

Kirvoista kosmokseen – ja kaikkea siltä väliltä

■ Markus Hotakainen

Tee-aa-tee-TAT eli Tutka– ja avaruusteknologiaryhmä on osa Ilmatieteen laitoksen Uudet havaintomenetelmät -ohjelmaa. Teoria ja tekniikka yhdistyvät käytännön sovellutuksiksi, joista monet ovat tulleet tutuiksi ja osaksi arkipäivää jokaiselle suomalaiselle. TAT-ryhmää johtaa Ari-Matti Harri, joka on mukana sekä planeetoille tähtäävissä luotainprojekteissa että lähiajan säätä yhä tarkemmin ennustavissa kehityshankkeissa.

Vaikka Tutka– ja avaruusteknologiaryhmän tutkimuskohteina ovat myös muut aurinkokunnan kappaleet, kuten Saturnuksen Titan-kuu, komeetat ja Mars-planeetta, Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa on aina painopisteenä Maa ja sen ilmakehä, sää ja sen ilmiöt sekä ilmastonmuutos.

– Meidän ryhmämme kehittää uusia havaintomenetelmiä ja tekee niiden avulla tiedettä tutkateknologian parissa. Keskeistä on nimenomaan maanpäällinen havaintotekniikka ja erityisesti sääutukat. Keskitymme lähinnä maapallon troposfäärin tutkimukseen, säähän ja yleisemmin ilmatieteeseen sekä erilaisen sääpalveluiden parantamiseen, kertoo Ari-Matti Harri.

Maailmanlaajuisen säähavaintoverkoston ohella vertailuaineistoa saadaan myös muilta aurinkokunnan kappaleilta, joiden troposfäärit ovat niinkin ikään TAT-ryhmän tutkimuskohteina.

– Kaikessa meidän tekemässämme planeettatutkimuksessa sovelletaan tekniikkaa, jota on kehitetty maapallon tutkimukseen. Toki virittämme sitä avaruustutkimuksen tarpeisiin vielä aiempaa paremmaksi. Joitakin innovaatioi-

***Tieteessä tapahtuu* -lehden kirjoitus-sarjassa "Tutkimusta Suomessa" esitellään suomalaisissa yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa tehtävää tieteellistä tutkimustyötä. Sarjassa kerrotaan sekä teoreettisesta että soveltavasta tutkimuksesta, mutta myös niiden menestyksellisestä yhdistämisestä, joka usein tekee kansallisesti tärkeästä tutkimuksesta myös kansainvälisesti merkittävää. Artikkelit ilmestyvät joka toisessa lehden numerossa. Toimittajina ovat tietokirjailijat Ari Turunen ja Markus Hotakainen.**

ta saattaa toisinaan tulla myös takaisin Maan ilmakehän tutkimukseen, mutta tärkeintä on kuitenkin se, että muita taivaankappaleita tutkimalla opimme lisää myös maapallosta.

Kun tutkitaan sekä Maan ilmakehää että planeettojen kaasukehiä, kansainvälinen yhteistyö on itsestäänselvyys. Erityisesti Suomen kaltaiselle pienelle maalle se on ehdottoman välttämätöntä. 16 hengen TAT-ryhmän tekemä tutkimus on kansainvälisesti hyvin arvostettua, Harrin mielestä ehkä hieman liiankin arvostettua.

– Maailmalla Suomen maine on kova, ehkä jopa kohtuuttoman kova, jos sitä vertaa meidän voimavaroihimme. Kansainvälisessä tiedeyhteisössä ei oikein ymmärretä, kuinka mitättömällä resursseilla me näitä hankkeita toteutamme. Suomalaiset ovat kuitenkin olleet mukana monissa merkittävässä projekteissa ja hoitaneet tunnollisesti ja huolella oman osuutensa – ja joskus vähän muidenkin.

