

Linnut

vuosikirja 2013



LUONNONTIETEELLINEN
KESKUSMUSEO





Eroavatko kartoitus- ja linjalaskennoista johdetut maatalousympäristön indikaattorit toisistaan?

Juha Tiainen, Aleksi Lehikoinen ja Markus Piha

Johdanto

Maassamme on 2000-luvun ajan toteutettu kahta pesimälinnuston seurantahanketta, jotka tuottavat tietoa maatalousympäristön lintuindikaattorien laskemiseksi. Luonnontieteellinen keskusmuseo (Luomus) toteuttaa yleistä maalintujen seurantaa, joka kohdistuu kaikkiin elinympäristöihin. Se koostuu vuonna 2006 perustetuista vakio- ja linjalaskentareiteistä, jotka on sijoitettu systemaattisen otannan periaatteella koko Suomeen, vanhoista linjalaskentareiteistä, joiden sijoittumisen laskijat ovat vapaasti itse päättäneet, sekä pistelaskennoista, joiden sijainnit laskijat ovat itse päättäneet (Väisänen 2006). Jos laskentareitit on perustettu ohjeen mukaisesti, pitäisi niiden edustaa seudulla tavattavia ympäristötyyp-

pejä näiden esiintymissuhteessa. Vakio- ja linjalaskennojen sijoittuminen on silloin maaston kannalta satunnaista, ja ne todennäköisesti edustavat kaikkia pääelinympäristötyyppejä todellisissa suhteissa.

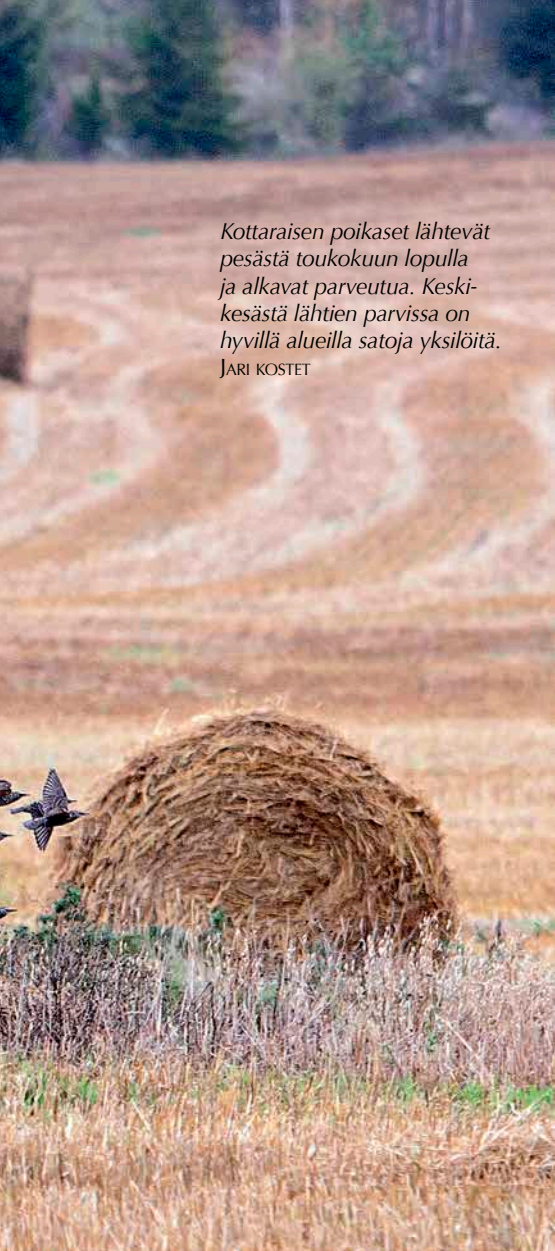
Maatalouden ympäristöohjelman vaikutusten seurantaa (MYTVAS) varten on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa (RKTL) toteutettu vuodesta 2000 maatalousympäristön pesimälinnuston laskentaa, jonka tutkimusalueet ovat pääosin satunnaisesti valittuja (Tiainen ym. 2012, 2014). Osalla laskenta-alueista seuranta on aloitettu jo 1980-luvulla, mutta nekin on perustettu toistamaan aiempina vuosikymmeninä tehtyjä laskentoja (Tiainen & Pakkala 2000). Vaikka ne muodollisesti eivät ole satunnaisesti valittuja, ovat ne sitä käytännös-

sä. Alueet on rajattu siten, että ne käsittävät kokonaisia peltoaukeita.

Linja- ja pistelaskennat ovat kertalaskentoja, ja ne tehdään kesäkuussa. Menetelmät ovat pitkälle standardoituja: linjalaskennassa kuljetaan suunnilleen vakionopeudella ja tasaisesti pysähdellen suoraa reittiä, ja linnut rekisteröidään edestä ja sivuilta, mutta ei takaa, eikä reitiltä poiketa lintujen löytämiseksi. Pistelaskennat on standardoitu havainnointiaikansa puolesta (Koskimies & Väisänen 1988).

Maatalousympäristön pesimälinnuston laskenta perustuu kartoitusmenetelmään, joka toistetaan kolmasti vapun ja juhannusviikon alun välillä suunnilleen kahden viikon välein. Menetelmä perustuu siihen, että lintuja etsitään käymällä kartoitettava

Kottaraisen poikaset lähtevät pesästä toukokuun lopulla ja alkavat parveutua. Keski-kesästä lähtien parvissa on hyvillä alueilla satoja yksilöitä.
JARI KOSTET



alue huolella läpi ja aikaa tarpeen mukaan eri paikoissa eri tavoin käyttäen. Tavoitteena on kartoittaa tutkittavan alueen kaikki lintureviirit. Laskennassa on ollut mukana paljon henkilöitä, mutta käytäntönä on ollut, että yhdenkään alueen tulos ei perustu vain yhden henkilön laskentakäynteihin, ja että uudet kokemattomat laskijat tekevät vain yhden laskentakäynnin kullekin alueelleen.

