

Lektio

Maija Toivanen^a

Geodiversiteetin rooli luonnon monimuotoisuuden tutkimuksessa

Väitöstilaisuuden Lectio Praecursoria Oulun yliopisto 20.9.2024

Minulla on tänään kunnia esitellä väitöstutkimustani, jossa tarkastelen geodiversiteettiä eli elottoman luonnon monimuotoisuutta. Geodiversiteetillä tarkoitetaan ympäristön geologisten piirteiden (eli kallioperän ja maaperän) monimuotoisuutta, geomorfologisten piirteiden (eli pinnanmuotojen ja erilaisten prosessien) monimuotoisuutta, sekä hydrologisten piirteiden monimuotoisuutta (Gray 2004/2013).

Viime vuosina geodiversiteetti on alkanut saada yhä enemmän jalansijaa tieteellisessä keskustelussa. Geodiversiteetti tunnetaan kuitenkin huonommin ja huomioidaan harvemmin luonnon monimuotoisuudesta tai ympäristöstä puhuttaessa, siinä missä biodiversiteetistä, luontokadosta ja ilmastonmuutoksesta on tullut yleisesti tunnettuja ja tieteenalojen rajat ylittäviä käsitteitä (kuva 1). Yhtenä väitöskirjani tavoitteena onkin kuroa umpeen tätä käsitteiden tunnettuuden välistä kuilua ja edistää geodiversiteetistä käytävää tieteellistä keskustelua.

Kohti geodiversiteetin käsitteen parempaa tunnettuutta ja tunnustusta

Termi ”geodiversiteetti” saattaa tuntua uudelta, mutta se esiteltiin ensimmäisen kerran jo 1990-luvun taitteessa (Gray 2021). Rio de Janeirossa solmittiin vuonna 1992 kansainvälinen biodiversiteettisopimus, minkä seurauksena luonnon biologiseen monimuotoisuuteen alettiin kiinnittää yhä enemmän huomiota. Geotieteiden edustajat tuolloin kuitenkin huomauttivat, että myös geologinen monimuotoisuus on merkittävä osa luonnon monimuotoisuutta ja biodiversiteetin tavoin haavoittuvainen ihmistoiminnalle.

Vaikka tutkijat ovat käyneet keskustelua geodiversiteetistä jo yli 30 vuoden ajan, yleiseen keskusteluun käsite ei ole vakiintunut. Siitä kertoo muun muassa se, että kun Googleen tekee haun ”geodiversiteetti”, se kysyy itsevarmasti, että tarkoittiko sittenkin ”biodiversiteetti”.

Vuonna 2021 Yhdistyneiden kansakuntien kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö Unesco julisti kansainvälisen geodiversiteettipäivän, jota juhliitaan 6. lokakuuta. Oman merkkipäivän

^a Maantieteen tutkimusyksikkö, Oulun yliopisto, maija.toivanen@oulu.fi



Kuva 1. Ilmasto, biodiversiteetti ja geodiversiteetti ovat kaikki osa luonnon monimuotoisuutta. Ne myös linkittyvät läheisesti toisiinsa. Englanninkielinen versio kuvasta on julkaistu Tukiainen ym. (2023) artikkelissa (CC BY 4.0).

Figure 1. Climate, biodiversity, and geodiversity are all part of natural diversity. They are also closely interconnected. An English version of the figure has been published in the article by Tukiainen et al. (2023) (CC BY 4.0).

saaminen korostaa geodiversiteetin käsitteen kasvavaa tunnistusta. Tämä lisääntyvä näkyvyys merkitsee muutosta myös siinä, miten ymmärrämme ja arvostamme luontoa.

Näistä edistysaskelista huolimatta geodiversiteetissä on vielä paljon selvitettävää, esimerkiksi sen tarkemmassa määritelmässä, mittaamisessa ja yhteydessä biologiseen monimuotoisuuteen eli biodiversiteettiin (Tukiainen ym. 2023). Esimerkiksi: ovatko biodiversiteetiltään rikkaat paikat tai alueet myös geodiversiteetiltään runsaita? Entä miten voimme mitata geodiversiteettiä ja verrata sitä biodiversiteettiin?