Ulkoisen rahoituksen vaatimus on Ilmatieteen laitoksen hankkeissa iso. Budjettirahoituksella ei tehdä kovinkaan paljon varsinaista tutkimusta. Yli 70 prosenttia rahoituksesta tulee ulkoisista lähteistä, kuten Euroopan unionilta, Euroopan avaruusjärjestöltä, Tekesiltä ja Suomen Akatemialta. ”Erityisesti EU- ja ESA-raha ovat merkittäviä meidän tutkimustoimintamme kannalta”, toteaa Harri.

Uusilla tutkilla yksityiskohtaisempaa tietoa

Ilmatieteen laitoksen tutkaverkosto rakentuu kahdeksasta eri puolilla Suomea olevasta säätutkasta. Niiden antamat mittaustulokset muodostavat perustan ”nowcastingille” eli lyhyen ajan sääennusteiden laatimiselle. Tutkien avulla saadaan tietoa sateen määrästä ja laadusta, mutta myös tuulen voimakkuudesta ja suunnasta.

– Vaisalan tekemät uudet kaksoispolarisaatio- ja Doppler-tutkat antavat paljon aiempaa kattavamman kuvan ilmakehästä. Niiden avulla saadaan määritettyä entistä useampien parametrien arvot. Ja tässä on meidän ryhmämme keskeinen työsarka: me kehitämme tutkasignaalin käsittelyyn uusia menetelmiä. Perusasia on edelleen selvittää sateen ja tuulen ominaisuudet, mutta nyt pystytään määrittämään tarkasti myös esimerkiksi se, onko sade lunta, räntää, vettä vai rakeita.

Uusilla kaksoispolarisaatiotutkilla voidaan tunnistaa sateen erilaisten olomuotojen ja ilmakehän ilmiöiden lisäksi myös linnut ja hyönteiset. Esimerkiksi lintujen muuttoa seuraamalla pyritään parantamaan lentoturvallisuutta. Muuton ajankohtaan vaikuttaa säätila, jolle on omat mallinsa, mutta tutkilla voidaan myös suoraan havaita lintuparvet, jotka ovat suuntaamassa vaarallisen lähelle lentokenttiä.

Toinen tärkeä mahdollinen tutkimuskohde liittyy kasvintuotantoon ja maatalouteen: tuohyönteiset ja niiden havaitseminen tutkan avulla. Vitsaukset eivät tule enää yllätyksenä, vaan niihin voidaan varautua hyvissä ajoin etukäteen.

– Sääutukilla näkyvät myös kirvat. Esimerkiksi viime kesänä, kun oli poikkeuksellisen kuumaa, Suomen yläpuolella oli 500 metrin korkeudessa tuhansien neliökilometrien laajuinen kirvalautta, joka näkyi selvästi tutkakuvissa. Tutkasignaalia analysoimalla pystyisimme kehittämään palvelun, jossa on mahdollista saada lähestyvistä tuohyönteisparvista varoitus jo vuorokautta tai paria ennen sen saapumista. Ja silloin niihin on mahdollista varautua esimerkiksi ruiskutuksin.

Teoreettinen tutkimus, teknologia ja käytännön sovellutukset lyövät kättä TAT-ryhmän projekteissa. Yhteisenä nimittäjänä ovat havaintojen käsittelymenetelmät. Niiden kehittäminen muodostaa ”kattilan”, jossa teoria, tekniikka ja käytäntö saadaan yhdistettyä toimivaksi kokonaisuudeksi.

Uusien menetelmien avulla tutkakuvia pystytään hyödyntämään aiempaa paljon tehokkaammin. Kuvien suodatuksella niistä voidaan tunnistaa lukemattomia erilaisia piirteitä, joiden käsittely asettaa samalla huikeita vaatimuksia.

