

Põllulindude pesitsusuuring
lõpparuande lisa (2020-2021)

Projektijuht Vallo Tilgar, projekti põhitäitjad Jaanus Elts, Kunter Tätte
ja Riho Marja

Töövõtja: Tartu Ülikool

Tellijat: Maaeluministerium, projekti nr: RITA2/079

Projektijuhi kontaktandmed:

tel 737 5814,

e-post vallo.tilgar@ut.ee

Sissejuhatus ja eesmärgid

Paljude põllulindude arvukus on viimase 30 aasta jooksul drastiliselt vähenenud (Chamberlain et al 2000, Wretenberg et al. 2006). Põllumaade intensiivse majandamise ning erinevate maastikuelementide vähenemise tõttu on lindudel raske leida sobivaid pesitsuskohti ja piisavalt toitu (Benton et al. 2003) ning suureneb kurnade hukkumine põllutööde käigus (Ponce et al. 2018, Santangeli et al. 2018). Pestitsiidide kasutamise tõttu võib väheneda emalinnu viljakus ning suureneb looteline suremus (Fry 1995, Eттerson et al. 2017), samuti väheneb toidubaas (Guedes et al. 2016, Gunstone et al. 2021). Põllulindude globaalse arvukuse languse teiseks peamiseks põhjuseks on üha suurenev pesarüüste (Ponce et al. 2018). See võib olla seotud väikekiskjate ja vareslaste arvukuse suurenemisega põllumajandusmaastikes, muutustega kiskjate toidueelistuses või on pesad intensiivselt majandatavatel ja maastiku struktuurilt lihtsustunud põldudel kergemini ülesleitavad.

Siiani on enamik põllulindude uuringuid keskendunud korrelatiivsete seoste otsimisele erinevalt majandatud põldude ning linnupopulatsioonide arvukuse vahel. Hiljuti Euroopas (Wenz 2020) ja Eestis (Marja 2011) läbi viidud seireuuringutes leiti, et mahepõldudel on oluliselt rohkem linnuliike ja suurem isendite arvukus kui üldpindalatoetusega põldudel. Samas on näiteks näidatud, et lindude kõrgem arvukus mahetootmisega aladel võib mõnel juhul kaasa tuua pesitsusedukuse kahanemise (Dunn et al. 2015). Väga vähe on uuritud erinevate põllutööde, nende sageduse ja tööde teostamise aja mõju samadel põldudel pesitsevate põllulindude sigimisedukusele. Käesoleva uuringu põhieesmärkideks on: (i) välja selgitada erinevate põllutööde ja kiskluse mõju pesade hukkumisele viljapõldudel ja rohumaadel, (ii) võrrelda lindude sigimisedukust mahe-, loodussõbraliku ja intensiivse põllumajandusega maastikes (viljapõllud, rohumaad), (iii) hinnata erinevate maastikuelementide mõju lindude sigimisele.

Metoodika

Uurimisalad paiknevad peamiselt Kesk- ja Lõuna-Eestis (joonis 1). Alade valikul lähtusime põhimõttest, et põllud oleks kantud PRIA põllumajandustoetuste ja põllumassiivide registrisse ning et oleks võimalik võrrelda erinevate põllumajandustegevuste (põllukultuuride kasvatamine, rohumaaviljelus), põllutööde (tööde tüüp, aeg, sagedus jms) ja toetustüüpide mõju lindude

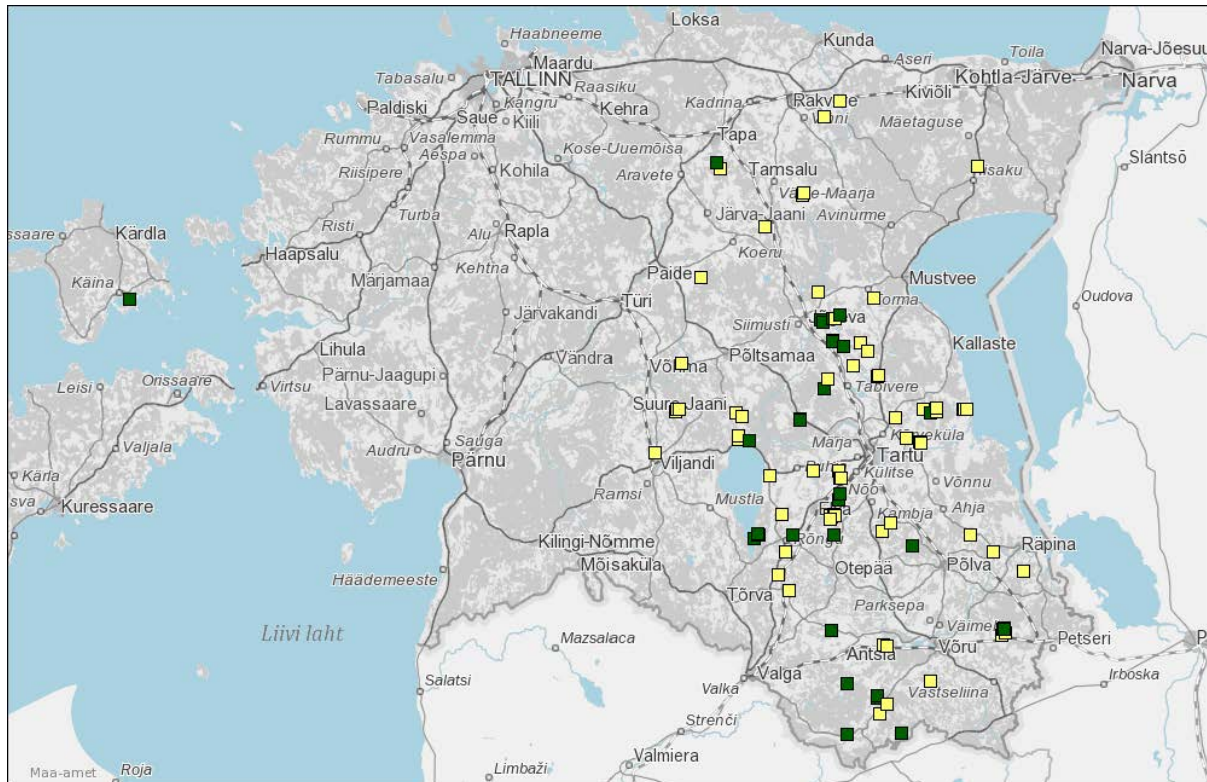
pesitsemisedukusele. Munade või poegadega pesi leiti **72 viljapõllult** (sh 13 taliteraviljapõldu, 49 suviteraviljapõldu ja 10 muud põllukultuuri) ja **38 rohumaalt** (sh 20 püsirohumaad ja 18 rohumaad).

