinoista sekä maiden höllentyneet ilmansuojelutoimet tulevat pahentamaan arktisen alueen ympäristömuutosta.
- Epälineaaristen muutosten (keikahduspisteet) mahdollisuus ja niihin varautuminen jätetty liian vähäiselle huomiolle.
- Sään ääri-ilmiöt, ekosysteemien uudelleenjärjestyminen ja ikiroudan sulaminen muuttavat todennäköisesti perustavanlaatuisesti maisemaa, taloutta ja saamelaisväestön perinteisiä elinkeinoja Fennoskandiassa vuoteen 2050 mennessä.
- Vuoteen 2050 mennessä vuoden 2024 äärimmäinen arktinen helleaalto saattaa toistua vuosisadan puolivälin tienoilla neljän vuoden välein.
- Ilmaston lämpeneminen siirtää vaarallisia tauteja pohjoisemmaksi olosuhteiden muuttuessa vektoreille suotuisammiksi (denguetauti, chikungunya).

Lämpeneminen mahdollistaa punkkien kaltaisten loisten leviämisen arktisille alueille.

- Sulavassa ikiroudassa piilee todellinen pandemiariski.
- Selonteon pitäisi omaksua liiketoiminnallisia ja poliittisia strategioita, jotka ovat vankkoja vaihtoehtojen tulevaisuuksien suhteen ja joustavia ennakoimattomien tapahtumien suhteen. Tällaisen vankan ja joustavan viitekehyksen turvallisuudessa epävarmuus voidaan hyväksyä, koska se on luovuuden, jännityksen ja voiton lähde.

Lähteet:

Korhola, Atte 2024. *Ääripäiden Arktis – pohjoisen napa-alueen muutos*. Teoksessa: Mitä ilmasto muuttaa? Elämää lämpenevässä maailmassa, s. 54–72. Tiedekulmapokkari 7, Gaudeamus.

Strandberg, G. et al. 2026. Projected climate change in Fennoscandia – and its relation to ensemble spread and global trends. *Weather Clim. Dynam.* 7: 185–200.