– Muuttujien lukumäärän voi sanoa räjähtäneen. Nykyisin pystymme saamaan tutkan antamasta datasta sata eri muuttujaa, joten niiden pohjalta laadittu malli on 100-ulotteinen. Tällaisten mallien hallintaan on jouduttu luomaan täysin uudenlaisia menetelmiä. Perinteisessä mallinnuksessa virheet lähtevät asteluvun kasvaessa kumuloitumaan, mutta kehittämällämme laskentamenetelmällä ne pystytään todennäköisesti välttämään. Jos uusi menetelmä todella toimii, sitä voi sanoa jopa mullistavaksi.

Yhä tarkempia lähiajan ennusteita

Ilmatieteen laitoksen sivuilla on säätutkan kuvista koottu, tunnin välein päivittyvä animaatio, joka tuoreimman havaintotiedon jälkeen jatkuu ennusteena. Samalla kuvassa mahdollisesti näkyvät sadealueet muuttuvat suurpiirteisemmiksi: todellisten tutkakuvien detaljit sulavat pehmeämmiksi laskennallisiksi

muodoiksi.

Tilanne tulee kuitenkin muuttumaan, sillä ennusteet parantuvat kaiken aikaa, mutta havaintojen tarkkuus on jo ennusteiden laatimisen kannalta riittävä. Tutkahavaintojen kattavuutta on toki mahdollista ja myös tarpeen kehittää.

– Yksi tutkimus- ja kehityskohde on konvektiosolujen, rankkasateiden ja salamoinnin välisen yhteyden yhä tarkempi selvittäminen. Meillä on jo koko maan kattava salamapaikanninverkosto, joka rekisteröi jokaisen yksittäisen salaman, mutta tutkahavaintojen avulla pyritään parantamaan myös ukkoseen liittyvien ilmiöiden elinkaaren tuntemusta. Tavoitteena on työntää lähiajan ennusteiden aikarajaa yhä kauemmas ja samalla parantaa niiden tarkkuutta.

Työn alla on myös malli, jossa yhdistetään maanpintaverkoston havainnot ja niiden pohjalta laaditut ennusteet, tutkahavaintojen pohjalta laaditut lähiennusteet ja muutaman päivän päähän ulottuvat pidemmän ajan ennusteet. Näin saadaan aikaan saumaton kokonaisuus, jonka toisessa päässä painopiste on pitkän ajan malleissa ja toisessa lyhyen aikavälin ”nowcasting”-malleissa. Niiden välissä toimitaan maanpintaverkostolla saatujen havaintojen pohjalta laadittujen mallien varassa.

– Ja näin saadaan jälleen uusi palvelu. RAVA-KE- eli rankkasadevaroituskehitysjärjestelmää on kehitetty edelleen niin, että sen avulla voidaan ennustaa kaikkia mahdollisia sadeoloja. Aikaisemmin Ilmatieteen laitos on voinut antaa vain varoituksen rankkasateesta, mutta tällä järjestelmällä pystytään laskemaan todennäköisyys, jolla tiettyssä paikassa on odotettavissa tietynlainen tilanne. Jatkossa voi tilata kännykkäänsä tiedotteen vaikkapa siitä, millä todennäköisyydellä omalle mökkitontille tulee seuraavana lauantaina kello 15–18 tietty määrä sadetta.”

Ilmastonmuutoksen myötä sään ääri-ilmiöt voimistuvat, joten painopistettä on siirretty perinteisestä ”onko huomenna pouta” -näkökulmasta yhä tarkempiin ja paikallisempiin ennusteisiin, esimerkiksi juuri siitä, missä sataa rankasti. Kesällä 2007 Porissa satoi viidessätoista minuutissa niin paljon, että vesi tulvi kiinteistöjen kellareihin ja aiheutti yli 20 miljoonan euron vahingot.

Uudenlaisten ennusteiden avulla myös tällaisiin tilanteisiin voidaan varautua ennakkoon. TAT-ryhmän tutkimustoiminnassa teorias- ta ja tekniikasta muokataan sovellutuksia, joiden käyttömahdollisuudet ulottuvat kesäjuhlien suunnittelusta aurinkokunnan arvoitusten ratkaisemiseen.