Lintulaskennoissa tuotetaan aikasarjoja, jotka antavat kuvaa pitkäaikaisemmasta kehityksestä. Indikaattorissa lasketaan geometrinen keskiarvo eri lajien kannankehityksistä, ja se on yhtenveto monipuolisesta aineistosta. Ilman indikaattoria yleistä suuntausta on vaikea hahmottaa ja tärkeät kysymykset, joihin halutaan valaistusta, hukkuvat yksityiskohtiin. Lintulaskenta-aineistojen perusteella voidaan haluta kuvata yleistä linnuston muutosta tai tietyn alueen tai tietyn ympäristötyypin linnuston muutosta. Linnuston avulla voidaan myös kuvata alueen tai ympäristötyypin muutosta, joka voi olla seurausta luonnonprosesseista tai ihmisen toiminnasta. Linnustoa voidaan käyttää ympäristöä muuttavien toimenpi-

teiden vaikutusten kuvaajana, kuten vaikka maatalouden ympäristöohjelman tai sen yksittäisten toimenpiteiden vaikuttavuuden mittaajana. Mittaaminen tai kuvaaminen tapahtuu indikaattorien avulla.

Indikaattori voi koostua pelkästään määritellyllä tavalla kootuista lintuhavainnoista tai se voi koostua lisäksi ympäristöstä kootuista tiedoista. Pelkkiin lintuhavaintoihin perustuva indikaattori kuvaa yleistä muutosta, mutta vasta lintuihin vaikuttavien ympäristötekijöiden kytkeminen aineistoon mahdollistaa muutoksen syiden analysoinnin. Jos lintuaineisto käsittää vielä yksityiskohtaisia tietoja populaatioekologiasta, voidaan yleisen yhteisvaihtelun mittaamisen lisäksi osoittaa muutosta tuottavia biologisia mekanismeja.

Luomuksen ja RKTL:n seurantahankkeiden tavoitteet ovat erilaisia. Nimensä mukaisesti Luomuksen seurannan on määrä antaa yleiskuva maallinnuston muutoksista. RKTL:n seurannan tarkoitus on kohdistua nimenomaan maatalousympäristöön ja antaa kuva sen linnuston muutoksista sekä mitata siellä tapahtuvien muutosten vaikutusta linnustoon. Tällaisia ovat peltojen käytön muutokset ja maisemarakenteen muutokset, jotka ovat seurausta maatalouden rakennemuutoksesta, tuotantotavasta, tuotantosuunnasta, maatalouspolitiikan muutoksista ja vaikkapa politiikkaohjelmien, kuten maatalouden ympäristöohjelman vaikutuksista. Laskentoja tehtiin edellisellä ympäristöohjelmakaudella 2000–2006 Etelä-Suomessa, Pohjanmaalla ja Pohjois-Karjalassa, mutta 2013 päättyneellä kaudella vain Etelä-Suomessa.

Tiainen ym. (2012) julkaisivat tuoreimman päivityksensä maatalousympäristön lintuindikaattorista, joka perustui 40 lajiin. Samalla he vertailivat Luonnontila.fi-sivustolla julkaistua Luomuksen linja- ja pistelaskennan yhteentoista lajiin perustuvaa lintuindikaattoria omasta aineistostaan samoista lajeista laskettuun indikaattoriin. Näiden kahden eri menetelmiin perustuvan aineiston indikaattorit erosivat jossain määrin toisistaan. Syiksi eroihin nähtiin ensisijaisesti lähestymistapa: luonnontilaindikaattori perustuu ennalta maatalousympäristön indikaattorilajeiksi tunnistettuihin lajeihin ja niiden koko valtakunnalliseen aineistoon, kun taas RKTL:n indikaattori perustuu vain ja ainoastaan maatalousympäristöstä kerättyyn aineistoon. Muita syitä pohditaan myöhemmin tässä kirjoituksessa.

Aineistot

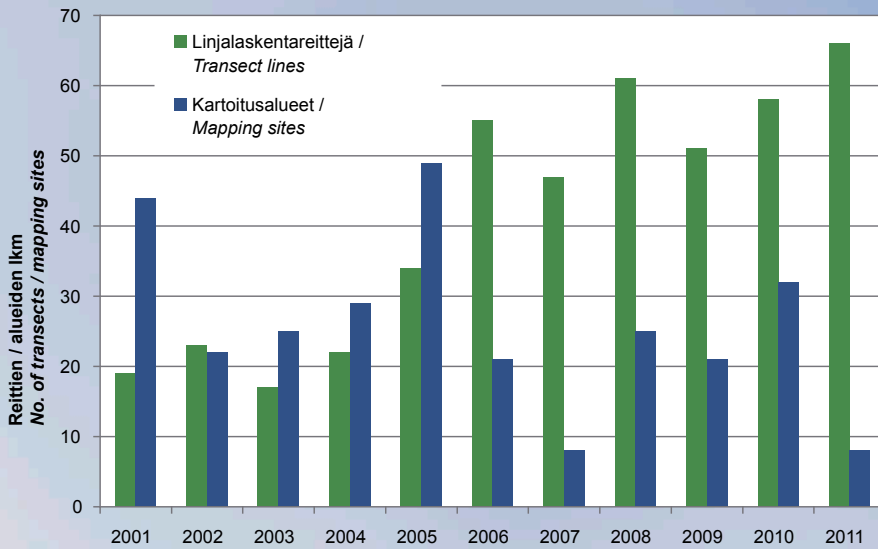
Vertailuun valittiin maatalousympäristön ympäristöohjelman seurantaa varten Etelä-

