



Maanmittaajien tehtävät ilmastonmuutoksessa

Pasi Laurila

Maanmittauksen tulevaisuuspäivä 29.11.2024

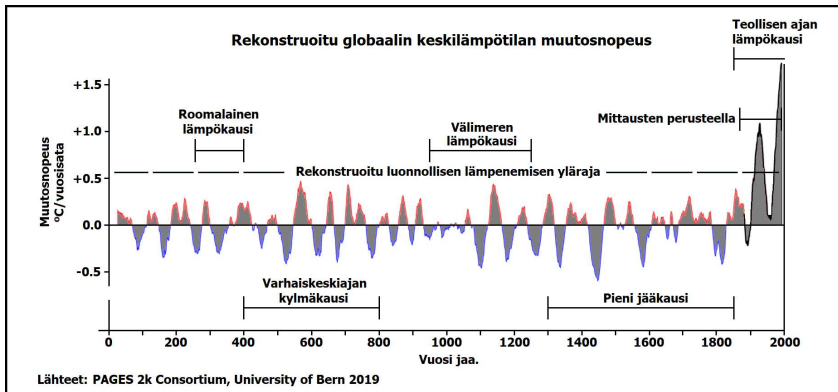
Metropolia, Myllypuron kampus

Miksi ilmastonmuutos kiinnostaa minua ja miksi tämä aihe? Ensisijainen syy esitykselleni on tietysti se, että ilmastonmuutos on tulevien sukupolvien elinolosuhteiden kannalta vakava ja toimenpiteitä jo nyt vaativa asia. Näiden toimenpiteiden toteutuksessa maanmittaajilla on osaamisensa perusteella omat tehtävänsä.

Yleisestikin olen kiinnostunut ilmastoon liittyvistä asioista. 1) Geotieteet kiinnostavat minua ja ilmastonmuutos on moniulotteinen geofysikaalinen ilmiö, johon liittyy paljon ymmärrystä koettelevia haasteita. 2) Aiheen parissa olen ollut noin 25 vuotta. Tänä aikana opetin noin 15 vuotta myös ilmastonmuutokseen liittyviä asioita geofysiikan opintojaksolla Lapin ammattikorkeakoulussa maanmittauksen insinööriopiskelijoille. 3) Opetuksen yhteydessä syntyneiden materiaalien pohjalta julkaisin vuonna 2023 kirjan ”Geofysiikka – Kiinteä Maa, geomagnetismi ja ilmasto”, ja sen uudistetun painoksen tänä vuonna.

Ilmastonmuutos lyhyesti

Ilmastonmuutoksessa on kyse maapallon keskilämpötilan nousun ympäristövaikutuksista ja niistä johtuvista muista seurauksista.



Maapallon keskilämpötila on noussut noin 1.5 °C esiteolliseen aikaan nähden.

Ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvu on kiihdyttänyt lämpenemistä.

Jo toteutunut lämpeneminen säilyy satoja vuosia, vaikka lopettaisimme heti kaikki ilmastopäästöt.

Ilmastonmuutos ei ole Suomessa erityisen kokemuksellinen ilmiö: keskilämpötilan nousu ei tunnu iholla.

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

2

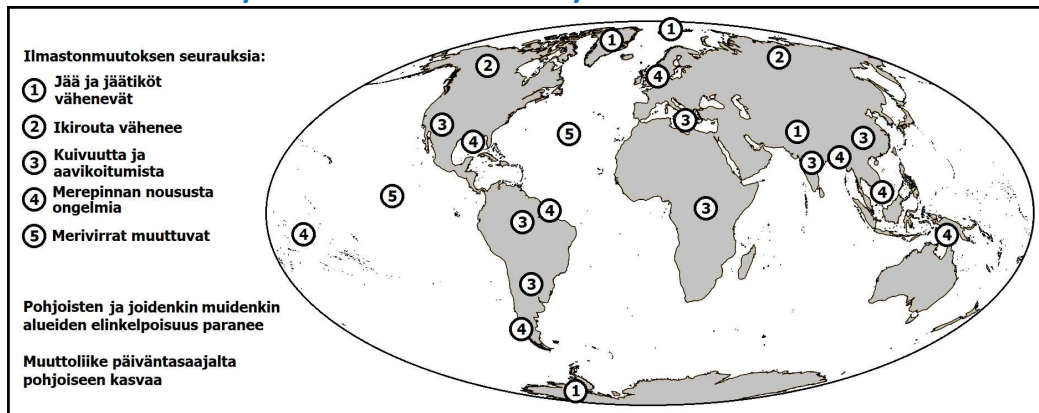
Minua kiinnostavat ilmastoon liittyvät jaksollisuudet. Viimeisimmän 2000 vuoden ilmastokehityksestä voidaan todeta, että 1) maapallon keskilämpötilan muutokset ovat jaksollisia, 2) Euroopassa tunnetut teollista aikaa edeltävät ilmastovaiheet eivät näy maailmanlaajuisesti, 3) teollisen ajan lämpökausi näkyy kaikkialla maapallolla, 4) teollisen ajan lämpökausi kertoo ihmisen vaikutuksesta ilmastoon.