Külvatud põllukultuuri järgi jagunesid põllud järgmiselt (esimene liidetav 2020, teine liidetav 2021): 2+7=9 hernepõldu, 13+4=17 suvinisupõldu, 10+5=15 suviõdrapõldu, 8+3=11 kaerapõldu, 2 suvirapsipõldu, 1 suvirukkipõld, 1 maisipõld, 3+1=4 määramata suviteraviljapõldu, 4+5=9 talinisupõldu, 1 talirukki, 1 taliõdrapõld, 1+2=3 kartulipõldu, 1 oapõld. Tuleb mainida, et uuringu teostamise ajal (aprill-juuni) on suviteraviljapõllud üksteisest eristamatud (must maa) ja pesitsemise seisukohast pole vahet, milline teraviljasort on põllule külvatud.

Suviteraviljapõldudel eristati järgmisi põllutõid: kündmine, sõnniku laotamine, äestamine, äestamine koos külviga, taimekaitsevahendite pritsimine, kivide korjamine, väetamine (sh lupjamine), viljalõikus. Taliteraviljapõldudel olid töödeks äestamine, taimekaitsevahendite pritsimine, väetamine, kivide korjamine.

Rohumaadel täheldati järgmisi põllutõid: niitmine (lattniiduk, trummelniiduk), äestamine ilma kündmiseta, kündmine.

Infot põllutööde kohta saime põlde külastades, rajakaamerate vahendusel, suheldes põllumajandustootjaga (ca 10 põllul). Tootjate kontaktid ja keskkonnatoetuste info saime PRIAst ning põllumassiivide parameetrid ja maastikuelemendid määrasime Maa-ameti Eesti põhikaardilt.



Joonis 1. Viljapõllud (kollased ruudud) ja rohumaad (rohelised ruudud) Lõuna- ja Kesk-Eestis.

Välitööde metoodika

Välitööd toimusid alates aprilli algusest kuni juuli lõpuni aastatel 2020-2021. Kiivitajate pesi otsisime põhiliselt vaatlustoru ja binokliga, värvuliste pesade leidmiseks kasutasime vaatlusi, alade tihedat läbikäimist (kammimist), termokaameraid ja köie lohistamise meetodit, et hauduv lind õhku peletada. Vahetult peale niitmist otsisime rohumaadelt ka hukkunud pesade jäänuseid. Leitud pesade GPS koordinaadid salvestati ja sigimisinfot koguti pesa korduvkülastustega, aga ka rajakaamerate ja temperatuuriandurite Tiny-tag vahendusel. Pesahülgajate lindude (kiivitaja, suurkoovitaja, nurmkana) puhul registreerisime munemisaja, kurna suuruse ja koorumisedukuse, pesahoidjatel lindudel (värvulised) määrasime ka lennuvõimestunud poegade arvu. Kontrollkülastustega tuvastati pesa seisund (rüüstatud, mahajäetud või mitte) ligikaudu 1 m kauguselt, et vältida liigset häirimist ja lõhnajälgede jätmist munadele.

Pesade hukkumine tuvastati visuaalselt nähtavate märkide järgi (munakoos auk, purustatud munakoored, kurn kadunud enne koorumistähtaega), rajakaamerate või temperatuurilogerite abil (temperatuuri püsiv alanemine näitab kiskluse hetke), pesa lähiümbruses olevate jälgede või põllutööde käigus kadunud pesade põhjal (Tabel 1). Lisaks koguti pesade kontrollimise käigus rüüstamistunnustega tühjad munakoored, et võimaluse korral uurida pestitsiidide sisaldust munakoortes.

Tehniliste abivahendite kasutamine

Välitöödel kasutati 7 rajakaamerat sigimise jälgimiseks, mida vahetati erinevate kurnade vahel. Kokku oli kaamerate jälgimise all 28 munade või poegade pesa ning nende abil tuvastati kiivitaja poegade koorumine 12 pesas, sookiuru ja hänilase poegade lennuvõimestumine 4 pesas ning pesarüüstamise hetk ja rüüstav liik 13 pesas. Iga kaamera oli pesal enamasti nädala kuni kurna hukkumiseni, poegade koorumiseni (kiivitaja, suurkoovitaja) või poegade pesast lahkumiseni (värvulised). Välitööde käigus avastasime uue meetodi, kuidas tuvastada koorumist. Peale koorumist jääb pesamaterjali sisse peenikest koorepuru, mida ei teki kurna rüüstamisel. Kaamerate ja visuaalsete vaatluse abil leidis “koorepuru“ meetod kinnitust seitsmes vaadeldud pesas. Edaspidi saab seda meetodit kasutada kiivitaja munade koorumise tuvastamiseks. Lisaks kasutati 5 rajakaamerat info kogumiseks põllutööde ja potentsiaalsete pesarüüstajate kohta. Need kaamerad paigutati põlluserva ja hoiti igal põllul 10 päeva, seejärel vahetati kaamera asupaika. Testisime ka erinevat tüüpi temperatuurandurite (nööploger ja termistorotsaga tiny-tag) sobivust pesaküllastuste ja pesade mahajätmise tuvastamiseks. Kahjuks nööplogerid põllulindude uurimiseks ei sobi, kuna avaspesitsejate jaoks on need liiga silmatorkavad ja linnud eemaldavad need pesast (leidis kinnitust põldlõokese puhul). Tiny-tag andureid kasutasime põldlõokeste, suurkoovitajate ja nurmkanade pesades ja saime esialgset infot emalindude haudekäitumise kohta.

Rajakaamerate kasutamine võimaldas koguda usaldusväärset infot sigimisedukuse ja kurna hukkumise põhjuste kohta. Samuti kasutasime rajakaameraid erinevate põllutööde (taimekaitsevahendite pritsimine, kivide korjamine, väetamine) registreerimiseks. Puuduseks on see, et kaamerat ei saa kasutada suviteraviljapõldudel enne kündmist ja äestamist (kaamera võib hävida sagedaste põllutööde tõttu) ja kaamera võib teatud määral kõita ka kiskjate tähelepanu ja

võib suurendada pesariüiste tõenäosust (see ei leidnud meie uuringus siiski kinnitust). Üldiselt tundub, et rajakaamera on parim vahend sigimise ja ka erinevate põllutööde jälgimiseks. Valik rajakaamera abil tehtud pilte on toodud Lisas 1.