Suomessa kerätty kartoitusaineisto vuosilta 2001–2011, jonka täsmällinen kuvaus löytyy kahden vuoden takaisesta Linnut-vuosikirjasta (Tiainen ym. 2012). Alueella on noin 40 % Suomen pelloista, ja niistä 1,2 % on seurannan piirissä. Luonnontieteellisen keskusmuseon koordinoimasta maalintulaskenta-aineistosta (Lehikoinen 2013, Väisänen & Lehikoinen 2013) valittiin kaikki ne laskentareitit, jotka sijaitsevat Etelä-Suomessa samalla alueella, jossa kartoituslaskennat on tehty. Jotta toteutettu laskentamenetelmä ei vaikuttaisi tulokseen Luomuksen aineistossa, kelpuutettiin mukaan pääsääntöisesti vain linjalaskennat. Poikkeuksena oli pelto-sirkku, jonka linjalaskenta-aineisto oli liian pieni, joten aineistoon yhdistettiin pistelaskenta-aineisto. Kartoituslaskenta-alueita oli aineistossa vuosittain keskimäärin 26, linjalaskentareittejä 44. Linjalaskenta-aineiston maantieteellinen ja siten myös elinympäristöjen kattavuus kasvoi selvästi vuonna 2006, kun vakioireittiverkoston laskenta aloitettiin (kuva 1). Kartoituslaskenta-alueiden määrä oli pieni vuosina 2007 ja 2011 (kuva 1). Kartoituslaskenta-aineiston vuosittaiset yksilömäärät ovat alueiden laajuuden vuoksi moninkertaisia linjalaskentoihin verrattuna (taulukko 1).

Tilastolliset menetelmät

Jokaiselle maatalousympäristön indikaattorilajille (11 lajia) laskettiin kannanmuutosindeksit log-lineaarilla mallinnuksella käyttäen TRIM-ohjelmistoa (Pannekoek & van Strien 2005). Kussakin mallissa tutkittiin lähdeaineiston vaikutusta asettamalla aineiston tyyppi (kartoitus/linja) kovariaatiksi. Tällä tavoin voitiin arvioida, eroavatko lähdeaineistojen tuottamat kannanmuutosindeksit merkittävästi toisistaan. Merkitysvyyttä arvioitiin Wald-testin (ks. Engle 1984) avulla. Lähdeaineiston merkitysvyyttä tutkittiin sekä vuosittaisia indeksejä kuvaavassa mallissa että koko jakson 2001–2011 muutosta eli trendiä (s.o. kannanmuutoksen suuntausta) kuvaavassa mallissa. Koska kartoituslaskenta-aineistossa saattaa olla menetelmällistä harhaa vuosina 2001 (kahden kierroksen laskenta, myöhemmin vuosina kolme kierrosta) ja vuonna 2002 (useita uusia laskijoita; Tiainen ym. 2012), valittiin mallin nollatavuodeksi 2003, johon kaikki muut vuodet ovat verrannollisia ja indeksi saa arvon yksi.

Maatalousympäristön lintuindikaattori muodostettiin kummankin lähdeaineiston lajikohtaisista indekseistä laskemalla niiden geometrinen keskiarvo ja tämän 95 %:n luotettavuusväli (Gregory ym. 2005).



Kuva 1. Kartoitusalueiden ja linjalaskentareittien määrät vuosina 2001–2011 Etelä-Suomeen rajatulla tutkimusalueella (Pori–Heinola–Kouvola-linjan lounaispuolella).

Fig. 1. Annual number of mapping and line transect censuses in the S Finnish study area roughly limited by the latitude of 61° 15' N and longitude 27° E in 2001–2011.

Tulokset

Taulukossa 1 on esitetty lähdeaineiston vaikutus lajikohtaisiin malleihin. Tutkittaessa indeksin vuosittaiset muutokset sallivaa mallia (taulukko 1) erosivat aineistot merkittävästi toisistaan kuudella lajilla (työhöyhypä, pikkulepinkäinen, keltasirkku, haarapääsky, pensastasku ja kottarainen). Erot näkyvät siten, että vuosittaiset vaihtelut eivät ole synkronisia laskentamenetel-

mien kesken (kuva 2). Muilla viidellä lajilla erot eivät olleet merkitseviä (pensaskerttu, punavarpuinen, kiuru, kuovi ja peltosirkku). Jakson 2001–2011 kokonaisuutosta kuvaavassa mallissa lähdeaineistot erosivat toisistaan neljällä lajilla: pikkulepinkäisellä (Wald = 13,39, df = 1, p < 0,005), haarapääskyllä (Wald = 10,65, df = 1, p < 0,005), pensaskertulla (Wald = 9,67, df = 1, p < 0,005) ja punavarpusella (Wald = 8,27, df = 1, p < 0,005). Linja-aineiston perusteella pikkulepinkäisen, haarapääskyn ja punavarpuksen kannankehityksistä ei voida tulkita suuntausta lainkaan, ja pensaskertun kannankehitys on vakaa, kun taas kaikkien neljän lajin kartoitusaineisto osoittaa kohtalaista kannan kasvua (taulukko 2). Muilla seitsemällä lajilla erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Yhdentoista lajin vuosittaisista indekseistä laskettu maatalousympäristön lintuindikaattori on jossain määrin erilainen

lähdeaineistosta riippuen (kuva 3). Erot kuitenkin mahtuvat pääosin 95 %:n luottavuuksivälisiin. Selvimät erot eri lähdeaineistojen tuottamissa indekseissä ovat vuosina 2001 ja 2011.

