Ilmatieteen laitoksen historialliset lämpötilahavainnot Helsingissä

Heikki Nevanlinna, Ilmatieteen laitos, Havaintopalvelut

Kaisaniemessä sijaitsee Helsingin virallinen sääasema. Asema on Helsingin yliopiston kasvitieteellisen puutarhan alueella[1]. Havainnot välitetään automaattisesti sääpalvelua ja tutkimusta varten sekä viestitetään ennustavalle meteorologille, internetiin (www.fmi.fi) ja kansainväliseen jakeluun. Kaisaniemen sääasema on vanhin suomalainen säähavaintoasema. Se perustettiin vuonna 1844 ja nykyisellä paikallaan se on ollut vuodesta 1969. Kaisaniemi on yksi Ilmatieteen laitoksen yli sadasta automaattisesta sääasemasta.

Varhainen historia 1700-luvulta

Säännölliset meteorologiset havainnot Suomessa alkoivat jo 1700-luvun puolivälissä Turun Akatemiassa. Lämpötilan ja muiden ilmatieteellisten suureiden havaintoja tehtiin 1700-luvun lopulla useilla paikkakunnilla Suomessa.

Turun palon (1827) jälkeen Akatemia siirrettiin Keisarin käskyllä Helsinkiin, jossa syksyllä 1828 aloitti toimintansa Suomen Aleksanterin yliopisto, nykyinen Helsingin yliopisto.

Yliopiston fysiikan professori *Gustaf Gabriel Hällström* (1775-1844) tutki ja havaitsi useita geofysikaalisia kohteita kuten esimerkiksi ilman lämpötilaa ja painetta, hallailmiötä, revontulia, kompassin liikkeitä ja maanpinnan nousua. Hällström aloitti vuonna 1828 säännölliset lämpötilahavainnot kotipihallaan, missä nykyään sijaitsee Helsingin yliopiston keskustakampuksen laitosrakennus Porthania. Tunneittain (ei kuitenkaan yöaikana) tehdyt havainnot jatkuivat aina Hällströmin kuolemaan saakka vuoteen 1844.

Ilmatieteen laitos perustetaan - lämpötilamittaukset Kaisaniemessä alkavat

Meteorologiset ja magneettiset havainnot saatiin varmemmalle pohjalle, kun Keisarin käskyllä Helsingin yliopiston yhteyteen perustettiin Magneettis-meteorologinen observatorio vuonna 1838. Perustamisaloitteen teki Venäjän meteorologisten observatorioiden esimies *Adolf Kupffer* (1799-1865). Helsingistä tuli Venäjän viisi observatoriota käsittävän havaintoverkoston läntisin jatke. Vastaavia muita observatorioita oli maailmalla tuolloin toiminnassa noin 20.

Ajan kaikissa observatorioissa seurattiin systemaattisesti samanaikaisia meteorologisia ja geomagneettisia muutoksia. 1800-luvun tieteellisen ajatustavan mukaan magneettikentän vaihtelut johtuvat ilman ja maan lämpötilavaihteluista. Näiden kahden ilmiön syy- ja seuraussuhteiden tutkimus oli tuon ajan keskeisiä kohteita maailman tiedeyhteisössä.

---

[1] Aseman paikkakoordinaatit ovat 60° 10.5' N; 24° 56.9' E.

Observatorion esimieheksi määrättiin fysiikan dosentti (myöhemmin professori) *Johan Jakob Nervander* (1805-1848). Hän oli 1830-luvulla tehnyt laajan monivuotisen tutustumismatkan Euroopan tieteen keskuksiin, joissa Nervander solmi kiinteät suhteet alan johtaviin tiedemiehiin (mm. Gauss, Ampere, Örsted). Nervanderin tieteellinen erikoisala oli maan magneettikentän havainnot ja tutkimukset.

Observatoriorakennukset valmistuivat vuonna 1841 Kaisaniemen puistoon entisen Säätalon paikalle nykyisen Kaisaniemen koulun viereen. C.L.Engelin tekemän suunnitelman mukaan observatorio piti rakentaa Katajanokalle, mutta kun uudeksi paikaksi valittiin syrjäinen Kaisaniemi rakennuspiirustukset riisuttiin yksinkertaisempaan muotoon Engelin kuoleman (1840) jälkeen.

