

Suojelualueverkoston merkitys linnustolle ilmaston muuttuessa

Raimo Virkkala, Suomen ympäristökeskus
&

Risto Heikkinen, Niko Leikola, Suomen
ympäristökeskus

Ari Rajasärkkä, Metsähallitus

Petteri Lehikoinen, Aleksi Lehikoinen, Luomus
Juha Aalto, Ilmatieteen laitos



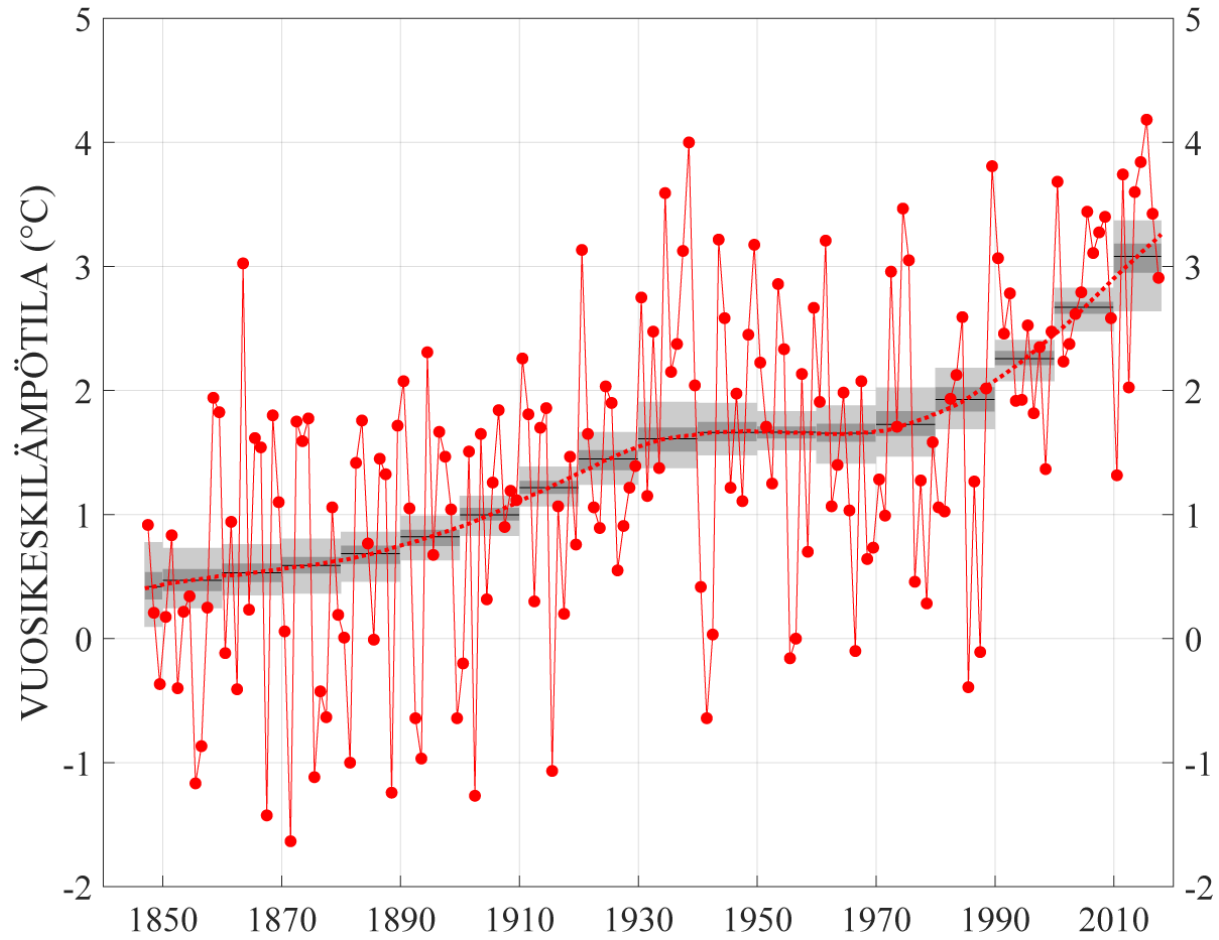
Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Sisältö

- Havaittu ja ennustettu ilmastonmuutos Suomessa
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset lajistoon
- Havaitut lintulajien levinneisyyden muutokset suojelualueilla ja suojelualueiden ulkopuolella
- Havaitut lintulajien populaatiomuutokset suojelualueverkostossa
- Suojelualueverkoston peittävyys ja suojelualueiden topografian merkitys



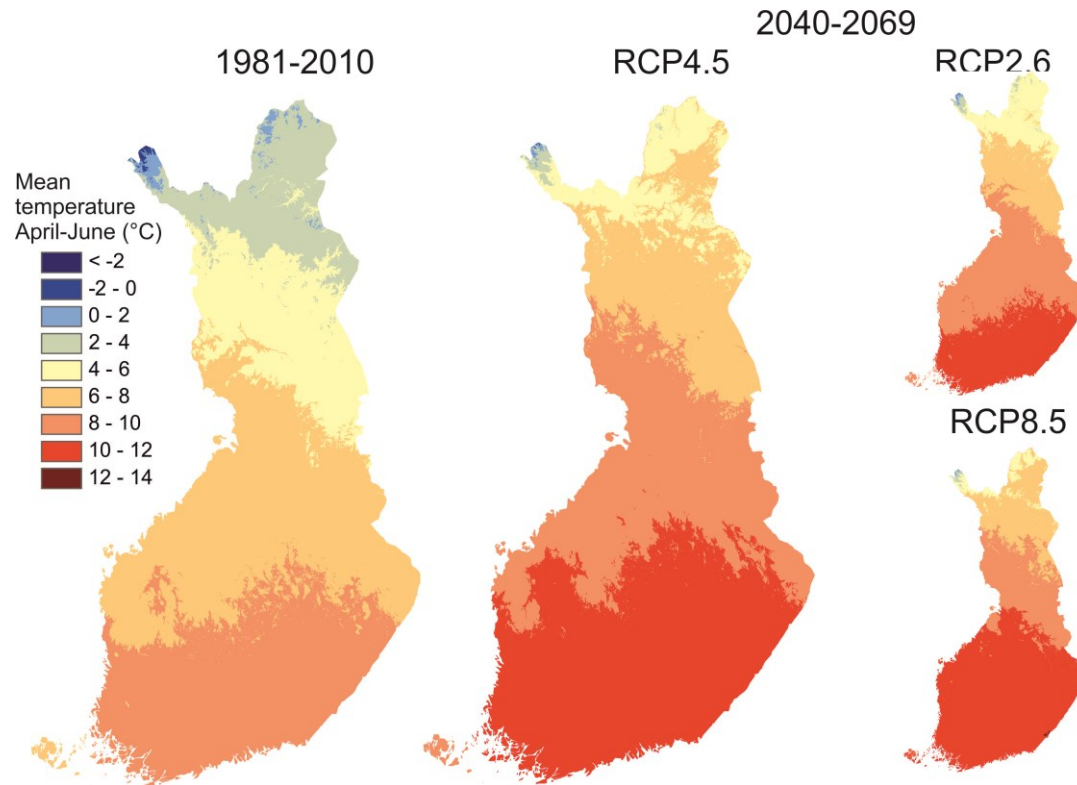
Suomen ilmasto on lämmennyt $2,3 (\pm 0,4) \text{ } ^\circ\text{C}$ 1800-luvun puolivälistä



(Ilmasto-opas.fi, Ilmatieteen laitos)

Keskilämpötilojen on Suomessa ennustettu nousevan 2-3.5 °C vuosiin 2040-2069 (verrattuna jaksoon 1981-2010) riippuen skenaarista (Ruosteenoja et al.

