



## Perioodil 1984–2017 põllulindude arvukuse muutus Eestis ning selle seos põllumajanduse ja kiskjatega

Riho Marja<sup>\*1,2</sup>, Renno Nellis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eesti Ornitoloogiaühing, Veski 4, 51002 Tartu

<sup>2</sup> Keskkonnaagentuur, Mustamäe tee 33, 10616 Tallinn

### Kokkuvõte

Uuringu eesmärgiks on selgitada põllulindude arvukuse muutust põllumajandusnäitajatega ning kaudselt kiskjatega viimaste aastakümnete jooksul. Uuringuks kasutati Eesti Ornitoloogiaühingu punktloenduse riikliku seire tulemusi aastatest 1984 – 2017, mille alusel arvutati välja erinevad põllulindude indeksid (klassikaline põllulindude indeks, Põhja-Euroopa põllulindude indeks, koondindeks), mis kirjeldavad liikide arvukuse muutusi. Lisaks seostati põllulindude arvukuse muutust kasutuses oleva põllumajandusliku maa pindala (põllukultuuride kasvupind), lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutamise ning kütitud väikekiskjate isendite arvuga. Kokku on Eestis vähenenud 22 põllulinnuliigi arvukus ning tõusnud 13 liigi arvukus, keda uurimistööks väljavalitud indeksite arvutamisel kasutati. Uuritud indeksite väärtused vähenesid uurimisperioodil statistiliselt usaldusväärselt. Sõltuvalt indeksist oli väärtuse kahanemine vahemikus 37 – 48%. Lindude hulk, mis vähenes, oli vahemikus 24 – 52 tuhat pesitsevat paari aastas, kogu uurimisperioodil 0,8 – 1,7 miljonit paari sõltuvalt indeksist. Klassikaline põllulindude indeks kahanes uuritud perioodil 48,6%, Põhja-Euroopa põllulindude indeks 48,3% ja koondindeks 35,2%. Paaride arv, mis vähenes aastas, oli vastavalt indeksile 24500 – 35800; 30600 – 43600 ja 34200 – 52100; kogu uuritud perioodil: 808900 – 1150000; 1011600 – 1440000 ning 1131300 – 1722000. Tulemuste põhjal selgus, et mida suurem on Eestis olnud põllukultuuride kasvupind, seda kõrgem on olnud põllulindude arvukus ja seetõttu kõrgemad ka põllulindude indeksite väärtused. Seevastu negatiivselt mõjutasid põllulindude indeksite väärtusi lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutamine ning kütitud kiskjate isendite arv. Soodustamiseks põllulindude seisundit Eestis oleks vaja üleriiklikult vähendada nii lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutamist kui ka efektiivsemalt ohjata kiskjaid.

\* E-post: riho.marja@ut.ee

## Sissejuhatus

Maailma rahvaarv on kasvanud viimase 50 aasta jooksul 3,4 miljardilt 7,5 miljardile (United Nations 2007). Sellest tulevalt on suurenenud ka põllumajanduslikult saadava toidu tootmine kogu maailmas. Järjest efektiivsem ja pindalaliselt ulatuslikuma toidu tootmisega on kaasnenud pidevalt suurenenud väetiste ja pestitsiidide kasutamine, maakasutusmuutused ja maastiku struktuuri lihtsustamine (Newton 2004; Foley *et al.* 2005; Donald *et al.* 2006), mis on omakorda põhjustanud nii Euroopas (Voříšek *et al.* 2010), kui ka Eestis põllulindude arvukuse drastilise kahanemise (Nellis 2017).

Eestis on viimase kahekümne aasta jooksul suurenenud uurimistöde hulk, mis on käsitlenud põllulinde. Enamik sellistest põllulindudega seotud uurimistöödest on keskendunud maastiku struktuuri, põllumajandustootmise intensiivsuse või põllumajandus-keskkonnameetmete mõju väljaselgitamisele (näiteks Herzon *et al.* 2008; Flohre *et al.* 2011; Elts & Lõhmus 2012; Marja & Herzon 2012). Kuresoo, Pehlak and Nellis (2011) uuringust on teada, et üleriiklikult on Eesti põllulindude arvukus vähenenud, kuid põllulindude arvukust mõjutanud tegureid pikemal ajaperioodil pole tänaseni välja selgitatud. Seetõttu on see esimene uurimistö, mis püüab valgust heita mõnede tegurite, mis võivad olla mõjutanud Eestis üleriiklikult põllulindude arvukust viimase 34 aasta vältel.

Uurimistö eesmärk on välja selgitada erinevate põllumajandusmaastike

lindude arvukuse muutust ajas ja selleks kasutati erinevaid kompleksindekseid (edaspidi indeksid). Uuringus kasutatud indeksid väljendavad ühe arvuna erinevate liikide arvukuse muutusi ajas, sõltuvalt sellest, millised liigid on kaastatud analüüsi. Uuringuks kasutati erinevaid kokkuleppelisi indekseid, kuhu kaasatud liikide hulk on erinev. Uurimisküsimused olid järgnevad. Esiteks, kui palju on muutunud kasutatud indeksite väärtused Eestis perioodil 1984 – 2017? Teiseks, kui suur on erinevate indeksite järgi lindude hulk, mis on uurimisperioodi vältel muutunud? Kolmandaks, kas põllulindude indeksid on seotud riiklike põllumajandusnäitajatega (põllukultuuride kasvupind, lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutamine) ning kiskjate arvukusega (väljendatuna isendite küttimisarvude kaudu). Paljud põllulindudest on maaspesitsejad ja seetõttu võib eeldada, et pesade kisklusrisk on suur.

## Metoodika

Linnuloendustena kasutati punktloendusi. Punktloenduse rada koosneb 20 loenduspunktist, kus igas teostatakse lindude loendus 5 minuti jooksul. Loendusühikuks on pesitsevate paaride arv liikide kaupa. 2018 aasta alguses oli 65 nõ "aktiivset" loendusrada. Kokku oli uurimisperioodil 191 erinevat loendusrada. Loenduspunktid võivad paikneda nii põllumajandusmaastikus, metsas, asulas kui ka teistes üldlevinud elupaikades või kahe elupaiga piirialadel. Loendused teostatakse harilikult mai lõpus või juuni alguses varahommikul heades ilmastikutingimustes.

Punktloendustega alustati Eestis 1983. aastal, et välja selgitada harilike haudelindude arvukuse muutusi. Seetõttu on tänaseks kogutud andmerea pikkus juba üle 30 aasta. Kuna esimesel loendusaastral oli loendusradade arv väike (23 rada), siis see aasta eemaldati hilisemast statistilisest andmetööstusest ja seetõttu katab analüüs aastaid 1984 – 2017. Loendusradade arv koos arvutatud erinevate indeksite väärtustega vastaval aastal on esitatud artikli elektroonilises lisas 1.