Suomessa vallitsee kosteatalvinen lumi-ilmast. Kesiemme keskilämpötila on suurin piirtein sama kuin maapallon keskilämpötila (noin 15 °C). Sään vaihtelevuus ei häviä keskilämpötilojen noustessa.

Globaalin keskilämpötilan muutosnopeuden rekonstruktio perustuu proksihavaintoihin, jotka on tehty simpukoista, koralleista, jäätiköistä, järvisedimenteistä ja muinaispuista. Havaintoaineisto muodostuu noin 700:sta havaintosarjasta.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Vaikutukset koskevat maapallolla kaikkia, vaikka keskilämpötilan nousu ei erityisesti muuttaisikaan tietyn alueen olosuhteita.



Meripintojen nousu, makean veden saatavuus, pakolaisuus, taloudelliset ja poliittiset seuraukset.

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

3

Suomi ei ole ilmastonmuutoksen seurausten kannalta kaikkein vaikeimmassa paikassa. Meidän ei kuitenkaan pidä olla itseemme tyytyväisiä tai helpottuneita. Vaikkemme tekisi mitään, meillä on ainakin maksajan rooli. Tämä toteutuu meistä riippumatta globaalien taloudellisten ja poliittisten vaikutusten kautta. Pelkän maksajan rooliin ei pidä tyytyä. Ilmastonmuutoksen synnyttämiä ongelmia pitää ratkoa aktiivisesti muiden kanssa. Tämä luo uskottavaa perustaa myös omien kansallisten etujemme ajamiselle.

Tekemisen tasot

Ilmastoön liittyvissä toimissa on tunnistettavissa useita tekemisen tasoja:

- yksilötaso: kuluttuja, äänestäjä, työntekijä
- yritysten ja elinkeinoelämän taso: paikallista ja globaalia
- kansallinen taso: kunnat, valtiollinen politiikka, lainsäädäntö
- globaalitaso: valtiot, kansainväliset organisaatiot, kansainvälinen sopimustoiminta

**Kaikki tasot ovat tärkeitä ja ne liittyvät monin tavoin toisiinsa.
Kysymys on yhteispelistä, jossa toimien kokonaisvaikutuksen pitää
kohdistua koko maapalloon.**

Maanmittaajien tehtävät ilmastonmuutoksessa

Näkökulma on globaali

- Tarkkojen globaalien geodeettisten vertauskehysten ylläpito
→ **merenpintojen muutosten seuranta**
- Kiinteistöjärjestelmien kehittäminen ja ylläpito
→ **ilmastopakolaisuuteen varautuminen**
- Ympäristön tilaa kuvaavien mittausten tuottaminen
- Ympäristön tilaa kuvaavien paikkatietoaineistojen tuottaminen ja hyödyntäminen ympäristön tilan seurannassa sekä maakäytön ja rakentamisen suunnittelussa
- Ympäristökatastrofien vaikutusten kartoitus ja rajoittaminen
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioiva maankäytön suunnittelu
→ **merenpintojen nousuun ja ilmastopakolaisuuteen varautuminen**
→ **ilmastopäästöjen vähentäminen**

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

5

Eri ammattiryhmillä voi olla omia osaamisestaan johtuvia tehtäviä ilmastonmuutokseen liittyen. Näin myös maanmittaajilla. Tässä esityksessä maanmittaajien tehtäviä tarkastellaan lähinnä globaalista näkökulmasta.