2016, Geophysica 51: 17-50



©Kaisu Aapala

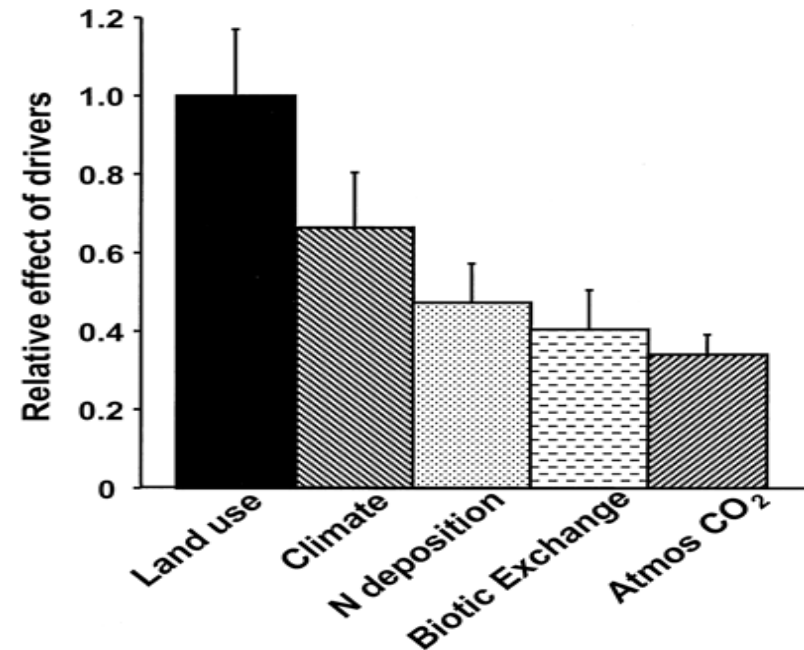
Heikkinen et al., julkaisematon

Ilmastonmuutos voimistaa elinympäristöjen häviämisen vaikutusta lajeihin

Ilmastonmuutos arvioitu toiseksi tärkeimmäksi monimuotoisuuden häviämisen syyksi 2000-luvulla maankäytön tehostumisen jälkeen

- Sala ym. 2000 – Science 287:1770-1774

→ Suojelualueet keskeinen keino hillitä ilmastonmuutoksen vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen



Lajien sopeutumismahdollisuudet muuttuvassa ilmastossa

Niin yksilöillä kuin populaatioilla on lämpötilan ja muiden ilmastotekijöiden asettamat rajat:

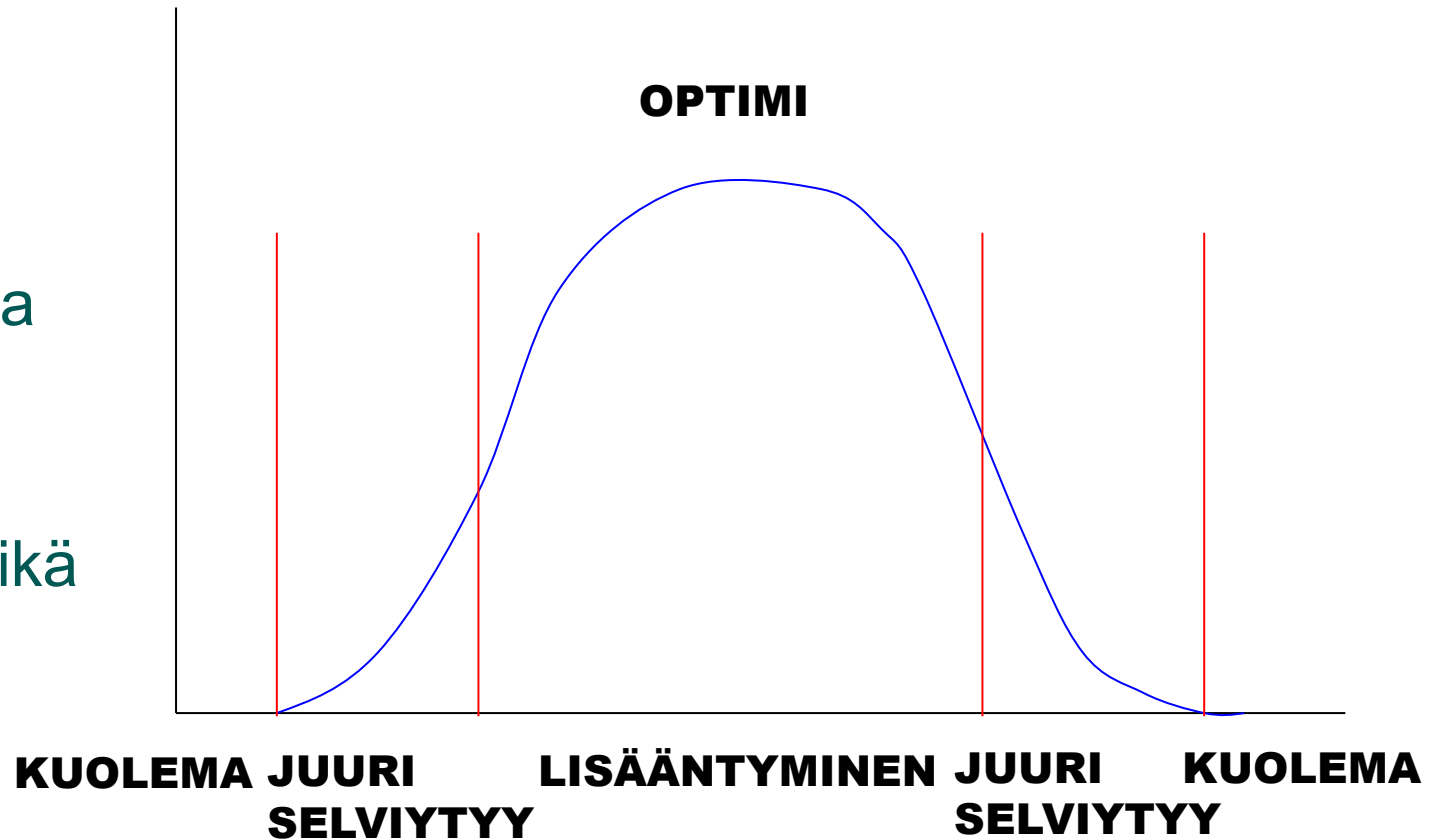
Ilmaston muuttuessa:

- Lajien sopeuduttava muuttuneisiin uusiin olosuhteisiin
- Tai siirryttävä uusille alueille ilmastovyöhykkeiden mukana

Lajin elinympäristön määrä ratkaisee, pystyykö laji siirtymään

Mikäli laji ei pysty sopeutumaan eikä siirtymään

- → Häviäminen/sukupuutto
- alueellinen
- maailmanlaajuinen

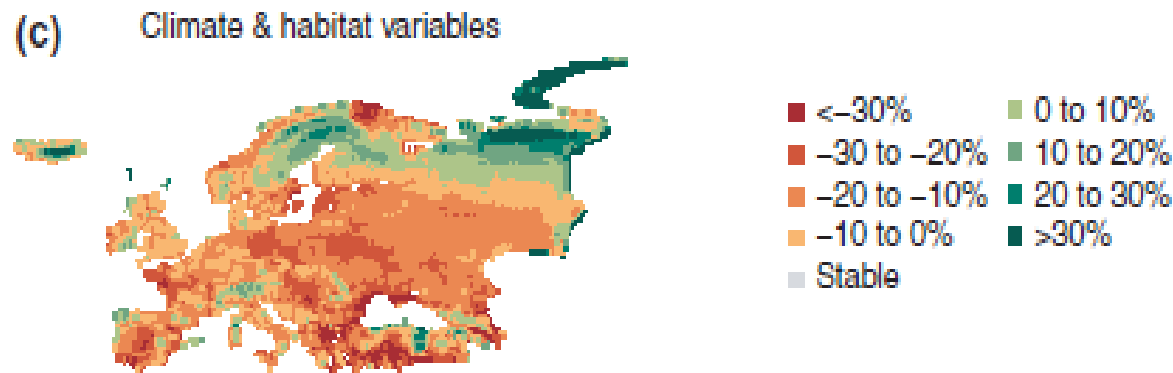
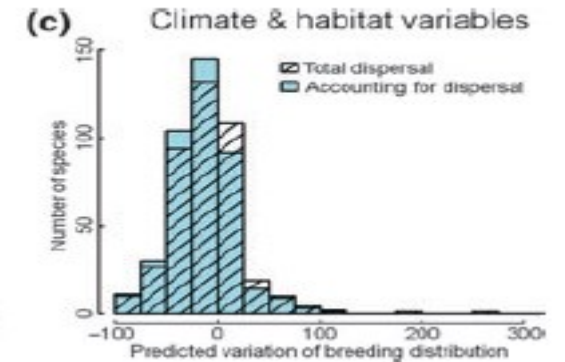


