

Tutkimusta Vanamon apurahalla

## Kuismat ilmaston ja maankäytön muutosten ristipaineessa

SUSANNA KOIVUSAARI

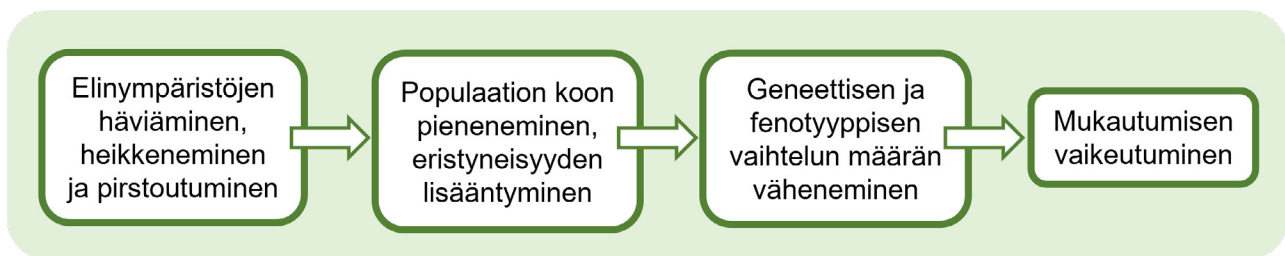
**Maankäyttö vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka voimakkaita muutoksia luonnon monimuotoisuudessa ilmastonmuutoksen myötä tapahtuu. Nämä vaikutukset tunnetaan kuitenkin edelleen huonosti. Tässä tiedonannossa tarkastelen, miten maankäytön muovaama elinympäristöjen rakenne vaikuttaa eurooppalaisten kuismapopulaatioiden kykyyn mukautua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin nykyisillä esiintymispaikoillaan.**

Ilmastonmuutos on aiheuttanut merkittäviä muutoksia maapallolla, ja sen vaikutusten ennustetaan voimistuvan tulevaisuudessa entisestään (IPCC 2022). Selviytyäkseen tästä muutoksesta, lajit voivat levitä uusille, ilmastoltaan sopivammille elinalueille (Parmesan 2006). Leviämiskyvyltään heikkojen tai eristyksissä olevien lajien selviytymisen kannalta ainoa vaihtoehto on kuitenkin pysyä nykyisillä esiintymispaikoilla ja mukautua ilmastun joustavuuden, geneettisten muutosten tai molempien avulla (Diamond & Martin 2016). Erityisesti kyvyllä joustaa lämpötilajoustavien mukaan (ts. lämpötilajoustavuudella) voi olla tärkeä rooli mukautumisessa ilmastonmuutoksen vaikutuksiin (Rodrigues & Beldade 2020).

Koska lajit eivät kuitenkaan altistu pelkästään muutoksille ilmastossa, vaan myös muutoksille maankäytössä, myös mukautuminen ilmastossa tapahtuviin muutoksiin voi olla lajeille vaikeaa (Kuva 1). Tämä johtuu siitä, että elinympäristöjen hävitessä, pirstoutuessa ja niiden laadun heikentyessä populaatiot usein

pienenevät ja joutuvat kauemmas toisistaan (Amos & Harwood 1998). Pienissä ja eristyksissä populaatioissa mukautumisen kannalta välttämätöntä ilmasujen vaihtelua ja sen taustalla olevaa geneettistä vaihtelua puolestaan esiintyy yleensä vähemmän kuin suurissa, yhteisissä populaatioissa (esim. Young ym. 1996; Brandon 2014).

Pro gradu -tutkielmassani (Koivusaari 2022) selvitin, onko maankäytön muovaamalla elinympäristöjen rakenteella yhteyttä ominaisuuksien ja niiden lämpötilajoustavuuden vaihtelun määrään vuorikuismen (*H. montanum*) ja mäkikuismen (*H. perforatum*) Eurooppalaisissa populaatioissa. Siten pyrin arvioimaan, vaikuttaako maankäyttö tarkasteltavien lajien kykyyn mukautua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin nykyisillä esiintymispaikoillaan. Vertailemalla leviämiskyvyltään heikompaa, pelkästään suvullisesti lisääntyvää ja erikoistunutta lajia (vuorikuisma) leviämiskyvyltään tehokkaampaan, suvullisesti ja suvuttomasti lisääntyvään yleislajiin (mäkikuisma) pyrin selvittämään, vaikut-



Kuva 1. Maankäytön muutoksen vaikutusten yhteys lajien kykyyn mukautua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin.

taako maankäyttö eri tavalla ominaisuuksiltaan erilaisiin lajeihin.