### Põllulindude indeksid

Üheks võimaluseks anda koondhinnag põllulindude arvukuse muutusele Eestis, on kasutada selleks otstarbeks väljatöötatud indeksit (Pannekoek & Van Strien 2008; Voříšek *et al.* 2010). Selline indeks näitab ühe arvuna mitmete liikide arvukuse muutumise üldsuunda, kaasates nii liike kelle arvukus on tõusnud, stabiilne või koguni kahanenud. Indeks saadakse järgnevalt: esmalt arvutatakse iga uuritava liigi enda muutuse indeks uuritud ajaperioodil ning seejärel arvutatakse uuritavate liikide indeksite geomeetriline keskmine. Uurimistöös kasutati kolme indeksit: 1) klassikaline põllulindude indeks (inglise keeles *farmland bird index*, edaspidi KPI); 2) Põhja-Euroopa põllulindude indeks, edaspidi PPI ja 3) kõikide põllulindude koondindeks vastavalt Kuresoo, Pehlak and Nellis (2011) järgi, edaspidi koondindeks. KPI ja PPI on üle-Euroopaliselt ekspertide poolt väljapakutud ja kasutusele võetud kui kokkuleppelised indeksid, et eri riikide tulemusi omavahel võrrelda. Seevastu koondindeks on väljapakutud ainult Eesti põllulindude arvukuste

muutuste kirjeldamiseks. Nimekiri, mis liike vastav indeks arvesse võttis, on esitatud elektroonilises lisas 2. KPI ja PPI on varasemalt laialt kasutuses olnud (European Bird Census Council 2017), kuid nende indeksite miinus on see, et need võtavad arvesse vastavalt ainult 12 ja 14 Eestis pesitsevat põllulinnuliiki. Seevastu koondindeks arvestab 34 liiki. Kuna kõikides indeksites on erinev liikide arv, kasutati selles uurimistöös neid kõiki. Koondindeksist jäeti välja kaks liiki: valgetoonekurg (*Ciconia ciconia*) ja aed-roolind (*Acrocephalus dumetorus*), sest nende kohta oli liiga lühike aegrida. Lisaks on viimastel aastatel aed-roolinnu arvukus tõusnud eksponentsiaalselt (Nellis 2017).

Esmalt arvutati programmiga *Trends and Indices for Monitoring Data* (TRIM; Pannekoek & Van Strien 2008) välja iga liigi enda populatsiooniindeks uurimisaastate kohta võttes algusaastaks 1984 (indeksi algväärus = 100). Uuritud põllulindude indeksite leidmiseks kasutati eri liikide (sõltuvalt sellest, mis liike vastav indeks sisaldab) vastava aasta arvutus- tulemuste geomeetrilist keskmist. TRIM programm võtab indeksite arvutamisel aluseks aegreana liigi paaride arvu vastava loenduspunkti kohta (k.a. puuduvad väärtused) kasutades Poissoni regressiooni hinnates seeläbi aastatevahelist muutust. Selles uuringus kasutati korduvmõõtmistel põhinevat lineaarse trendi funktsiooni.

### Uuritud tunnused

Varasemast on teada, et Nõukogude Liidu lõppedes, vähenes 1990ndate alguses Eestis põllukultuuride kasvupindala

(Statistikaamet 2018), sest arvestatav osa põllumaast jäi kasutusest välja. Eesti Euroopa Liiduga liitumisjärgselt on põllumajandusmaa hulk küll suurenenud, kuid mitte samale tasemele kui oli 1980ndatel. Põllukultuuride kasvupind kaasati analüüsi eeldusel, et mida madalam see on, seda negatiivsem mõju võiks sellel olla põllulindude arvukusele, sest viimased on kohastunud elama avatud maastikes ning elupaiga hävinemisest tingituna populatsioonid vähenavad või kaovad. Seega üldine põllumajandusmaa hulk Eestis võib olla üks oluline tegur, et populatsioonid saaksid ennast taastoota. Põllukultuuride kasvupind hõlmas endas nii teraviljasid, kaunvilju, õlikultuure, erinevaid rohumaid kui ka teisi põllukultuure (Statistikaamet 2018).

Analüüsi kaasati ka üleriiklikult kasutatud lämmastikväetiste ja pestitsiidide hulk (FAOSTAT 2017). Nende kasutamist on varasemates uuringutes seostatud negatiivse mõjuga põllulindude arvukusele (Fox 2004; Stoate *et al.* 2009).

Maaspesitsevate põllulindude arvukust põllumajandusmaastikus mõjutab Eestis tõenäoliselt ka kisklus. Tõenäoliselt on see üks oluline tegur suurkoovitaja (*Numenius arquata*) populatsiooni kahanemisel Eestis. Näiteks 2014 – 2016 läbi viidud uuring viitas väga kõrgele kisklusriskile, sest valdavalt rüüstati pesad juba haude keskstaadiumis (Marja & Elts 2016).

#### Statistiline analüüs

Indeksite omavahelist seost analüüsiti Pearsoni korrelatsiooniga.

Eestis põllukultuuride kasvupinna andmetena kasutati Statistikaameti andmebaasi (Statistikaamet 2018) aastate 1984 – 2017 kohta.

Eestis tarvitatud pestitsiidide ja mineraalväetiste kasutuskoguste (kogus tonnides aastas) andmetena kasutati FAOSTAT-i andmebaasi (FAOSTAT 2017) aastate 1992 – 2014 kohta, sest varasemast või hilisemast ajast polnud kättesaadavad sama meetodikaga kogutud andmeid. Põllukultuuride kasvupind ja pestitsiidide kasutuskogus korreleerusid omavahel statistiliselt usaldusväärset (Pearsoni korrelatsioonikoefitsient -0,6; t-statistik = -3,4; p = 0,003). Samuti korreleerusid omavahel statistiliselt usaldusväärset pestitsiidide ja lämmastikväetiste kasutuskogused (korrelatsioonikoefitsient 0,68; t-statistik = 4,3; p < 0,001). Omavahel ei korreleerunud statistiliselt usaldusväärset põllukultuuride kasvupind ja kasutatud lämmastikväetiste kogus (korrelatsioonikoefitsient 0,04; t-statistik = 0,17; p = 0,86). Seetõttu lisati need kaks eelmainitud tunnust ühte mudelisse. Eestis pole teadaolevalt üleriiklike andmetena analüüsitud põllulindude indekseid ja kasutatud pestitsiidide andmeid. Sellepärast koostati eraldi mudel, kontrollimaks nende võimalikku omavahelist seost.

Põllulindude kiskjate andmed pärinevad Eesti Eluslooduse Infosüsteemist (2017). Kiskjad ja ulukid, kes mõjutavad põllulindude pesitsusedukust, punarebane (*Vulpes vulpes*), kährikkoer (*Nyctereutes procyonoides*) ja metssiga (*Sus scrofa*) aegridade arvukusandmed pole

täielikud, sest punarebase ja kährikkoera populatsioonide andmed on ainult aastatest 1984 – 1995. Seevastu on olemas küttimisandmed nende kolme liiga kohta perioodist 1984 – 2016. Kuna nii kiskjate populatsiooni- ja küttimisandmed omavahel valdavalt korreleeruvad [korrelatsioonikoefitsendid vastavalt punarebane 0,31 (t-statistik = 1,0; p = 0,32), kährikkoer -0,63 (t-statistik = -2,6; p = 0,03), metssiga 0,83 (t-statistik = 8,3; p < 0,001)], siis kasutati antud uurimistöös küttimisandmeid pikema aegra tõttu. Ehkki punarebase populatsioonandmete ja küttimisandmete vahel polnud statistiliselt usaldusväärset seost, usuvad uurimistöö autorid siiski, et see ei mõjuta oluliselt statistilise analüüsi tulemust ning ka kiskjate küttimisandmed peegeldavad nende liikide reaalseid populatsioonide suurusi Eestis. Põllulindude pesi rüüstatavad ilmselt ka teised kiskjad (näiteks tuhkur *Mustela putorius*, röövlinnud ja vareslased). Asjaolu, et nende kiskjate detailed arvukuse andmed aastate kaupa puuduvad, kaastati analüüsi ainult punarebase, kährikkoerte ja metssigade küttimisandmed (summaarne kütitud isendite arv).

Küttimisandmed korreleerusid statistiliselt usaldusväärsetl põllukultuuride kasvupinnaga (korrelatsioonikoefitsent -0,59; t-statistik = -4,2; p < 0,001), lämmastikväetiste kasutamisega (korrelatsioonikoefitsent 0,62; t-statistik = 3,6; p = 0,002) ja pestitsiidide kasutamisega (korrelatsioonikoefitsent 0,88; t-statistik = 8,7; p = 0,001). Asjaolul, et küttimisandmed korreleerusid valitud põllumajandusnäitajatega,

koostati ka selle tunnuse jaoks eraldi mudel, sest kiskjate andmeid pole varasemalt Eestis üldse uuritud seoses põllulindude indeksitega ning on ebaselge, kas kiskjate populatsioonide andmed väljendatuna küttimisandmetena üldse võiksid olla põllulindude loendustulemustega seostatavad.