Lintulajien levinneisyyden ja määrän ennustetaan pienenevän Euroopassa

71 %:lla lintulajeista (409 lajia) levinneisyysalueen ennustetaan pienenevän Euroopassa vuoteen 2050

Lajimäärän ennustetaan vähenevän Etelä-Suomessa, mutta kasvavan Pohjois-Suomessa

Barbet-Massin ym. 2012 – Global Change Biol. 18:881-890

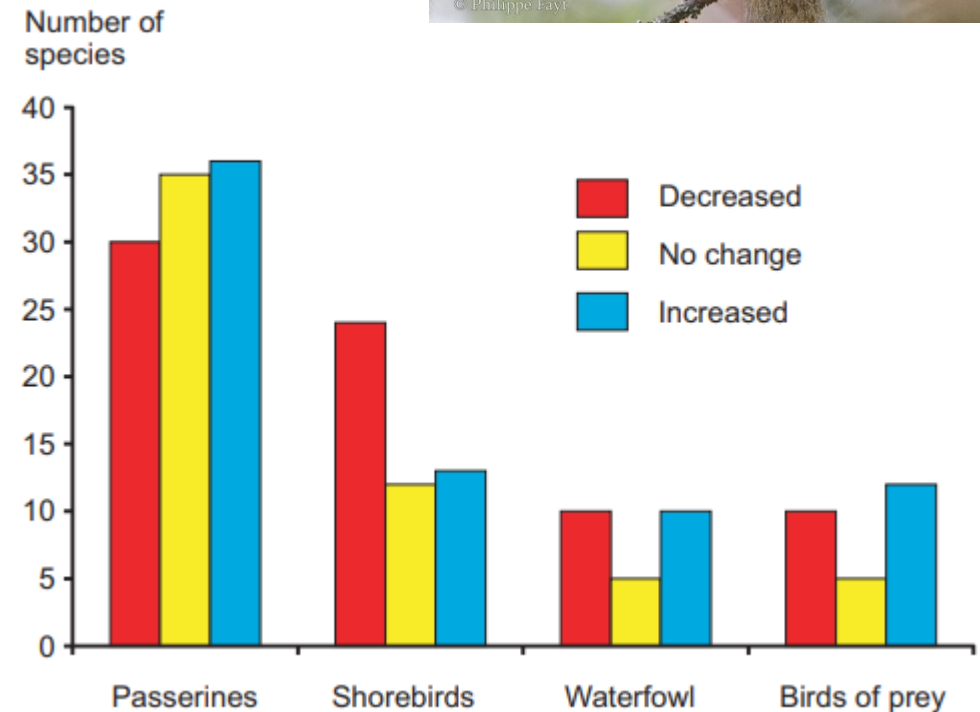


Predicted variation in species richness according to the variables used.

Suomessa runsastuvia ja vähentyviä lintulajeja yhtä paljon

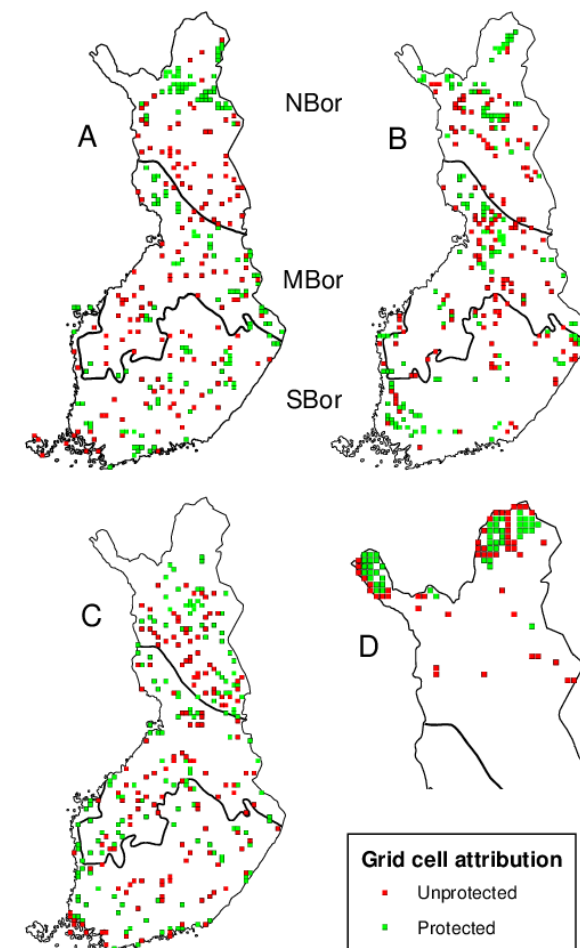


- Suomessa lajien levinneisyyden muutoksia verrattu lintuatlasten välillä (1974-89 ja 2006-2010).
- 87 lajin (37,0 %) levinneisyysalue laajeni, 82 lajin pieneni (34,9 %) ja 66 lajilla (28,1 %) ei muutosta levinneisyysalueessa
- Erityisesti pohjoiset lajit, kuten monet kahlaajalinnut, vähentyneet.
- Runsastuvat lajit eteläisiä, yleisiä lajeja esim. mustarastas, sinitäinen, pikkubarvonen.

