

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Ökoloogia ja maateaduste instituut  
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö geograafias (12 EAP)

**Viljavahelduse mõju põllulindude liigirikkusele ja arvukusele**

**Sigrid Paavle**

Juhendajad: PhD Evelyn Uemaa  
PhD Riho Marja

Kaitsmisele lubatud

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2019

Abstrakt

### **Viljavahelduse mõju põllulindude arvukusele ja liigirikkusele**

Bakalaureuse töö eesmärk oli selgitada viljavahelduse mõju põllulindude mitmekesisusele ja arvukusele. Uurimistöö käigus koostati kaheksa aasta põllukõlvikute ning linnustiku andmete kohta viljavahelduse valimid suurusega vähemalt 15 paari, kusjuures igal aastal oli andmeid 66 põllu kohta. Valimisse valitud viljavahelduse gruppide lõikes analüüsiti pesitsevate lindude liikide paaride arvu, pesitsevate paaride arvu ilma dominantliigi põldlõokeseta ja põldlõokese asustustihedust. Tulemusi võrreldi referentsgrupiga teravili-teravili. Käesoleva ja varasemate uurimistööde tulemustest võib järeldada, et viljavaheldus ning põllukultuur mõjutavad linnustikku oluliselt.

Märksõnad: viljavaheldus, põllulinnud, lindude liigirikkus, põllumajandusmaastik, põllumajanduslikud keskkonnameetmed

CERCS kood: B280 Loomaökoloogia

P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

Abstract

### **The effect of crop rotation on farmland bird diversity and abundance**

The aim of this bachelor's thesis was to get new insights of the effect of crop rotation on the diversity and abundance of farmland bird population. During the work process crop rotation samples of at least 15 pairs were compiled from eight years of agricultural land and bird data, with 66 fields per year. In the selected fields, the number of breeding bird species, the number of breeding pairs, the number of breeding pairs without skylark and the density of skylark abundance were analyzed. The results were compared to the sample group cereal-cereal. From the results of current and past works, it can be concluded that the type of land use and crop have a significant impact on farmland bird population.

Keywords: crop rotation, farmland birds, bird diversity, agricultural land, agri-environment schemes

CERCS code: B280 Animal ecology

P510 Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology

## Sisukord

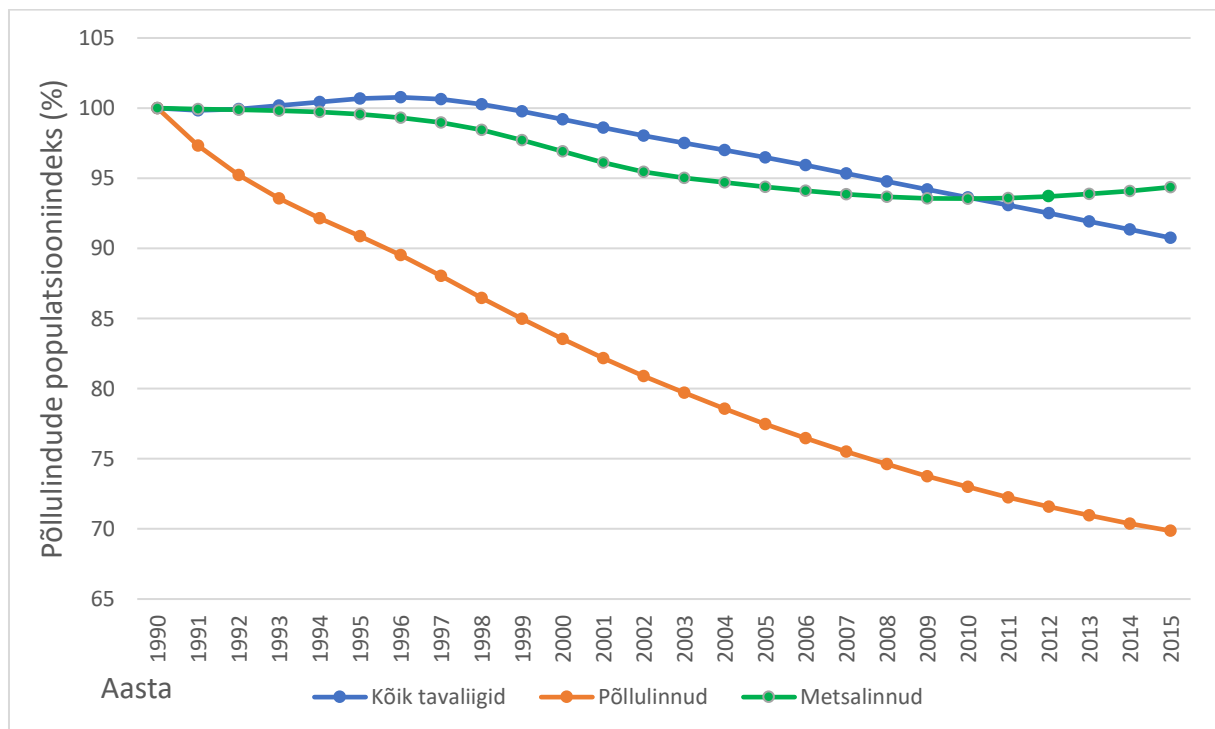
1. Sissejuhatus .....	4
1.1 Põllulindude arvukus Euroopas.....	4
1.2 Põllukultuuri ja viljavahelduse mõju liigirikkusele .....	5
1.3 Põllumajanduslikud keskkonnameetmed .....	6
1.3.1 Euroopa .....	6
1.3.2 Eesti .....	7
1.4 Põllukultuuride majandamine .....	8
1.5 Töö eesmärk .....	8
2. Metoodika.....	9
2.1 Andmed .....	9
2.2 Viljavaheldus.....	9
2.3 Uuritud linnustiku tunnused .....	12
2.4 Andmete analüüs .....	12
3. Tulemused .....	13
3.1 Liiginimestikud viljavaheldusest sõltuvalt.....	13
3.2 Viljavahelduse gruppide võrdlus.....	14
3.2.1 Pesitsevate liikide arv .....	14
3.2.2 Pesitsevate paaride arv .....	14
3.2.3 Pesitsevate paaride arv põldlõokeseta .....	15
3.2.4 Põldlõokeste arvukus.....	16
4. Arutelu.....	18
5. Kokkuvõte .....	20
Summary .....	21
Tänuavaldused.....	23
Kasutatud kirjandus.....	24
Lisa 1 .....	28

# 1. Sissejuhatus

## 1.1 Põllulindude arvukus Euroopas

Ligikaudu pool Euroopa pindalast on kaetud põllumajandusmaaga, millest kolmandik on rohumaad ning ülejäänul kasvatatakse erinevaid põllukultuure (European Commission 2015). Võrreldes eelmise sajandiga on põllumajandusmaa osakaal Euroopa pindalast märkimisväärselt kasvanud (Roser & Ritchie) ning see on mõjutanud negatiivselt põllulindude arvukust. Põllulindude hulka arvatakse linnud, kes pesitsevad põllul, otsivad sealt toitu, teevad põllul rändepeatusi või on juhukülalised (Põllumajandusuurinute Keskus 2009).

Paljude uuringute põhjal on põllulindude arvukus Euroopas 20. sajandi teisel poolel ja käesoleva sajandi alguses väga drastiliselt kahanenud (Donald *et al.* 2001; Marja & Nellis 2018; European Bird Census Council 2018). Euroopa Keskkonnaagentuuri andmetel on põllumajandusmaastike linnuliikide arvukus kahanenud oluliselt rohkem kui metsaliikide arvukus (joonis 1). Linnuliikide populatsiooniindeks näitab ühe arvuna mitme erineva liigi arvukuse muutumise üldsuunda. Indeks kaasab liike, kelle arvukus on suurenenud, stabiilne või kahanenud. (Marja & Nellis 2018)



Joonis 1. Levinud linnuliikide populatsiooniindeksi trendijoon aastatel 1990-2015 (European Environment Agency 2018a). Joonisel on 1990.aasta võrdsustatud 100 protsendiga ning edasine muutus on võrreldes sellega

Põllulindude arvukuse langust on põhjustanud põldude majandamise intensiivsuse suurenemine, mis vähendab sobivate elupaikade pindala ning toidu kättesaadavust lindudele (Donald *et al.* 2001). Põllumajanduse intensiivsust saab määrata nii saagi suuruse, traktorite arvu pindalal kui ka karjatamiskoormuse kaudu (Donald *et al.* 2006). Liiga suur karjatamiskoormus võib endaga kaasa tuua madala pesitsusedukuse (Pavel 2004).