Kuva 1. Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen päärakennus Helsingin Kaisaniemessä 1930-luvulla. Rakennus valmistui vuonna 1841 ja se purettiin vuonna 1963. Sen paikalla sijaitsi 1966-2005 Ilmatieteen laitoksen päärakennus Säätalo.

Observatorio käsitti päärakennuksen, jossa oli johtaja Nervanderin asunto ja jonka havaintosalissa varsinaiset havainnot tehtiin. Sivurakennuksessa oli tilat havainnontekijöille, karjasuoja ja leipomo. Johtajan palkkaetuihin kuului saada laiduntaa lehmiä, kanoja ja sikoja Kaisaniemen puistossa (joka tuolloin tunnettiin nimellä *Allmänna Promenaden*). Erillisessä rakennuksessa (absoluuttihuone) tehtiin havaintolaitteiden tarkistusmittauksia. Näin observatoriokokonaisuus oli itsellinen taloudellinen ja toiminnallinen yksikkö.

Observatorio aloitti säännölliset havainnot heinäkuussa 1844. Havainnontekijöiksi oli palkattu 12 ylioppilasta, jotka tekivät havaintoja vuorotyönä kellon ympäri kaikkina vuoden päivinä. Havainnot tehtiin Göttingenin observatorion horisontin mukaan ajan kansainvälisen tieteellisen käytännön mukaisesti. Observatoriosta oli muodostunut Helsingin yliopiston suurin ja kallein laitos.

Havaintokohteina olivat maan magneettikentän muutokset 10 minuutin välein tehtävinä havaintoina, lämpötila ja ilmanpaine mitattiin kolmasti tunnissa. Lisäksi tehtiin havainnot tuulen nopeudesta ja voimakkuudesta, pilvistä ja sateesta.

Ilman lämpötilahavaintoihin käytettiin lämpömittareita, jotka oli sijoitettu erityisen säteilysuojan alle observatorion ikkunoiden viereen. Lämpötilat luettiin Reamurin asteikolta (°R), missä 0 - 80 °R vastaa nykyisen Celsius-järjestelmän lämpötilaväliä 0 - 100 °C. Vastaava käytäntö oli vallalla kaikkialla Euroopassa. Vasta 1800-luvun lopulla siirryttiin yleisesti celsiusasteisiin.

Helsingin magneettis-meteorologinen observatorio siirrettiin vuonna 1880 yliopiston alaisuudesta Suomen Tiedeseuralle, joka oli perustettu samana vuonna (1838) kuin observatoriokin. Samalla sen nimi muutettiin muotoon *Finska Meteorologiska Centralanstalt*, suomeksi *Meteorologillinen Päälaitos*. Nimenmuutoksessa viittaus magnetismiin oli jäänyt pois, mikä kertoo observatorion toiminnallisen painopisteen siirtymisestä meteorologian suuntaan. Magneettisia havaintoja jatkettiin kuitenkin entisessä laajuudessa. Lämpömittarit ja muut meteorologiset kojeet siirrettiin observatorion pihalle erityisiin havaintokojuihin.

Helsingin kaupunki kasvi nopeasti 1800-luvun lopulla. Alkujaan kaupungin reunamailla sijainnut observatorio joutui rakennusten ympäröimäksi Vuorikadun ja Puutarhakadun puolelta. Lisäksi 1900-luvun alussa alkanut sähköraitiotieliikenne häiritsi vakavasti herkkiä magneettisia mittauksia. Pasilaan Ilmalaan perustettiin uusi observatorio häiriöttömämpään paikkaan vuonna 1912. Meteorologiset mittaukset jatkuivat kuitenkin edelleen Kaisaniemessä.

Tiedeseuran Meteorologillinen Päälaitos siirtyi valtion laitokseksi vuonna 1919 *Valtion Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen* nimellä. Nykyinen *Ilmatieteen laitos* on vuodelta 1968.

Ilmatieteellisen keskuslaitoksen päärakennus vaurioitui sotien 1939-1944 aikana ja oli osittain käyttökelvottomassa tilassa vuosikausia Se purettiin lopulta vuonna 1963 ja paikalle nousi uusi toimitalo - *Säätalo* - vuonna 1966. Sieltä Ilmatieteen laitos muutti vuonna 2005 Kumpulaan yliopistokampukselle rakennettuun *Dynamicum*in toimitaloon.