Mitmed värvuliste ja kiivitajate pesad viljapõldudel ja rohumaadel leiti termokaamerate FLIR Breach abil. Kui pesa ligilähedane asukoht oli vaatluste teel tuvastatud, toimus lähiümbruse kontrollimine ja munade või poegade pesade leidmine soojuskiirguse järgi. Termokaamerad olid abiks ka pesa taasleidmisel. Nurmkana pesade leidmisel oli suureks abiks GPS saatjaga varustatud emalindude asupaiga tuvastamine ja lähiümbruse kontrollimine. GPS saatjad olid paigaldatud lindudele teise projekti raames.

Tabel 1. Hukkunud kurnade tuvastamine eri meetoditel aastatel 2020-2021.

Liik	Visuaalselt	Kaamera	Temperatuuriloger	Kokku
Haritav põld				
kiivitaja	59	8		67
suurkoovitaja	2		3	5
põldlõoke	1		1	2
nurmkana	1		1	2
Rohumaa				
kiivitaja	3	2		5
koovitaja	1			1
põldlõoke	9			9
sookiur	6	2		8
kadakatäks	3			3
hänilane	1	1		2
sinikael-part	1			1
punaselg-õgija	1			1

Andmeanalüüs

Andmeanalüüsiks kasutati vabavaralist statistikapaketti R (the *R Development Core Team*). Sigimisedukust mõjutavaid tegureid analüüsiti lineaarsete ja lineariseeritud segamudelitega,

kaasates analüüsi nii faktoreid (grupeerivad tunnused) kui ka kovariaate (pidevaid tunnused). Uuritava tunnuse ja selle jääkide vastavust normaaljaotusele testiti Shapiro testiga ning visuaalselt Q-Q graafiku põhjal. Vajadusel tunnus transformeeriti, et saavutada normaaljaotus. Kurnade arv põllumaa pindalaühiku kohta transformeeriti, kasutades astendajat 0,26 ja edukate pesade arv pindalaühiku kohta transformeeriti astendaja 0,4 abil. Lineariseeritud mudelite puhul kasutati binoomjaotusega mudeleid (edukas või hukkunud). Erinevates mudelites kasutati järgmisi **faktoreid või kovariaate**: uurimisala toetustüüp (mahe, KSM, ÜPT), põllumaa tüüp (s-suvivili, t – talivili, r - lühiajaline rohumaa, rp - püsirohumaa), aasta, põllu pindala ja kuju, kurna kaugus põlluservast, kurna kaugus metsast ning erinevad maastikuelemendid. Maastikuelementidest võeti algmudelisse arvesse lähima kraavi, põhimaantee ja maja kaugus põllu lähimast servast, põllu piirnemine metsaga (metsasuse osakaal põllupiirist), põllusaarte ja puisturibade esinemine (jah, ei). Pseudoreplikatsiooni vältimiseks võeti põld mudelisse juhusliku faktorina. Statistilises analüüsis kasutasime R mooduleid lme4, car, emmeans ning jooniste koostamiseks pakette visreg, effects, ggplot2.

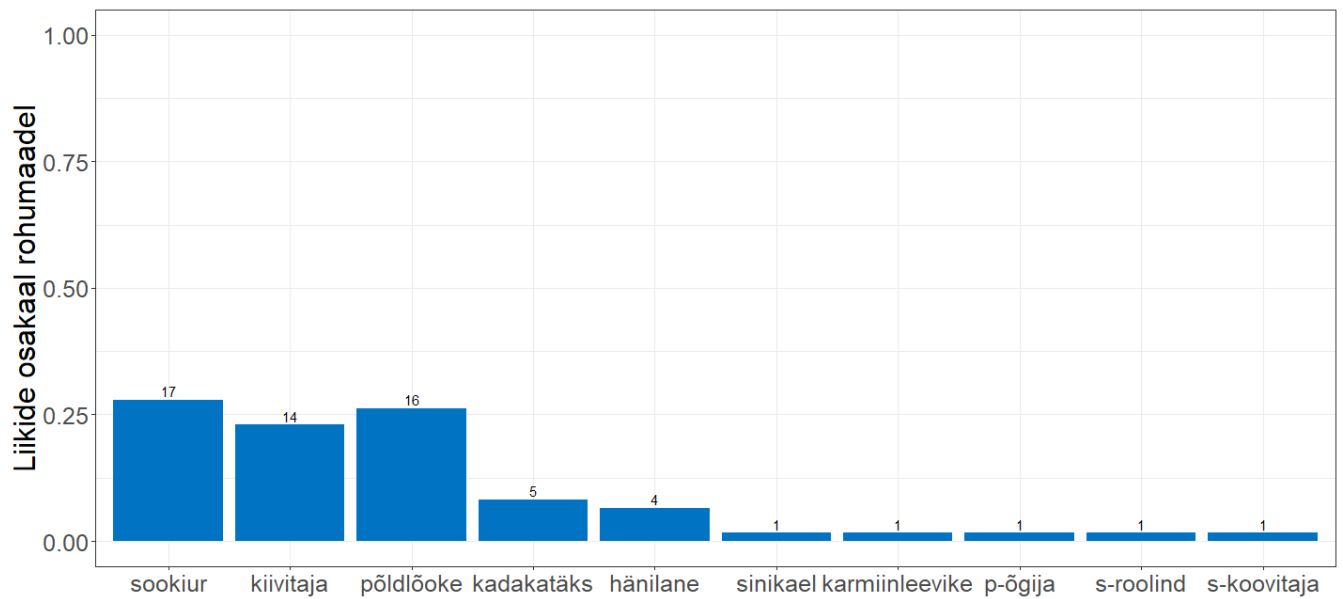
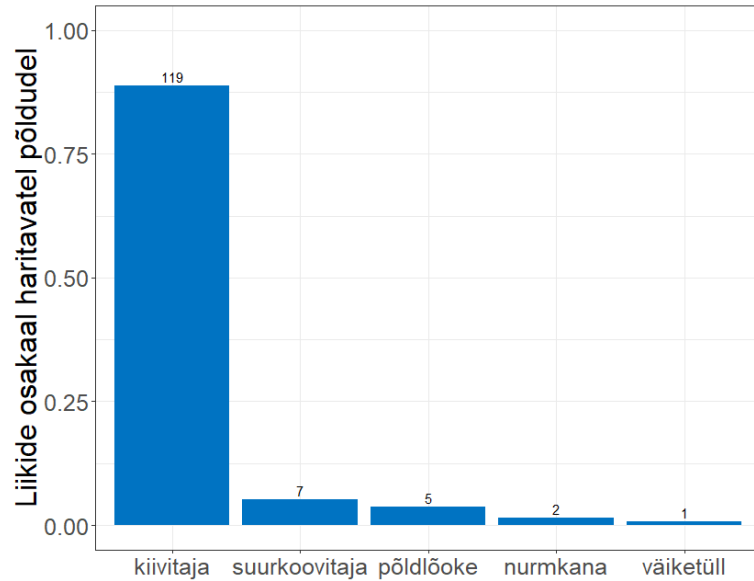
Tulemused