Kuigi viimasel ajal ei ole erinevate väetiste ja pestitsiidide kasutamine kasvanud (European Environment Agency 2018b), tõusis see märgatavalt 20. sajandi teisel poolel (Stoate *et al.* 2001). Väetiste kasutamine muudab põllu- ja rohumaa taimestiku kooslust (Kleijn *et al.* 2009), mistõttu ei leia liigid enam sobivat elupaika (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011). Lisaks vähendab liigne taimekaitsevahendite kasutamine lindudele sobiva toidu hulka ja võib teatud juhtudel olla otseselt toksiline, mõjutades nii põllulindude arvukust negatiivselt (Stoate *et al.* 2001; Geiger *et al.* 2010).

Monokultuurne põllumaa kujutab endast maa-ala, kus kasvatatakse ainult ühte põllukultuuri. Monokultuursete põllumaade osakaal Euroopas on kasvamas, mis toob endaga kaasa lindudele sobivate elupaikade kadumise ja seeläbi arvukuse languse (Taube *et al.* 2013).

Ka suurenenud kiskjate arv mõjub linnustiku arvukusele ja liigirikkusele halvasti. Eestis on viimase 20 aasta jooksul täheldatud kiskjate populatsioonide kasvu, mis võib tuleneda marutaudivastase vaktsineerimiskampaania edukusest ning mõjuda negatiivselt põllulindude käekäigule, kuid vastavasisuliselt uuringuid on tehtud vähe (Mägi 2015; Marja & Nellis 2018).

## 1.2 Põllukultuuri ja viljavahelduse mõju liigirikkusele

Viljavaheldus kujutab endast kasvatatavate põllukultuuride muutmist ühel ja samal maa-alal (Liebman *et al.* 1993). Kindlate põllukultuuride vahetamine määratud aja tagant moodustab külvikorra (Eesti põllu- ja maamajanduse nõuandeteenistus 2014).

Varasematest uuringutest on selgunud, et kasutades maisi viljavahelduses, võib see linnustiku mitmekesisusele positiivselt mõjuda. Põllumaal, kus kasvatatakse ainult maisi mõjub see linnustiku mitmekesisusele negatiivselt (Sauerbrei *et al.* 2013). Viljavahelduse mõju elusorganismidele on varem uuritud näiteks kimalaste kohta (Marja *et al.* 2018), kuid teadaolevalt on käesolev uurimistöo esimene, mis käsitleb sellisel kujul viljavahelduse mõju linnustikule.

Põllumajanduspiirkonnad, mis sisaldavad peamiselt ridakülvi meetodil kasvatatavaid kultuure (näiteks mais, nisu) toetavad lindude mitmekesisust madalamal määral kui põllumajandusalad, kus kasvatatakse peamiselt söödakultuure (näiteks liblikõielised) ja karjamaad (Wilson *et al.*

2017). Samuti on liikide mitmekesisuse seisukohalt oluline põldude heterogeensus ehk olukord, kus koos kasvavad erinevad kultuurid, mis on rohkem sobivad erinevatele liikidele (Fahrig *et al.* 2011). Lisaks eelnevale ei pruugi tihedad ja monokultuursed viljapõllud olla lindudele pesa rajamiseks hea valik, sest pesale laskumisel ja sealt lahkumisel on vaja hõredamaid ja taimevabu laiku, mida suure tootluse eesmärgiga rajatud teraviljapõllul napib (Kalamees-Pani & Runnel 2013). Kasvatatavate kultuuride mitmekesisus on oluline ka seetõttu, et kui erinevad kultuurid on teineteisest eraldatud puhveraladega (näiteks hekkide või rohttaimede ribaga), tekitavad mainitud juurde erinevaid sobivaid pesitsuspaiku laiemale hulgale linnuliikidele (Evans *et al.* 2014).

Põhja-poolkera parasvöötmes asuvatele põldude linnupopulatsioonile mõjub hästi, kui teraviljapõllu ümbruses asuvad rohumaad või sööti jäänud põllud (Ekroos *et al.* 2019). Rohumaad pakuvad lindudele rikkamat toiduvalikut ning mitmekesistavad pesitsuspaiku. Rohumaade mitmekesine taimkate pakub suurepäraseid pesitsemisvõimalusi näiteks maaspesitsevatele lindudele (Kalamees-Pani & Runnel 2013). Rohumaade majandamise seisukohalt võib lindudele paremini sobida niitmise asemel loomade karjatamine (Tälle *et al.* 2016).

### 1.3 Põllumajanduslikud keskkonnameetmed

Põllumajanduslikud keskkonnameetmed kujutavad endast toetusi põllumeestele, kes on võtnud endale vabatahtliku kohustuse toetada elurikkuse säilitamist. Põllumajanduslikud keskkonnameetmed on loodud, et innustada põllumehi keskkonda kaitsma ja jätkusuutlikult majandama, ehkki see võib vähendada tootmise kasumit. Põllumajanduslike keskkonnameetmetega liituvad tootjad vähemalt miinimumperioodiks ehk viieks aastaks ning saavad hüvitisi saamata jäänud tulude ja lisaks tehtud kulutuste eest (European Commission 2014). Lepingu kehtimise ajal viiakse läbi meetmete õigesti rakendamise ja lepingutingimuste täitmise kontrollid (Primdahl *et al.* 2003).

Meetmed on kaasrahastatud Euroopa Liidu liikmesriikide poolt. Ajavahemikul 2007-2013 moodustasid põllumajanduslikud keskkonnameetmed 22% kogu maaelu arengu jaoks ette nähtud kuludest ehk ligi 20 miljardit eurot. (European Commission 2014)

#### 1.3.1 Euroopa

Põllumajanduslikud keskkonnameetmed võeti Euroopa Liidu põllumajanduspoliitikasse esmakordselt 1985. aastal. Alates 1992. aastast on keskkonnameetmete rakendamine

liikmesriikidele maaelu arengukavade raames kohustuslik, samas kui tootjate jaoks on need jätkuvalt vabatahtlikud. (European Commission 2014)

Euroopas kasutatavad meetmed on näiteks (European Commission 2014):

- 1) madala intensiivsusega karjamaade rajamine ja haldamine
- 2) mahepõllumajandus
- 3) ajalooliste maastikuelementide (näiteks hekkide, kraavide, metsade) säilitamine põllumajandusmaastikus
- 4) elupaikade ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamine
- 5) tootluse laiendamine keskkonnahoidlikul viisil

Põllumajanduslikud keskkonnameetmed on muutunud põhiliseks vahendiks bioloogilise mitmekesisuse säilitamiseks (Pe'er *et al.* 2014). Meetmete efektiivsust on raske hinnata, sest see sõltub kohalikust maakasutusest ja maastiku struktuurist (Aavik 2009; Batáry *et al.* 2011). Taimekaitsevahendite ja väetiste kasutamise vähendamine tõi positiivseid tulemusi vaid osades riikides, kus sellist meetet kasutati. Kõikides riikides peale Hollandi on bioloogiline mitmekesisus suurem põldudel, kus kasutatakse põllumajandus-keskkonnameetmeid võrreldes kontrollaladega, kus meetmeid ei rakendata (Klejin *et al.* 2006). Mahepõllumajandus ja väikese poolloodusliku maastiku osakaaluga maa-alad mõjuvad linnustiku mitmekesisusele positiivselt (Batáry *et al.* 2004).

### 1.3.2 Eesti

Eesti alustas põllumajanduslike keskkonnameetmete kasutusele võtmist 2000. aastal. Kui Eesti liitus Euroopa liiduga 2004. aastal, said meetmed osaks riiklikust põllumajanduspoliitikast (Marja *et al.* 2014).

Eestis on põllumajanduslikud keskkonnameetmed määratud 2014-2020. aasta Eesti maaelu arengukavas, millega on plaanis rakendada üle 20 meetme. Maaelu arengukavas määratud meetmed ja toetused on näiteks keskkonnasõbraliku majandamise ja aianduse toetused, piirkondlikud vee- ja mullakaitse toetused, poolloodusliku koosluse hooldamise toetus, mesilaste korjealade rajamise lisatoetus (Maaeluministerum). Põllu pindala arvesse võttes on Eestis enim rakendatud keskkonnasõbraliku majandamise ja mahepõllumajandusliku tootmise toetust (Marja 2019). Keskkonnasõbraliku majandamise toetus hõlmab endas muuhulgas ka viljavahelduse nõuet, et sama põllukultuuri ei tohi põllul kasvatada kahel järjestikusel aastal (PRIA 2018).

Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika raames toetatakse ka loomade karjatamist, mille eesmärgiks on bioloogilise ja maastikulise mitmekesisuse säilitamine ning parandamine ja loomade heaolu ning mullaviljakuse tõstmine (PRIA 2014).