Tutkimuksessani pyrin korjaamaan näitä puutteita kehittämällä eteenpäin sitä käsitteellistä ja menetelmällistä tutkimuskehystä, jonka avulla voimme tutkia geodiversiteettiä systemaattisemmin. Käyttämällä ekologisista tutkimusperinteistä inspiroituneita kvantitatiivisia maantieteellisiä tutkimusmenetelmiä tutkin geodiversiteetin ja biologisen monimuotoisuuden välistä suhdetta Suomessa ja Euroopassa.

Geodiversiteetin ja biodiversiteetin välinen yhteys

Väitöskirjani perustuu kolmeen erilliseen tutkimusjulkaisuun sekä niistä kirjoitettuun yhteenvetoon. Nämä kolme osajulkaisua on julkaistu eri tiedelehtien geodiversiteettiä käsittelevissä erikoisnumeroissa.

Ensimmäisessä tutkimuksessa teen kirjallisuuskatsauksen siihen, mitä tiedämme tähän asti geodiversiteetin ja biodiversiteetin välisestä suhteesta ja millaisin menetelmin sitä on tutkittu (Tukiainen ym. 2023). Toisessa tutkimuksessa otan näitä menetelmiä käyttöön ja teen empiirisen tarkastelun geodiversiteetin ja biodiversiteetin välisestä suhteesta (Toivanen ym. 2019). Tarkastelun kohteena on Suomen järvien ja jokien valuma-alueiden geodiversiteetin yhteys niiden vesikasvien monimuotoisuuteen. Kolmannessa tutkimuksessa koostan koko Euroopan laajuisen geodiversiteettiaineiston, jotta myös muut tutkijat voivat tulevaisuudessa tutkia geodiversiteetin ja biodiversiteetin välistä yhteyttä mahdollisimman vertailukelpoisista lähtökohdista (Toivanen ym. 2024).

Yksi väitöskirjani tärkeimmistä tieteellisistä havainnoista on näyttö geodiversiteetin ja biologisen monimuotoisuuden välisestä positiivisesta yhteydestä. Havainnot ovat myös linjassa aiempien empiiristen tutkimuksien kanssa, jotka ovat tarkastelleet näiden kahden välistä yhteyttä eri eliöryhmillä ja eri alueilla ympäri maailman.

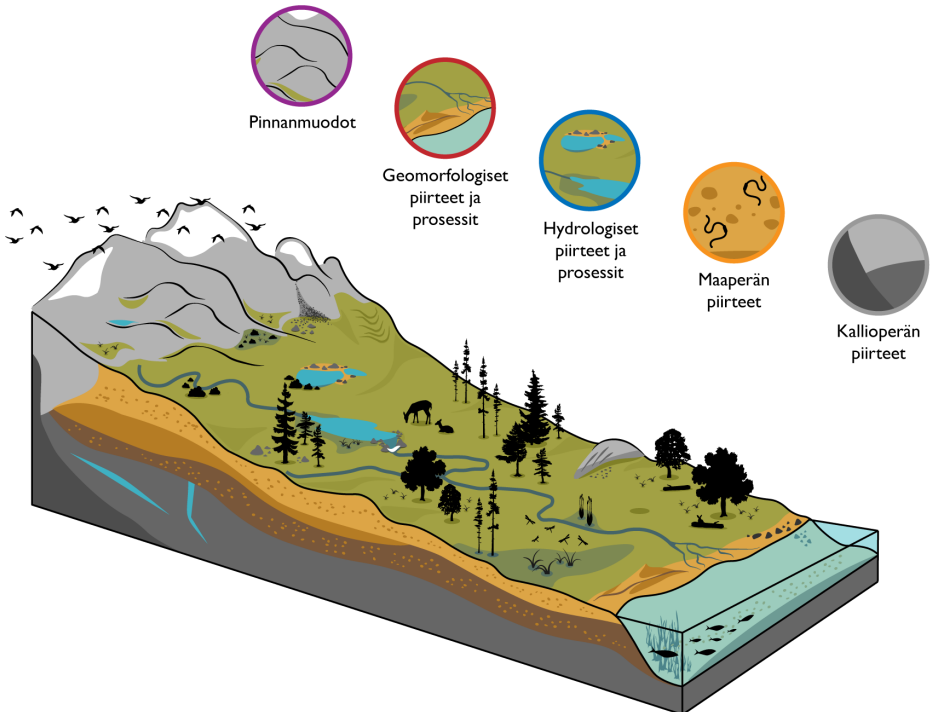
Havaintoni myös tukevat teoreettista olettamusta siitä, että geodiversiteetti mahdollistaa suuremman biologisen monimuotoisuuden. Teorian mukaan siis geodiversiteetti