Kuva 2. Ilmatieteen laitoksen päärakennus, Säätalo, 1966-2005, Kaisaniemen puiston reunalla osoitteessa Vuorikatu 24 A. Katolla näkyvässä korkeammassa mastossa on tuulen nopeuden akustinen mittalaite (Vrt. Kuva 11). Vasemmalla puiden takana on Kaisaniemen koulu. Kuva on otettu likimain samasta suunnasta kuin Kuva 1.

Kaisaniemen säähavainnot tänään

Kaisaniemen säähavainnot siirrettiin Yliopiston kasvitieteellisen puutarhan alueelle vuonna 1962 ja nykyiselle paikalleen vuonna 1969. Asema automatisoitiin vuonna 2001 ja manuaaliset säähavainnot siellä loppuivat vuonna 2008. Sääautomaatti (Milos 500, Vaisala Oyj) kerää jatkuvasti (tiedot tallentuvat 10 minuutin välein) mittaustuloksia lämpötilasta, ilman suhteellisesta kosteudesta, sademääräästä ja sateen voimakkuudesta, näkyvyydestä, pilvisyydestä ja ilmanpaineesta. Asemalla mitataan talvisin myös lumen syvyyttä. Tuulen suunta- ja nopeustiedot saadaan entisen Säätalon katolla sijaitsevasta tuulimittarista (Kuvat 2 & 11). Säätiedot siirretään modemin välityksellä reaaliajassa Ilmatieteen laitoksen säätietokantaan. Sieltä ne toimitetaan edelleen päivystäville meteorologeille, internetiin (www.fmi.fi) ja kansainväliseen jakeluun.

Kuvien 5 - 11 selosteteksteissä on Kaisaniemen sääaseman mittalaitteiden tarkemmat kuvaukset.

Kuva 3. Yleisnäkymä Kaisaniemen automaattiselle sääasemalle (AWS).

Kuva 4. Kaisaniemen sääasema. Käytöstä poistetut perinteelliset yleisöllekin tutut säähavaintokojut. Etualalla myös käytöstä väistynyt sademittari tuulisuojasäleikköineen.

Kuva 5. Kaisaniemen sääasema. Etualalla on lämpötilan automaattinen mittalaite, jossa lämpötila mitataan platinavastuksen (Pt-100) sähkövastuksen (resistanssi) muutoksista. Sensori on sylinterimäisen säteilysuojan sisällä. Sen sisällä on myös elektroninen kosteusanturi (HMP35; Vaisala Oyj). Kansainvälisten havaintostandardien mukaan sensorien etäisyys maanpinnasta on 2 m.

Kuva 6. Kaisaniemen sääasema. Automaattinen sademittari VRG101 (Vaisala Oyj). Tiedot sateen määristä perustuvat säiliöön (30 l) kertyvän veden punnitustuloksesta. Säiliö pitää tyhjentää kaksi kertaa vuodessa. Sadeastian jäätyminen on estetty ympäristömyrkyttömällä kemikaliolla ja sähkölämmityksellä. Säiliön ympärillä on sälekköinen tuulensuojain (ns. Tretjaykovin mallia), joka vähentää tuulen pyörteisyyttä keruuastian ympärillä, jolloin kaikki satava aines saadaan tarkemmin talteen.

Kuva 7. Kaisaniemen sääsema. Automaattinen lumensyvyysmittari (SR50AH, Campbell Sci. Ltd). Viiston puomin päässä on ultraaanianturi. Laite mittaa aanen kulkuajan perusteella etäisyyden hiekoitetulle alueelle kertyvan lumenpeitteen ylapinnasta anturiin. Mittaustarkkuus ± 1 cm. Laite on lammitetty jaatymisen estamiseksi.