#### 1.4 Põllukultuuride majandamine

Eestis on põllumajandusmaaga kaetud ligi kolmandik riigi pindalast, millest 2013. aasta seisuga moodustab 93% haritav maa ning 7% üle 10 aasta vanad looduslikud rohumaad (Keskkonnaministeerium). Ligi 70% Eesti põllumajandusmaastikul kasvatatakse erinevaid põllukultuure, millest üle poole moodustavad teraviljad (kõige rohkem nisu, rukis, oder ja kaer). Veel on levinud õlikultuurid (näiteks raps), juur- ja kaunviljad ning liblikõielised taimed. Püsirohumaad moodustab Eesti põllumajandusmaastikust umbes 30%. (Statistikaamet 2019)

Püsirohumaad kujutab endast rohttaimede kasvatamiseks kas looduslikul või harimise teel kasutatavat maad, mis ei ole põllumajandusliku külvikorruga seotud olnud üle viie aasta (Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus nr. 1307).

Teravilja- ja rapsi saaki koristatakse üks kord aastas: sügisel. Liblikõielisi taimi kasvatatakse põhiliselt silo tegemiseks või söödaks. Esimesel külvamisaastral võib põllult saada vaid ühe saagi, kuid edaspidi niidetakse liblikõielisi taimi 2-3 korda aastas.

#### 1.5 Töö eesmärk

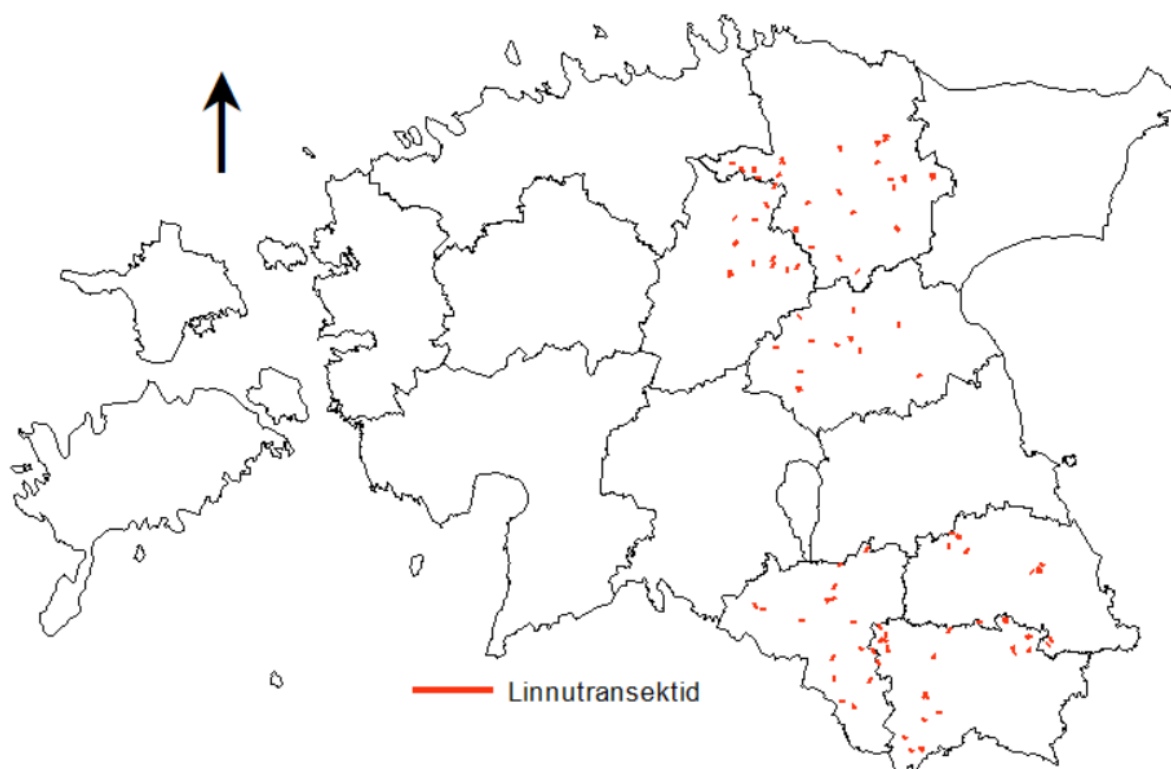
Käesoleva töö eesmärk on välja selgitada viljavahelduse mõju olemasolu põllulindude arvukusele ja mitmekesisusele.

Uuringus püstitatud hüpotees on, et lindude arvukus ja mitmekesisus võiks olla kõrgem põldudel, kus esineb viljavaheldus ehk kahel järjestikusel aastal kasvatatakse põllul erinevaid põllukultuure. Hüpotees põhineb Sauerbrei *et al.* 2013. aasta uuringule, mille tulemusel selgus, et põllumaal vaid maisi kasvatades mõjub see linnustiku mitmekesisusele negatiivselt.

## 2. Metoodika

### 2.1 Andmed

Käesoleva uurimistöö jaoks kasutatud lindude loenduse andmed on kogutud alates 2010. aastast Põllumajandusuuringute Keskuse lindude seire raames, mis viiakse läbi Eesti Maaelu arengukava põllumajandusliku keskkonnatoetuse bioloogilise mitmekesisuse hindamise raames. Loendused teostas Eesti Ornitoloogiaühing. Andmeid on 2010 kuni 2017 aastate Kesk-Eesti (Jõgevamaa, Järvamaa ja Lääne-Virumaa) ning Lõuna-Eesti (Põlvamaa, Võrumaa ja Valgamaa) seirealade kohta (joonis 2). (Põllumajandusuuringute Keskus 2011)



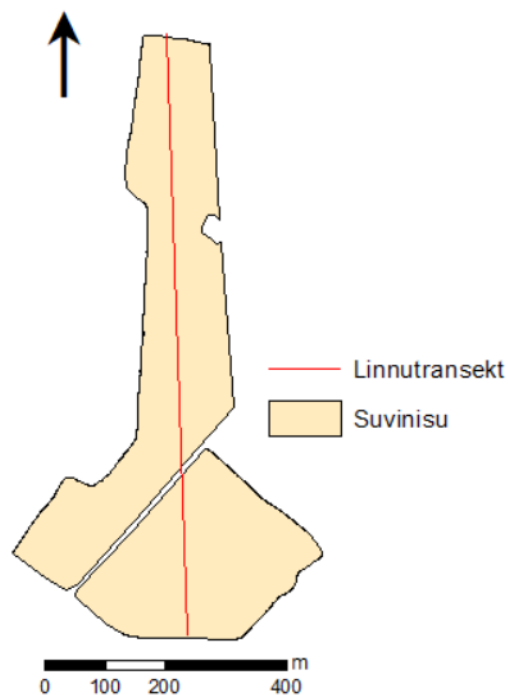
Joonis 2. Analüüsitud linnutransektide asukohad

### 2.2 Viljavaheldus

Igal aastal oli andmeid 66 seireala kohta. Analüüsitavateks põllukultuurideks valiti teraviljad (näiteks nisu, talioder, rukis, kaer jne), rohumaad (näiteks heintaimed, kõrrelised jne), rapsid (suvi- ja taliraps, rüps) ja liblikõielised.

Uurimistöö jaoks kasulike andmete välja selekteerimiseks koostas töö autor iga aasta kohta tabeli, mis sisaldas põldude koode ja kasvatatavaid põllukultuure. Tabeli koostamisel vaadati käsitsi läbi kõigi kaheksa aasta põllud ja nendel paiknevad linnutransektid. Seejärel selekteeriti välja sobivad põllumaad, millel kasvatatav kultuur on 100% ühest põllukultuurigrupist (teravili,

rohumaa, raps või liblikõieline) ja koostati viljavahelduse grupid. Uuringuks kasutati vaid neid seirealasid, millel moodustas põllukultuur kogu transekti ulatuses 100% (joonis 3).