Kokku tuvastati 196 munade või poegade pesa ning 12 pesitsevat linnuliiki. Nii haritavatel põldudel kui ka rohumaa pesitses 3 liiki: kiivitaja (*Vanellus vanellus*), põldlõoke (*Alauda arvensis*), suurkoovitaja (*Numenius arquata*). Ainult haritavatel põldudel pesitses 2 liiki: nurmkana (*Perdix perdix*) ja väiketüll (*Charadrius dubius*). Ainult rohumaa pesitses 7 linnuliiki: sookiur (*Anthus pratensis*), kadakatäks (*Saxicola rubetra*), hänilane (*Motacilla flava*), punaselg-õgija (*Lanius collurio*), soo-roolind (*Acrocephalus palustris*), sinikael-part (*Anas platyrhynchos*) ja karmiinleevike (*Carpodacus erythrinus*).

Haritavatel põldudel oli kõige arvukamaks pesitsejaks kiivitaja ja rohumaa pesitses sookiur (tabel 2, joonis 2).

Tabel 2. Erinevate linnuliikide kurnade arv ning edukus põldudel ja rohumaadel aastatel 2020-2021

Liik	Rüüstatud pesi	Mahajäetud pesi	Põllutöödel hukkunud pesi	Edukaid pesi	Pesi kokku	Liigi osakaal
Haritav põld						
kiivitaja	48	4	16	51	119	89%
suurkoovitaja	6	0	0	0	7	5%
põldlõoke	1	1	0	3	5	4%
nurmkana	1	0	1	0	2	1,5%
väiketüll	0	0	0	1	1	0,7%
Rohumaa						
sookiur	5	0	3	9	17	27%
kiivitaja	6	1	0	7	14	23%
põldlõoke	2	2	5	8	17	27%
kadakatäks	1	0	2	2	5	8%
hänilane	0	0	1	3	4	6%
sinikael-part	0	0	1	0	1	1,6%
karmiinleevike	0	0	1	0	1	1,6%
punaselg-õgija	0	0	1	0	1	1,6%
soo-roolind	0	0	0	1	1	1,6%
suurkoovitaja	0	0	0	1	1	1,6%

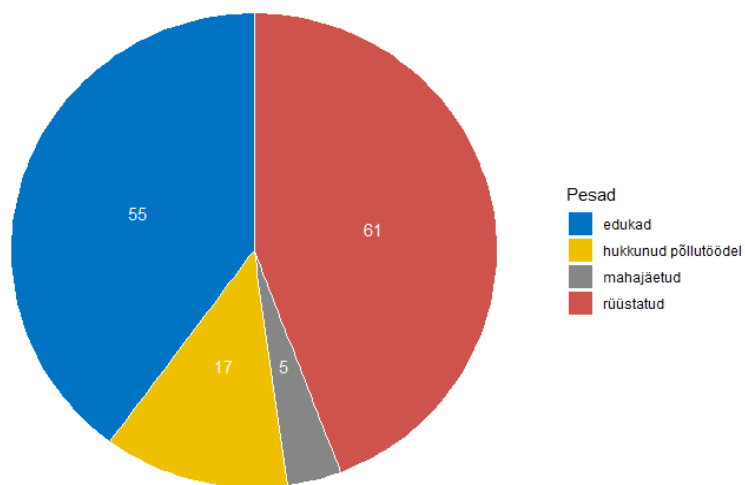


Joonis 2. Linnuliikide protsentuaalne osakaal (A) haritavatel põldudel ja (B) rohumaadel

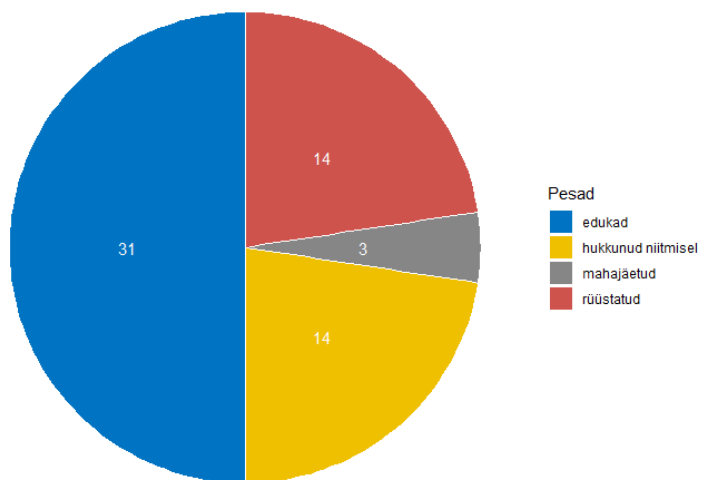
Viljapõldudel leiti kokku 134 kurna, millest 41% (55 pesa) olid edukad. Enne koorumist rüüstati kiskjate poolt 42% (56 pesa), maha jäeti 4,5% (6 pesa) ning põllutöödel hukkus 13% (17 pesa, **joonis 3A**) kurnadest. Rohumaadel leiti 62 kurna, millest 50% (31 pesa) olid edukad.

Rohumaadel rüüstati kiskjate poolt 23% (14 pesa), hüljati 5% (3 pesa) ja niitmisel hukkus 23% (14 pesa, **joonis 3B**) pesadest. Haritavate põldudel ja rohumaadel kokku oli 86 edukat pesa (tabel 2).