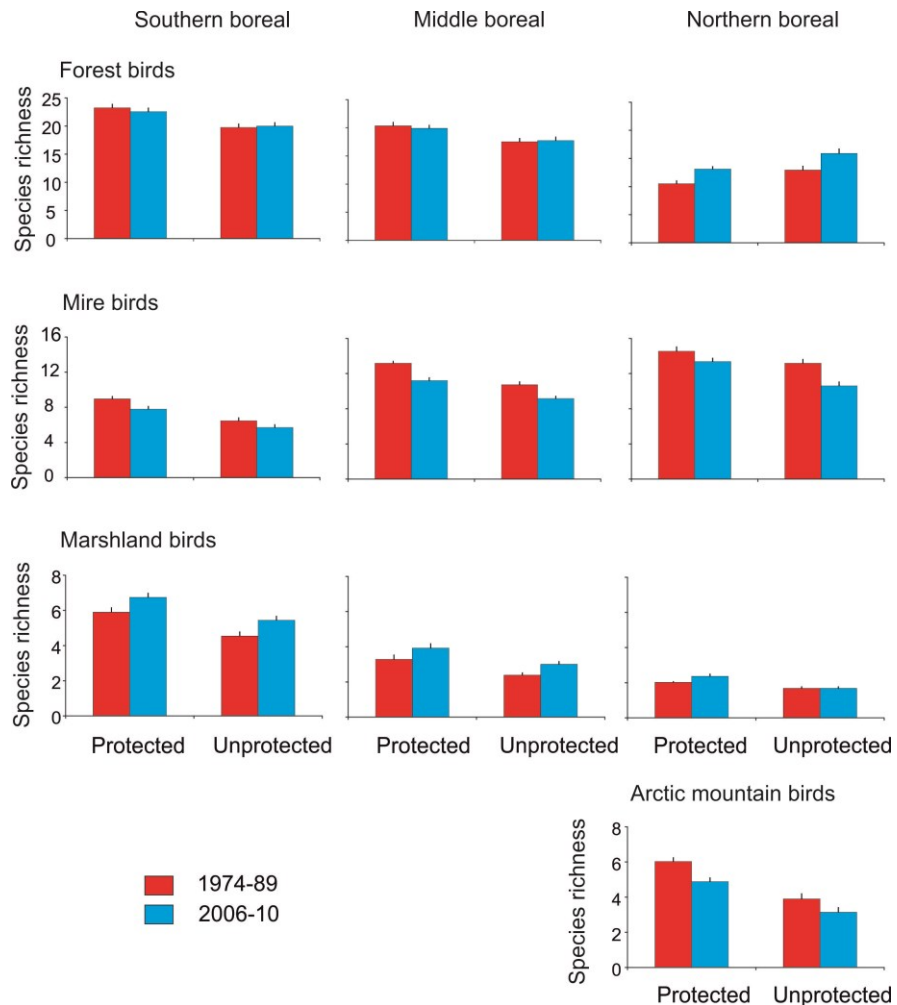


Suojelullisesti merkittävien lintulajien määrän muutos suojelluilla ja suojelemattomilla alueilla

- Suojelullisesti merkittävien lintulajien (species of conservation concern) määriä verrattiin lintuatlasten perusteella 1974-89 ja 2006-10 suojelluilla ja suojelemattomilla ruuduilla (10 x 10 km)
- Tarkasteltiin metsiä (A), avosoita (B), kosteikkoja (C) ja tuntureita (D) etelä-, keski- ja pohjoisborealisella vyöhykkeellä
- Tutkittiin näillä elinympäristötyypeillä esiintyvien lintulajien määriä
- Suojelualueet: 50 ruutua, joissa eniten suojeltua elinympäristöä (Corine maankäyttöaineisto) kullakin vyöhykkeellä
- Suojelemattomat alueet: 50 satunnaisesti valittua ruutua, joissa elinympäristöä tarjolla



Suojelualueet lieventävät ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia lajistoon



- Suojelullisesti merkittävien lintujen lajimäärä oli korkeampi suojelualueilla kuin suojelemattomilla alueilla, ja säilyi korkeampana vuosista 1974-89 vuosiin 2006-10

- Lajimäärä pieneni suolinnuilla ja tunturilinnuilla, jotka ovat pohjoisia lajeja

- Lajimäärä kasvoi kosteikkolinnuilla, joilla on eteläinen levinneisyys

- Suojelualueilla keskeinen merkitys lajiston säilyttämisessä ilmaston muuttuessa

→ Suojelualueet lieventävät ilmastonmuutoksen negatiivista vaikutusta

Lintupopulaatioiden muutokset suojelualueilla

- Mikä on koko lintuyhteisön (esim. lintutiheyden) muutos suojelualueilla ilmaston lämmitessä?
 - etelään päin kokonaislintutiheys kasvaa
- Minkälainen muutos eri muuttoryhmissä (kaukomuuttajat, lähimuuttajat, osittaismuuttajat ja paikkalinnut)?
- Minkälainen muutos lajitasolla?
- Siirtyvätkö lajien populaatiot pohjoista kohti?

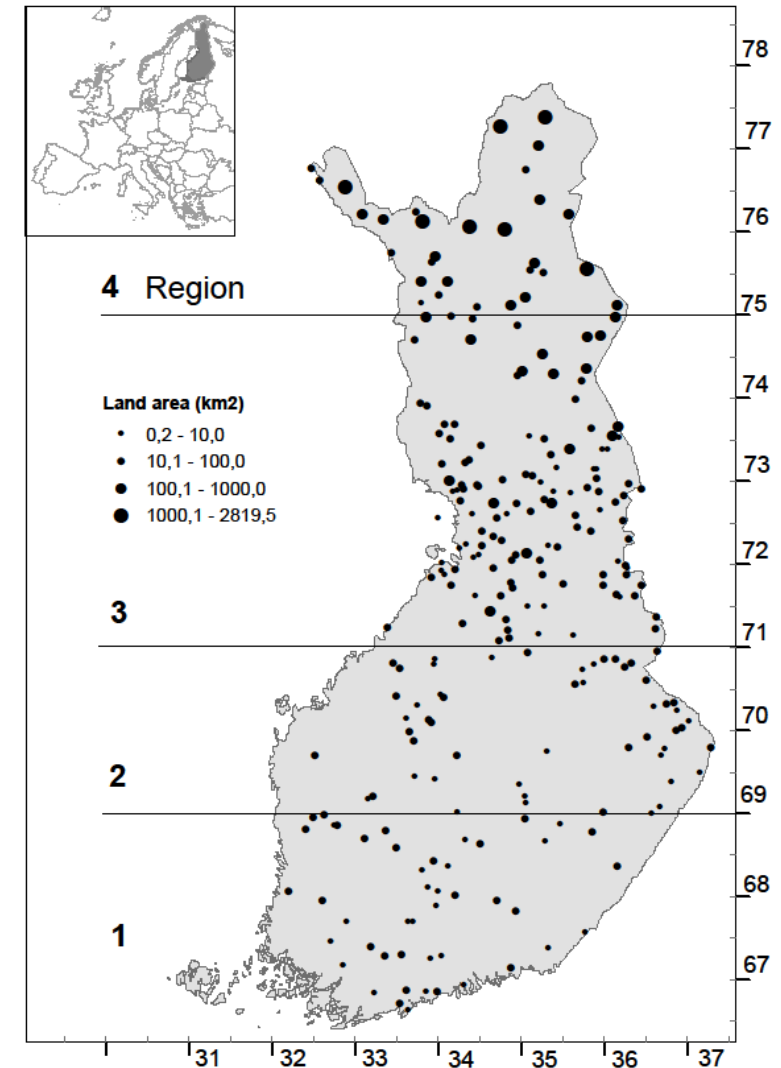


Virkkala et al. 2018, *Biol. Conserv.* 226:271-279

Lintupopulaatioiden muutokset suojealueverkostossa

Linnustonmuutokset suojealueilla (n=254) 1981-1999 (Md = 1994) ja 2000-2017 (Md = 2010) välillä linjalaskentoihin (Mh, Ari Rajasärkkä) perustuen

