

MAAILMAN BIODIVERSITEETIN INVENTAARIO

Helsingin yliopiston, Ruotsin maatalousyliopisto SLU:n ja yhdysvaltalaisen Duke Universityn yhteisessä miljoonahankkeessa kartoitetaan luonnon monimuotoisuutta automaattisella tiedonkeruulla ja matemaattisella laskennalla. Tietoa kerätään DNA- ja ääninäytteinä sekä riistakameroiden kuvina ympäri maailmaa yli 450 näytteenotto paikassa.

LIFEPLAN-niminen hanke on saanut kuusivuotisen 12,6 miljoonan euron Synergy-rahoituksen Euroopan tutkimusneuvosto ERC:ltä. ERC Synergy Grant on rahoitusmuoto, joka edistää yliopistojen tieteenalaroja ylittävää, kunnianhimoista yhteistyötä monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseksi.

Maailmanlaajuinen, kolmen yliopiston sekä ekologian, tilastotieteen ja tekoälytutkimuksen yhdistävä hanke täyttää kirokkaasti Synergy-rahoituksen määritelmän. Helsingin yliopiston matemaattisen ekologian professori Otso Ovaskainen johtaa hanketta.

– Siinä on mukana kolme päättökijaa. Olemme kaikki tasavertaisia, mutta hankkeen rahat kulkevat teknisesti Helsingin yliopiston kautta, minä vuoksi minut on nimetty hankkeen johtajaksi, Ovaskainen kertoo.

Varsinaiset kenttätöitä ovat SLU:n hyönteis-ekologian professori Tomas Roslinin vastuulla. Myös Roslinilla on vahva Suomi-kytkös. Hän on syntyjään turkulainen. Tilastotieteilijä David Dunsonilla Duke-yliopistosta ei ole ekologistausta ollekaan, vaan hänen vastuullaan on tilastotieteen kehittäminen hankkeessa. Hänellä on aiempaa kokemusta muun muassa lääketieteen ja tähtitieteen aineistojen käsittelystä. Hankkeen päätavoitteena on edistää ekologista tietoa ja tilastotiedettä.

– Dunsonin päämotivaatio on se, että ekologian data on erilaista kuin muiden tieteiden data. Tätä kautta hän haluaa kehittää tilastotiedettä,

Ovaskainen kertoo.

Tilastoeekologina Ovaskaisen rooli löytyy Roslinin ja Dunsonin välistä. Kehitetyt menetelmiä voidaan käyttää sitten muissa tieteissä. Samalla kehitetään koneoppimista ja tekoälyä.

– Kehitettävät menetelmät ovat yleisiä, ja niitä voidaan käyttää muillakin tavoin, Ovaskainen sanoo.

Suomessa kehitetään ohjelmat, joilla dataa analysoidaan. Tilastomenetelmien kehittelyn pääpaino on Yhdysvalloissa.

Ekologisen tiedon keruussa halutaan selvittää, mikä maailman biodiversiteetti on ja miten biodiversiteetti muuttuu esimerkiksi ilmastonmuutoksen myötä. Hankkeen näytteenoton mittakava vaihtelee sadasta metristä maailmanlaajuiseen.

– Maailmanlaajuisessa näytteenotossa on sata keruuryhmää mahdollisimman tasaisesti ympäri planeettaa. Ideaalisesti näytteenotto paikat olisivat tasaisesti ympäri maapalloa, mutta luonnollisesti hylkkeitä näytteenottoryhmiä löytyy enemmän Keski-Euroopasta kuin Siperiasta, Ovaskainen sanoo.

Näytteenoton tekee maailmanlaajuisessa näytteenotossa paikalliset vapaaehtoiset. Jokaisella ryhmällä on luonnontilainen paikka ja ihmisvaikutteinen keruupaikka, jolla saadaan urbanisaation vaikutus näkyväksi.

Näytteenotto on tiiviimpää Pohjoismaissa ja Madagaskarissa, joissa kummassakin keruupaikalla on asemoitu fraktaalimuotoon ja etäisyydet kasvavat sadoista metreistä satoihin kilometreihin. Kummallakin alueella on näytteenotossa mukana myös hankkeeseen palkattua henkilöstöä. Pohjoismaat ja Madagaskar valikoituivat hierarkkisen näytteenoton paikoiksi, koska niiden ilmasto on mahdollisimman erilainen, mutta pinta-alaltaan ne ovat samankokoisia.