Haritavad põllud



Rohumaad

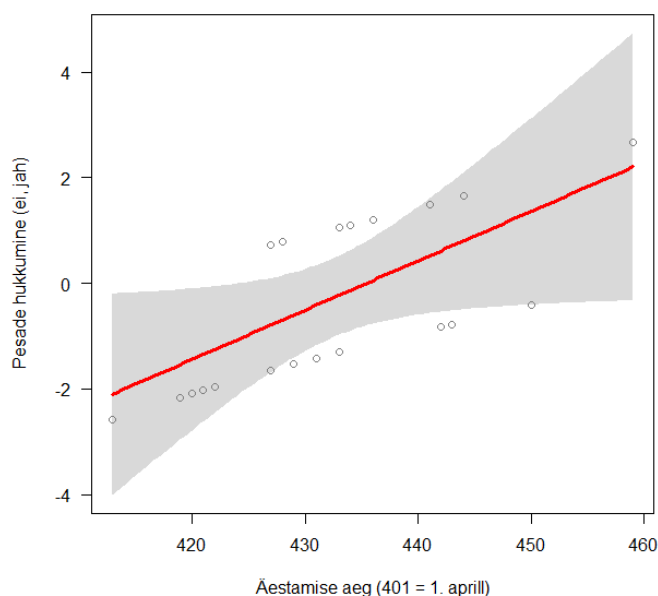


Joonis 3. Kurnade hukkumise põhjused (A) viljapõldudel ja (B) rohumaadel. Numbrid näitavad pesade arvu.

Põllutööde mõju pesade hukkumisele

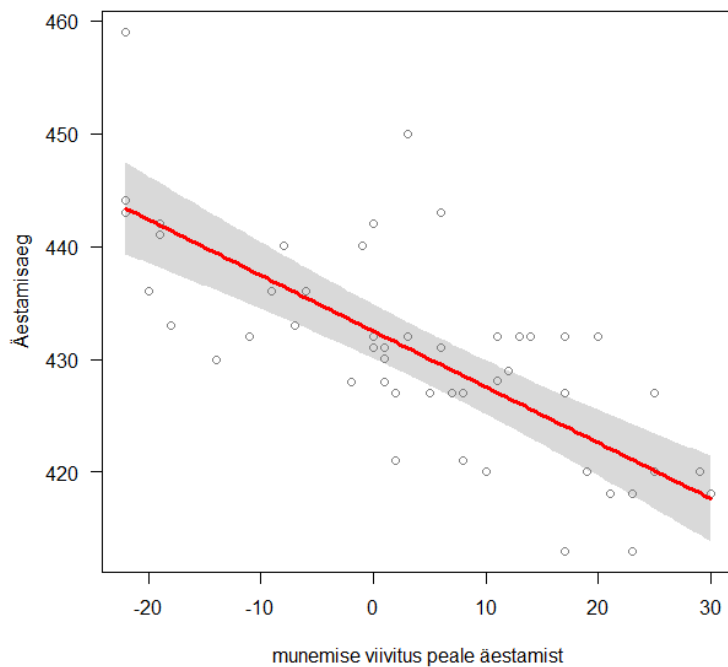
Haritavatel põldudel ja rohumaadel hukkus erinevate põllutööde tõttu 16% pesadest (31 munade või poegadega pesa). Suviviljapõldudel hukkus äestamise, külvi ja kündmise tõttu 13% (16 kurna) viljapõldudel leitud kiivitaja kurnadest, viljakoristuse tõttu hukkus üks nurmkana kurn. Niitmise tõttu hukkus rohumaadel 14 munade või poegadega pesa. Võrdluseks Hispaanias läbi viidud uuringus hävis teraviljapõldudel umbrohutõrjeks tehtud vaheltharimistel 6% kunstmunadega kurnadest (Ponce et al. 2018). Rootsis hukkus viljapõldudel põllutööde tõttu 45% kiivitaja kurnadest (Berg et al. 1992). Inglismaal hukkus suviviljapõldude äestamisel 18% kiivitaja kurnadest (Sheldon et al. 2007).

Äestamise ja külvi tõttu hävisid eranditult kõik põllulindude kurnad. Taimekaitsevahenditega mürgitamise (9 põldu), väetamise (5 põldu) ja kivide korjamise (4 põldu) tõttu ühtegi kiivitaja kurna ei hukkunud. Siiski, ühel põllul jäeti üks kiivitaja kurn maha vahetult peale mürgitamist, kuid põhjuslikku seost on keeruline tõestada. Mida hilisem on äestamine suviviljapõldudel, seda rohkem kurni hukkub (joonis 4, hinnang (estimate) = $0.10 \pm \text{SE} (0.04)$, $p = 0.022$, $N = 31$ põldu).



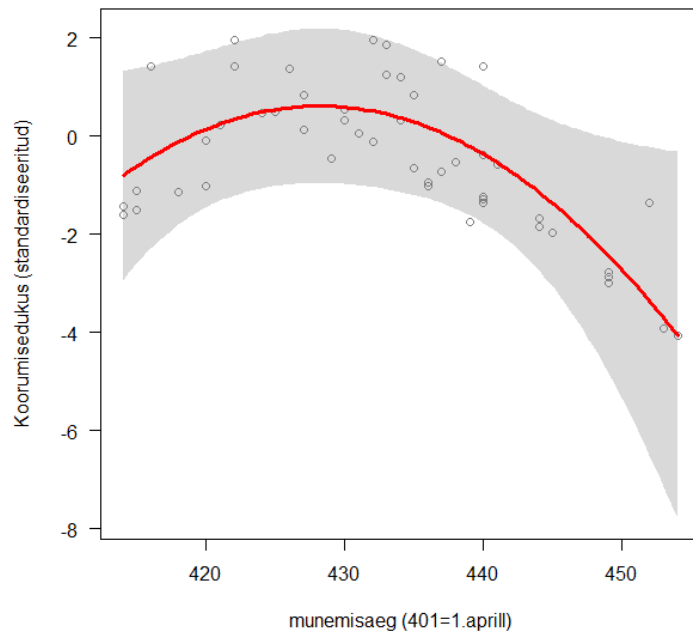
Joonis 4. Hilisem äestamine (mudelis ka enne munemist toimunud äestamised) suurendab kurnade hukkumist (standardiseeritud väärtused). Tume ala näitab seose 95% usalduspiire.