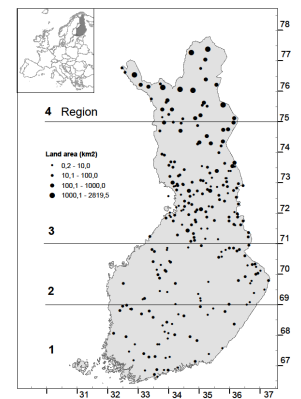
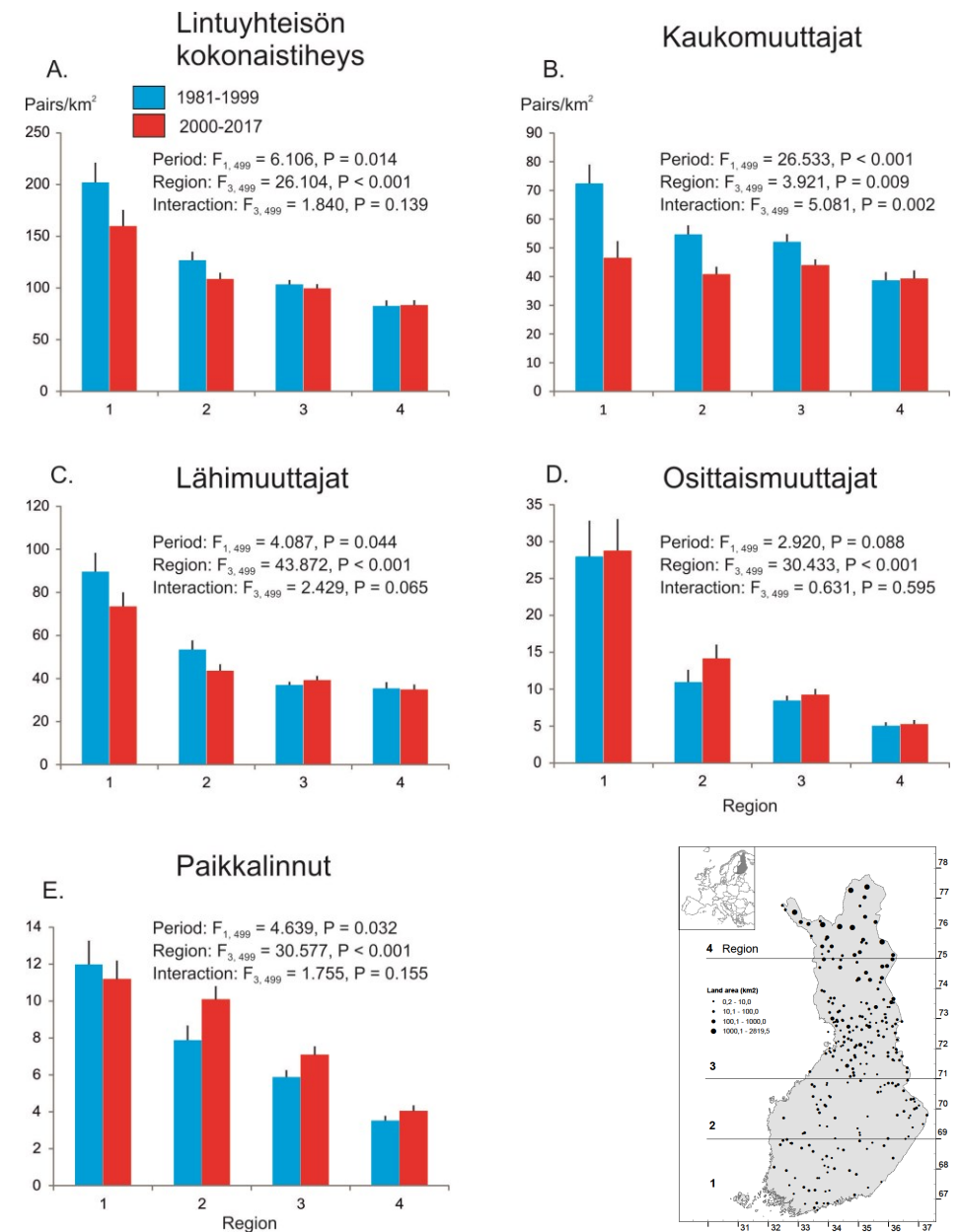
	Huhti-kesäkuu, keskilämpötila (°C)	Huhti-kesäkuu, keskilämpötila (°C)	Koko vuosi, keskilämpötila (°C)	Koko vuosi, keskilämpötila (°C)
Vyöhyke	1981-1999	2000-2017	1981-1999	2000-2017
1	8,2	9,1	4,3	5,4
2	7,4	8,3	2,7	3,8
3	5,7	6,7	0,7	1,8
4	3,1	4,3	-1,5	-0,4



Suojelualueiden kokonaislintutiheys pienentynyt

- Suojelualueverkoston lintujen kokonaistiheys pienentynyt noin 10 % (1981-99: 122 paria/km²; 2000-2017: 109 p/km²)
- Erityisesti kaukomuuttajat ovat vähentyneet, noin 20 %
- Muuttolintujen tiheydet pienentyneet Etelä- ja Keski-Suomen suojelualueilla, mutta eivät Pohjois-Lapissa

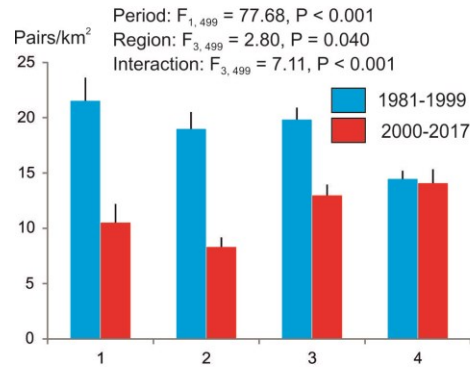
Virkkala et al. 2018, Biol. Conserv. 226:271-279