muodostaa perustan luonnon biologiselle monimuotoisuudelle, sillä eri lajit ovat riippuvaisia niitä ympäröivästä elottomasta luonnosta.

Tästä käytetään usein myös taiteellista vertauskuvaa, jossa geodiversiteetti nähdään luonnon näyttämönä ja eri lajit siinä esiintyvinä näyttelijöinä (kuva 2; Beir ym. 2015 ja saman erikoisnumeron muut artikkelit). Mitä monimuotoisempi näyttämö on, sitä suuremmalle määrälle lajeja sieltä on mahdollista löytää sopivia asuin- ja turvapaikkoja. Ilmaston muuttuessa ja elinympäristöjen pirstoutuessa turvapaikkojen säilyttämisellä on erityisen tärkeä rooli.

Havainnot myös puoltavat geodiversiteetin systemaattisempaa sisällyttämistä esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden suojelun toimenpiteisiin. Väitöskirjan toisessa tutkimuksessa havaitsin positiivisen yhteyden valuma-alueiden geodiversiteetin ja järvien ja jokien vesikasvien runsauden välillä. Geodiversiteetiltään monimuotoisempien valuma-alueiden vesistöt olivat lajistoltaan runsaampia. Tutkin ilmiötä yhteensä 300 järvessä ja joessa Suomessa. Havainto kannustaa esimerkiksi siihen, että suojelutoimenpiteitä suunniteltaessa tulisi huomioida suuria, alueellisia kokonaisuuksia, kuten kokonaisia valuma-alueita vesistöjen suojelussa, sen lisäksi että toimenpiteitä tehdään myös paikallisella tasolla.

Yksi tutkimukseni keskeisimmistä kontribuutioista on myös siinä esitelty tapa mitata geodiversiteettiä. Koska luontoa voi tutkia eri mittakaavoissa mikroskooppisista globaaleihin ilmiöihin, päätin keskittyä tutkimuksessani yhteen mittakaavaan:



Kuva 2. Geodiversiteetti luonnon näyttämönä. Geodiversiteetti koostuu kallioperän, maaperän, hydrologisten ja geomorfologisten (ml. topografisten) piirteiden ja prosessien monimuotoisuudesta. Eri lajit ovat riippuvaisia niitä ympäröivästä elottomasta luonnosta. Englanninkielinen versio kuvasta on julkaistu Tukiainen ym. (2023) artikkelissa (CC BY 4.0).

Figure 2. Geodiversity as nature's stage. Geodiversity consists of the diversity of bedrock, soil, hydrological, and geomorphological (including topographical) features and processes. Different species depend on the surrounding abiotic nature. An English version of the figure has been published in the article by Tukiainen et al. (2023) (CC BY 4.0).

maisematasoon. Mittaamista voi tehdä myös määrällisesti tai laadullisesti (Zwolinski ym. 2018). Väitöskirjassani keskityin määrälliseen tarkasteluun.