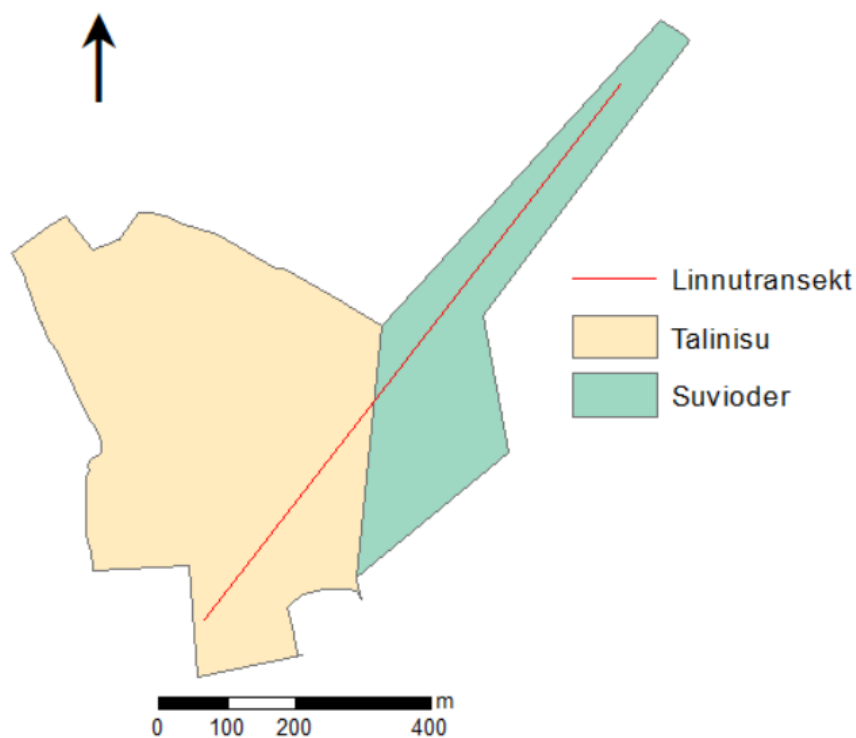
Joonis 3. Linnutransekt alal, kus 100% kasvatatavast kultuurist oli teravili

Valimisse võeti viljavahelduse grupid, mille suurus oli vähemalt 15. Viis uuringusse kaasatud gruppi olid:

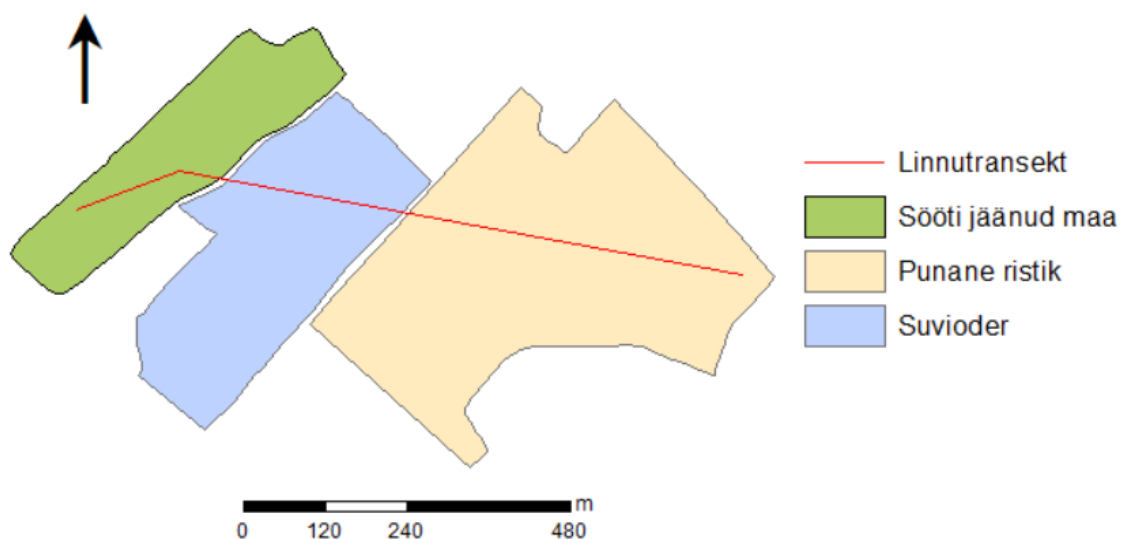
- 1) teravili-raps (n=15)
- 2) raps-teravili (n=17)
- 3) rohumaa-rohumaa (n=17)
- 4) liblikõielised-liblikõielised (n=22)
- 5) teravili-teravili (n=86)

Valimist välja jäänud grupid ja nende suurused olid liblikõielised-rohumaa (5 paari), rohumaa-liblikõielised (1 paar), rohumaa-teravili (3 paari), teravili-rohumaa (3 paari), liblikõielised-raps (3 paari), liblikõielised-teravili (4 paari) ja teravili-liblikõielised (8 paari). Nimetatud grupid jäid välja, sest valimi suurus ei olnud statistiliseks analüüsiks piisav.

Põllud, kus linnutransekti piires kasvatati mitut erinevat sorti teravilja, kuid siiski 100% ulatuses, võeti valimisse teravilja grupi koosseisus (joonis 4).



Joonis 4. Teravilja valimigrupiks klassifitseeritud ala, kus kasvatati mitut erinevat sorti teravilja Põllud, kus kasvatati erinevatest määratud gruppidest põllukultuure, arvati automaatselt valimist välja, sest täidetud ei olnud 100% tingimus, mille põllukultuur alal moodustama peab (joonis 5).



Joonis 5. Näide linnutransektist alal, kus kasvatatud põllukultuuride osakaal ei ulatunud 100 %-ni. Selliseid alasid uuringusse ei kaasatud

### 2.3 Uuritud linnustiku tunnused

Linnuloendused viis transektloenduse meetodil läbi Eesti Ornitoloogiaühing ja need toimusid aprilli lõpust juuni keskpaigani varahommikul ajavahemikus kella neljast kümneni. Transektloendus kujutab endast loendusala, mis ulatub 50 m mõlemale poole transekti ehk loendusala laius oli 100 ja pikkus 1 km. Võimalikult usaldusväärsete tulemuste saamiseks külastati kõiki transekte kolm korda ning andmeanalüüsil kasutati iga liigi puhul kolme loenduse maksimaalset tulemust (Põllumajandusuuringute Keskus 2011). 2010-2017. aastatel loendati transektloenduse käigus kokku 4315 pesitsevat põllulinnupaari 43 liigist, sealjuures arvukaimad liigid olid põldlõoke, kadakatäks, kiivitaja, sookiur, pruunselg-põõsalind, talvike, soo-roolind ja metskiur (Põllumajandusuuringute Keskus 2018).

Linnustikust valiti uuringusse neli näitajat:

- 1) pesitsevate liikide arv loendustransektil
- 2) pesitsevate paaride arv
- 3) pesitsevate paaride arv ilma dominantliigi põldlõokeseta
- 4) põldlõokesese asustustihedus (dominantliik)

Põldlõokeses asustustihedust analüüsis töö autor eraldi, sest tegemist on dominantliigiga põllulindude koosluses (Marja *et al.* 2014). Põldlõokesese andmed loendusest välja võttes väheneb ühe liigi liiga suur mõju ning tekib võimalus tähelepanu pöörata ka teistele Eesti linnuliikidele, kes võivad kaitset vajada (Põllumajandusuuringute Keskus 2011). Ehkki uurimistöös kasutati viljavahelduse andmestikku kahe aasta kohta, on linnustiku andmetest kasutatud vaid teise loendusaasta tulemusi.

### 2.4 Andmete analüüs

Andmete analüüsiks kasutati Kruskall-Wallise testi, sest uuritud gruppide suurus varieerus oluliselt. Seetõttu ei olnud klassikalise dispersioonanalüüsi eeldused täidetud. Kruskall-Wallise testi juures on lubatud, et valimite suurused võivad ulatuslikumalt varieeruda (Remm *et al.* 2012). Statistilise usaldusväärse erinevuse võrdluseks kasutati 0,05 usaldusnivood. Andmete analüüsimiseks kasutati programmi Statistica (StatSoft, Inc. 2013).

Kõikide teiste gruppide võrdluse aluseks valiti teravili-teravili, sest teoorias mainitud varasemate uuringute põhjal võib oletada, et teraviljapõld oma monokultuurse olemusega on uurimistöös analüüsimiseks valitud gruppidest kõige madalama liigirikkusega. Seetõttu kõikide viljavahelduse kombinatsioonide tulemusi selles töös põhjalikumalt ei käsitletud, kuigi need on esitatud lisas 1 (lisa 1).