Näytteiden kerääminen tapahtuu usealla eri tavalla. Hyönteisiä kerätään telttamaisten malaisepyydysten avulla, sienä imuroimalla itiöitä ilmasta syklonisamplerilla koeputkiin, lintujen ja lepakkojen äänet tallennetaan ja nisäkkäät kuvataan riistakameroilla. Tietoa sienistä kerätään myös maaperästä.

– Syklonisamplerilla olemme valmistautuneet sienten itiöiden keruuseen, mutta sillä saadaan myös kerättyä siitepölyä ja bakteereja. Niistä voi tulla uusia pilotteja, Ovaskainen sanoo.

Mittavaan näyttöjen keruuseen on saatu mukaan sata vapaaehtoista ryhmää ympäri maapalloa. Ryhmät pitävät huolta näyttöjen keräämisestä kaikille yhtenäisen menetelmän mukaisesti. Hanke puolestaan maksaa laitteet, niiden kuljetukset ja DNA-analyysikustannukset, jotka yhdessä haukaavat ison osan budjetista.

Hyönteisistä ja sienten itiöistä tehdään DNA-analyysi, joten kaikki kerätty tieto saadaan digitaaliseen muotoon ja tietokoneilla analysoitavaksi. DNA-sekvensointi tehdään Kanadassa, jossa DNA Barcoding -keskus on erikoistunut lajien tunnistukseen DNA:n avulla. Kanadassa on jo aiemmin kerätty vastaavia hyönteisnäytteitä, joita Ovaskaisen ryhmä on analysoinut pilottitutkimuksessa.

– Meidän hankkeessa näytteitä tulee niin paljon, että emme sekvensoi hyönteisiä yksitellen vaan kaikki jauhetaan yhdeksi massaksi, joka sitten näyte kerrallaan sekvensoidaan. Sitten sekvensointituloksista voidaan katsoa mitä lajeja siellä oli, Ovaskainen sanoo.

Sienien ja hyönteisten osalta hankkeessa odotetaan löytyvän useita uusia lajeja. Kartoittamattomia lajeja on niin paljon, että yksitellen kaikkia ei pystytä löytämään tarpeeksi nopeasti, ennen kuin iso osa lajeista ehtisi hävitä kokonaan. Muutkaan tutkimusmenetelmät eivät ole uusia, sillä esimerkiksi Brasilian sademetsälintujen lajistoa on jo aiemmin kartoitettu ääninäytteiden pohjalta, ja sienistä ja hyönteisistä on kerätty laajasti dataa osin automaattisilla laitteistoilla. Fyysiset näytteet arkistoidaan hyvien tutkimuskäytäntöjen mukaisesti, mutta hankkeen tutkijoita kiinnostaa eniten digitaalinen tieto, jota on saatu kerättyä.

Ovaskaisen mukaan on arvioitu, että hankkeessa kertyy noin sata miljoonaa valokuvaa, minuutin pätkiin jaettuina ääninäytteitä tulee miljardi kappaletta ja DNA-sekvenssejä tulee kymmenen miljardia kappaletta.

– Tämän datan saattamisessa Suomeen maailman eri puolilta saadaan apua Luonnontieteellisen keskusmuseon eli Luomuksen ICT-tiimiltä.

Yhteensä tietoa kerätään 5 petatavua. Yksi petatavu on tuhat teratavua.

– Se on juuri ja juuri hallittavissa, mutta jos siinä olisi yksi nolla lisää, niin emme saisi riittävästi tallennuskapasiteettia käyttöön Suomesta, Ovaskainen sanoo.

Kehitystyössä voidaan käyttää pienempiä palvelintietokoneita, joilla mallit luodaan. Lopullinen laskenta pitää tehdä sitten supertietokoneilla, jollainen löytyy muun muassa Suomessa Tieteen tietotekniikan keskus CSC:ltä.

Seuraava vaihe on tunnistaa lajit eri näytteistä. Sen jälkeen materiaalista haetaan tilastollisin menetelmin ekologista tietoa siitä, miten eliöhyönteisöt ovat rakentuneet, ja lopuksi on varsinainen johtopäätösten teko, eli mitä tästä kaikesta lopulta opittiin. Haasteena on se, miten lajit voidaan aineistosta tunnistaa automaattisesti.

– Minun ryhmässäni aiempaa työtä on tehty paljon DNA:n ja äänen kanssa, Ovaskainen sanoo.

Hänen aiemmat hankkeensa ovat julkaisseet menetelmäartikkeleita lajien tunnistamisesta DNA:n ja äänen avulla. Useimmat menetelmät kertovat vain sen, mikä on todennäköisin laji puutteellisesta tietokannasta.