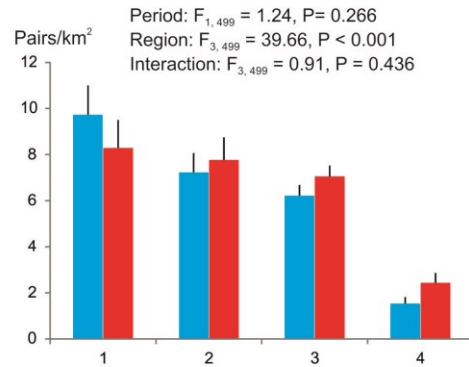
Runsaimmat kaukokuuttajat

Runsaimmat lähikuuttajat

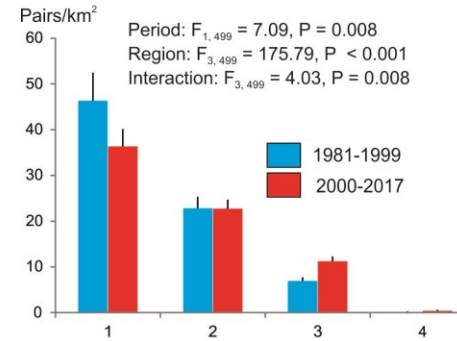
Pajulintu



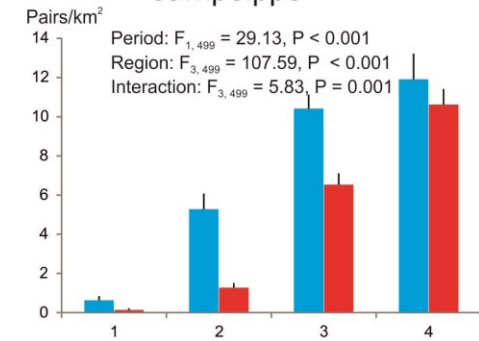
Harmaasieppo



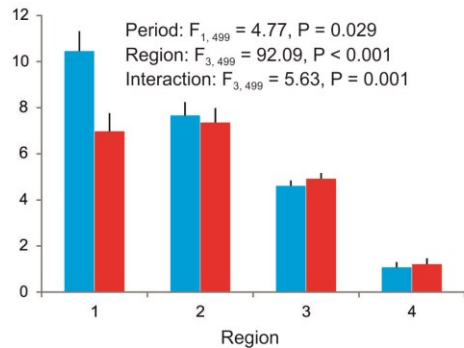
Peippo



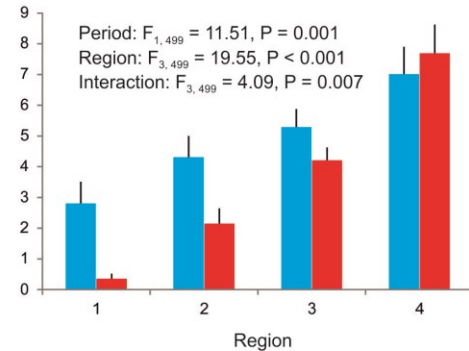
Järripeippo



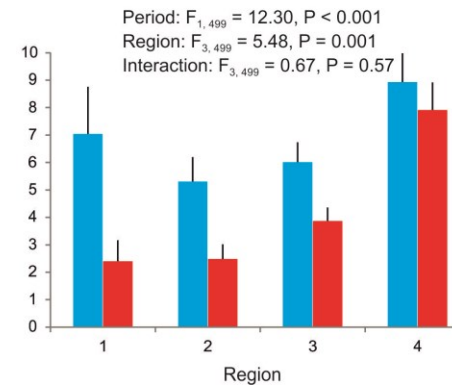
Metsäkirvinen



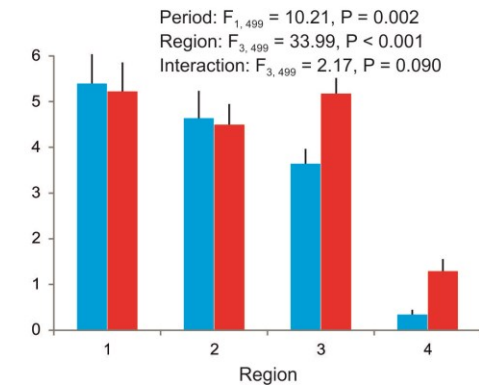
Keltavästäräkki



Niittykirvinen



Vihervarpunen



Virkkala et al. 2018, Biol. Conserv. 226:271-279

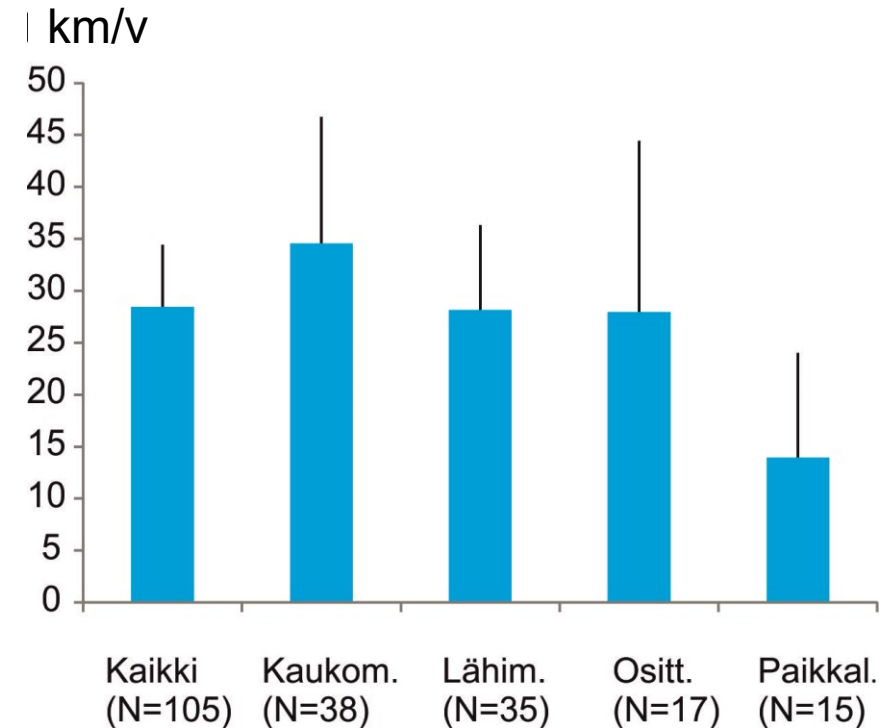
Lintupopulaatiot siirtyvät suojelualueverkostossa pohjoista kohti

- Lintupopulaatioiden tiheyden painotettua keskiarvoa (painopiste, pohjoiskoord.) verrattiin 1981-1999 ja 2000-2017 välillä
- Lajien (N = 105) populaatiot siirtyneet keskimäärin 28,5 km pohjoista kohti
- Keskim. 1,8 km/vuosi
- Muuttoryhmien välillä ei eroa, suuri vaihtelu lajien välillä

Virkkala et al. 2018, *Biol. Conserv.* 226:271-279



Lintupopulaatioiden tiheyden painotetun keskiarvon siirtyminen



Suojelualueverkoston peittävyys lintuyhteisön muutokseen ilmaston muuttuessa

- Verrattiin lintulaskentoja suojelualueilla 1980-1999 vs. 2000-2015
- Lintuyhteisön ”lämpötilaindeksi” (Common Temperature Index, CTI) muutos
- Perustuu kunkin lajin levinneisyysalueen (Euroopassa) keskilämpötilaan maalis-elokuussa (Species Temperature Index)
- Muutoksen positiivinen arvo: eteläiset (lämpimän ilmaston) lajit runsastuvat, pohjoiset (kylmän ilmaston) lajit taantuvat
- Muutoksen negatiivinen arvo: eteläiset lajit taantuvat, pohjoiset lajit runsastuvat
- Tutkittiin suojelualueiden peittävyys (kytkettyvyyden) vaikutusta CTI-indeksiin muutokseen
- Suojelualueiden peittävyys 100 km:n etäisyydellä kustakin suojellusta alueesta, jossa laskentoja tehtiin 1980-1999 vs. 2000-2015

Biological Conservation 253 (2021) 108892

Contents lists available at ScienceDirect

Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon

ELSEVIER

Policy analysis

Increasing protected area coverage mitigates climate-driven community changes

Petteri Lehikoinen^{a,b,*}, Maria Tiisanen^b, Andrea Santangeli^b, Ari Rajasärkkä^c, Kim Jaatinen^d, Jari Valkama^b, Raimo Virkkala^e, Aleksis Lehikoinen^b

^a *Original and Evolutionary Biology Research Programme, P.O. Box 65, 00014 University of Helsinki, Finland*
^b *The Finnish Museum of Natural History, P.O. Box 17, 00014 University of Helsinki, Finland*
^c *Metsähallitus, National Parks Finland, P.O. Box 21, 00101 Oulu, Finland*
^d *Nature and Game Management Trust Finland, Degebyvägen 176, 10160 Degeby, Finland*
^e *Finnish Environment Institute, Biodiversity Centre, Latokarantokaari 11, 00790 Helsinki, Finland*

ARTICLE INFO

Keywords:
Bird species
Conservation biology
Habitat management
Connectivity
Land use
Redistribution