Modelleerimisel kasutati üldistatud nii ühe- kui ka kahetunnuselisi aditiivseid mudeleid eeldusel, et põllulindude indeksite muutused uurimisperiodil ja seoses valitud seletavate tunnustega ei pruugi olla lineaarsed. Analüüs teostati statistikatarkvara R-ga (R Development Core Team 2017) ning mittelineaarsete seoste uurimiseks kasutati paketti „mgcv“ (Wood 2006). Uuritavateks olid kolm põllulindude indeksit. Seletavate tunnuste uurimiseks koostati erinevad mudelid. Esimesena modelleeriti indeksite muutust ajas (uurimisperiod 1984 – 2017, ühetunnuseline analüüs). Teisena lisati ühte mudelisse põllukultuuride kasvupind ja lämmastikväetiste kasutuskogus (uurimisperiod 1992 – 2014, kahetunnuseline analüüs), sest need tunnused omavahel ei korreleerunud. Kolmandana modelleeriti eraldi kasutatud pestitsiidide koguse võimalikku seotust valitud põllulindude indeksitega (uurimisperiod 1992 – 2014, ühetunnuseline analüüs). Neljandana koostati eraldi mudeli seostamiseks kiskjate küttimisandmed põllulindude indeksitega (uurimisperiod 1984 – 2016, ühetunnuseline analüüs). Punktloenduse valimi suurus vastaval aastal kasutati kõikides mudelites kaaludena (*offset* tunnus mudelis),

**Tabel 1.** Uuritud indeksite omavaheline korrelatsioon perioodil 1984 – 2017. Esitatud on Pearsoni korrelatsioonikoeffitsient ( $r$ ),  $t$ -statistik ja  $p$ -väärtus. Tähistused: KPI (klassikaline põllulindude indeks), PPI (Põhja-Euroopa põllulindude indeks) ja koondindeks (liikide valik vastavalt Kuresoo, Pehlak & Nellis 2011 järgi).

**Table 1.** The correlations between studied indices in 1984 – 2017. Represented are the Pearson correlation coefficient ( $r$ ),  $t$ -statistic and  $p$ -value. Abbreviations: FBI (classical farmland bird index), NEFBI (North-European farmland bird index) and Estonian syllabus farmland bird index based on Kuresoo, Pehlak & Nellis (2011).

Indeks <i>Index</i>	KPI <i>FBI</i>	PPI <i>NEFBI</i>
PPI <i>NEFBI</i>	$r = 0,97$ $t = 21,0$ $p < 0,001$	
Koondindeks <i>Estonian syllabus FBI</i>	$r = 0,93$ ; $t = 13,9$ ; $p < 0,001$	$r = 0,91$ ; $t = 12,7$ ; $p < 0,001$

sest loendusradade arv aastati varieerub (elektrooniline lisa 1).

Mudeli valikul kasutati nii normaaljaotusega kui ka kvaasi-poissoni jaotusega mudeleid. Nende erineva jaotustega mudelite omavahelisel võrdluse kasutatakse protsenti, mis kirjeldas ära mudeli koguvarieeruvuse (*deviance explained*). Kõrgema koguvarieeruvuse kirjelduse väärtuse andnud mudel valiti välja tulemuste esitamiseks (Cross Validated 2018).

Kogu põllulinnustiku arvukuse muutuse väljaselgitamiseks kasutati TRIM (Pannekoek & Van Strien 2008) programmi arvutust, mis võimaldab hinnata iga liigi arvukuse (paaride arv) keskmist muutust aastas (%) uuritud perioodil. Kui on teada liigi arvukushinnang(ud), siis korrutades liigi arvukuse üldhinnangu või minimaalse ja maksimaalse hinnangu liigi

arvukuse keskmise muutusega aastas uuritud perioodil, saab välja selgitada paaride arvu hulga, mis on vähenenud või tõusnud. Summeerides erinevate liikide tulemused kokku, on võimalik anda üldhinnang või vahemik (minimaalne ja maksimaalne muutus), kui palju on pesitsevate paaride arv tervikuna uuritud ajaperioodil muutunud. Selles uurimistöös kasutati arvukushinnangutena viimast publitseeritud tulemust põllulindude kohta (Elts *et al.* 2013).

## Tulemused

### Korrelatsioon indeksite vahel

Kõik uuritud indeksid olid omavahel statistiliselt usaldusväärset seotud ning korrelatsioonikoeffitsientide väärtused viitasid väga tugevatele omavahelistele korrelatsioonidele ( $r = 0,91 - 0,97$ ; tabel 1).

**Table 2.** Põllulindude arvukuse muutused perioodi 1984 – 2017 vältel. Esitatud on analüüsis kasutatud indeksi statistikud, mudeli kirjeldavus, indeksi arvuline vähenemine ning vähenenud paaride arvu vahemik aastas ja kogu uurimisperioodil. Tähistused: KPI (klassikaline põllulindude indeks), PPI (Põhja-Euroopa põllulindude indeks) ja koondindeks (liikide valik vastavalt Kuresoo, Pehlak & Nellis 2011 järgi). NJ tähistab normaaljaotust, mida kasutati parema mudeli valikul.

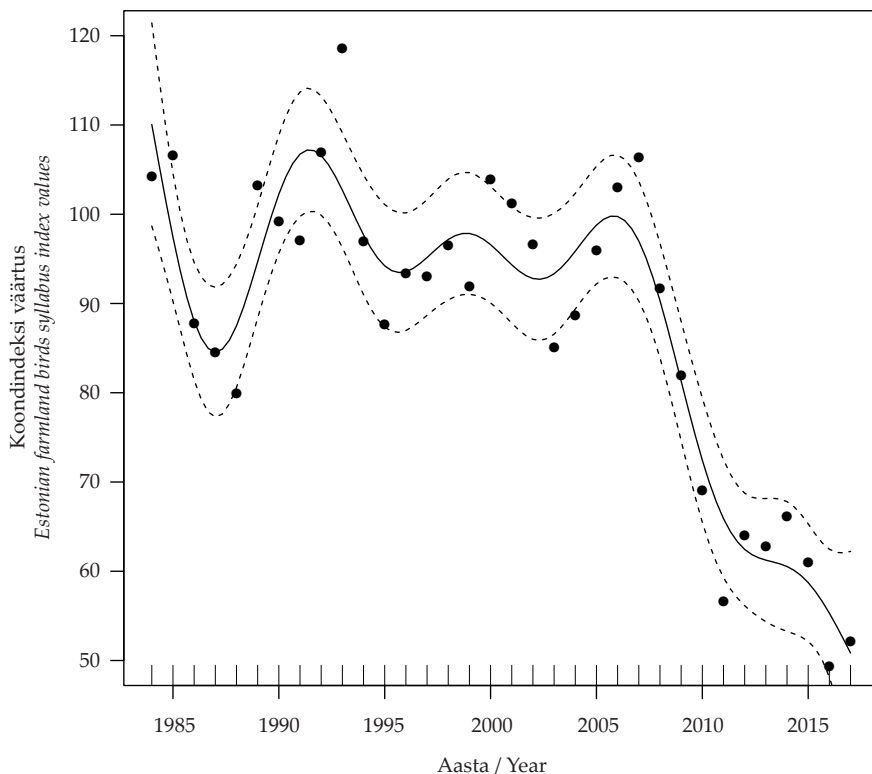
*Table 2. Change of farmland birds during the period of 1984 – 2017. Presented are statistics of used indices in the analysis, deviance explained of the models, numerical decline of the indices and number of declined pairs per year and per whole study period. Abbreviations: FBI (classical farmland bird index), NEFBI (North-European farmland bird index) and Estonian syllabus farmland bird index based on Kuresoo, Pehlak & Nellis (2011). NJ represent normal distribution, which was used to select better model.*