Mittaajien globaalit tehtävät liittyvät kaikkiin maanmittaajien keskeisiin osaamisalueisiin: geodesiaan, kiinteistöjärjestelmien kehittämiseen ja ylläpitoon, maapolitiikan hoitoon ja maankäytön suunnitteluun, kartoitus- ja mallinnusmittauksiin sekä paikkatietoaineistojen tuottamiseen ja hyödyntämiseen.

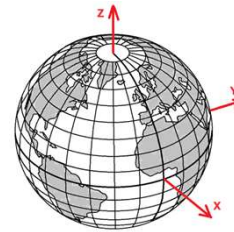
Ilmastonmuutoksen vaikutuksista nostan esille erityisesti kaksi asiaa: 1) merenpintojen nousun seuraukset ja 2) Ilmastopakolaisuuden, jotka liittyvät osaksi samaan seurausten ketjuun.

Globaalin näkökulman täydennykseksi on syytä todeta, että esimerkiksi suomalaiset maanmittaajat tekevät jokapäiväisessä työssään paljon ilmastonmuutokseen seurantaan, seurauksiin ja hillintään liittyviä päätöksiä ja töitä.

Globaali geodeettinen vertauskehys

- Ilmastonmuutos on moniulotteinen globaali geofysikaalinen ilmiö
- Sen tutkiminen ja vaikutusten seuranta vaatii tarkan ja ajassa stabiilin globaalin vertauskehysten
- **Erityisesti merenpinnan muutosten seurannassa vertauskehysten tulee olla tarkka ja stabiili**
- IAG (International Association of Geodesy) on asettanut tavoitteeksi yhden millimetrin tarkkuuden paikalle, kuten myös stabiilisuudelle kymmenessä vuodessa

Nykyinen vertauskehys (ITRF2020) ei IAG:n tavoitteeseen vielä pääse: 5 mm paikassa ja 0.5 mm/10 v stabiilisuudessa



29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

6

Merenpinnan muutosten seurannassa ITRF-vertauskehysten rinnalla tärkeitä ovat geoidimallit. Onhan geoidi yhdeltä määrittelyltään vapaa meren pinta ja sen kuvitteellinen jatke manneralueilla.

Vertauskehys pitää realisoida. Sitä varten ylläpidetään globaalia tukiasemien verkosta, jonka yksi piste on Suomessa Metsähovin geodeettinen tutkimusasema. Näiden tukiasemien rahoituksesta ollaan huolestuneita, koska niiden rahoitus ei ole missään päin maailmaa täysin varmallalla pohjalla. Rahoitus tapahtuu yliopistojen ja tutkimuslaitosten muun rahoituksen kautta. Esimerkiksi YK:n toiminnassa ongelma on huomioitu.

Merenpintojen nousu

- Satelliittimittausten perusteella valtamerien pinnat nousevat nyt noin 4 mm/vuosi ja nousu on kiihtymässä, joten vuonna 2100 merenpinnat ovat ehkä 0.3-1.0 m nykyistä korkeammalla
- Lämpö, joka nostaa merien pintaa, lisää ja voimistaa myrskyjä ja tulvia
- Rantojen eroosio kiihtyy ja rannikoiden pohjavedet suolautuvat
- Rannikoilla pohjavesien pinnat nousevat, mikä vaikuttaa rakennusten perustuksiin ja viemärointeihin
- Alavien maiden asuttuna pitäminen vaikeutuu, viljelysmaata jää veden alle ja kalastuksen harjoittaminen vaikeutuu
- **Arvioidaan, että vuoteen 2050 mennessä merenpintojen noususta kärsii yli 100 miljoonaa ihmistä ja vuoteen 2100 mennessä jo noin 400 miljoonaa ihmistä**

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

7

Nykyaikaisin tilastomatemattisin menetelmin analysoidut merenpinnan korkeushavainnot ulottuvat vuoteen 1900. Merenpinnan satelliittimittaukset alkoivat vuonna 1993. Mittaukset satelliiteista ovat tärkeitä monista syistä. Mittaustieto kattaa kaikki merialueet, eikä se rajoitu rannikoihin. Merenpinnan korkeuden lisäksi saadaan tietoa vesien lämpötiloista ja suolaisuudesta. Yhdistettynä painovoimahavaintoihin saadaan myös tietoa virtausten suunnista ja nopeuksista. Satelliitit mittaavat myös mannerjäätiköiden tilavuuksia, virtauksia ja niihin liittyviä painovoimavaikutuksia.