### Aineisto ja menetelmät

Viidestä vuorikuismapopulaatiosta ja yhdestätoista mäkikuismapopulaatiosta kerättyjä siemeniä kasvatettiin neljässä lämpötilakäsittelyssä Helsingin Yliopiston Viikin kasvihuoneissa kevään 2022 aikana. Kasvihuonekokeissa käytetyt siemenet kerättiin itse tai tilattiin siemenpankeista lajien eurooppalaisen esiintymisalueen eri osista. Kokeiden aikana kasveista mitattiin kahta ominaisuutta: kukinnan ajankohtaa ja kasvien kokoa. Näiden ominaisuuksien ajatellaan olevan keskeisiä ilmastonmuutoksen vaikutusten kannalta ja kertovan lajien lisääntymismenestyksestä (esim. Li ym. 1998; Nicotra ym. 2010). Vaihtelun määrää ominaisuuksissa ja niiden lämpötilajoustavuudessa käsiteltiin tilastollisesti varianssianalyysin avulla.

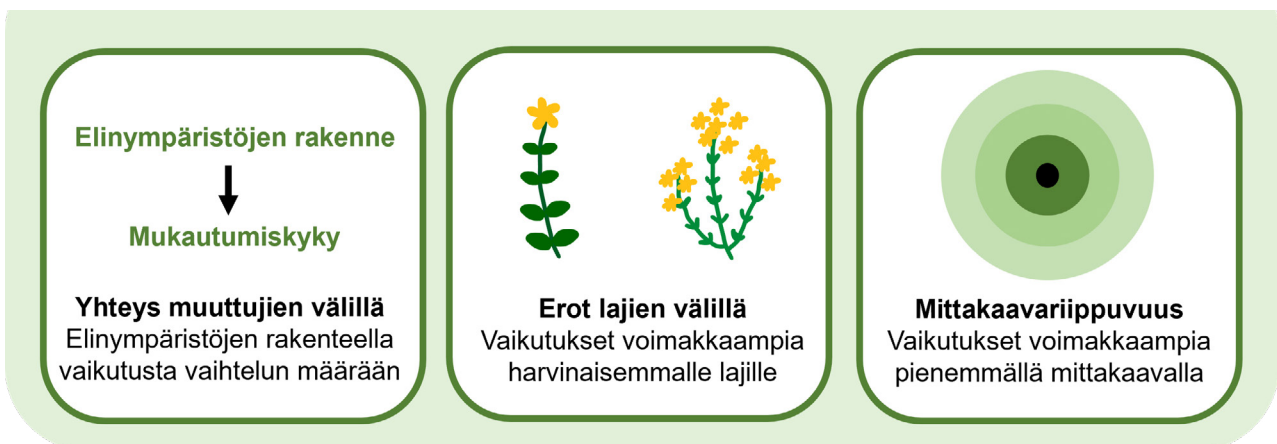
Elinympäristöjen rakennetta kuvaavat muutujat (sopivan elinympäristön kokonaispinta-ala, sopivan elinympäristölaikun keskimääräinen koko, sopivien elinympäristölaikkujen lukumäärä ja sopivan elinympäristön reunan kokonaispituus) koostettiin Corine Land Cover 2018 -aineistosta viidellä eri etäisyydellä, jotka edustivat paikallisen ja maisematason mittakaavoja. Maankäyttötyypit luokiteltiin sopiviin ja ei-sopiviin kirjallisuuden ja GBIF:n (Global

Biodiversity Information Center) havaintojen avulla. Elinympäristöjen rakenteen yhteyttä tutkittujen lajien ominaisuuksien ja niiden lämpötilajoustavuuden vaihtelun määrään mallinnettiin lineaaristen mallien avulla.

### Elinympäristöjen rakenteen yhteys mukautumiseen

Tutkielmani tulokset osoittavat, että maankäytön muovaama elinympäristöjen rakenne voi vaikuttaa kuismapopulaatioissa esiintyvän vaihtelun määrään ja siten niiden kykyyn mukautua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin lämpötilajoustavuuden, geneettisten muutosten tai molempien avulla (Kuva 2). Tuloksissa havaittu mittakaavariippuvuus tuki käsitystä siitä, että paikallisen mittakaavan prosessit vaikuttavat tyypillisesti kasvipopulaatioihin enemmän kuin maisematason tekijät (esim. Collinge 2009).

Lajien välillä havaitut erot viittasivat siihen, että maankäytössä tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa enemmän harvinaisiin lajeihin. Tulos oli linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa (esim. Sykes ym. 2020), joissa maankäytön muutoksen vaikutusten on havaittu riippuvan lajien harvinaisuudesta. Tarkasteltujen lajien tapauksessa tulos oli todennäköisesti yhteydessä eroihin lajien ominaisuuksissa, sillä vaikutukset olivat voimakkaampia pelkästään suvullisesti lisääntyvän, leviämiskyvyltään heikomman ja



Kuva 2. Pro gradu -tutkielman keskeiset tulokset.

erikoistuneen lajin, vuorikuisman populaatioissa.