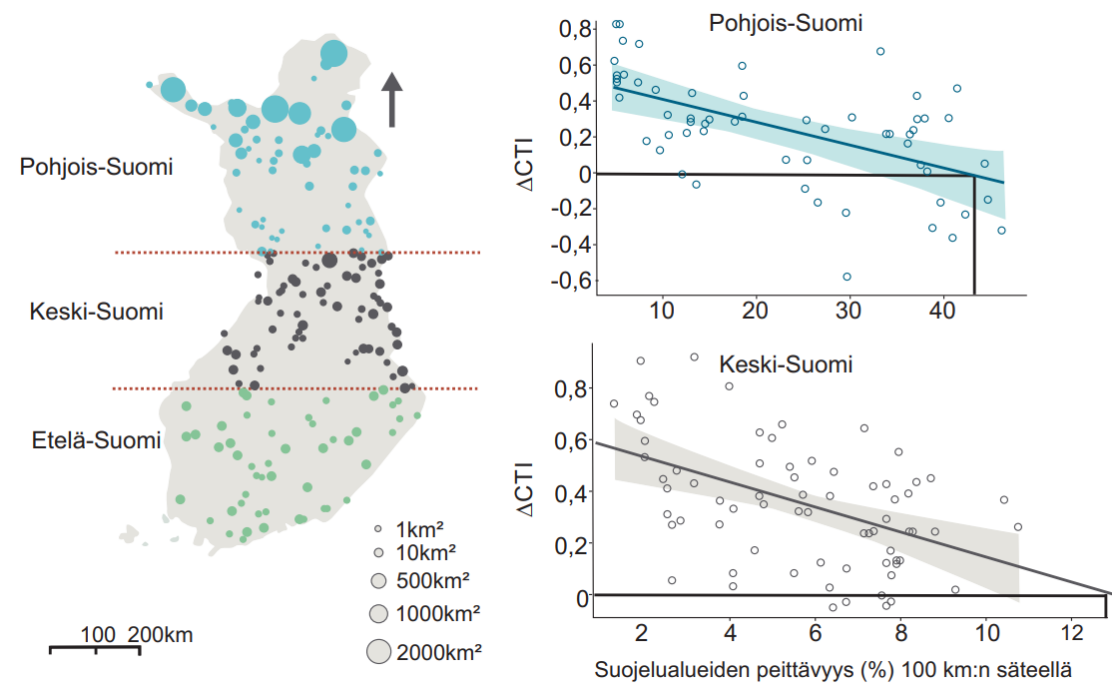
ABSTRACT

Climate change has ubiquitous impacts on ecosystems and threatens biodiversity globally. One of the most recognized impacts are redistributions of species, a process which can be hindered by habitat degradation. Protected areas (PAs) have been shown to be beneficial for preserving and reallocating species occurrences under climate change. Yet, studies investigating effects of PA networks on species' range shifts under climate change remain scarce. In theory, a well-connected network of PAs should promote population persistence under climate change and habitat degradation. To study this, we evaluated the effects of PA coverage on avian communities in Finland between two study periods of 1980-1999 and 2000-2015. Climate-driven community impacts were investigated by using community temperature index (CTI). We used linear models to study the association of PA coverage and the CTI changes in southern, central and northern Finland. In northern and central Finland, higher PA coverage was associated with lower changes in CTI and 45% PA coverage in northern and 13% in central Finland corresponded with complete mitigation of CTI increase. These results indicate that higher PA coverage strongly increases community resilience to warming climate. However a similar association between PA coverage and changes in CTI was not apparent in southern Finland. The PA coverage in southern Finland was much lower than in the two other sections and thus, may be too sparse to favour community resilience against climate change. The results provide empirical evidence for the international need to rapidly expand PA networks and halt biodiversity loss.

Lehikoinen, P. et al. 2021, *Biol. Cons.* 253, 108892

Laaja suojelualueverkoston peittävyys hillitsee ilmastonmuutoksen negatiivista vaikutusta

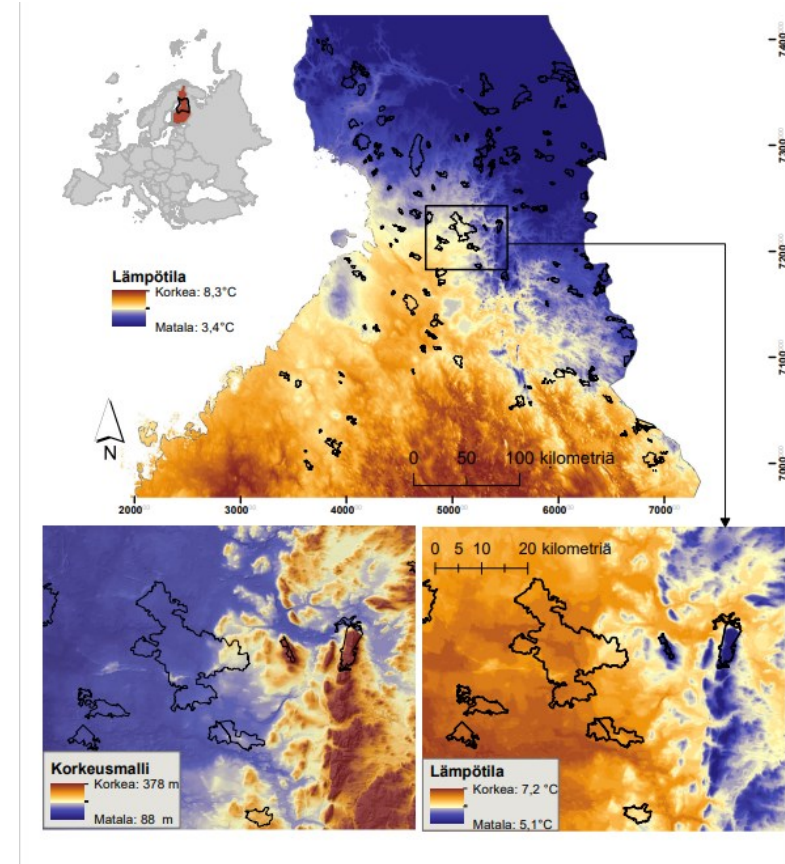
- Pohjois- ja Keski-Suomessa lintuyhteisön lämpötilaindeksi kasvoi sitä vähemmän mitä suurempi oli suojelualueiden peittävyys
- Pohjois-Suomessa lintuyhteisön lämpötilaindeksi ei ollut enää kasvava, kun suojelualueiden peittävyys vähintään 45 %
- Keski-Suomessa suojelualueiden peittävyys kynnysarvo maisemassa oli 13 %
- Laaja suojelualueiden peittävyys ja kytkeytyvyys hillitsee ilmastonmuutoksen vaikutusta lintuyhteisöön



Lehikoinen, P. et al. 2021, Biol. Cons.253, 108892

Suojelualueen topografian merkitys metsälajien vähenemiseen ilmaston muuttuessa

- Topografisesti vaihtelevat alueet voivat säilyttää pohjoisen metsälajiston pidempään ja hidastaa näin ollen lajien taantumista ilmaston lämmetessä.
- Tutkimuksessa verrattiin 17 pohjoisen metsälintulajin populaatiotiheyksiä ja niiden muutosta 129 suojelualueella vuosien 1981–1999 ja 2000–2017 välillä.
- Suojelualueet keskiborealisella vyöhykkeellä ja pohjoisboreaalisen vyöhykkeen eteläosassa
- Näiden lajien keskimääräinen tiheys väheni noin 38 % jaksojen välillä (1981–1999: 25,3 paria/km², 2000–2017: 15,8 paria/km²)



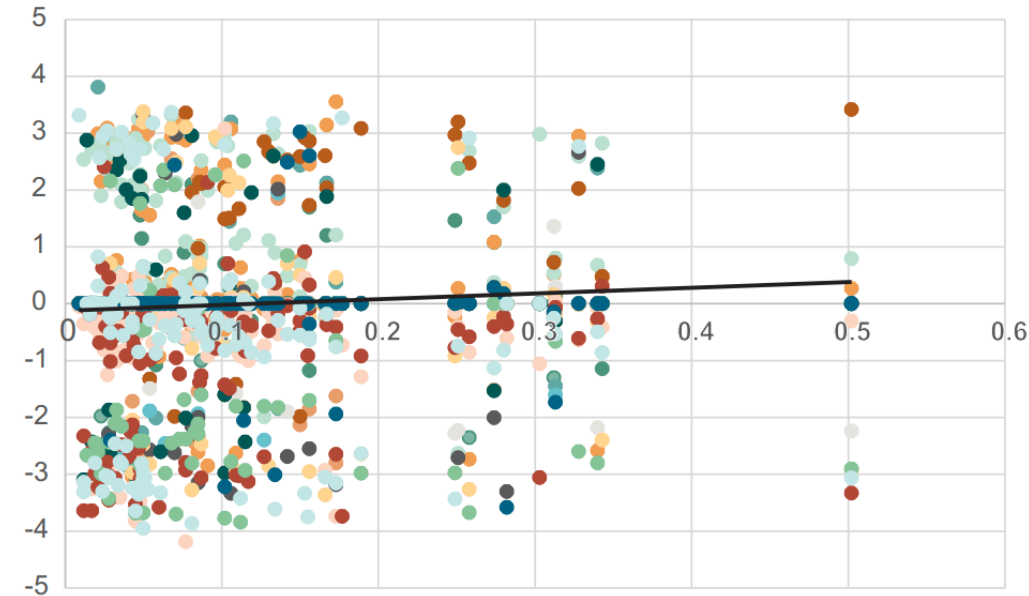
Kuvassa huhti-kesäkuun keskilämpötila (1981–2010) 50 x 50 metrin ruutujen perusteella sekä korkeusmalli, joka kuvaa maanpinnan korkeutta.