Eräs esimerkkialue merenpintojen nousun seurauksista on Mekong-joen suistoalue eteläisessä Vietnamsissa. Noin 40 000 neliökilometrin alueen keskikorkeus on vain noin yksi metri. Alueen maanpinta painuu paikoitellen jopa useita senttimetrejä vuodessa pohjanveden oton ja jokihiekan kaivun vuoksi. Veden pahiten uhkaamilla alueilla asuu noin 13 miljoonaa ihmistä. Alueella harjoitettu riisinviljely ja kalastus tuottavat ravinnon vielä suuremmalle ihmisjoukolle.

Ilmastopakolaisuuteen varautuminen

- Merenpintojen nousu, makean veden saatavuusongelmat ja aavikoituminen lisäävät köyhyyttä, nälkää, pakolaisuutta ja konflikteja
- Pakolaisia tulee liikkumaan sekä valtioiden sisällä että niiden välillä
- On tärkeää turvata sekä paikallisten ihmisten että pakolaisten maahan ja kiinteistöihin liittyvät oikeudet, minkä vuoksi tarvitaan suunnitelmallista maapolitiikkaa ja kiinteistöjärjestelmien kehittämistä
- **Maahan liittyvien oikeuksien selkeys parantaa kaikkien turvallisuutta, myös muuallakin kuin todennäköisillä kriisialueilla**
- Ilmastonmuutokset vaikutukset huomioivalla maankäytön suunnittelulla pystytään ohjaamaan yhdyskuntien kehitystä ja hillitsemään ilmastonmuutosta ja sen synnyttämiä kielteisiä ilmiöitä

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

8

Pakolaisuuteen liittyvät asiat ovat poliittisesti latautuneita ja intohimoja herättäviä asioita kaikkialla, joten niitä pitää hoitaa ennakoiden ja pitkäjänteisesti. Kun ilmastopakolaisuuden lisäksi huomioidaan muista syistä johtuva pakolaisuus ja muu muuttoliike, voi edessämme olla vaikeita aikoja.

FIG ja ilmastonmuutos

Monialaisen luonnontieteisiin, tekniikkaan ja yhteiskuntatieteisiin liittyvän koulutuksensa ja osaamisensa vuoksi maanmittaajilla on hyvät edellytykset toimia ilmastonmuutoksen vaikutusten seurantaan ja hillintään liittyvissä tehtävissä.

- Maanmittaajien kansainvälinen järjestö FIG toteuttaa Yhdistyneiden kansakuntien (YK:n) kestävän kehityksen tavoitteita ja kehittää maanmittaajien ymmärrystä ja roolia ilmastonmuutokseen liittyvissä asioissa
- Vuosina 2011-2014 toimi Surveyors and the Climate Change – toimintaryhmä
- Nyt ja lähivuosina (2023-2026) työtä jatkaa Climate Compass – toimintaryhmä:

https://fig.net/organisation/tf/climate_compass/index.asp

Yhteenveto

- **Emme voi enää estää ilmastonmuutosta, koska se on jo tapahtunut**
- Ilmastonmuutos on osa ihmisen ja luonnon vuorovaikutussuhteisiin liittyvää laajaa ongelmavyöhytää
- Sen muita lankoja ovat väestönkasvu, uusiutumattomien luonnonvarojen ylikulutus ja luonnon monimuotoisuuden väheneminen
- **Näihin liittyviä uhkia pitää torjua nyt, koska toimenpiteet vaikuttavat hitaasti: päätöksenteossa pitää katsoa satojen vuosien päähän**
- Mitä pidemmälle odotamme, sitä enemmän toimintavaihtoehtomme vähenevät
- Viimeisimmän jääkauden aikaiset ihmisen sopeutumiskeinot eivät toimi nykymaailmassa
- Talouden, kulutustottumusten ja energia- ja ympäristötekniikoiden kehitys antavat ehkä toivoa ongelmien hillinnälle enemmän kuin puolinainen ja hidas poliittinen sitoutuminen lämpenemistä hillitseviin ratkaisuihin