Hilisema äestamise järel asusid kiivitajad pesitsema järjest väiksema viivitusega (joonis 5, hinnang = -0.5 ± 0.06 , $t = 8.11$, $p < 0.001$, aasta: $p = 0.6$, $N = 56$), mitmed neist alustasid munemist isegi samal päeval äestamisega või sellele järgneval päeval. Mitte ükski kiivitaja ei asunud munema vahetult peale kündmist, vaid enamasti viivitati munemise alustamisega kuni äestamise toimumiseni. Kui künni ja äestamise vahe venis ajaliselt väga pikaks, siis mitmed linnud alustasid siiski sigimist, kuid kõik nende kurnad hukkusid järgneva äestamise käigus. Kurnad hävisid ka siis, kui külv toimus peale äestamist ajalisel nihkes (kuni nädal hiljem, hukkus 4 kurna). **Seega on oluline küntud põldude hilisemal äestamisel (alates maikuust) teostada külv vahetult peale äestamist, et säästa kiivitajate kurni.**



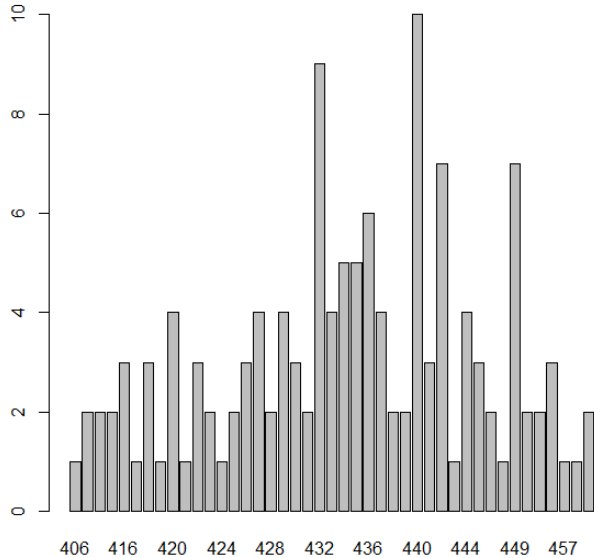
Joonis 5. Munemise viivitus peale äestamist (401 = 1. aprill) väheneb hilisema äestamisega põldudel.

Kõige varasemad kiivitajad alustasid munemist 6. aprillil, kõige hilisemad kiivitaja kurnad muneti 7. juunil. Kõige hilisem äestamine toimus 28. mail ja külv 6. juunil. Aprillis hukkus äestamise ja külvi tõttu 6 kurna, maikuus 11 kurna. Hukkumine põllutööde tõttu on keskmisest veidi suurem kõige varem munema hakanud haudepaaridel, seejärel püsib samal nivool umbes 10. maini ja hakkab siis oluliselt suurenema (joonis 6).



Joonis 6. Koorumisedukus kiivitajal seoses munemisajaga (esimese ja teise astme polünoom: $p < 0,05$). Mudel ei sisalda rüüstatud pesi.

Kuna enamik kiivitajaid lõpetab (järelkurna) munemise enne 20. maid (joonis 7), võiks äestamine ja külv toimuda hiljemalt enne 15. maid, et anda lindudele võimalus edukaks sigimiseks.



Joonis 7. Kurnade alustamise sagedus kiivitajal sesooni vältel (401 = 1. aprill), y-teljel on kurnade arvud.

Kuigi taimekaitsevahendite kasutamise, väetamise ja kivikorjega seoses kiivitajate pesi ei hukkunud, siis erinevate põllutööde koosmõju võib häirida haudumist ja toitumist. Ilmnes nõrk tendents, et suurem põllutööde sagedus sigimise ajal kaldub suurendama kurnade hukkumist (hinnang = 0.8 ± 0.5 , $Z = 1.6$, $P = 0.11$, $N = 48$ pesa ja 33 põldu). Põhjus võib olla selles, et põllutööd ajavad linnud pesadelt ja see suurendab eriti vareslaste rüüstet, kuna need otsivad pesi visuaalselt, samuti võib põllutööde häiring vähendada vanalindude võimet pesi aktiivselt kaitsta, k.a. rebaste eest.

Niitmise tõttu hukkus 14 munade või poegade pesa (sh viis põldlõokese, kolm sookiuru ja kaks kadakatäksi pesa). Lisaks hukkus üks karminleevikese, üks sinikael-pardi, üks hänilase ja üks punaselg-õgija munade või poegade pesa (joonis 2). Kolme rohumaal äestamisel vähenes tunduvalt pesitsevate lõokeste arvukus. Üks hänilase pesakond elas üle niitmise ristikut põllul.

Lühiajalistel rohumaadel on keskmine niitmisaeg 15.06 ($N=9$), pikaajalistel rohumaadel 25.06 ($N=9$). Kõige hilisemad pesad hävisid 16. juulil (sinikael-part, nurmkana) või lennuvõimestusid 20. juulil (põldlõokese teine kurn). Seega oli uuritavatel aladel enamik linde juuli keskpaigaks

pesitsemise juba lõpetanud (pojad lennuvõimestunud), v.a. nurmkana, rukkirääk, sinikael-part, ja põldlõoke.

Põllulinnud võivad uuesti pesitsema hakata ka peale niitmist. Tuvastasime viis põldlõokese ja ühe sookiuru munadega pesa vahetult peale niitmist 20. juuni paiku. Neist kolm põldlõokese pesakonda lennuvõimestusid edukalt. Seega on värvuliste edukas pesitsemine peale niitmist võimalik (niitmine toimus vahemikus 18-19. juuni 2021). Esimene pesakond lennuvõimestub tavaliselt mai keskpaigas kuni juuni keskpaik, teine kurn munetakse juuni lõpus. **Seega võiks niita esmakordselt peale juuni keskpaika, et anda põldlõokesele ja sookiurule võimalus korduvpesitsemiseks.**