	Indeks Index		
	KPI FBI	PPI NEFBI	Koondindeks Estonian syllabus FBI
F-statistik F-value	23,3	26,4	20,2
p-väärtus p-value	<0,001	<0,001	<0,001
Jaotus Distribution	NJ	NJ	NJ
Mudeli kirjeldavus (%) Deviance explained (%)	89,8	90,9	88,4
Indeksi väärtuse vähenemine (%) Decline of the index (%)	48,6	47,8	36,9
Keskmiselt vähenenud paaride arv aastas Mean number of declined pairs per year	24515 – 34849	30656 – 43638	34284 – 52182
Vähenenud paaride arv perioodil 1984-2017 Number of declined pairs in the period 1984-2017	808995 – 1150017	1011648 – 1440054	1131372 – 1722006

**Tabel 3.** Eesti põllulindude langus- ja tõusutrendid protsentuaalselt punktloenduste 1984–2017 tulemustel.*Table 3. The decline or increase trends of Estonian farmland birds based on point counts national monitoring in 1984-2017.*

Kahaneva arvukusega liigid <i>Declined species</i>	Liigi arvukuse langus (%) perioodil 1984-2017 <i>Decline of the species numbers (%) during the period 1984-2017</i>	Kasvava arvukusega liigid <i>Increased species</i>	Arvukuse suurenemine (%) perioodil 1984-2017 <i>Increase of the species numbers (%) during the period 1984-2017</i>
vööt-pöösaliind ( <i>Sylvia nisoria</i> )	98,4	rohevint ( <i>Carduelis chloris</i> )	246,0
turteltuvi ( <i>Streptopelia turtur</i> )	90,2	punajalg-tilder ( <i>Tringa totanus</i> )	173,9
hänilane ( <i>Motacilla flava</i> )	88,9	räästapääsuke ( <i>Delichon urbicum</i> )	146,8
võsa-ritsiklind ( <i>Locustella naevia</i> )	88,5	kiivitaja ( <i>Vanellus vanellus</i> )	138,1
suurkoovitaja ( <i>Numenius arquata</i> )	87,3	hall-kärbsenäpp ( <i>Muscicapa striata</i> )	113,6
põldvarblane ( <i>Passer montanus</i> )	71,9	linavästriik ( <i>Motacilla alba</i> )	100,2
kõrkja-roolind ( <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> )	70,1	kaelustuvi ( <i>Columba palumbus</i> )	76,8
sookiur ( <i>Anthus pratensis</i> )	69,7	hakk ( <i>Corvus monedula</i> )	65,1
kanepilind ( <i>Carduelis cannabina</i> )	65,3	kuldnokk ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	60,2
rukkirääk ( <i>Crex crex</i> )	58,3	hallräästas ( <i>Turdus pilaris</i> )	36,9
punaselg-õgija ( <i>Lanius collurio</i> )	56,9	hallvares ( <i>Corvus corone cornix</i> )	16,8
jõgi-ritsiklind ( <i>Locustella fluviatilis</i> )	48,8	väänkael ( <i>Jynx torquilla</i> )	7,0
põldõoke ( <i>Alauda arvensis</i> )	38,2	kivitäks ( <i>Oenanthe oenanthe</i> )	1,1
soo-roolind ( <i>Acrocephalus palustris</i> )	36,3		
künnivares ( <i>Corvus frugilegus</i> )	30,4		
talvike ( <i>Emberiza citrinella</i> )	26,0		
pruunselg-pöösaliind ( <i>Sylvia communis</i> )	22,7		
koduvarblane ( <i>Passer domesticus</i> )	22,5		
karmiinleevike ( <i>Carpodacus erythrinus</i> )	21,4		
kadakatäks ( <i>Saxicola rubetra</i> )	20,3		
suitsupääsuke ( <i>Hirundo rustica</i> )	13,3		
harakas ( <i>Pica pica</i> )	4,8		





**Joonis 1.** Koordineksi muutus perioodil 1984–2017. Pidevjoon tähistab üldistatud aditiivse mudeli silujat (*smoother*), katkendjooned tähistavad 95%-usaldusintervalli.

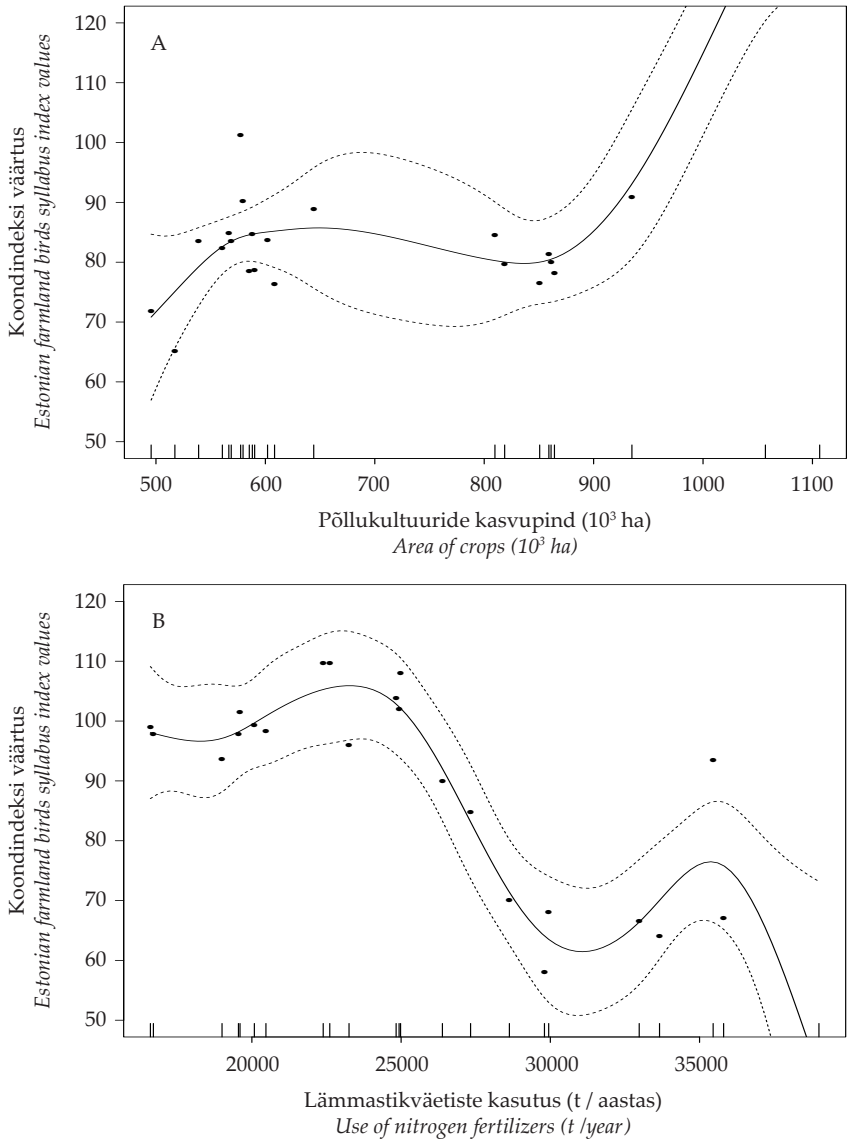
**Figure 1.** Estonian farmland birds syllabus index change between 1984–2017. Solid line presents smoother of generalized additive model, dotted lines denote 95% point-wise confidence intervals.

Pöllulindude indeksite muutus perioodil 1984–2017

Kõikide uuritud indeksite väärtus vähenes statistiliselt usaldusväärselt. Sõltuvalt indeksist oli väärtuse kahanemine vahemikus 36,9 – 48,6% (joonis 1; tabel 2). Lindude hulk, mis vähenes oli vahemikus 24 – 52 tuhat pesitsevat paari aastas.