Yksi tieteellinen tapa tutkia maiseman monimuotoisuutta on jakaa se tasakokoisiin ruutuihin. Tämä systemaattinen mittaamenetelmä mahdollistaa standardoidun ja toistettavissa olevan tutkimuksen, ja mahdollistaa vertailevat analyysit eri alueilla, ekosysteemeissä ja myös eri alueellisissa mittakaavoissa. Tutkimuskohteena voi olla geodiversiteetin tarkastelu valuma-alueella tai vaikka koko maan geodiversiteetti. Jos meillä on tietoa sekä biodiversiteetistä että geodiversiteetistä samalta alueelta, pystymme tarkastelemaan myös niiden välistä yhteyttä.

Lainamalla menetelmiä biodiversiteetin mittaamisesta, kuten lajirunsauden mittaria, voimme kehittää monipuolisia ja vertailukelpoisia lähestymistapoja biodiversiteetin ja geodiversiteetin tutkimukseen. Esimerkiksi lajirunsauden mittari kääntyy geodiversiteetin yhteydessä georunsaudeksi (ks. myös Hjort ym. 2022 esimerkkinä paikallisen tason tutkimuksesta). Sovelsinkin tätä georunsauden mittaria omissa tutkimuksissani.

Väitöskirjan kolmannessa osajulkaisussa esittelen myös Euroopan laajuiset vapaasti saatavilla olevat geodiversiteetti- ja georunsausaineistot. Ne antavat muillekin tutkijoille mahdollisuuden tehdä erilaisia tutkimuksia niin geodiversiteetistä kuin geodiversiteetin ja biodiversiteetin välisestä yhteydestä ympäri Eurooppaa.

Yhtenevät ja samankaltaiset mittaamenetelmät edistävät luonnon monimuotoisuuden kokonaisvaltaisempaa ymmärtämistä ja auttavat näkemään monimuotoisuuden elollisen ja elottoman puolen tasavertaisina kokonaisuuksina.

Yhteys luonnonsuojeluun ja päätöksentekoon

Väitöstutkimuksessani tuotettua tietoa voidaan soveltaa myös luonnonsuojelussa ja päätöksenteossa. Geodiversiteetin sisällyttäminen luonnonsuojelun suunnitteluun ja poliittiseen päätöksentekoon voi tehdä suojelustrategioista kattavampia ja tehokkaampia. Se myös mahdollistaa kokonaisvaltaisemman lähestymistavan suojeluun.

Käytännössä geodiversiteetin sisällyttäminen suojeluun ja päätöksentekoon voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että sen eri osa-alueita muistetaan arvioida systemaattisesti eri yhteyksissä. Esimerkiksi: miten toimenpiteet ja päätökset vaikuttavat kallioperään ja maaperään tai luonnonjärjestelmiä ylläpitäviin geomorfologisiin ja hydrologisiin prosesseihin?

Erilaiset alueelliset suojelutavoitteet, kuten Euroopan unionin 30 prosentin pinta-alan suojelu vuoteen 2030 mennessä, vaativat suurten kokonaisuuksien huomioon ottamista. Geodiversiteetti tarjoaa tähän varteenotettavan lähestymistavan. Geodiversiteetti luonnon näyttämönä voi auttaa hahmottamaan tällaisia suuria, alueellisia kokonaisuuksia.

Tutkimukseni ylipäättensä kannustaa ottamaan laajemman näkökulman luonnon monimuotoisuuteen. Geodiversiteetti jätetään usein huomiotta tai se pelkistyy luonnonvaroiksi arkisissa keskusteluissa ja poliittisessa päätöksenteossa. Tämä kapea-alainen näkemys ei kuitenkaan anna arvoa geodiversiteetin moninaisille merkityksille ja rooleille ekosysteemien ja geosysteemien eri toiminnoissa ja monimuotoisuuden ylläpitämisessä.

Pitäisikö luonnon monimuotoisuuden käsite määritellä uudelleen?