Tarkastelu

Yhdelletoista maatalousympäristön lintulajille kahden eri lähdeaineiston perusteella yhdelletoista vuodelle lasketut yhdistetyt indikaattorit poikkesivat toisistaan melko vähän. Tulos on erilainen verrattuna aikaisempaan; Tiainen ym. (2012) esittivät ensimmäisen vertailun, jossa linjalaskenta-aineisto viittasi selvemmin taantuvaan ja kartoitusaineisto runsastuvaan suuntaukseen. Ero tässä esittämämme ja Tiaisen ym. (2012) tuloksen välillä johtuu kolmesta seikasta: linjalaskenta-aineiston aikasarjaa on pidennetty vuoteen 2011, pistelaskenta-aineisto, joka oli yhdistettyä linjalaskenta-aineistoon, on nyt jätetty pois, ja linjalaskenta-aineiston aluerajaus on nyt tehty paremmin vastaamaan kartoituslaskentojen aluetta.

Noin puolella lajeista kannan vuosittainen vaihtelu (taulukko 1) ja reilulla kolmanneksella kannankehityksen suuntaus (taulukko 2) erosivat merkittävästi toisistaan. Eri menetelmillä kerätyn aineiston perusteella lasketut indikaattorit (yhdistetty lajien kannankehitystieto) erosivat kuitenkin vain vähän toisistaan ja vuosittainen vaihtelu oli keskimäärin luotettavuusvälien sisällä. Indikaattorien ilmaisemassa kokonaisuutuksessa on kuitenkin selvä ero, joskin vain vuoden 2011 arvot erosivat toisistaan merkittävästi. Kartoitusaineiston perusteella indikaattorissa on havaittavissa nouseva suuntaus, linjalaskentojen perusteella laskeva (kuva 3).

Mahdollisia syitä etenkin lajikohtaisiin eroihin voi olla useita. Ensinnäkin laskenta-alueet sijoittuvat eri kohteille ja kannankehitykset, kuten tulokset osoittavat osalla lajistosta, voivat erota paikallisesti toisistaan. Kuitenkin osa merkitsevistä havaituista eroista voi aiheutua eri laskentamenetelmien painotuseroista lajien havaittavuudessa. Kartoituslaskennat painottuvat hieman enemmän keskimääräistä suuremmille peltoalueille, kun etenkin 2006 perustettujen vakiolinjojen pitäisi antaa satunnaisotos koko maatalousympäristön erikokoisista ja erilaisista peltoalueista. Laskentapaikkojen erilainen sijainti voi jo yksin selittää pienen eron yleisindikaattoreissa.

Toiseksi linjalaskentoina maatalousympäristön indikaattorilajeja voi tulla myös muista elinympäristöistä, kuten pikkulepinkäisiä ja pensaskerttuja taimikkoalueilta ja punavarpusia metsistä ja kosteikoilta.

Kiurun lauluaktiivisuus on kesäkuussa vähäisempää kuin toukokuussa. Vastaavasti havaitavuuden lasku etäisyyden kasvaessa on jyrkempää kesäkuussa.

TERO PELKONEN



Taulukko 1. Laskenta-aineistojen erojen merkitsevyys lajikohtaisiin analyyseihin vuosittaisissa malleissa. Lajien suomenkieliset nimet on kursivoitu, jos lähdeaineistolla on merkitsevä vaikutus tuloksiin. Merkitsevyydet: *** $p < 0,005$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$. Sarakkeissa "alueita" ja "linjoja" ilmaistaan niiden kartoitusalueiden ja laskentalinjojen keskimääräinen lukumäärä, joissa laji on havaittu 2001–2011.

Table 1. Significance of differences in two data sources (mapping and line transect census) on species-specific annual models. Significancies: *** $p < 0.005$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$. Columns of areas and transects present the average numbers of mapping areas and line transects in which the species was recorded 2001–2011.

Laji Species	Wald	df	Kartoitus Mapping		Linjalaskenta Line transect census	
			Reviirejä Territories	Alueita Areas	Pareja Pairs	Linjoja Transects
Töyhtöhyyppä <i>Vanellus vanellus</i>	51,2***	10	190	17	57	12
Pikkulepinkäinen <i>Lanius collurio</i>	29,78***	10	43	18	19	11
Keltasirkku <i>Emberiza citrinella</i>	28,9***	10	1131	26	32	35
Haarapääsky <i>Hirundo rustica</i>	26,62***	10	268	25	5	22
Pensastasku <i>Saxicola rubetra</i>	23,27**	10	327	25	2	12
Kottarainen <i>Sturnus vulgaris</i>	19,41*	10	210	24	80	19
Pensaskerttu <i>Sylvia communis</i>	17,3	10	751	26	196	33
Punavarpunen <i>Carpodacus erythrinus</i>	16,45	10	125	21	48	20
Kiuru <i>Alauda arvensis</i>	14,58	10	2029	25	188	22
Kuovi <i>Numenius arquata</i>	10,96	10	72	21	22	9
Peltosirkku <i>Emberiza hortulana</i>	2,84	10	168	17	7	3

Taulukko 2. Lajikohtaisten trendien (2001–2011) suuruudet ja merkitsevyydet eri laskenta-aineistoissa. Trendit on laskettu perustuen lajikohtaisiin vuosittaisiin malleihin. Merkitsevyydet: *** $p < 0,005$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, NS $p > 0,05$.

Table 2. Species-specific trends (2001–2011) and their significancies in two data sources. Trends were calculated from the annual models. Significancies: *** $p < 0.005$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, NS $p > 0.05$.