Liikide arvukuste muutused, keda on arvestatud põllulindude indeksites

Pöllulindudest on enim Eestis langenud (indeksi langus 80 – 100%) suurkoovitaja (*Numenius arquata*), turteltuvi (*Streptopelia turtur*), hänilase (*Motacilla flava*), võsaritsiklinnu (*Locustella naevia*) ja vööt-põõsalinnu (*Sylvia nisoria*) arvukus. 60 – 80% on Eestis kahanenud ka sookiuru (*Anthus pratensis*), kõrkja-roolinnu (*Acrocephalus*



**Joonis 2.** Koondindeksi seos (A) põllukultuuride kasvupinnaga ja (B) kasutatud lämmastikväetistega. Pidevjoon tähistab üldistatud aditiivse mudeli silujat (*smoother*), katkendjooned tähistavad 95%-usaldusintervalli.

**Figure 2.** Associations between the Estonian farmland birds syllabus index relationships with area of crops (A) and use of nitrogen fertilizers amount (B). Solid line presents smoother of generalized additive model, dotted lines denote 95% point-wise confidence intervals.

*schoenobaenus*), põldvarblase (*Passer montanus*) ja kanepilinnu (*Carduelis cannabina*) arvukus (tabel 3). Kokku on langenud 22 liigi arvukus, keda on uurimistöökä välja valitud indeksite arvutamisel kasutatud.

Põllumajandusmaastikuga seotud liikidest on enim tõusnud Eestis kiivitaaja (*Vanellus vanellus*), punajalg-tildri (*Tringa totanus*), räästapääsukese (*Delichon urbicum*), linavästriku (*Motacilla alba*), hallkärbsenäpi (*Muscicapa striata*) ja rohevindi (*Carduelis chloris*) arvukus (tabel 3). Kokku on suurenenud 13 liigi arvukus, keda on välja valitud indeksite arvutamisel kasutatud.

Indeksite seosed põllumajandusnäitajatega ja kütitud kiskjate isendite arvuga

Kõikide uuritud põllumajandusnäitajate puhul leiti järgnevad statistiliselt usaldusväärsed seosed. Mida suurem oli põllukultuuride kasvupind, seda kõrgem oli ka põllulindude arvukus (tabel 4, joonis 2A). Mida rohkem kasutati lämmastikväetisi (joonis 2B) ja pestitsiide (joonis 3A), seda väiksem oli indeksite väärtus. Statistiliselt usaldusväärne seos ilmnas ka kütitud pesi rüüstavate imetajate arvuga, ehkki sel juhul oli seos kumer. Indeksite väärtus oli kõrgem keskmise kütitud isendite arvu juures, viidates, et tõenäoliselt on kiskjate populatsioonidel samuti mõju põllulindude indeksitele (joonis 3B).

## Arutelu

Eestis on perioodil 1984-2017 vähenenud 22 põllulinnuliigi arvukus ning tõusnud

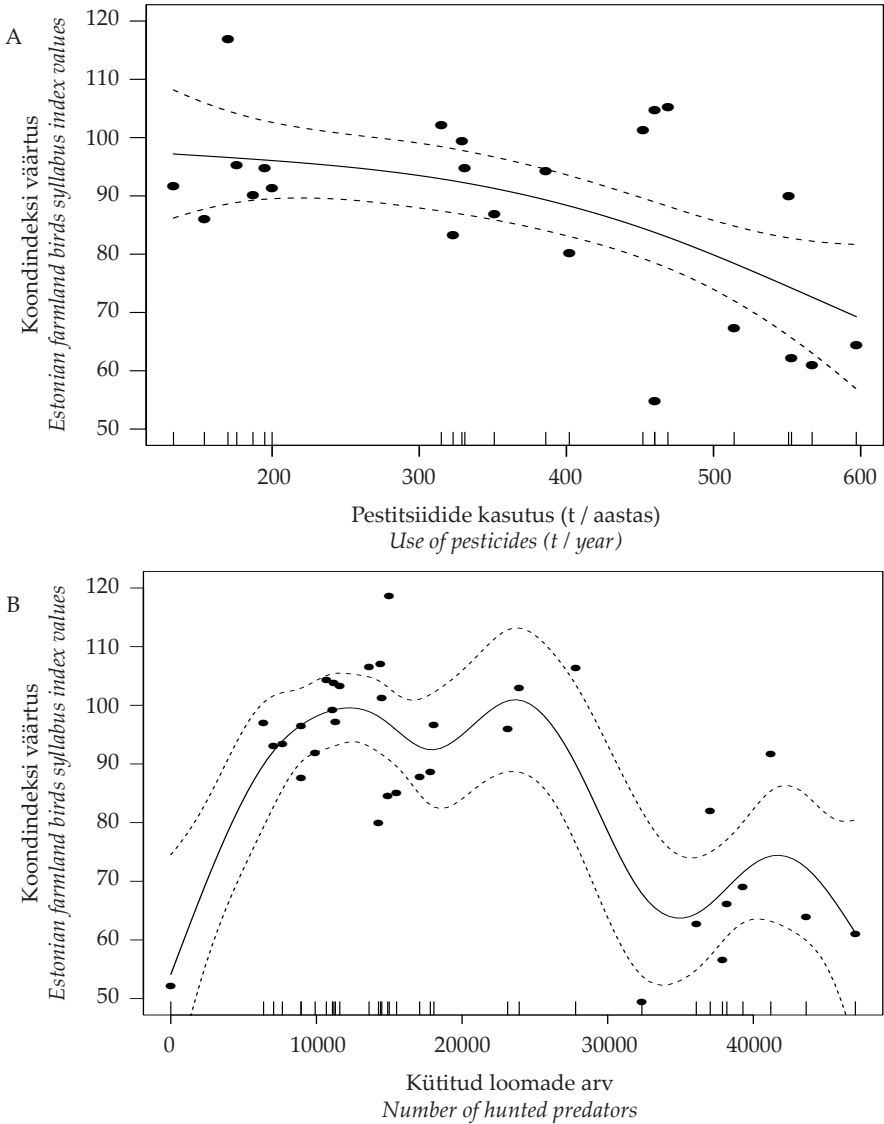
13 liigi arvukus, keda uurimistöökä välja valitud indeksite arvutamisel kasutati. Uuritud indeksite väärtused vähenesid uurimisperioodil statistiliselt usaldusväärset ning lindude hulk, mis vähenes, oli vahemikus 24 – 52 tuhat pesitsevat paari aastas, kogu uurimisperioodil 0,8 – 1,7 miljonit paari sõltuvalt indeksist. Mida suurem on Eestis olnud põllukultuuride kasvupind, seda kõrgemad on olnud põllulindude indeksite väärtused. Seevastu negatiivselt mõjutasid põllulindude indeksite väärtusi lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutamine. Lisaks põllumajandusnäitajatele on Eesti põllulindude populatsiooni mõjutanud ka kisklus.

Ehkki kõik uuritud indeksid korreleerusid omavahel väga tugevalt, peab rõhutama, et nad arvestavad nii erinevaid liike kui ka erinevat lindude hulka. Samas olid erinevate indeksite lõpptulemuse väärtus languse protsendina sarnasel tasemel (indeksite languse vahemik 36,9 – 48,6%). Seega tulemused viitavad, et vähemalt 1/3 määral on põllulindude arvukus Eestis vähenenud viimase 34 aasta jooksul. Sarnane trend on leitud nii terves Euroopas kui ka Ida- ja Kesk-Euroopas, kuhu antud grupeerimisel kuulub teiste riikide hulgas Eesti. Euroopa tasandil on tavalisemate põllulindude indeks vähenenud koguni 57%, Ida- ja Kesk-Euroopas 54% (European Bird Census Council 2017). Neid liike, kelle arvukus on Eestis langenud, on rohkem (22 liiki), võrreldes nende liikidega, kelle arvukus on tõusnud (13 liiki). Seega kahanenud arvukusega liike oli kümne võrra rohkem kui neid liike,

**Table 4.** Analüüsitud indekse seosed põllumajandusnäitajatega (põllukultuuride kasvupind, lämmastikväetiste ja pestitsiidide kasutuskogus) ja kiititud kiskjate isendite arvuga. Aditiivsetest mudelist on esitatud F-statistik ja p-väärtus, mudelis kasutatud jaotus (J) ja mudeli kirjeldatavus (R<sup>2</sup>) profentsides. NJ tähistab normaalfaotust, KVP tähistab kvaasi-poissoni jaotust, mida kasutati parema mudeli valikul. Tähistused: KPI (klassikaline põllulindude indeks), PPI (Põhja-Euroopa põllulindude indeks) ja koordineks (liikide valik vastavalt Kuresoo, Pehlak & Nellis 2011 järgi).