Sigimisinäitajad

Munemis- ja koorumisaeg

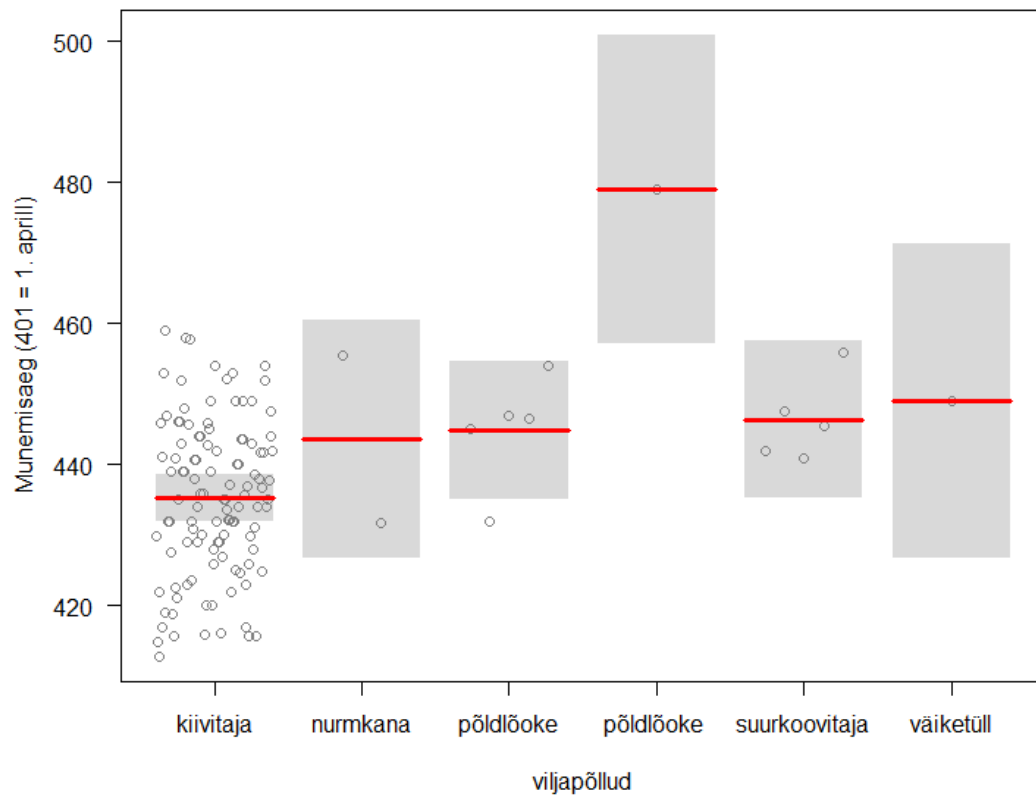
Munemise alustamine ei sõltunud toetusmeetmetest ega põllumaa tüübist (tabel 3). Kiivitaja alustasid munemist oluliselt varem kui põldlõoke (tabel 1).

Tabel 3. Munemis- ja koorumisaeg haritavatel põldudel (s - suvivil, t - talivil) ja rohumaadel (r - rohuma, rp - püsirohuma). Toetustüüp: ÜPT, KSM ja mahe. Mudelisse on kaasatud kiivitaja ja põldlõoke.

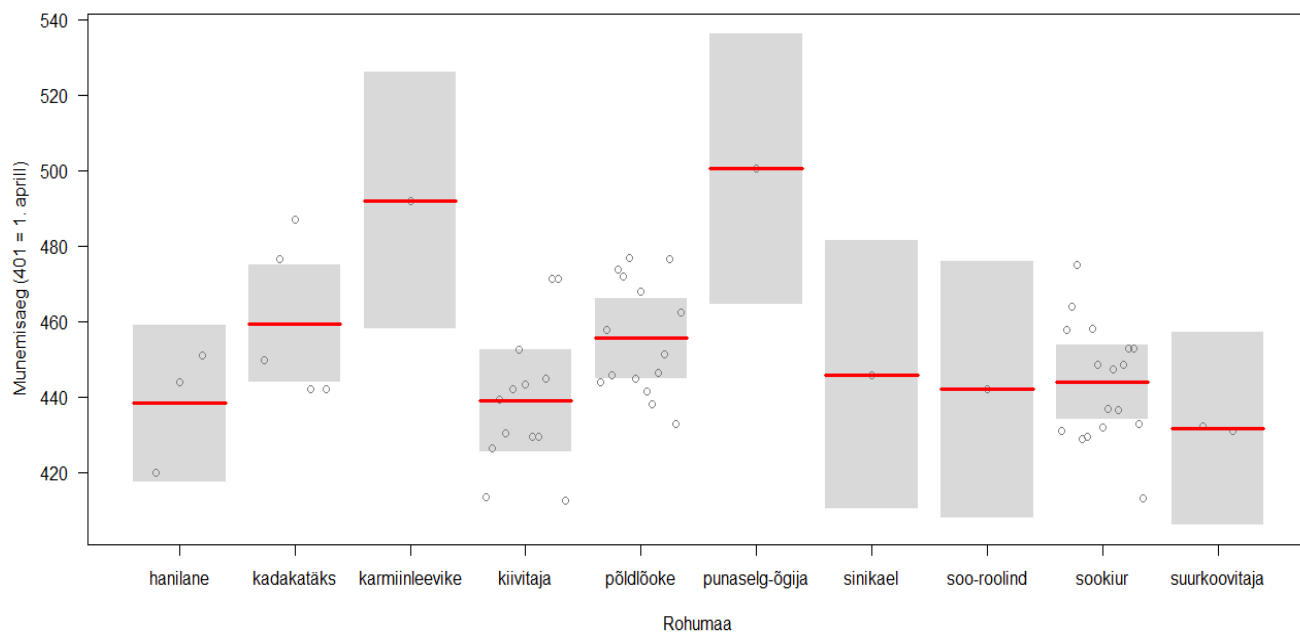
	Munemise algus			Koorumisaeg		
	DF	F	P	DF	χ^2	P
Toetusmeetme tüüp	2	0.3	0.7	2	1.63	0.4
Põllumaa tüüp (s, t, r, rp)	3	1.35	0.3	3	8.30	0.040
Aasta	1	0.9	0.3	1	0.3	0.6
Liik	1	5.61	0.019	1	0.9	0.3
	N = 78 ala			N = 50 ala		

Viljapõldudel pesitsevate liikide munemisajad on esitatud joonisel 8 ja rohumaal pesitsevate lindude munemisajad joonisel 9. Koorumisaeg ei sõltunud toetusmeetmetest, kuid sõltus