– Silloin jää epäselväksi, kuinka varmasti on tunnistettu oikea laji vai ei. Meidän malleissa huomioidaan tietokantojen puutteellisuus ja annetaan todennäköisyys sille, mikä laji on kyseessä, Ovaskainen sanoo.

Eri keräysmenetelmillä on omat heikkoutensa. Esimerkiksi valokuvien tunnistamisessa voi mennä sekaisin, onko kuvassa susi vai koira, mutta myös DNA:ssa on omia ongelmiaan.

– DNA:ssa katsomme tiettyjä geenialueita eli niin kutsuttuja viivakoodeja, jotka on valittu niin että ne ovat mahdollisimman erilaisia eri lajeilla. Joskus ne voivat kuitenkin olla jopa identtisiä kahden eri lajin välillä, tai ne voivat olla erilaisia saman lajin eri yksilöillä.

Äänimaailmassa helpottaa se, että melkein kaikki linnut tunnetaan ja maailmassa löytyy ihmisiä, jotka voivat äänet tunnistaa. Silloin voidaan luoda referenssikirjasto, jonka avulla tietokone voi opetella tunnistamista. Lintujen äänien tunnistamiseen houkutellessa mukaan suomalaisia lintuharrastajia.

– Lintuharrastajat tekevät ensin äänitunnistuksia verkossa olevassa palvelussa. Kun nähdään, miten palvelu toimii, niin sama tehdään muualla maailmassa, Ovaskainen sanoo.

Verkkopalvelusta tulee keskeinen osa lintujen ja lepakoiden tunnistusta, sillä sen avulla opetetaan tietokone tunnistamaan lajeja.

– Kone kuuntelee ääninäytteen, ja sille kerrotaan mistä ja milloin näyte on talletettu. Sen jälkeen kone pystyy kertomaan, mikä laji on kyseessä milläkin todennäköisyydellä.

Maailmalla on paljon tietokantoja muun muassa linnuista, ja niitä voidaan hyödyntää, mutta Ovaskaisen mukaan aiemmat tietokannat eivät pelkästään riitä. Sienissä ja hyönteisissä tilanne on päinvastainen, sillä suurin osa lajeista on tieteelle tuntemattomia, ja tunnetuistakin vain osalle löytyy DNA-referenssi. Ovaskaisen mukaan kiinnostuksen kohteena on, kuinka paljon eri paikoista tuntemattomia lajeja eli vielä kartoittamatonta biodiversiteettiä löytyy.

Lajien etsimisessä uutisarvokin on nurinkurinen. Uuden linnun löytäminen olisi iso uutinen. Mahdollista se toki on, sillä tietokone kuuntelee suuren määrän biologisia ääniä, ja joukosta voi löytää joku entuudestaan tuntematon.

– Sieniä tutkiessa isompi uutinen olisi se, että nyt pystyttiin tunnistamaan valtaosa lajeista, Ovaskainen sanoo.

JUKKA LEHTINEN

Kirjoittaja on tiedetoimittaja.

MAATALOUDEN ILMASTOTIEKARTTA

Kesällä julkistettu *Maatalouden ilmastotiekartta* -raportti arvioi, että mikäli turvemaiden päästöjä vähennetään, kivennäismaiden hiilensidontaa tehostetaan sekä biokaasuntuotantoa ja maatalojen aurinkoenergian käyttöä lisätään, on maatalouden aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä mahdollista leikata nykyisestä 29 % vuoteen 2035 ja 38 % vuoteen 2050 mennessä nykylaskennalla ja ilman tuotannon supistamista.

Tutkimustiedon karttuessa voitaisiin päästöjä vähentää kivennäismaiden hiilensidontaa kehittämällä ja turvemaiden toimia tehostamalla mahdollisesti jopa 42 % vuoteen 2035 ja 77 % vuoteen 2050 mennessä satoisuuden ja viljelyteknologian kehityessä. Yhteiskunnalta tarvitaan kuitenkin merkittäviä toimia ja lisää tieteellistä tutkimusta ilmasto-osaamiseen maatalouden tueksi. Ilmastotoimien tulisi raportin mukaan kohdistua viljelyyn ja viljelijöihin tasapuolisesti ja oikeudenmukaisesti.

Maatalouden ilmastotiekartan laati Luonnonvarakeskus Luke Maa- ja metsätalouden Keskusliitto MTK:n ja Svenska lantbrukproducenternas centralförbund SLC:n toimeksiannosta. Maatalouden ilmastotiekartta on osa työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta laatia Suomen ilmastotavoitteita tukevia vähäpäästöistä kehitystä kuvaavia tiekarttoja vuoteen 2050.