	Kartoitus Mapping			Linjalaskenta Line transect census		
	Kannankehitys Population change	Vuosimuutos p Annual change %		Kannankehitys Population change	Vuosimuutos p Annual change %	
Töyhtöhyyppä <i>Vanellus vanellus</i>	Voimakas kasvu Strong increase	8,04 *		Epävarma Uncertain	-3,09	NS
Isokuovi <i>Numenius arquata</i>	Kohtalainen taantuminen Moderate decrease	-3,02 **		Epävarma Uncertain	-7,56	NS
Kiuru <i>Alauda arvensis</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	3,62 **		Kohtalainen kasvu Moderate increase	5,51 **	
Haarapääsky <i>Hirundo rustica</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	3,42 **		Epävarma Uncertain	-1,7	NS
Pensastasku <i>Saxicola rubetra</i>	Vakaa Stable	0,3 **		Epävarma Uncertain	4,4	NS
Pensaskerttu <i>Sylvia communis</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	2,44 **		Vakaa Stable	-1,14	**
Pikkulepinkäinen <i>Lanius collurio</i>	Voimakas kasvu Strong increase	8,89 *		Epävarma Uncertain	-5,15	NS
Kottarainen <i>Sturnus vulgaris</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	3,29 **		Epävarma Uncertain	-2,26	NS
Punavarpunen <i>Carpodacus erythrinus</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	3,64 **		Epävarma Uncertain	-2,34	NS
Keltasirkku <i>Emberiza citrinella</i>	Kohtalainen kasvu Moderate increase	3,98 **		Kohtalainen kasvu Moderate increase	2,69	**
Peltosirkku <i>Emberiza hortulana</i>	Voimakas taantuminen Strong decrease	-11,26 **		Epävarma Uncertain	-10,11	NS

Näissä elinympäristöissä kannankehitys voi olla erilainen kuin maatalousympäristössä, ja siten lajin kokonaiskannankehitys ei välttämättä kuvaisi lajin tilannetta maatalousympäristössä. Vaikka tämä selitys on mahdollinen, käytännössä se tarkoittaisi, että muissa ympäristöissä näillä lajeilla

menisi heikommin kuin maatalousympäristöissä, koska linjalaskentojen kannankehitykset olivat negatiivisempia kuin kartoituslaskentojen vastaavat. Tämän takia pidämme tätä selitystä epätodennäköisenä.

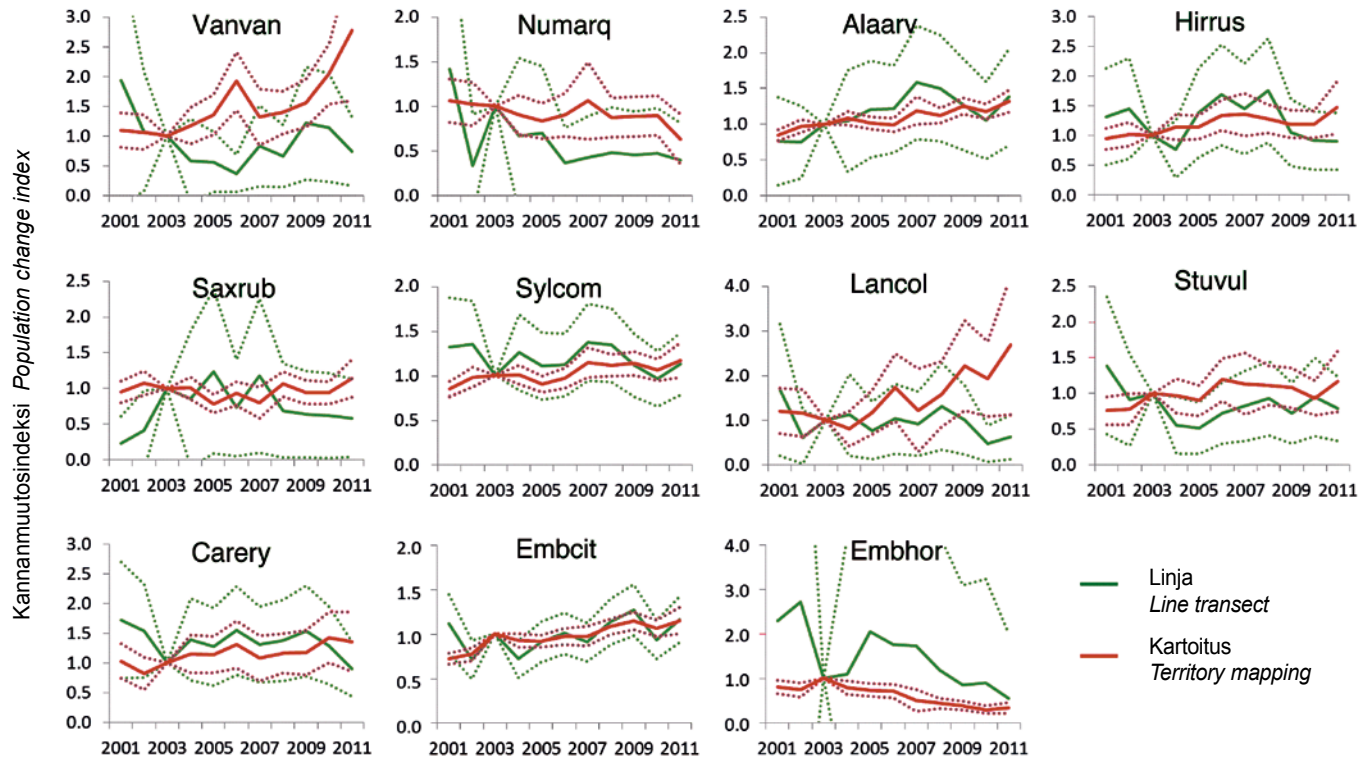
Kartoituslaskenta voi olla linjalaskentaa alttiimpi oppimisprosessille. Menetelmä

on vaativa, ja uusien laskijoiden kohdalla on aina havaittavissa laskentaominaisuuksien kehittymistä kokemuksen karttuessa. Tämän vaikutusta on laskennoissa kuitenkin vältetty sillä, että uuden laskijan panos tietyllä laskenta-alueella on aina enintään yksi käynti kolmesta. Lisäksi hyvin harvoin yhdenkään alueen laskentatulosta perustuu edes kokoneen laskijan panokseen kahta käyntiä enemmän. Uudet laskijat saavat myös ennakkotiedon laskenta-alueensa erityiskohteista, joissa havainnointiin pitää käyttää enemmän aikaa. Uusien laskijoiden osuus laskennoista oli suurimmillaan kartoituslaskentojen parina ensimmäisenä vuotena, mistä syystä indikaattorin vertailukohtana (arvo = 1) on käytetty vuotta 2002 tai 2003 (Tiainen ym. 2012, tämä kirjoitus).