29.11.2024

Pasi Laurila, Metropolia, Maanmittauksen tulevaisuuspäivä

10

Viimeisen jääkauden aikana ihmisiä oli maapallolla ehkä muutamia kymmeniä tuhansia ja he elivät luonnon ehdoilla. Nyt meitä on noin kahdeksan miljardia ja elämme moninaisten yhteiskunnallisten ja taloudellisten rakenteiden sekä teknisten järjestelmien ehdoilla. Sopeutumiskeinomme elinympäristömme muutoksiin eivät voi olla samanlaisia kuin jääkauden ihmisillä.

Ilmastonmuutosta hillitseviä toimia pitää tehdä nyt, mutta toimeen ryhtymiselle on monenlaisia hidasteita: 1) Ilmastonmuutos ei ole erityisen kokemuksellinen ilmiö, minkä vuoksi luottamus tieteellisen tutkimukseen on tärkeää. 2) Monet ihmiset ovat haluttomia hyväksymään tosiseikkoja, joista heille seuraa epämukavia asioita. 3) Poliittista päätöksentekoa hallitsee muutaman vuoden vaalisykli, mutta ilmaston syklit ovat lyhimmilläänkin kymmeniä vuosia. 4) Talouskasvua pidetään tärkeänä ihmisten hyvinvoinnin, sosiaaliturvan, eläkkeiden ja velanhoitokyvyn kannalta. Sen enempää rikkaat kuin köyhätkään ihmiset ja maat tuskin ovat valmiita luopumaan talouskasvusta. 5) Ihmiset, yritykset ja valtiot ovat usein itsekkäitä ja omaa lyhytaikaista hyötyä hakevia. Yhteisvastuu ja katsominen satojen vuosien päähän ei ole vielä normaalia toimintaa.

Nykyisen tasoisten globaalien ilmastopoliittisten toimien tuloksena maapallon lämpeneminen jatkuu.

Lähteet

- Angermann, D. & Pail, R. & Seitz, F. & Hugentobler, U. 2023. The importance of geodetic reference frames. GIM International 7/2023, Volume 37, 43-45. Saatavilla: <https://www.gim-international.com>.
- FIG 2014. The Surveyor's Role in Monitoring, Mitigating, and Adapting to Climate Change. FIG Publication No 65. Copenhagen: The International Federation of Surveyors.
- Koivula, H. 2024. Maanmittauslaitoksen geodeettiset asemat ja niiden merkitys Suomelle ja avaruustoimintaan. Esitelmädiat. Geoforum Summit 2024, Espoo 7.-8.10.2024.
- Krauss, L. M. 2023. Ilmastonmuutoksen fysiikka. Helsinki: Terra Cognita.
- Laurila, P. 2024 a. Ilmastonmuutos nyt! Maankäyttö 1/2024, 16-19.
- Laurila, P. 2024 b. Geofysiikka – Kiinteä Maa, geomagnetismi ja ilmasto. 2. uudistettu painos. Helsinki: Books on Demand.
- PAGES 2k Consortium 2019. Consistent multi-decadal variability in global temperature reconstructions and simulations over the Common Era. Nature Geoscience 2019 June 12, 12(8), 643-649.
- Raeste, J-P. 2024. Tuore raportti: Ilmastokriisin talousvaikutukset ovat paljon suurempia kuin on arvioitu. Helsingin Sanomat 17.5.2024. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000010435517.html>.
- Sharma, R. & Augustinus, C. 2023. The role of surveyors in building climate resilience. GIM International 7/2023 , Volume 37, 46-49. Saatavilla: <https://www.gim-international.com>.

Yhteystiedot

Pasi Laurila
Tietokirjailija

Ortelantie 3 A 4
13210 Hämeenlinna

Puhelin: 0400 976 544

Sähköposti: ptlroi1955@gmail.com

Internet: <https://maanmittauksia.com>

Kuva: Veikko Keränen
10.3.2016