Suuri topografinen vaihtelu voi hillitä pohjoisten lajien vähenemistä

- Topografista vaihtelua kuvaa suuri paikallisilmaston vaihtelu (huhti-kesäkuun keskilämpötilan vaihtelu)
- Lajien tiheydet olivat keskimäärin korkeampia topografisesti vaihtelevilla suojelualueilla.
- Pohjoisten metsälintujen tiheyden muutoksen vuosista 1981–1999 vuosiin 2000–2017 sekä topografisen vaihtelun välillä positiivinen korrelaatio.
- Suurempi topografinen vaihtelu hidastaa pohjoisten metsälajien vähenemistä



Lajin suhteellinen tiheysmuutos (log)



Paikallisilmastollinen vaihtelu

Pohjoisten lintulajien populaatioiden tiheyden muutos suhteessa paikallisilmastolliseen vaihteluun keski- ja pohjoisboreaalilla suojelualueilla.

Johtopäätökset

- Ilmasto muuttuu, lintulajisto muuttuu, ja erityisesti pohjoiset metsä-, suo- ja tunturilintulajit vähenevät ja ovat vaarassa
- Suojelualueet hillitsevät ilmastonmuutoksen kielteisiä vaikutuksia lajistoon
- Suojelualueverkoston laajuus kussakin elinympäristössä keskeinen tekijä sopeutumisessa ilmastonmuutokseen
 - esim. metsiä suojeltu vähän Etelä-Suomessa
- Laaja suojelualueiden peittävyys ja kytkeytyvyys hillitsee ilmastonmuutoksen vaikutusta lintuyhteisöön
 - helpottaa lajien populaatioiden siirtymistä pohjoista kohti
- Lintulajien populaatiot siirtyvät suojelualueilla pohjoista kohti, keskimäärin 1,8 km/vuosi



Johtopäätökset (jatkoa)

- Suuri topografinen vaihtelu suojelualueilla voi hidastaa pohjoisten metsälajien vähenemistä
- Kokonaislintutiheys suojelualueilla pienentynyt huolimatta ilmaston lämpenemisestä → lajit eivät siirry yhtä nopeasti kuin ilmasto muuttuu
- Lintukannat pienentyneet erityisesti Etelä-Suomen suojelualueilla
 - Suojelualueiden pieni koko ja suojelualueiden ulkopuolinen maankäyttö voivat selittää

→ erityisesti Etelä-Suomen metsien suojelualueverkostoa tulisi laajentaa



Tutkimuksia ovat rahoittaneet ympäristöministeriö (SUMI-hanke, Suojelualueverkosto muuttuvassa ilmastossa, ja FEO Suomen ekosysteemiobservatorio) ja Suomen Akatemia (Strategisen Tutkimuksen Neuvosto: IBC-Carbon-hanke).

”Lukuisille työtovereilleni haluan sanoa, että luonnonsuojelualueet ovat paras perintö, jonka voimme jättää tuleville sukupolville epävarmassa maailmassa.”

Rauno Ruuhijärvi (Suomen Luonto 2/2018)

Kiitos!

Tieteelliset julkaisut (ilmastonmuutos – suojelualueet -linnut)

Virkkala, R., Leikola, N., Kujala, H., Kivinen, S., Hurskainen, P., Kuusela, S., Valkama, J. & Heikkinen, R. K. 2022: Developing fine-grained nationwide predictions of valuable forests using biodiversity indicator bird species. – *Ecological Applications* 32, e2505.

Lehikoinen, P., Tiusanen, M., Santangeli, A., Rajasärkkä, A., Jaatinen, K., Valkama, J., Virkkala, R. & Lehikoinen, A. 2021: Increasing protected area coverage mitigates climate-driven community changes. – *Biological Conservation* 253, 108892.

Virkkala, R., Lehikoinen, A. & Rajasärkkä, A. 2020: Can protected areas buffer short-term population changes of resident bird species in a period of intensified forest harvesting? – *Biological Conservation* 244, 108526.

Virkkala, R., Aalto, J., Heikkinen, R., Rajasärkkä, A., Kuusela, S., Leikola, N. & Luoto, M. 2020: Can Topographic Variation in Climate Buffer against Climate Change-Induced Population Declines in Northern Forest Birds? – *Diversity* 12, 56; doi:10.3390/d12020056

Virkkala R., Heikkinen R.K., Kuusela S., Leikola N., & Pöyry J. 2019: Significance of Protected Area Network in Preserving Biodiversity in a Changing Northern European Climate. In: Leal Filho W., Barbir J., Preziosi R. (eds.) *Handbook of Climate Change and Biodiversity*, p. 377-390. *Climate Change Management*. Springer, Cham.

Virkkala, R., Rajasärkkä, A., Heikkinen, R.K., Kuusela, S., Leikola, N. & Pöyry, J. 2018: Birds in boreal protected areas shift northwards in the warming climate but show different rates of population decline. – *Biological Conservation* 226:271-279.

Virkkala, R. & Lehikoinen, A. 2017: Birds on the move in the face of climate change: High species turnover in northern Europe. – *Ecology and Evolution* 7:8201-8209.

Virkkala, R. 2016: Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. – *Ornis Fennica* 93:197-211.

Lehikoinen, A. & Virkkala, R. 2016: North by northwest: climate change and directions of density shifts in birds. – *Global Change Biology* 22:1121-1129.

Virkkala, R. 2016: Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? – *Biodiversity and Conservation* 25:151-167.

Virkkala, R. & Lehikoinen, A. 2014: Patterns of climate-induced density shifts of species: poleward shifts faster in northern boreal birds than in southern birds. – *Global Change Biology* 20:2995-3003.

Virkkala, R., Pöyry, J., Heikkinen, R.K., Lehikoinen, A. & Valkama, J. 2014: Protected areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern. – *Ecology and Evolution* 4:2991-3003.

Virkkala, R., Heikkinen, R.K., Lehikoinen, A. & Valkama, J. 2014: Matching trends between recent distributional changes of northern-boreal birds and species-climate model predictions. – *Biological Conservation* 172:124-127.

Virkkala, R., Heikkinen, R.K., Fronzek, S. & Leikola, N. 2013: Climate change, northern birds of conservation concern and matching the hotspots of habitat suitability with the reserve network. – *PLoS ONE* 8(5): e63376.

Virkkala, R., Heikkinen, R.K., Fronzek, S., Kujala, H. & Leikola, N. 2013: Does the protected area network preserve bird species of conservation concern in a rapidly changing climate? – *Biodiversity and Conservation* 22:459-482.

Virkkala R. & Rajasärkkä, A. 2012: Preserving species populations in the boreal zone in a changing climate: contrasting trends of bird species groups in a protected area network. – *Nature Conservation* 3:1-20.

Virkkala, R. & Rajasärkkä, A. 2011: Northward density shift of bird species in boreal protected areas due to climate change. – *Boreal Environment Research* 16 (suppl. B):2-13.

Virkkala, R. & Rajasärkkä, A. 2011: Climate change affects populations of northern birds in boreal protected areas. – *Biology Letters* 7:395-398.

Virkkala, R., Marmion, M., Heikkinen, R.K., Thuiller, W., Luoto, M. 2010: Predicting range shifts of northern bird species: influence of modelling technique and topography. – *Acta Oecologica* 36:269-281.

Virkkala, R., Heikkinen, R. K., Leikola, N. & Luoto, M. 2008: Projected large-scale range reduction of northern-boreal land bird species due to climate change. – *Biological Conservation* 141:1343-1353.