**Table 4.** Relationships between investigated indices with agricultural variables (area of crops, use of nitrogen fertilizers and pesticides) and with hunted predators numbers. Statistics of investigated indices (F- and p-values), used distribution (J) and deviance explained (R<sup>2</sup>) of generalized additive models. NJ represents normal distribution, KVP quasi-Poisson distribution, which were used to select better model. Abbreviations: FBI (classical farmland bird index), NEFBI (North-European farmland bird index) and Estonian farmland bird index based on Kuresoo, Pehlak & Nellis (2011).

Tunnus Variable	KPI / FBI			PPI / NEFBI			Koordineks / Estonian farmland bird index					
	F	P	J	R <sup>2</sup>	F	P	J	R <sup>2</sup>	F	P	J	R <sup>2</sup>
Põllukultuuride kasvupind Area of crops	3,4	0,04	NJ	79,4	4,1	0,02	NJ	75,7	7,2	0,003	NJ	88,1
Lämmastikväetiste kasutus Use of nitrogen fertilizers	4,3	0,01			3,2	0,04			5,8	0,004		
Pestitsiidide kasutus Use of pesticides	464,8	<0,001	KPJ	58,1	429,9	<0,001	KPJ	57,0	485,5	<0,001	KPJ	58,6
Kiititud kiskjate isendite arv Number of hunted predators	6,2	<0,001	NJ	65,8	5,6	<0,001	NJ	64,8	7,6	<0,001	NJ	71,7



**Joonis 3.** Koondindeksi seos (A) pestitsiidide kasutamisega ja (B) kütitud kiskjate isendite arvuga. Pidevjoon tähistab üldistatud aditiivse mudeli silujat (*smoother*), katkendjooned tähistavad 95%-usaldusintervalli.

**Figure 3.** Estonian farmland birds syllabus index relationships with use of pesticides amount (A) and numbers of hunted predators (B). Solid line presents smoother of generalized additive model, dotted lines gives 95% point-wise confidence intervals.

kelle populatsioonid on suurenenud. Just sellest on ka tingitud põllulindude indeksite väärtuse kahanemine uuritud ajaperioodil.

Nende liikide puhul, kelle arvukus on suurenenud, paistab silma inimkaasle-  
jate liikide rohkus. Räästapääsuke, kuld-  
nokk (*Sturnus vulgaris*) ja vareslased ei  
pesitse mitte ainult põllumajandusmaas-  
tikus, vaid pigem selle servades või mujal  
(näiteks asulates), kuid toitumas käivad  
need liigid põllumajandusmaastikus.

Sõltuvalt indeksist on lindude vähe-  
nemine olnud vahemikus 24 – 52 tuhat  
paari aastas. Metsalinnustiku puhul  
on see vahemik Eestis olnud 58 – 87  
tuhat paari aastas (Nellis, R., avalda-  
mata andmed). Seega on tavalinnustiku  
arvukus langenud perioodil 1984–2017  
kokku vahemikus 82 – 139 tuhat linnu-  
paari aastas.

Põllulindude arvukuse muutust Eestis  
saab seostada nii riiklike põllumajan-  
dusnäitajatega kui ka kaudselt kisk-  
jate populatsioonidega väljendatuna  
viimaseid kütitud kiskjate isendite arvu  
läbi. Uuringus leiti lindudel positiivne  
seos üleriikliku põllumajandusmaa  
pindalaga: mida suurem see on aastati  
Eestis olnud, seda kõrgem on olnud ka  
põllulindude indeksite väärtus. See  
näitab vähemalt kaudselt elupaiga  
pindala rohkuse (kuid mitte elupaiga  
kvaliteedi) mõju seal elavatele lindudele.  
Seega kui väheneb elupaiga pindala,  
siis see mõjutab ka seal elavate lindude  
arvukust. Kasutuselt välja jäetud põllu-  
majandusmaa küll soodustab esmalt

põllulindude liigirikkuse ja arvukuse  
kasvu, kuid seda lühiajaliselt, sest  
pikemas ajaskaalas elupaik hävineb.  
Viimast kinnitavad Lätis läbiviidud  
uuring aastatest 1995 – 2004 (Aunins &  
Priednieks 2008) ning kinnikasvanud  
loopealsete (endised karjamaad) linnus-  
tiku inventuuri tulemused Eestist (Marja  
& Keerberg 2015).

Nii lämmastikväetiste kui ka pestit-  
siidide kasutus ehk põllumajandus-  
tootmise efektiivsus oli põllulindude  
indeksitega negatiivselt seotud: mida  
rohkem neid on Eestis tarvitatud, seda  
madalam on olnud põllulindude indek-  
site väärtus. Taimekaitsevahenditel on  
otsene mõju lindude toiduobjektidele  
putukatele (Boatman *et al.* 2004; Geiger  
*et al.* 2010), sest enamik põllulinde Eestis  
on putuktoidulased. Samuti võivad  
pestitsiidid otseselt linde koguni mürgi-  
tada (Mineau 2013). Väetiste negatiivne  
mõju on kaudsem. Näiteks on mitmed  
uuringud näidanud, et väetiste mõjul  
kasvavad põllukultuurid või rohumaa  
liiga tihedaks ning linnud ei suuda enam  
piisavalt efektiivselt sellisesse tihedasse  
taimestikku toiduotsinguks või pesitse-  
miseks maanduda (Vickery *et al.* 2001;  
Atkinson *et al.* 2005; Kovács-Hostyánszki  
*et al.* 2011). Seetõttu on piiratud otseselt  
pesitsuskohade olemasolu ja toidu kätte-  
saadavus, ehkki toidu hulk ei pruugi  
olla piiratud.

Lisaks võivad lämmastikväetised  
mõjutada linde kaudselt toidu hulga ja  
kvaliteedi kaudu. Lämmastikväetised  
vähendavad nimelt loodusliku taimes-  
tiku mitmekesisust (Kleijn *et al.* 2009).

Mõned põllulinnud on ainult seemnetoidulised ja seetõttu mõjutab lämmastikväetiste kasutamine otseselt nende toidu hulka, milleks on looduslike taimede seemned. Näiteks on välja selgitatud, et seemnetoidulise põllulinnu – turteltuvi – nii toitumiseks kasutatavate seemnete kättesaadavus kui ka hulk on vähenenud viimastel aastakümnetel ja see on mõjunud negatiivselt liigi pesitsusedukusele (Browne & Aebischer 2003; Dunn & Morris 2012). Punktloenduste riikliku seire alusel on Eestis turteltuvi arvukus vähenenud koguni 90% viimase 34 aasta jooksul. Samas mida vähem on põllumajandusmaastikus looduslikku taimestikku, seda negatiivsem mõju on sellel putukatele (Marshall *et al.* 2003) ja viimaste vähesuse tõttu alaneb ka putuktoiduliste lindude toidu hulk (Benton *et al.* 2002).