Linjalaskennassa reittiä on edettävä vakionopeudella, eikä laskija voi jäädä millekään kohteelle pitemmäksi aikaa, vaikka hänestä tuntuisikin, että kaikkia lintuja ei ole havaittu. Kartoituksessa laskentateho on luonnollisesti suurempi, kun käyntejä on useita ja lintujen etsintään voidaan käyttää maaston edellyttämällä tavalla aikaa. Linjalaskenta on alttiimpi fenologisille vaihteluille, koska se tehdään vain kertaalleen kesäkuun alkupuoliskolla.

Myös kartoituslaskentojen havaintojen tulkinnassa reviiereiksi on tapahtunut oppimista. Periaatteessa on mahdollista, että samasta havaintomäärästä hieman eri kriteereillä tulkitaan eri määrä reviierejä, mistä syystä alkuvuosien havaintojen tulkinta onkin yhdenmukaistettu vastaamaan viimeaikaista menettelyä. Linjalaskennassa parimäärätulkinnat ovat olleet vakiintuneita jo 1970-luvulta lähtien (Koskimies & Väisänen 1988).

Lopuksi, kartoituslaskennassa aineiston koko on suurempi kuin linjalaskennassa, mutta tämän ei pitäisi suoranaisesti vaikuttaa pitkäaikaistrendien eri suuntauksiin, vaan vain vähentää satunnaisvaihtelua linja-aineistoon verrattuna (mikä näkyikin kuvissa 2 ja 3). Sen sijaan laskentakohteiden pienempi lukumäärä kartoituslaskennoissa on voinut aiheuttaa huomattavaa epävarmuutta pitkäaikaistrendin estimaatissa (2007 ja 2011 luotettavuusraajat olivat leveämmät kuin muina vuosina). Tätä kautta on mahdollista, että lajikohtaisiin kannanmuutosindekseihin tulee harhaa. Tämä johtuu siitä, että yhdellä alueella (tai linjalla) havaittava muutos vaikuttaa lopputulokseen sillä painolla, joka on sen osuus alueiden lukumäärästä. Jos laskenta-alueita tai -linjoja on vähän, yhden alueen muutos poikkeava muutos saattaa heilauttaa indikaattorin arvoa epärealistisesti. Tämä on havaittavissa peltosirkun kohdalla linja-



Kuva 2. Maatalousympäristön indikaattorilajien kannankehitysindeksit kahden eri lähdeaineiston perusteella. Pilkkuviivat osoittavat 95 %:n luotettavuusvälejä. Kannanmuutosindeksin arvo on 1 vuonna 2003. Lajinimet on muodostettu lyhenteinä tieteellisistä nimistä (ks. taulukko 2).

Fig. 2. Population changes of species used for a farmland bird indicator (lines) on the basis of two source data. Dotted lines indicate 95 % confidence limits. The base year (index = 1) was set at 2003. Species names as abbreviations from scientific names (see Table 2).

aineistossa ja saattaa vaikuttaa kartoitus-aineistossa vuosina 2007 ja 2011, jolloin laskenta-alueita oli vain kahdeksan. Suuret laskentayksikkökohtaiset yksilömäärät eivät poista ongelmaa.

Kartoitusaineistossa ongelman ratkaisu on suurten laskenta-alueiden jakamisessa pienempiin yksikköihin. Aiemmissä analyyseissä yksikkönä käytettiin neliökilometriuutuja (Tiainen ym. 2008), kun taas uudemmissä analyyseissä on käytetty laajoja maisema-aluekokonaisuuksia (peltoaukeita, jotka kuitenkin jakaantuvat luontevasti osa-alueisiin). Piha ym. (2007c) osoittivat, että vierekkäisten neljännesneliökilometriuutujen lintuyhteisöjen välillä ei ole merkitsevää alueellista korrelaatiota, mikä rohkaisee jakamaan isoja laskenta-alueita pienempiin yksikköihin.

Johtopäätökset

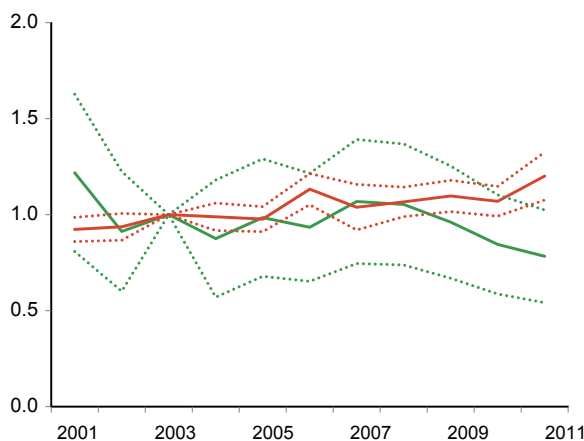
Vertailemamme yleisindikaattorit eroavat vain vähän toisistaan, ja erot voivat suurelta osin johtua pelkästään alueellisista eroista, joita eri otokset edustavat. Niin ikään lajikohtaisten indeksien erot ovat melko vähäisiä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta (töyhtöhyppä, pikkulepinkäinen).