Kuva 8. Kaisaniemen sääasema. Automaattinen pilvenkorkeusmittari (CT25K, Vaisala Oyj) eli ceilometri. Laite lähettää ihmissilmälle näkymättömiä lasersädepulsseja (aallonpituus 905 nm) ylös pilviin, joista ne heijastuvat takaisin laitteeseen. Kulkuajan perusteella voidan laskea pilvien korkeudet. Pilviheijastumien muutoksista tunnista toiseen voidaan myös arvioida kokonaispilvisyys taivaankannen 1/8-osina. Mittausalue on 0 - 7.5 km.

Kuva 9. Kaisaniemen sääasema. Automaattinen vallitsevan sään mittalaite (FD12P, Vaisala Oyj). Laitteen mittauskohde on kahden vastakkaisen vaakasuoran putken välinen alue. Siihen kohdistuu infrapunavalon pulsseja, joiden sirontaa mitataan kohdealueessa. Sirontatiedoista saadaan ilmassa olevan kosteuden ja muiden näkyvyyttä estävien komponenttien määrä. Tiedoista lasketaan näkyvyys muutettuna kilometreiksi (0 - 50 km). Lisäksi saadaan tieto lumi- tai vesisateen tyypistä ja voimakkuudesta.

Kuva 10. Kaisaniemen sääasema. Automaattisen sääaseman (ASW) säätietojen keräily, prosessointi ja lähetinyksikkö (Milos 500, Vaisala Oyj). Tietojen välitys tapahtuu GSM-puhelinyhteyden kautta. Suojakaapin sisällä on paineanturi (Barocap, Vaisala Oyj) ilmanpaineen automaattimittaukseen.

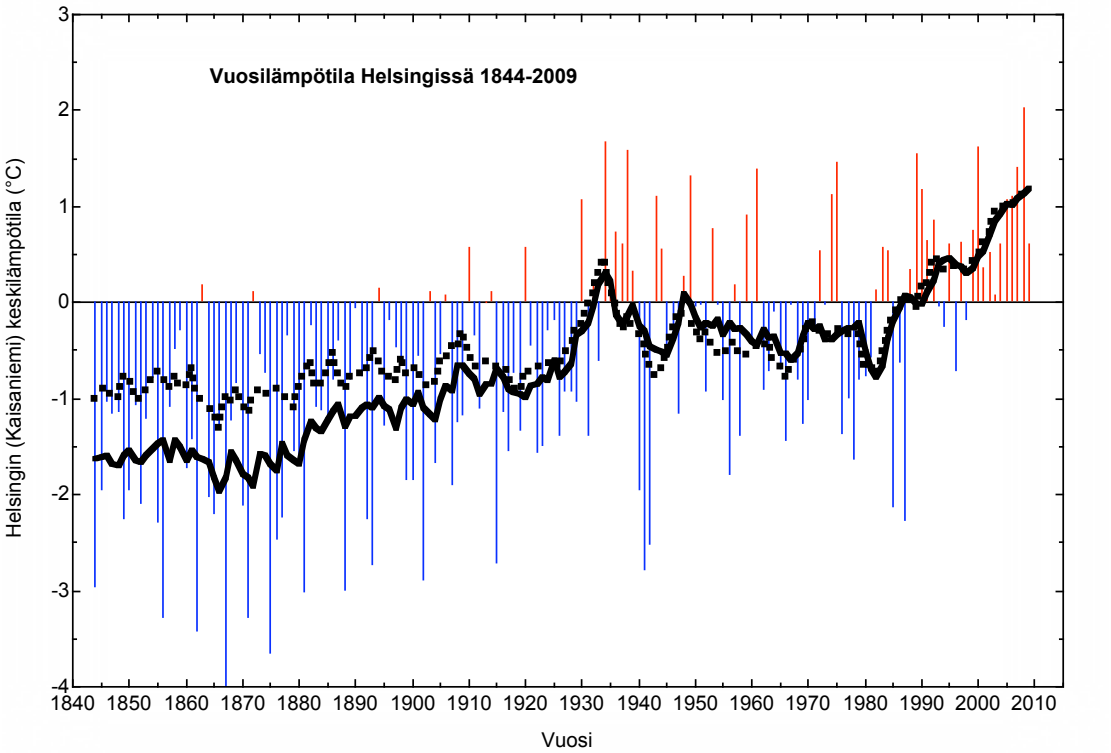
Kuva 11. Vasemmalla perinteellinen tuulimittari (kuppianemometri) tuulen nopeuden mittaamiseksi ja tuulen suunnan sensori, tuuliviiri (Vaisala Oyj). Tuulitiedot välittyvät elektronisesti sensorista keruuyksikköön. Oikealla moderni tuulen nopeuden ja suunnan anturi (Thies). Mittaus perustuu taitetuista putkista pareittain lähetettyyn ultraäänisignaaliin. Äänen kulkuajasta putkesta toiseen voidaan laskea tuulen suunta ja nopeus. Kaisaniemen sääaseman Thiesin anturiin perustuva tuulimittari on (entisen) Säätalon katolla (Kuva 2).