### 3. Tulemused

#### 3.1 Liiginimestikud viljavaheldusest sõltuvalt

Kogu uurimisperioodi jooksul kohati kõige rohkem erinevaid linnuliike viljavahelduse grupis teravili-teravili (15 liiki) ja kõige vähem grupis teravili-raps (6 liiki). Et kohatud linnuliikide arvu saaks viljavaheldusgruppide vahel võrrelda, jagati liikide arv valimi suurusega ja saadi nii indeks. Arvutatud indeks näitab, et liikide arv viljavahelduse grupis sõltub valimi suurusest. Mida suurem on valim, seda suurem on võimalus, et alal kohatakse rohkem linnuliike, sealhulgas haruldasemaid liike (näiteks vihitaja teravili-teravili grupis). Kõige väiksem liikide arvu indeks (0,17) oli viljavaheldusgrupil teravili-teravili ehk see grupp on teistega võrreldes kõige liigivaesem, kuigi valim oli suur. Kõige kõrgema indeksiga (0,82) oli grupp rohumaa-rohumaa (valimi suurus on väike, kuid kohatud liikide arv on suur). (Tabel 1)

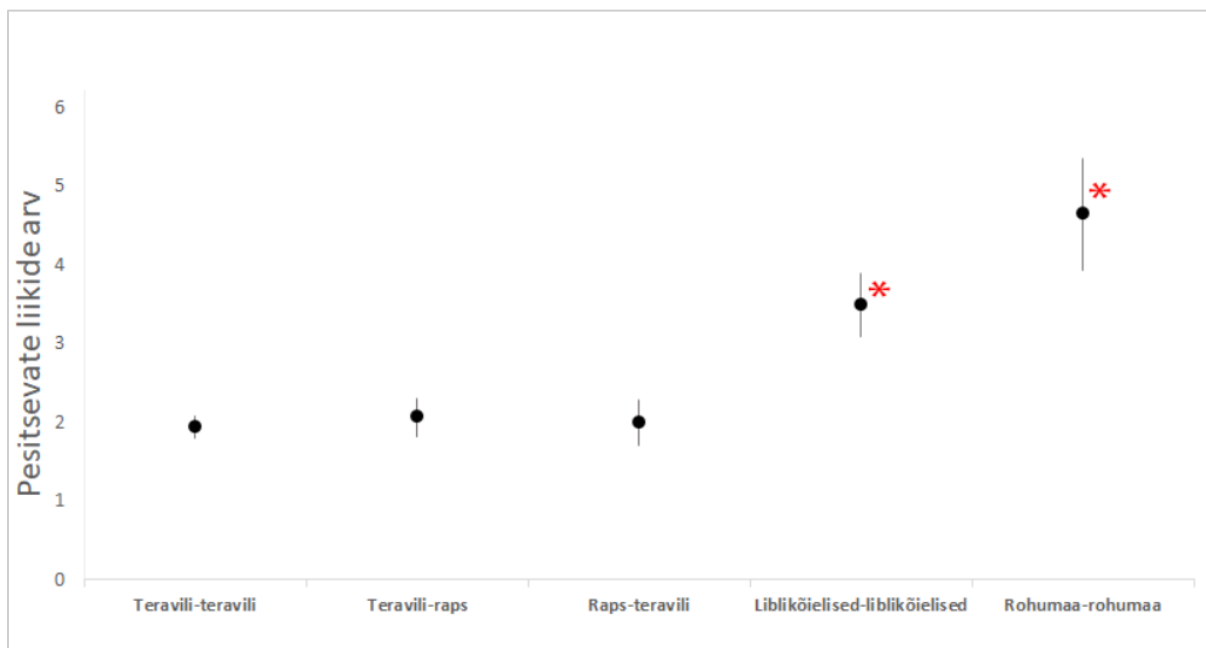
Tabel 1. Kohatud linnuliigid viljavahelduse gruppide kohta.

<b>Viljavahelduse grupp</b>	<b>Kohatud linnuliigid</b>	<b>Liikide arv sõltuvalt valimi suurusest indeksina</b>
Teravili-teravili (n=86)	Hallrästas, kadakatäks, karmiinleevike, kiivitaja, metskiur, metsvint, nõmmelõoke, pruunselg-põõsalind, põldlõoke, rukkirääk, sookiur, suurkoovitaja, talvike, vihitaja, võsa-ritsiklind	0,17
Teravili-raps (n=15)	Hallrästas, kadakatäks, kiivitaja, pruunselg-põõsalind, põldlõoke, talvike	0,4
Raps-teravili (n=17)	Hallrästas, kadakatäks, kiivitaja, pruunselg-põõsalind, põldlõoke, sookiur, talvike	0,41
Liblikõielised-liblikõielised (n=22)	Hallrästas, kadakatäks, kiivitaja, laulurästas, metskiur, metsvint, pruunselg-põõsalind, põldlõoke, rukkirääk, sookiur, soo-roolind, talvike, võsa-ritsiklind	0,59
Rohumaa-rohumaa (n=17)	Kadakatäks, karmiinleevike, kiivitaja, kõrkja-roolind, metskiur, metsvint, pruunselg-põõsalind, punarind, põldlõoke, rukkirääk, sookiur, soo-roolind, talvike, võsa-ritsiklind	0,82

## 3.2 Viljavahelduse gruppide võrdlus

### 3.2.1 Pesitsevate liikide arv

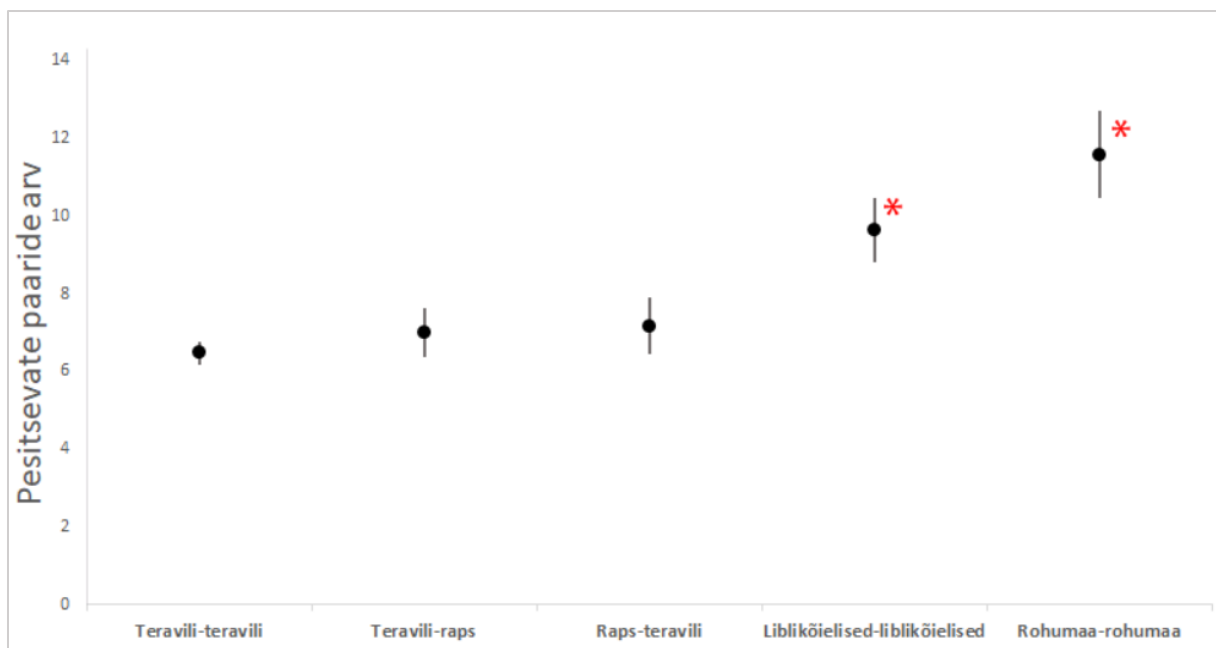
Pesitsevate liikide arv erines uuritavates gruppides statistiliselt oluliselt (Kruskall-Wallise test  $H=27,5$ ;  $p<0,001$ ). Pesitsevate liikide arv oli grupist teravili-teravili statistiliselt oluliselt madalam kui gruppides liblikõielised-liblikõielised ( $p=0,002$ ) ning rohumaa-rohumaa ( $p=0,001$ ). Olulist usaldusväärset erinevust ei esinenud gruppide teravili-teravili ja teravili-raps ning teravili-teravili ja raps-teravili vahel. (Joonis 6)



Joonis 6. Keskmine pesitsevate liikide arv viljavaheldusgruppide lõikes. Punkt tähistab grupi keskmist, vertikaaljooned standardviga. Tärniga märgitud on statistiliselt oluliselt ( $p<0,05$ ) erinevad grupist teravili-teravili