Eestis on põllumajandus-keskkonnameetmete toetusi makstud Euroopa Liiduga liitumisjärgselt alates 2004 aastast. Põllumajandus-keskkonnameetmete toetusi makstes kompenseeritakse põllumajandustootjale saamata jäänud tulu tegevuste eest, mis toetavad taimede, putukate, lindude jt. elusorganismide seisundit põllumajandusmaastikus. Sellised tegevused, mille eest tootjatele makstakse põllumajandustoetusi, on Eestis näiteks loomade karjatamine, poollooduslike koosluste hooldamine, mahepõllumajandus ja keskkonnasõbralik majandamine. Uurimistöö tulemuste valguses otsesest positiivset efekti põllumajandus-keskkonnameetmetest põllulindudele ei kajastunud. Võimalik, et meetmete nõuded pole piisavad, sest

lindude arvukus on jätkuvalt langenud kaasa arvatud Euroopa Liiduga liitumisjärgselt. Näiteks on teada, et Eesti mahepõllumajandusaladel on lindude mitmekesisus küll suurem kui tavatootmises (Marja *et al.* 2014), kuid üldine põllulindude arvukus Eestis on tänaseni kahanev. See võib olla tingitud sellest, et mahepõllumajandusega seotud alade pindala pole piisav, et toetada põllulindude populatsioonide seisundit Eestis. Küll on aga põllumajandus-keskkonnameetmed Eestis kindlasti soodustanud kimalaste populatsioone (Marja *et al.* 2014; Marja *et al.* 2018). Kaudne positiivne mõju põllumajandus-keskkonnameetmetest siiski lindudele on, sest on säilitatud elupaika. Uuringu andmetel põllukultuuride kasvupinna seos põllulindude arvukusega viitas selgelt, et mida rohkem on vastavat elupaika Eestis, seda kõrgem on ka selle elupaigaga seotud lindude arvukus. Samas kui soovida toetada Eesti põllulindude populatsioonide suurenemist, siis ei piisa ainult põllumajandusmaa pindala suurendamisest, vaid peab ka rohkem piirama lämmastikväetiste ja taimekaitsevahendite kasutamist.

Ilmselt on mõjutanud põllulindude arvukust Eestis lisaks põllumajandusele ka suurenenud kisklus. Kasvanud on nii kiskjate enda populatsioonid ja seetõttu ka kütitud kiskjate isendite arv (eriti viimase 20 aasta jooksul). Punarebaste ja kährikoera populatsiooni tõusule on suure tõenäosusega vähemalt osaliselt kaasa aidanud marutaudivastane vaktsineerimine, mis on vähendanud isendite suremust, sest marutaudipuhanguid

enam ei esine. Eestis on seni teostatud vaid üksikud uuringud, kus on maaspesitsevate põllulindude pesitsusedu- kusest seostatud kiskjatega (rannarohu- maadelt tehtud uuringud: Pehlak 2014; Mägi 2017). Nn. harilikust põllumajandusmaastikust (põldudelt ja rohumaa- delt) on teada ainult üks uuring, mille järgi suurkoovitaja arvukuse langus on seostatav kisklusega, sest 2014–2016.a. andmetel rüüstati punarebaste, kährik- koerte või metssigade poolt 15 pesast kümme, lisaks üks pesa rüüstati ilmselt vareslase poolt (Marja & Elts 2016). Seega põllulinde ei mõjuta ainult põllumajanduse suurem intensiivsus, vaid ka kisk- jate rohkus, mis on Eestis viimasel kahel dekaadil märkimisväärselt tõusnud. Suure tõenäosusega kiskjate arvukuse suurem reguleerimine küttimise kaudu soodustaks Eesti põllulindude populat- sioonide suurenemist.

Kindlasti lisaks selles uurimistöös käsitletud faktoritele on kogu Eesti põllulinnustikku mõjutanud ka muud põhjused (näiteks kliimamuutused, elupaikade seisund rände- ja/või talvi- tusaladel, illegaalne jaht, uuenduslikud agrotehnoloogilised võtted). Nende tunnuste mõju täpsemaks väljaselgita- miseks oleks vaja uusi uuringuid.

### **Tänuavaldused**

Täname kõiki punktloendusel osalejaid: Kristo Abner, Evi Adder, Ingrid ja Imre Aus, Endel Edula, Raul Eenpuu, Margus Ellermaa, Ellu Elken, Jaanus Elts, Lembit Enok, Marju Erit, Jaan Ernits, Andreas Eskor, Toivo ja Tiuu Hakman, Tiit Harju,

Peeter Hõrak, Rainer Illison, Andrus Jair, Toomas Johanson, Toomas Jüriado, Allen Kaasik, Andres Kalamees, Urmas Kalla, Rein Kalmus, Heiti Kareta, Vello Keppart, Jüri Keskpai, Kairi Kiik, Lauri Klein, Kaspar Kolk, Mati Kose, Ants Kree, Arnold Kristjuhan, Risto Kukkk, Andres Kuresoo, Rein Kuresoo, Andrus Kuus, Tiit Külaots, Arne Laansalu, Aime Laidna, Sten Lassmann, Tenno Laur, Monika Laurits, Triin Leetmaa, Eerik Leibak, Õie Leis, Agu ja Meelis Leivits, Eedi Lelov, Ülo Lemmik, Juhan Lepasaar, Arvi Lepisk, Vilju Lilleleht, Siim Lilleoja, Aare Linkolm, Leho Luigujõe, Asko Lõhmus, Olev Lüütsepp, Alo Malt, August Mank, Matti Masing, Julius Mark, Olev Merivee, Linda Metsaorg, Mihkel Metslaid, Rein Mikk, Toomas Muru, Rein Nellis, Ivar Ojaste, Karl Oolu, Margus Ots, Uku ja Mariliis Paal, Margus Paas, Teele Paluots, Hannes Pehlak, Margus Pensa, Alvar Peterson, Kaja Peterson, James Phillips, Marko Pihelpuu, Ranno Puumets, Riina Põhjala, Oivo Rahu-soo, Val Rajasaar, Tiit Randla, Kaarel Roht, Urmas Roht, Uku Rooni, Alma Roos, Ilmar Rootsi, Lemming Rootsmäe, Mati Salumäe, Enn Soom, Anu Soon, Alar Soppe, Priit Zingel, Indrek ja Jaak Tammekänd, Hilja Toimet, Viljard Tuisk, Ants Tull, Aarne ja Eet Tuule, Joosep Tuvi, Meelis Uustal, Olavi Vainu, Voldemar Vainu, Ester Valdvee, Tiina Vardja, Maie Vikerpuur, Veljo Volke, Ülo Väli, Anti Õun ja Indar Zeinet. Tänuavaldus Rauno Veerojale Keskkonnaagentuurist imetajate popu- latsioonide ja kütitud isendite andmete edastamise eest. Autorid avaldavad tänu Jaanus Remmile asjalike kommentaaride eest esmasele käsikirjale.