Kaisaniemen lämpötilahavainnot ilmastonmuutoksessa

Kuvassa 12 on Kaisaniemen lämpötilamittauksista vuoden keskilämpötilat 1844 - 2009. Kyseessä on Suomen pisin lämpötilasarja. Pystyviivat ilmoittavat vuosilämpötilan poikkeaman pitkän ajan (1971 - 2000) keskiarvosta, joka on + 5.6 °C. Musta viiva kuvaa lämpötilan 11 vuoden liukuvaa keskiarvoa. Koko havaintokaudella lämpötilan yleinen kehitys on kohti korkeampia lukemia osana maailmanlaajuista ilmastonmuutosta, vaikka välillä muutos (esi-merkiksi 1940 - 1980) on ollut hitaampaa. Alin vuosikeskiarvo mitattiin vuonna 1867 suurten nälkävuosien aikaan. Poikkeuksellisen kylmiä vuosia (talvia) olivat myös sotavuodet 1940 - 1942 ja vuodet 1985 ja 1987. Havaintokauden lämpimin vuosi oli 2008, jolloin keskilämpötila oli noin 2 °C korkeampi kuin vertailukauden 1971-2000 taso.

Lämpötila on noussut vuodesta 1844 lähtien noin 2.8 °C, jossa on noin 0.5 °C kaupunkilämpösaarekkeen vaikutusta ja mittausmenetelmien muutoksista aiheutuvaa osuutta.

Kuvassa 12 katkoviiva edustaa lämpötilan kehitystä, jos kaupunkiolosuhteista aiheutuva korjaus ja muut muutokset olisivat samoja kuin nykypäivänä. Kaupungistumisen vaikutus lämpötilaan on ollut suurinta 1800-luvulla ja 1900-luvun alkukymmeninä, jolloin se oli noin 0.2 - 0.3 °C.



Kuva 12. Kaisaniemen sääaseman (1844-2009) lämpötilan vuosipoikkeamat vertailukauden 1971 - 2000 suhteen. Vertailukautta kylmemmät vuodet ovat sinisellä ja lämpimämmät punaisella. Musta viiva näyttää lämpötilakehityksen 11-vuotisen liukuvan keskiarvon. Katkoviivassa on huomioitu kaupunkilämpöefekti ja mittausmenetelmien muutoksista aiheutuvat virheet. Se siis näyttää lämpötilakehityksen sellaisena kuin jos nykytila olisi ollut aina vallalla.

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta

Heino, R., 1994. Climate in Finland during the period of meteorological observations. *Finn. Met. Inst. - Contributions*, No. 12.

Holmberg, P. and Nevanlinna, H., 2005. Geomagnetism in Finland: the lasting legacy of Johan Jakob Nervander. *Europhysics News*, 3, 82-85.

Hotakainen, M., 2010. Suomen säähistoria. Helsinki-kirjat, 290 s.

Laaksonen, K., 1981. Ilman keskilämpötilan muutokset Helsingissä jaksona 1829-1980. *TERRA*, 93, 155-175.

Nevanlinna, H. (toim.), 2005. Kaisaniemestä Kumpulaan - tutkimusta, havaintoja ja ihmisiä Ilmatieteen laitoksessa. Ilmatieteen laitos, Yliopistopaino, 264 s.

Nevanlinna, H. (toim.), 2009. Ilmatieteen laitos 170 vuotta 1838 - 2008. 69 s, *Ilmatieteen laitos Raportteja* 2/2009.

Seppinen, I., 1988. Ilmatieteen laitos 1838 - 1988. Ilmatieteen laitos, 290 s.