Maatalousympäristön indikaattoria on mielestämme syytä kehittää niin, että sekä alueellinen kattavuus että erikokoisten peltoaukeiden edustavuus on entistä parempi.

Molemmissa aineistonkeruumenetelmissä on vahvuutensa ja heikkoutensa. Runsaimpien lajien osalta linjalaskenta on tehokas ja luotettava menetelmä, mutta harvalukuisista lajeista sillä ei välttämättä saada riittävää aineistoa kuvaamaan kannankehitystä. Tästä on konkreettisenä esimerkkinä voimakkaasti taantunut peltosirkku, joka voi kohta olla liian harvalukuinen linjalaskentamenetelmällä seurattavaksi (valtakunnalliset vuosittaiset yksilömäärät laskennoissa 2010 31, 2011 29, 2012 17). Harvalukuisien lajien indikaattoriarvo voi kuitenkin olla hyvin suuri. Kartoitusmenetelmä sopii kaikille lajeille hyvin, ja erityisesti harvalukuisilla lajeilla täsmäalueiden kartoitus voi

olla ainoa tapa saada analysointiin riittävän suuria aineistoja.

Kartoitusmenetelmä on hyvin työläs, ja siksi kartoitettavien kohteiden määrä on aina resurssikysymys. Vaativuutensa takia kartoitus ei käy yleiseksi harrastajavoimin toteutettavan seurantahankkeen menetelmäksi. Käytettyyn työaikaan nähden linjalaskennan pääsaralta kertyy suunnilleen yhtä runsaasti havaintoja kuin kartoittamalla; koko tutkimussaralta havaintoja kertyy linjalaskennassa 4–5-kertaisesti, mutta ne eivät kaikki tule maatalousympäristöstä ja maatalousympäristön lajien havaintoja kertyy kaukaa metsässäkin kulkevalle linjan osalle. Yleisen kannanmuutosseurannan



Kuva 3. Maatalousympäristön lintuindikaattori kahden eri lähdeaineistoon perusteella (punainen = kartoitus, vihreä linjalaskenta, pilkkuviivat osoittavat 95 %:n luotettavuusvälejä). Indikaattorin arvo on 1 vuonna 2003.

Fig. 3. Farmland bird indicators combining the eleven species of figure 2 (geometric mean, red for mapping, green for line transects, 95 % confidence limits dotted). The base year (index = 1) was set at 2003.

kannalta molemmilla menetelmillä kerätyt aineistot ovat toistensa veroisia, mutta havaintojen sijainnin tarkkuudessa ja niihin liitettävissä olevalla muualla tiedolla on eroa. Kartoittamalla saadaan paikkatietoaineistoa, jossa reviiiripisteet ovat kytkettävissä muuhun tietoon, kuten elinympäristön laatuun. Myös linjalaskennassa havainnot olisi mahdollista kerätä pääsaralta ja lähellä kulkureittiä olevalta apusaran osalta paikkatietona, mutta koska havainnointi perustuu lyhyeen ohimenevään hetkeen, sisältyy paikannuksiin enemmän virhevaihtelua kuin kartoitettaessa.

Indikaattoreihin liittyvä kysymys siitä, mihin aineistoa halutaan käyttää. Linnuston yleisen kehityksen seuraamiseksi linjalaskentoihin perustuva indikaattori on sovelias. Vakiolinjaverkoston etuna on myös, että se kattaa koko Suomen mukaan lukien mm. Pohjanmaan laajat peltoaukeat, jotka tähänastisissa kartoituslaskennoissa ovat jääneet vähemmälle huomiolle. Linjojen tietoja on kuitenkin vaikeampi kytkeä ympäristössä tapahtuviin muutoksiin, sillä laskentojen yhteydessä kerätään vain hyvin karkeaa tietoa peltojen käytön muutoksista tai muista maatalousympäristön kehitystä kuvaavista seikoista. Kartoitusaineisto on reviirokohtaista paikkatietoa, joka voidaan kytkeä muutoksiin, joita vuosittaiset viljelypääatokset, tilojen muut maankäyttöön liittyvät muutokset, tuotantosuuntaan tai -tapaan liittyvät muutokset, maatalouspolitiikan muutokset tai maatalouspoliittisten ohjelmien, kuten maatalouden ympäristöohjelman muutokset aiheuttavat. Kartoittamalla kerätään käyttökelpoista aineistoa yli 40 lajista, mikä ansiosta aineisto on riittävä joustavalle, kulloisenkin kysymyksen ratkaisua vastaavan indikaattorin muotoilulle. Kartoitusaineisto antaa mahdollisuuden niin aikasarja- kuin tilanneanalyysillekin. Esimerkkeinä jälkimmäisistä Piha ym. (2007a, b), Herzon ym. (2011), Marja ym. (2013) ja Tiainen ym. (2014) tutkivat nurmipeitteisyyden, luomuviljelyn, kesantojen, sarkaojituksen, valtoajien ja jokivarsien, talviaikaisen kasvipeitteisyyden (ja siitä seuraavan suorakylvön), viljelyn monipuolisuuden sekä niittyjen hoidon merkitystä linnuille, mikä ei ole mahdollista kuin kartoitustyyppisellä aineistolla. Kaikki mainitut tekijät liittyvät maatalouden ympäristöohjelman toimenpiteisiin, joiden kautta maatalousympäristö lintujen elinympäristönä kehittyy. Paikallisen elinympäristön lisäksi lintukantoihin vaikuttavat myös elinympäristömuutokset talvehtimis- ja muuttoluueilla sekä ilmastotekijät (esim. Piha ym. 2007a, Laaksonen & Lehikoinen 2013).