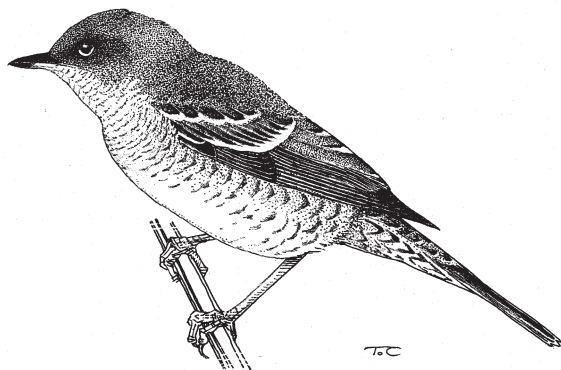


## Kasutatud kirjandus

- Atkinson, P., Fuller, R., Vickery, J., Conway, G., Tallowin, J., Smith, R., Haysom, K., Ings, T., Asteraki, E. & Brown, V. (2005) Influence of agricultural management, sward structure and food resources on grassland field use by birds in lowland England. *Journal of Applied Ecology*, **42**, 932-942.
- Aunins, A. & Priednieks, J. (2008) Ten years of farmland bird monitoring in Latvia: population changes 1995-2004. *Revista Catalana d'Ornitologia*, **24**, 53-64.
- Benton, T.G., Bryant, D.M., Cole, L. & Crick, H.Q. (2002) Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology*, **39**, 673-687.
- Boatman, N.D., Brickle, N.W., Hart, J.D., Milsom, T.P., Morris, A.J., Murray, A.W., Murray, K.A. & Robertson, P.A. (2004) Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis*, **146**, 131-143.
- Browne, S.J. & Aebischer, N.J. (2003) Habitat use, foraging ecology and diet of Turtle Doves *Streptopelia turtur* in Britain. *Ibis*, **145**, 572-582.
- Cross Validated (2018) <https://stats.stackexchange.com/questions/325832/gam-mgcv-aic-vs-deviance-explained> (külastatud 28.03.2018).
- Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J. & Van Bommel, F.P. (2006) Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990-2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **116**, 189-196.
- Dunn, J.C. & Morris, A.J. (2012) Which features of UK farmland are important in retaining territories of the rapidly declining Turtle Dove *Streptopelia turtur*? *Bird Study*, **59**, 394-402.
- Eesti Eluslooduse Infosüsteem (2017) Ulukite populatsioonide ja küttemisandmete päring 7.07.2017.
- Eelts, J., Leito, A., Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Nellis, R., Ots, M. & Pehlak, H. (2013) Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008.-2012. a. *Hirundo*, **26**, 80-112.
- Eelts, J. & Lõhmus, A. (2012) What do we lack in agri-environment schemes? The case of farmland birds in Estonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **156**, 89-93.
- European Bird Census Council (2017) <http://www.ebcc.info/index.php?ID=588> (külastatud 28.03.2018).
- FAOSTAT (2017) Data of Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (külastatud 30.07.2017).
- Flohre, A., Fischer, C., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F., Bommarco, R., Ceryngier, P., Clement, L.W., Dennis, C. & Eggers, S. (2011) Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. *Ecological Applications*, **21**, 1772-1781.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C. & Gibbs, H.K. (2005) Global consequences of land use. *Science*, **309**, 570-574.
- Fox, A. (2004) Has Danish agriculture maintained farmland bird populations? *Journal of Applied Ecology*, **41**, 427-439.

- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharrntke, T. & Winqvist, C. (2010) Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, **11**, 97-105.
- Herzon, I., Auninš, A., Elts, J. & Preikša, Z. (2008) Intensity of agricultural land-use and farmland birds in the Baltic States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **125**, 93-100.
- Kleijn, D., Kohler, F., Baldi, A., Batáry, P., Concepción, E., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A. & Knop, E. (2009) On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, **276**, 903-909.
- Kovács-Hostyánszki, A., Batáry, P., Peach, W.J. & Baldi, A. (2011) Effects of fertilizer application on summer usage of cereal fields by farmland birds in central Hungary. *Bird Study*, **58**, 330-337.
- Kuresoo, A., Pehlak, H. & Nellis, R. (2011) Population trends of common birds in Estonia in 1983-2010. *Estonian Journal of Ecology*, **60**, 88-110.
- Marja, R. & Elts, J. (2016) Rakendusuuring suurkoovitaja efektiivsemaks kaitseks. KIK projekti aruanne (Käsikiri Eesti Ornitoloogiaühingus).
- Marja, R. & Herzon, I. (2012) The importance of drainage ditches for farmland birds in agricultural landscapes in the Baltic countries: does field type matter? *Ornis Fennica*, **89**, 170-181.
- Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tscharrntke, T. & Batáry, P. (2014) Environmentally friendly management as an intermediate strategy between organic and conventional agriculture to support biodiversity. *Biological Conservation*, **178**, 146-154.
- Marja, R. & Keerberg, L. (2015) Loopealsete linnustiku inventuur 2015. aastal. KIK projekti aruanne (Käsikiri Tartu Ülikooli Ökoloogia ja maateaduste instituudi botaanika osakonnas).
- Marja, R., Viik, E., Mänd, M., Phillips, J., Klein, A.M. & Batáry, P. (2018) Crop rotation and agri-environment schemes determine bumblebee communities via flower resources. *Journal of Applied Ecology*, **55**, 1714-1724.
- Marshall, E., Brown, V., Boatman, N., Lutman, P., Squire, G. & Ward, L. (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, **43**, 77-89.
- Mineau, P. (2013) Avian mortality from pesticides used in agriculture in Canada. *Avian Conservation and Ecology*, **8**, 11.
- Mägi, M. (2017) Maaspesitsevate lindude pesarüüste taastatud Pärnu rannaniidul. *Hirundo*, **30**, 1-15.
- Nellis, R. (2017) Haudelinnustiku punktolendused 2017. aastal. Riikliku keskkonnaseire programmi "Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire" alamprogramm, Keskkonnaagentuur, Eesti (Käsikiri Eesti Ornitoloogiaühingus, Tartu).
- Newton, I. (2004) The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis*, **146**, 579-600.

- Pannekoek, J. & Van Strien, A. (2008) *TRIM 3 Manual. Trends and Indices for Monitoring Data*. Statistics Netherlands, Netherlands.
- Pehlak, H. (2014) Niidurüdi seire. Riikliku keskkonnaseire programmi "Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire" alamprogramm. Keskkonnaagentuur, Eesti.
- R Development Core Team (2017) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Statistikaamet (2018) Põllukultuuride kasvupind. <https://www.stat.ee/34222> (külastatud 27.03.2018).
- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N., Herzon, I., Van Doorn, A., De Snoo, G., Rakosy, L. & Ramwell, C. (2009) Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe: A review. *Journal of Environmental Management*, **91**, 22-46.
- United Nations (2007) World Population Prospects 2017. <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/> (külastatud 27.07.2017).
- Vickery, J., Tallowin, J., Feber, R., Asteraki, E., Atkinson, P., Fuller, R. & Brown, V. (2001) The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 647-664.
- Wood, S.N. (2006) *Generalized additive models: an introduction with R*. Chapman and Hall/CRC.
- Voříšek, P., Jiguet, F., van Strien, A., Škorpilová, J., Klvaňová, A. & Gregory, R. (2010) Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost. *BOU Proceedings, Lowland Farmland Birds III*, 1-24.



## Summary

# **Farmland bird population changes in Estonia in the period 1984–2017 and their relationship with agriculture management and predators**

The aim of this study is to explain farmland bird population changes directly with agricultural indicators, and indirectly with predators, during the last decades. National bird monitoring point count data from the years 1984 – 2017 were used to calculate different farmland bird indices (classical farmland bird index, North-European farmland bird index, Estonian syllabus farmland bird index), which describe species population changes. In addition, farmland bird population changes were related directly to the area of crops, usage of nitrogen fertilizers and pesticides and indirectly with predator populations (investigated variable: number of hunted predators). In total, populations of 22 species showed declines whereas populations of 13 species increased, which were used for calculation of indices. During the study period, values of investigated indices declined significantly between 37 and 48%. The number of individual birds declined between 24000 and 52000 per year and in total of 0.8 – 1.7 million per study period, respectively to the index. The classical farmland bird index declined 48.6%, the North-European farmland bird index declined 48.3%, and the Estonian syllabus farmland bird index 35.2%. The decrease in number of breeding pairs, each year according to each index respectively was 24500 – 35800; 30600 – 43600 and 34200 – 52100: for whole study period 808900 – 1150000; 1011600 – 1440000 and 1131300 – 1722000, respectively. Based on the results, area of the crops positively impacted farmland bird populations and therefore led to higher indices values. On the contrary, usage of nitrogen fertilizers and pesticides, and the number of hunted predators negatively influenced farmland bird indices. Hence, farmland bird populations are affected by agricultural intensity as well as predators. To enhance farmland bird populations, there is a need to decrease nitrogen fertilizer and pesticide usage nationwide, as well as to more effectively manage predators.