### 3.2.2 Pesitsevate paaride arv

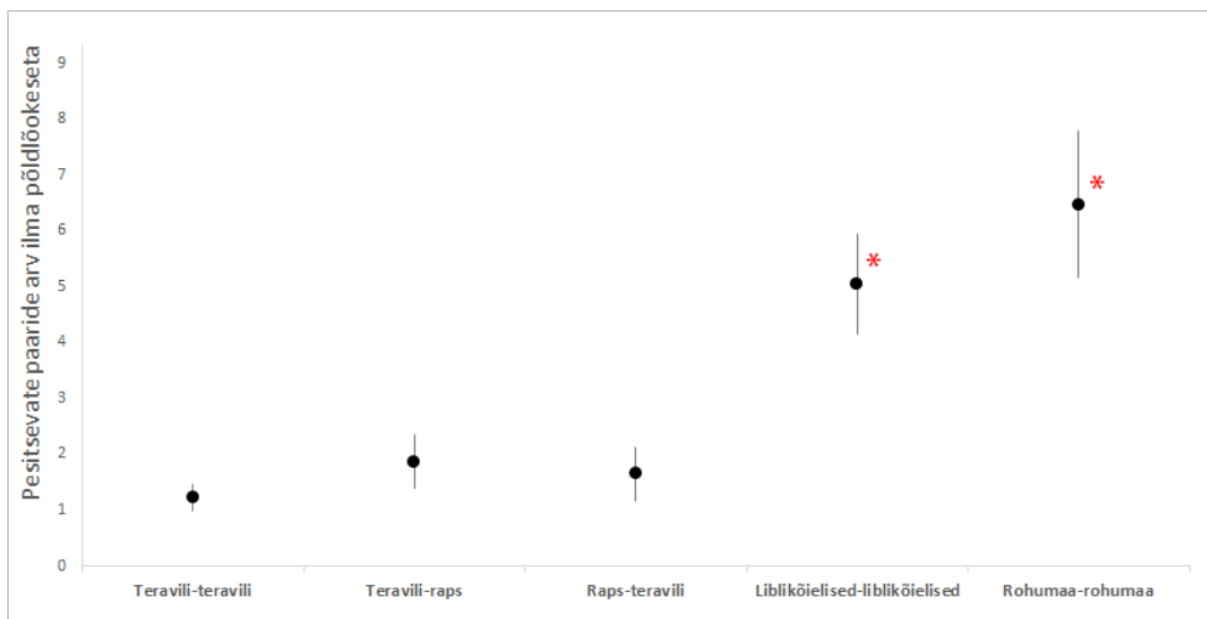
Pesitsevate paaride arv erines uuritavates gruppides statistiliselt usaldusväärse tõenäosusega (Kruskall-Wallise test  $H=35,2$ ;  $p<0,001$ ). Pesitsevate paaride arv oli kõrgem gruppides liblikõielised-liblikõielised ja rohumaa-rohumaa võrreldes grupiga teravili-teravili. Statistiliselt oluliselt erinesid grupist teravili-teravili vaid need grupid, kus viljavaheldust ei toimunud: liblikõielised-liblikõielised ( $p<0,001$ ) ning rohumaa-rohumaa ( $p=0,001$ ). (Joonis 7)



Joonis 7. Keskmine pesitsevate paaride arv viljavaheldusgruppide lõikes. Punkt tähistab grupi keskmist, vertikaaljooned standardviga. Tärniga märgitud on statistiliselt oluliselt ( $p < 0,05$ ) erinevad grupist teravili-teravili

### 3.2.3 Pesitsevate paaride arv põldlõokeseta

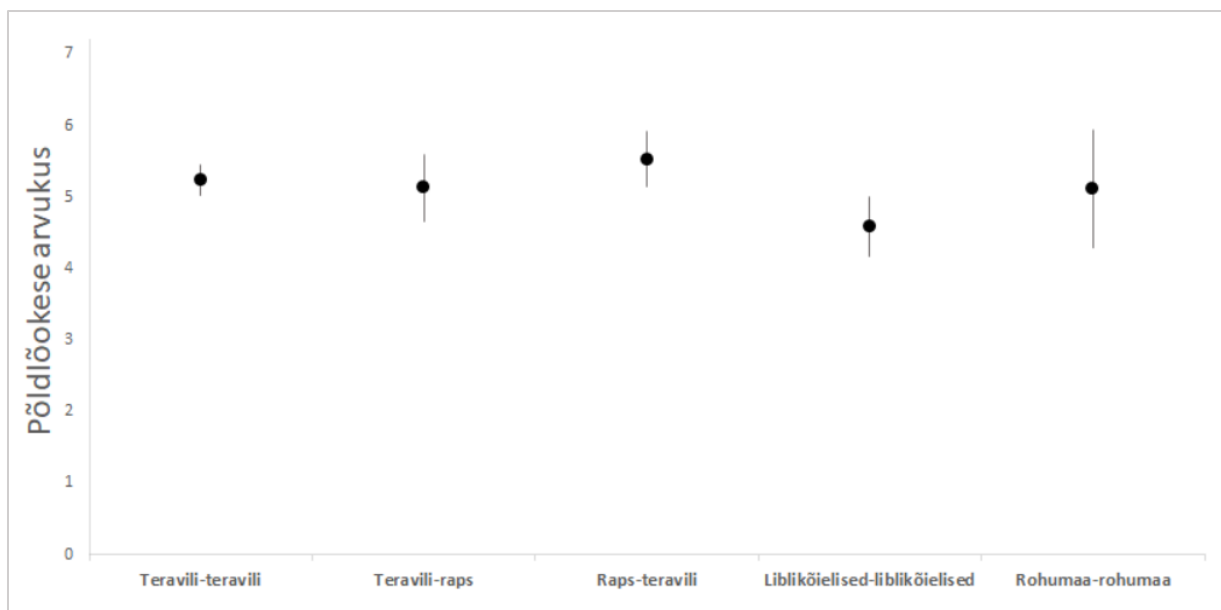
Pesitsevate paaride arv ilma põldlõokeseta erines uuritavates gruppides statistiliselt oluliselt (Kruskal-Wallise test  $H=36,6$ ;  $p < 0,001$ ). Pesitsevate paaride arv uuritud põldudel oli kõrgem, kui viljavaheldust ei toimunud: liblikõieliste põld jäi liblikõieliste põlluks ( $p < 0,001$ ) või rohumaa rohumaaks ( $p=0,0004$ ) võrreldes referentsgrupiga teravili-teravili. Seevastu olulist statistilist erinevust ei esinenud, kui teraviljapõld jäi teraviljapõlluks võrreldes aladega, kus teraviljapõllu asemel kasvatati järgneval aastal rapsi (viljavahelduse grupp teravili-raps,  $p=1,0$ ) või vastupidi (viljavahelduse grupp raps-teravili,  $p=1,0$ ). (Joonis 8)



Joonis 8. Keskmise pesitsevate paaride arv ilma põldlõokeseta viljavaheldusgruppide lõikes. Punkt tähistab grupi keskmist, vertikaaljooned standardviga. Tärniga märgitud on statistiliselt oluliselt ( $p < 0,05$ ) erinevad grupist teravili-teravili

### 3.2.4 Põldlõokeste arvukus

Põldlõokese arvukus ei erinenud statistiliselt usaldusväärselt uuritud gruppides (Kruskal-Wallis test  $H=3,0$ ,  $p=0,6$ ). Võrreldes teisi valimi gruppe teravilja põldudega, mis ka järgneval aastal jäid teraviljapõlluks, oli kõikidel juhtudel statistiline erinevus suurem lubatud usaldusnivoost ( $p=1,0$ ). (Joonis 9)



Joonis 9. Keskmine pesitsevate põldlõokeste arvukus viljavaheldusgruppide lõikes. Punkt tähistab grupi keskmist, vertikaaljooned standardviga. Põldlõokese arvukus ei olnud mitte üheski grupis statistiliselt oluliselt erinev grupist teravili-teravili.

## 4. Arutelu

Kui teraviljapõldudel viljavaheldust ei toimu, teravilipõld asendub rapsiga või vastupidi, jääb lindude liigirikkus madalaks. Liblikõieliste kultuuridega põllumaad ja rohumaad on märgatavalt kõrgema liigirikkusega võrreldes teravilja- ning rapsipõldudega. Siiski, liblikõieliste mõju lindudele ei ole ühene, sest neid majandatakse küllaltki intensiivselt silo tootmiseks, mis tähendab, et põldu niidetakse kuni 3 korda aastas. See omakorda tähendab, et tegu on potentsiaalse ökolõksuga, mis vähendab lindude pesitsusedukust (Schlaepfer *et al.* 2002). Ökolõks kujutab endast olukorda, kus organismi elukoha- või pesitsusvalikud võivad lõppeda organismi surma või pesitsuse ebaõnnestumisega äkilise, kuid drastilise muutuse tõttu valitud elupaigas (Schlaepfer *et al.* 2002). Liblikõieliste kultuuridega põllumaade kui ökolõksude olemust oleks tarvis edaspidistes uurimistöodes täpsemalt uurida.

Erinevad rohumaad, sealhulgas karjamaad, on Eestis ja naaberriikides liigirikkuse seisukohalt olulised (Herzon *et al.* 2014), kuid toovad endaga samuti kaasa ka negatiivseid külgi: mida intensiivsem on karjatamine, seda suurem on võimalus pesade tallamiseks (Pavel 2004), mis võib samuti kujutada endast potentsiaalset ökolõksu. Teravili-teravili, teravili-raps ning raps-teravili viljavaheldused ei toeta lindude liigirikkust: need kolm gruppi olid kõige madalamad nii pesitsevate liikide keskmise arvu kui pesitsevate paaride keskmise arvu poolest koos ja ilma põldlõokeseta. Samas ei tohi alahinnata maastikulise mitmekesisuse mõju lindudele. Kindlasti avaldab mõju ka uuritud põldusid ümbritsev maastik (Aavik 2009). Samas ei vähenda suurem mitmekülgsus põllul kasvatavate kultuuride seas liialt intensiivse majandamise negatiivseid külgi lindude arvukusele ja liigirikkusele (Wilson *et al.* 2017), mis tähendab, et majandamise intensiivsus on üks olulisemaid faktoreid liigirikkuse seisukohalt.