Kiitokset

Jukka Rintala ja Tuomas Seimola kommentoivat käsikirjoitusta, mistä heille lämpimät kiitokset!

Kirjoittajien osoitteet / Authors' addresses

AL, MP: Luonnontieteellinen keskusmuseo
PL 17, FI-00014 Helsingin yliopisto

JT: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 2, FI-00791 Helsinki

Kirjallisuus

- Engle, R. F. 1984: Wald, likelihood ratio, and Lagrange multiplier tests in econometrics. – Teoksessa: Griliches, Z. & Intriligator, M. D. (toim.), *Handbook of econometrics. II.* Elsevier, Amsterdam, ss. 775–826.
- Gregory, R. D., van Strien, A. J., Voříšek, P., Gmelig Meyling, A. W., Noble, D. G., Foppen, R. P. B. & Gibbons, D. W. 2005: Developing indicators for European birds. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 269–288.
- Herzon, I., Ekroos, J., Rintala, J., Tiainen, J., Seimola, T. & Vepsäläinen, V. 2011: Importance of set-aside for birds in Finland: an impact assessment and mitigation solutions. – *Agriculture, Ecology and Environment* 143:3–7.
- Koskimies, P. & Väisänen, R.A. 1988: Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, Helsinki. 2.painos.
- Laaksonen, T. & Lehikoinen, A. 2013: Population trends in boreal birds: Continuing declines in agricultural, northern, and long-distance migrants. – *Biological Conservation* 168:99–107.
- Lehikoinen, A. 2013: Climate change, phenology and species detectability in monitoring scheme. — *Population Ecology* 55:315–323.
- Marja, R., Herzon, I., Rintala, J., Tiainen, J. & Seimola, T. 2013: Type of agricultural drainage modifies the value of fields for farmland birds. – *Agriculture, Ecology and Environment* 165:184–189.
- Pannekoek, J. & van Strien, A. J. 2005: TRIM 3 Manual. Trends and Indices for Monitoring Data. – Research paper no. 0102. CBS Voorburg, The Netherlands: Statistics Netherlands. Available at <http://www.ebcc.info/trim.html>
- Piha, M., Lindén, A., Pakkala, T. & Tiainen, J. 2007a: Linking weather and habitat to population dynamics of a migratory farmland songbird. – *Annales Zoologici Fennici* 44:20–34.
- Piha, M., Tiainen, J., Holopainen, J. & Vepsäläinen, V. 2007b: Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. – *Biological Conservation* 140:50–61.
- Piha, M., Tiainen, J., Seimola, T. & Vepsäläinen, V. 2007c: Modelling diversity and abundance of Finnish farmland birds – landscape characteristics define the diversity and conservation hotspots. – Teoksessa: Piha, M., Spatial and temporal determinants of Finnish farmland bird populations. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.
- Tiainen, J. & Pakkala, T. 2000: Maatalousympäristön linnuston muutokset ja seuranta Suomessa (Population changes and monitoring of farmland birds in Finland). – *Linnut-vuosikirja* 1999:98–105.
- Tiainen, J., Seimola, T. & Rintala, J. 2014: Maatalousympäristön pesimälinnusto. – Teoksessa Aakkula, J. & Leppänen, J. (toim.), Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta-tutkimus (MYTVAS 3) – loppuraportti. Maa-

ja metsätalousministeriön julkaisuja 3/2014: 106–132.

Tiainen, J., Seimola, T., Rintala, J. & Holmström, H. 2012: Maatalousympäristön linnuston muutos Suomessa 2001–2011 (Changes in farmland bird populations in Finland in 2001–2011). – *Linnut-vuosikirja* 2011:38–47.

Väisänen, R. A. & Lehikoinen, A. 2013: Suomen maallinnuston pesimäkannan vaihtelut vuosina 1975–2012. – *Linnut-vuosikirja* 2012:62–81.

Summary:

Do farmland bird indicators calculated from mapping vs. line transect data differ?

■ There are two land bird monitoring programs carried out in Finland which can be used to calculate farmland bird indicators. The first one is aimed at monitoring all common land birds with line transect censuses, and the other one at monitoring farmland birds in farmland with a mapping method. We compared indicators calculated from data of these programs. The indicators were based on time series of eleven species in 2001–2011 (Table 1); these are the ones with which Finland contributes to the Pan-European farmland bird indicator of the EBCC (with line transect data).

The data of the two different methods showed a significant difference in annual fluctuation in indices in six species (Table 1, Fig. 1) and four species showed differing long-term trends (Table 2, Fig. 2). However, the calculated indicators of both the methods mostly differed only slightly from each other (especially so in 2001 and 2011; Fig. 3).

We believe that the main reason for differences is different sampling sites, but also other factors may partly explain the differences: (1) better census efficiency in territory mapping as a consequence of three visits (in our application) during seven weeks vs. one visit in line transects during three weeks of census period, and (2) possibility to devote more searching effort where necessary, and (3) especially in territory mapping, increasing experience in census-takers new to apply the method in early years of the mapping scheme.

The two census methods play different roles in a monitoring system. We argue that the national farmland bird indicator should be developed to cover the whole country. Both the methods have pros and cons. Line transects are an efficient way to collect data from common bird species. Standardized sampling of line transects was established in 2006 throughout the country, and this network of over 550 transects can be an appropriate way to monitor population changes of farmland species. Nevertheless, some rare species, like the drastically declining Ortolan Bunting *Emberiza hortulana*, may soon become too scarce to be monitored efficiently with line transects only, and territory mapping of specific region where the species still exists may be needed in the future.

Territory mapping is time consuming, but it produces more accurate data on locations of territories. This information can be used to study how changes in farming practices and land use affect bird populations, and do actions of agri-environmental schemes help to conserve the biodiversity.