Lajien välillä oli eroja myös siinä, mitkä elinympäristöjen rakennetta kuvaavat muuttajat vaikuttivat niihin. Vaihtelun määrää vuorikuisman populaatioissa määritti sopivien elinympäristölaikkujen keskimääräinen koko, lukumäärä ja reunan pituus, kun taas mäkikuisman populaatioissa sopivan elinympäristön kokonaispinta-ala. Tulos viittasi siihen, että elinympäristövaatimuksiltaan erikoistuneempi vuorikuisma on mäkikuismaa riippuvaisempi elinympäristön laatuun vaikuttavista tekijöistä.

Pienen otoskoon, mallien oletusten puutteellisen täyttymisen ja elinympäristöluokitukseen liittyvien epätarkkuuksien vuoksi tuloksiin liittyy epävarmuutta. Erityisesti yhteys elinympäristöjen rakenteen ja tutkittujen lajien lämpötilajoustavuuden vaihtelun määrän välillä vaatisi lisätutkimuksia. Tulosten luotettavuutta voidaan jatkossa lisätä keräämällä aineistoa useammista populaatioista ja vertailemalla useampia lajipareja, erilaisia maankäyttöaineistoja sekä erilaisin perustein tehtyjä elinympäristöluokituksia. Tarkastelussa voitaisiin ottaa lisäksi huomioon maankäytön ajallinen muutos.

### **Kuismien tulevaisuus ilmaston ja maankäytön muutosten ristipaineessa**

Vuorikuisman tulevaisuus ilmaston muuttuessa näyttää huolestuttavalta, sillä maankäytön muutos saattaa vaikeuttaa lajin populaatioiden mukautumista paikallaan pysyen. Koska lajin on todettu olevan leviämiskyvyltään huono ja se saattaa kärsiä maankäytön kielteisistä vaikutuksista (kuten elinympäristöjen häviämisestä), sen kyky siirtyä sopivan ilmaston perässä uusille elinalueille voi olla myös rajallista.

Mäkikuisman tulevaisuus näyttää valoisammalta, sillä lajin elinympäristövaatimukset ovat väljemmät, se kykenee lisääntymään suvuttomasti kukinnan epäonnistuessa tai pölyttäjien ja lajikumppanien ollessa harvassa, eikä elinympäristöjen rakenteella havaittu olevan juuri vaikutusta lajin mukautumiskykyyn. Tämän lisäksi

lajin leviämishistoria viittaa sen kykenevän sopeutumaan nopeasti uusiin ilmasto-olosuhteisiin.

### **Kirjallisuus**

- Amos W & Harwood J 1998 Factors affecting levels of genetic diversity in natural populations. *Phil Trans R Soc B* 353: 177–186. <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0200>
- Brandon R 2014 *Adaptation and Environment*. Princeton University Press, New Jersey.
- Collinge S 2009 *Ecology of Fragmented Landscapes*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Diamond S & Martin R 2016 The interplay between plasticity and evolution in response to human-induced environmental change. *F1000 Research* 5: 2835–2835. <https://doi.org/10.12688/f1000research.9731.1>
- IPCC 2021 Summary for Policymakers. Teoksessa MassonDelmotte V ym. *Climate Change 2021: The Physical science basis*. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. Saatavissa: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>>
- Koivusaari S 2022 Kasvien mukautuminen ilmaston ja maankäytön muuttuessa: elinympäristöjen rakenteen yhteys ominaisuuksien ja niiden lämpötilaplastisuuden vaihtelun määrään eurooppalaisissa kuismapopulaatioissa. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto. Saatavissa: <<http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202212053659>>
- Li B, Suzuki J-I & Hara T 1998 Latitudinal variation in plant size and relative growth rate in *Arabidopsis thaliana*. *Oecologia* 115: 293–301. <https://doi.org/10.1007/s004420050519>
- Maron J, Elmendorf S & Vilà M 2007 Contrasting plant physiological adaptation to climate in the native and introduced range of *Hypericum perforatum*. *Evolution* 61: 1912–1924. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2007.00153.x>

- Nicotra A ym. 2010. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends Plant Sci* 15: 684–692. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
- Parmesan C 2006 Ecological and evolutionary response to recent climate change. *Annu Rev Ecol Evol S* 37: 637–639. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Rodrigues Y & Beldade P 2020. Thermal Plasticity in Insects' Response to Climate change and to Multifactorial Environments. *Front Ecol Evol* 8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00271>
- Rosas T ym. 2013. Dynamics of non-structural carbohydrates in three Mediterranean woody species following long-term experimental drought. *Front Plant Sci* 4: 400–400. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00400>
- Sykes L ym. 2020 Effects of rarity form on species' responses to land use. *Cons Biol*. 34: 688–696. <https://doi.org/10.1111/cobi.13419>
- Young A, Boyle T & Brown T 1996 The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends Ecol Evol* 11: 413–418. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)10045-8](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10045-8)
- Susanna Koivusaari on väitöskirjatutkija Helsingin Yliopiston geotieteiden ja maantieteen osastolta. Pro gradu -tutkielmansa hän teki Suomen Biologian Seura Vanamon rahoittamana Luonnontieteellisen keskusmuseon kasvitieteen yksikössä Suomen Akatemian rahoittamassa projektissa.*