Vaikka olen puhunut paljon geodiversiteetin ja biodiversiteetin välisestä yhteydestä, geodiversiteetillä on arvoa myös itsessään. Sillä on monenlaisia merkityksiä geologisen kulttuuriperinnön säilyttämisestä kestäväen kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen (Gray 2021). Geopuistot ympäri maailmaa ovat yksi esimerkki geodiversiteetin arvojen esille tuomisesta. Ehkä olet joskus vierailut jossakin geopuistossa, kenties Rokualla tai Saimaalla?

Emme kuitenkaan puhu geodiversiteetistä ja sen moninaisista merkityksistä yhtä usein kuin biodiversiteetistä tai lajeista. Jos emme puhu jostakin ilmiöstä, tai meillä ei ole sille edes sanaa, se on helpompi jättää huomioimatta tai unohtaa.

Eräs keskeinen ongelma suomen kielessä tällä hetkellä onkin, että ”luonnon monimuotoisuutta” käytetään sujuvasti synonyyminä ”biodiversiteetille”. Osuvampi ilmaisu on kuitenkin ”elonkirjo”, sillä luonnon monimuotoisuuden käyttäminen synonyyminä biodiversiteetille jättää kokonaan huomiotta elottoman luonnon monimuotoisuuden.

Yhteenvetona voin todeta, että tutkimukseni haastaa perinteiset käsitykset luonnon monimuotoisuudesta, jotka painottavat ensisijaisesti elollisia tekijöitä. Tuomalla esiin geodiversiteetin merkityksen ja sen yhteyden biodiversiteettiin toivon lisääväni geodiversiteetin tunnettuutta ja arvostusta. Geodiversiteetin tunnustaminen ja tunnistaminen mahdollistaa sen huomioimisen ajatuksissamme, keskusteluissamme, tutkimuksessamme sekä päätöksenteossamme.

Lähteet

- Beier, P., Hunter, M.L. & Anderson, M. (2015) Introduction. *Conservation Biology* 29(3) 613–617. <https://doi.org/10.1111/cobi.12511>
- Gray, M. (2004/2013) *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. 2. painos. Wiley-Blackwell.
- Gray, M. (2021) Geodiversity: A significant, multi-faceted and evolving geoscientific paradigm rather than a redundant term. *Proceedings of the Geologists' Association* 132(5) 605–619. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2021.09.001>
- Hjort, J., Tukiainen, H., Salminen, H., Kemppinen, J., Kiilunen, P., Snåre, H., Alahuhta, J. & Maliniemi, T. (2022) A methodological guide to observe local-scale geodiversity for biodiversity research and management. *Journal of Applied Ecology* 59 1756–1768. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14183>
- Toivanen, M., Hjort, J., Heino, J., Tukiainen, H., Aroviita, J. & Alahuhta, J. (2019) Is catchment geodiversity a useful surrogate of aquatic plant species richness? *Journal of Biogeography* 46 1711–1722. <https://doi.org/10.1111/jbi.13648>
- Toivanen, M., Maliniemi, T., Hjort, J., Salminen, H., Ala-Hulkko, T., Kemppinen, J., Karjalainen, O., Poturska, A., Kiilunen, P., Snåre, H., Leppiniemi, O., Makopoulou, E., Alahuhta, J. & Tukiainen, H. (2024) Geodiversity data for Europe. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 20230173. <https://dx.doi.org/10.1098/rsta.2023.0173>
- Tukiainen, H., Toivanen, M. & Maliniemi, T. (2023) Geodiversity and biodiversity. *Geological Society, London, Special Publications* 530 31–47. <https://doi.org/10.1144/SP530-2022-107>
- Zwoliński, Z., Najwer, A. & Giardino, M. (2018) Methods for assessing geodiversity. Teoksessa Reynar, E. & Brilha, J. (toim.) *Geheritage: Assessment, Protection, and Management* 27–52. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00002-2>

Väitöskirjan tiedot

- Toivanen, M. (2024) *Quantitative geodiversity assessment in biodiversity investigations*. Nordia Geographical Publications 53(2) 1–70. <https://doi.org/10.30671/nordia.147478>