Uuringu jaoks püstitatud hüpotees oli, et lindude arvukus ja mitmekesisus võiks olla kõrgem põldudel, kus esineb viljavaheldus ehk kahel järjestikusel aastal kasvatatakse põllul erinevaid põllukultuure, ei saanud töö käigus kinnitust. Kaks kolmest ilma viljavaheldusega uurimisgruppi (rohumaad-rohumaad ja liblikõielised-liblikõielised) olid kõrgeima liigirikkuse ja paaride arvuga, samas kui kaks viljavaheldusega gruppi (teravili-raps ja raps-teravili) ning üks ilma viljavaheldusega grupp (teravili-teravili) olid lindude liigirikkuse ja arvukuse poolest madalaimad. Samas võib tulemuste põhjal järeldada, et ilmselt mõjutab kõige olulisemalt lindude liigirikkust ja arvukust kasvatatav põllukultuur, sest Sauerbrei *et al.* 2013 uuringus saadud tulemuste, et maisi viljavahelduses kasutades võib see linnustikule positiivselt mõjuda, ja käesoleva töö samal teemal saadud tulemuste põhjal ei saa järeldada kindlaid seaduspärasid. Põllumajanduslikud keskkonnameetmed on tänapäeval üks põhilistest vahenditest

põllumajandusmaastiku liigilise mitmekesisuse säilitamisel, kuid antud töös ei leitud selgeid tulemusi, mis kinnitaks viljavahelduse kui kasutatavate meetemete ühe osa positiivset mõju lindude käekäigule.

Võrreldes kõiki analüüsitud parameetreid omavahel jäi vaid põldlõokese asustustihedus kõikides uuritavates gruppides suhteliselt samale tasemele. Seega ei sõltunud selle liigi arvukus viljavahelduse esinemisest või mitteesinemisest.

## 5. Kokkuvõte

Uurimistöö eesmärk oli selgitada viljavahelduse mõju olemasolu põllulindude arvukusele ja mitmekesisusele. Uuringus püstitatud hüpotees oli, et lindude arvukus ja mitmekesisus võiks olla kõrgem põldudel, kus esineb viljavaheldus ehk kahel järjestikusel aastal kasvatatakse põllul erinevaid põllukultuure.

Keskmiised näitajad (pesitsevate liikide arv, pesitsevate paaride arv koos ja ilma põldlõokeseta) olid madalamad gruppides teravili-teravili, teravili-raps ja raps-teravili. Rohumaa-rohumaa ja liblikõielised-liblikõielised valimigrupid olid võrreldes teravili-teravili grupiga kõige kõrgema keskmise liikide ning pesitsevate paaride arvuga.

Püstitatud hüpotees ei leidnud kinnitust, sest kaks kõige kõrgema liikide ja pesitsevate paaride arvuga valimigrupi olid sellised, kus viljavaheldust ei esinenud. Kuna madalamate liikide ja pesitsevate paaride arvuga valimigruppide seas oli nii viljavaheldusega kui viljavahelduseta grupe ning Sauerbrei *et al.* 2013 uurimistöö üks tulemustest on, et maisi viljavahelduses kasutamine võib lindude liigirikkusele ja arvukusele hästi mõjuda, oleks kindlate järeltuste tegemiseks tarvis läbi viia edasisi uuringuid. Oletada võib ka, et kuna viljavaheldusega ja viljavahelduseta gruppide tulemused on erinevad, on lindude liigirikkus lisaks seotud veel teiste faktoritega, näiteks põldu ümbritsevate maastike mitmekesisusega, põllukultuuri tüübi ja/või põllu majandamise intensiivsusega.

## **The effect of crop rotation on farmland bird diversity and abundance**

Sigrid Paavle

### **Summary**

Nearly half of Europe is covered with agricultural land, one third of which is grassland and meadows and the rest is cultivated with different crops. Approximately 70% of Estonian agricultural land is cultivated with different crops and about 30% is permanent grassland. During the last decades, the share of agricultural land has increased and the management has intensified, which is leading to the decline in the number and diversity of farmland bird population. Too large cattle on a small area, the use of pesticides and fertilizers, cultivation of monocultures and increased number of predators has had a negative impact on farmland bird population.

Since 1992, integrating agri-environment measures has been mandatory to the member states of the European Union, while for producer they remain voluntary. Agri-environment measures are subsidies to farmers who have voluntarily committed themselves to preserving the environment and they are a compensation for the loss of income and additional expenses. Agri-environment measures are one of the most important ways of preserving biodiversity in farmland areas, although their effectiveness is difficult to access.

Crop rotation is a systematic change of different crops on the same land. There is little information and research done on the chosen topic for this thesis and the aim is to find out the effect of crop rotation to farmland bird diversity and abundance. The hypothesis is that the farmland bird diversity and abundance is higher on farmlands, where crop rotation is being used: that means two different crops are grown in the field in two consecutive years.

The data for this work was collected by the Agricultural Research Centre and BirdLife Estonia. In total there were data for 8 years and for 66 fields and bird transects in each year. That resulted in 5 different crop rotation groups, where all the fields were covered 100% of either cereals, legumes, rapeseed or grassland. The 5 groups were cereal-rapeseed, rapeseed-cereal, cereal-cereal, legumes-legumes and grassland-grassland. For each field pair the number of breeding species, the number of nesting pairs with and without skylark and the population of skylark were known.

Although in the crop rotation group cereal-cereal the average number of species and breeding pairs was one of the lowest, the fields of this group were the most diverse in total of bird species encountered. Sample groups with the smallest number of breeding bird species and breeding pairs compared to the group of cereal-cereal were cereal-rapeseed and rapeseed-cereal. These

groups also had low numbers of breeding species and breeding pairs. The groups grassland-grassland and legumes-legumes were compared to the cereal-cereal group the highest when it comes to average breeding species and breeding pairs.

The hypothesis that was established for this thesis was not confirmed, because the two groups of the highest number of species and nesting pairs were those where no crop rotation occurred. As the lowest number of species and breeding pairs among the sample groups was both in with crop rotation and without crop rotation groups, and in Sauerbrei et al. 2013 one of the results was that the use of maize in crop rotation might have a good impact on bird species diversity and abundance, further and more in-depth researches are needed to make solid conclusions. It can also be assumed that as the results of with crop rotation and without crop-rotation sample groups are so different, the key to the success of bird species diversity lies in something else, such as the diversity of landscapes surrounding the field, the type of cultivated crops or land use.

## Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajaid Evelyn Uuemaad ja Riho Marjat töö juhendamise, abi ning väärtuslikke nõuannete eest.

Soovin tänada Põllumajandusuuringute Keskust ja Eesti Ornitoloogiaühingut, kelle kogutud andmete põhjal käesolev töö valmis.

Samuti soovin tänada oma ema Silja Paavlet, kes abistas ja innustas tööd lõpule viima hetkedel, kui kõik ei läinud nii sujuvalt nagu algselt plaanisin.

## Kasutatud kirjandus

**Aavik, T.,** 2009. Plant species richness, composition and functional trait pattern in agricultural landscapes – the role of land use intensity and landscape structure. Doktoritöö. Tartu Ülikool, botaanika osakond.

**Batáry, P., Matthiesen, T., Tschardtke, T.,** 2010. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143:2020-2027.

**Batáry, P., Báldi, A., Kleijn, D., & Tschardtke, T.,** 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proceedings. Biological sciences*, 278(1713):1894–1902.

**Donald, P. F., Green, R. E., Heath, M. F.,** 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations.

**Donald, P. F., Sanderson, F. J., Burfield I. J, Frans van Bommel, P. J.,** 2006. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990-2000. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116:189-196.

**Ekroos, J., Tiainen, J., Seimola, T., Herzon, I.,** 2019. Weak effects of farming practices corresponding to agricultural greening measures on farmland bird diversity in boreal landscapes. *Landscape Ecology* 34:389-402.

**Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus nr. 1307.** Vastu võetud 17.12.2013, Euroopa Liidu Teataja 347/608.

**European Commission,** 2015. Food and farming: focus on land. Agriculture and Rural Development.

**European Environment Agency,** 2018b. Environmental indicator report 2018. In support to the monitoring of the Seventh Environment Action Programme. EEA Report, No 19/2018.

**European Bird Census Council,** 2018. State of common European breeding birds 2018.

**Evans, K.O., Burger Jr., L.W., Riffell, S., Smith, M.D.,** 2014. Assessing multi-region avian benefits from strategically targeted agricultural buffers. *Conservation Biology* 28:892–901.

**Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F.G., Crist, T.O., Fuller, R.J., Sirami, C., Siriwardena, G.M., Martin, J.-L.,** 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters* 14:101–112.

- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tsharntke, 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., Marja, R., Menshikova, S., Kondratyev, A., 2014.** Farmland bird communities in an agricultural landscape in Northwest Russia: Seasonal and spatial patterns. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 183:78–85.
- Kleijn, D., Baquero, R. A., Clough, Y., Diaz, M., Esteban, J. D., Fernández, F., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E. J. P., Steffan-Dewenter, I., Tsharntke, T., Verhulst, J., West, T. M., Yela, J. L., 2006.** Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters* 9(3):243-254.
- Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, 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 Science* 276:903-909.
- Kovács-Hostyánszki, A., Batáry, P., Peach, W.J. & Báldi, A., 2011.** Effects of fertilizer application on summer usage of cereal fields by farmland birds in central Hungary. *Bird Study* 58:330-337.
- Liebman, M., Dyck, E., 1993.** Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, Vol. 3, No. 1:92-122.
- Marja, R., 2019.** Kuidas mõjutavad põllumajanduse keskkonnameetmed kimalase arvukust?. *Eesti Loodus* 70(1):55-59.
- Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tsharntke, 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., Nellis, E., 2018.** Perioodil 1984-2017 põllulindude arvukuse muutus Eestis ning selle seos põllumajanduse ja kiskjatega. *Hirundo* 2018 31(1):49-68.
- Marja, R., Viik, E., Mänd, M., Phillips, J., Klein, A.-M., Batary, P., 2018.** Crop rotation and agri-environment schemes determine bumblebee communities via flower resources. *Journal of Applied Ecology* (2018) 55:1714-1724.✓

- Mägi, M.**, 2015. Maaspesitsevate lindude pesarüüste Pärnu rannaniidul 2015. MTÜ Tunne Loodust.
- Kalamees-Pani, K., Runnel, V.**, 2013. Lindude elupaigad. Õppekogumik. Tartu Ülikooli Loodusmuuseum.
- Pavel, V.**, 2004. The impact of grazing animals on nesting success of grassland passerines in farmland and natural habitats: a field experiment. *Folia Zoologica* 53:171–178.
- Pe'er, G., Dicks, L. V., Visconti, P., Arlettaz, R., Báldi, A., Benton, T. G., Collins, S., Dietrich, M., Gregory, R. D., Hartig, F., Henle, K., Hobson, P. R., Klejin, D., Neumann, R. K., Robijns, T., Schmidt, J., Shwartz, A., Sutherland, W. J., Turbé, F., Wulf, F., Scott, A. V.**, 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* 344:1090-1092.
- Primdahl, J., Peco, B., Schramek, J., Andersen, E., Oñate, J. J.**, 2003. Environmental effects of agri-environmental schemes in Western Europe. *Journal of Environmental Management* 67:129-138.
- Põllumajandusuuringute Keskus**, 2018. Lindude olukord Eesti põllumajandusmaastikul.
- Põllumajandusuuringute Keskus**, 2009. Eesti levinuimad põllulinnud. Põllumajandusministeerium, 2012.
- Põllumajandusuuringute Keskus**, 2011. MAK põllumajandusliku keskkonnatoetuse bioloogilise mitmekesisuse hindamise raames 2011. aastal teostatud põllulindude seire aruanne. Käsikiri Põllumajandusuuringute Keskuses.
- Remm, K., Remm, J., Kaasik, A.**, 2012. Ruumiliste loodusandmete statistiline analüüs. Õpik-käsiraamat.
- Sauerbrei, R., Ekschmitt, K., Wolters, V., Gottschalk, T. K.**, 2013. Increased energy maize production reduces farmland bird diversity. *GCB Bioenergy* (2014) 6:256-274.
- Schlaepfer, M. A., Runge, M. C., Sherman, P. W.**, 2002. Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution* 17/10:474-480.
- StatSoft, Inc.**, 2013. Tulsa, OK.: STATISTICA, version 12.
- Stoate, C., Boatman, N. D., Borralho, R. J., Rio Carvalho, C., De Snoo, G. R., Eden, P.**, 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63:337-365.

**Taube, F., Gierus, M., Hermann, A., Loges, R., Schönbach, P.,** 2013. Grassland and globalisation – challenges for north-west European grass and forage research.

**Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westenberg, L., Milberg, P.,** 2016. Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222:200-212.

**Wilson, S., Mitchell, G. W., Pasher, J., McGovern, M., Hudson, M.-A. R., Fahrig, L.,** 2017. Influence of crop type, heterogeneity and woody structure on avian biodiversity in agricultural landscapes. *Ecological Indicators* 83:218-226.

### **Internetiallikad**

**Eesti põllu- ja maamajanduse nõuandeteenistus,** 2014. Külvikord. <https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/kulvikord/> Viimati vaadatud 13.05.2019.

**European Commission,** 2014. Agriculture and rural development. Agriculture and the environment: Introduction. Agri-environment measures. <https://bit.ly/2Hhmq0> Viimati vaadatud 13.05.2019.

**European Environment Agency,** 2018a. Common Birds - population index. <https://bit.ly/2Hhmq0> Viimati vaadatud 12.05.2019.

**Keskkonnaministeerium.** Põllumajandus. <https://www.envir.ee/et/konventsioon-pollumajandus> Viimati vaadatud 19.05.2019

**Maaeluministeerium.** Eesti maaelu arengukava, 2014-2020. <https://bit.ly/2W6ThcD> Viimati vaadatud 16.05.2019

**PRIA (Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet),** 2014. Loomade karjatamise toetus (MAK meede 2.4). <https://bit.ly/2VvZIS8> Viimati vaadatud 16.05.2019

**PRIA (Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet),** 2018. Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (MAK 2014-2020 meede 10.1.1). <http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/ksm/> Viimati vaadatud 19.05.2019

**Roser, M., Ritchie, H.** Our world in data. Yields and land use in agriculture. <https://ourworldindata.org/yields-and-land-use-in-agriculture> Viimati vaadatud 13.05.2019.

**Statistikaamet,** 2019. Põllumajandusmaa ja -kultuuride kasvupind, aasta. <https://www.stat.ee/34222?highlight=p> Viimati vaadatud 21.05.2019.

## Lisa 1

Kruskall-Wallise testi viljavaheldusgruppide mitmene võrdlus. Punaselt tähistatud rasvases kirjas on esitatud statistiliselt usaldusväärsed erinevused ning mustas kirjas statistiliselt mitte usaldusväärsed erinevused uuritud gruppide vahel. Esitatud on kõik võimalikud kombinatsioonid, kuigi põhitulemustes esitati võrdlus, kus referentsgrupp oli teravili-teravili, võrreldes teiste viljavaheduse gruppidega. Tabelites on statistiliselt olulised p-väärtused märgitud punase värviga.

### Pesitsevate liikide arvu p-väärtused

Viljavaheldus	Teravili-teravili	Liblikõieline-liblikõieline	Teravili-raps	Raps-teravili
Liblikõieline-liblikõieline	<b>0,002</b>			
Teravili-raps	1,0	0,45		
Raps-teravili	1,0	0,14	1,0	
Rohumaa-rohumaa	<b>0,001</b>	1,0	0,26	0,08

### Pesitsevate paaride arvu p-väärtused

Viljavaheldus	Teravili-teravili	Liblikõieline-liblikõieline	Teravili-raps	Raps-teravili
Liblikõieline-liblikõieline	<b>&lt;0,001</b>			
Teravili-raps	1,0	0,33		
Raps-teravili	1,0	0,18	1,0	
Rohumaa-rohumaa	<b>&lt;0,001</b>	1,0	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>

### Pesitsevate paaride arvu ilma põldlõokeseta p-väärtused

Viljavaheldus	Teravili-teravili	Liblikõieline-liblikõieline	Teravili-raps	Raps-teravili
Liblikõieline-liblikõieline	<b>&lt;0,001</b>			
Teravili-raps	1,0	0,22		
Raps-teravili	1,0	<b>0,037</b>	1,0	
Rohumaa-rohumaa	<b>&lt;0,001</b>	1,0	0,49	0,11

## Põldlõokese arvukuse p-väärtused

Viljavaheldus	Teravili-teravili	Liblikõieline-liblikõieline	Teravili-raps	Raps-teravili
Liblikõieline-liblikõieline	1,0			
Teravili-raps	1,0	1,0		
Raps-teravili	1,0	1,0	1,0	
Rohumaa-rohumaa	1,0	1,0	1,0	1,0

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Sigrid Paavle,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Viljavahelduse mõju põllulindude liigirikkusele ja arvukusele“, mille juhendajad on Evelyn Uemaa ja Riho Marja, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, alates **30.06.2020** kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Sigrid Paavle

**27.05.2019**