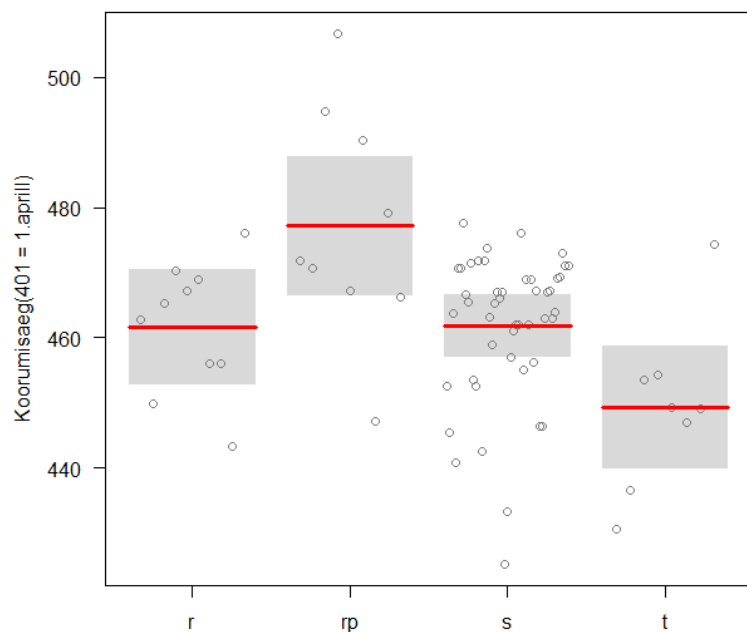
põllumaa tüübist (joonis 10, tabel 3). Post-hoc test näitas, et taliviljapõldudel on kiivitaja ja põldlõokese koorumisaeg oluliselt varasem kui püsirohumaadel ($p = 0.025$).



Joonis 8. Munemise algus (401 = 1. aprill) viljapõldudel pesitsevatel põllulindudel aastatel 2020-2021. Hallid tulbad näitavad 95% usalduspiire. Põldlõokesel on näidatud esimene ja teine kurn eraldi.



Joonis 9. Munemise algus rohumaadel pesitsevatel põllulindudel aastatel 2020-2021.

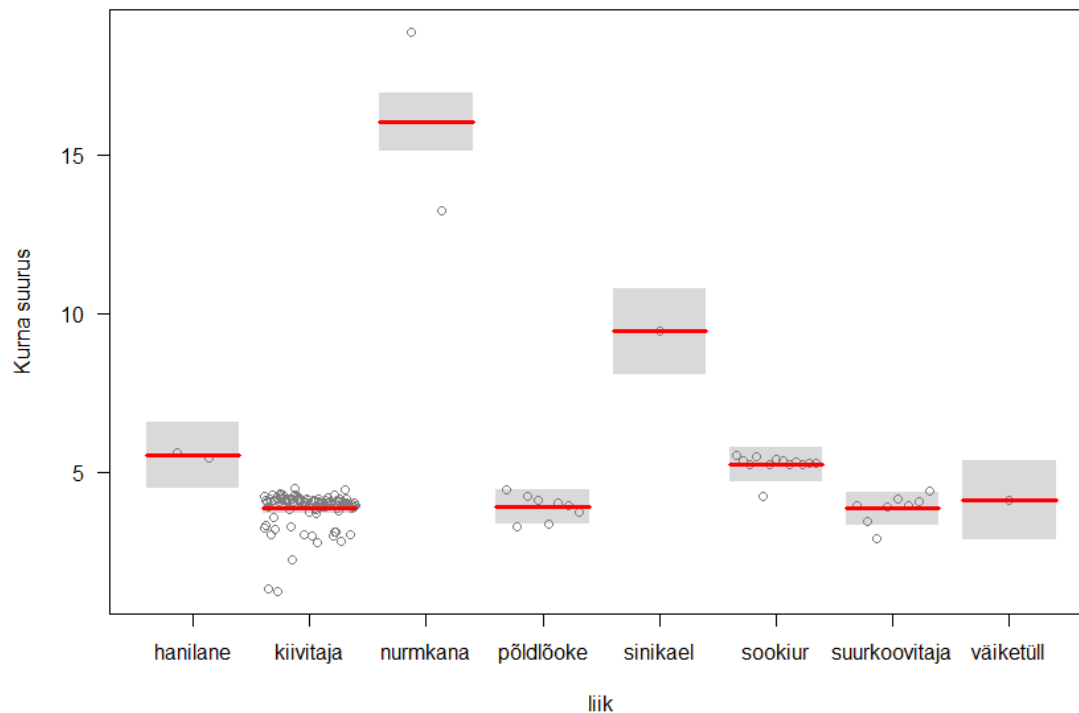


Joonis 10. Munade koorumisaeg (401 = 1. aprill) viljapõldudel ja rohumaadel pesitsevatel lindudel aastatel 2020-2021.

Kiivitajal ei sõltunud koorumisaeg toetusmeetmetest ega põllu tüübist ($P > 0.3$), kuid erines põllutüüpide ($\chi^2 = 10.7$, $df = 3$, $p = \mathbf{0.013}$, mudelisse kaasatud ka munemisaeg: $\chi^2 = 233.9$, $df = 1$, $p < 0.001$). Edasine analüüs näitas, et kiivitaja koorumisaeg oli suviviljapõldudel oluliselt hilisem kui taliviljapõldudel (post-hoc $p = \mathbf{0.032}$). Selle põhjuseks on **keskmiselt kolm päeva pikem** haudeperiood suviviljapõldudel pesitsevatel haudepaaridel, võrreldes teiste põllumaa tüüpidega. Haudevältus on taliteraviljapõldudel ja rohumaadel ca 23 päeva, suviteraviljapõldudel ca 26 päeva ehk 3 päeva pikem! Teiste uuringute põhjal on kiivitaja haudevältus negatiivselt seotud isalindude abiga haudumisel, samuti emalinnu pesaloleku ajaga (Grønstøl 2003). Seega võib oletada, et suviljapõldudel on haudevältuse pikenemine tingitud suuremast häirimisest seoses erinevate põllutöödega, nt väetamine, kivi korje, taimekaitsevahendite pritsimine. Teoreetiliselt võiks pikem haudevältus suurendada ka tõenäosust kiskluse ohvriks langeda.

Kurna suurus

Põllulindude kurna suurus ei sõltunud toetusmeetmetest ($\chi^2 = 0.2$, $df = 2$, $p = 0.9$) ja põllumaa tüübist ($\chi^2 = 4.1$, $df = 3$, $p = 0.25$), kuid erines oluliselt erinevate liikide vahel (joonis 11, $\chi^2 = 670$, $df = 8$, $p < 0.001$, $N = 81$ põldu ja 145 pesa).



Joonis 11. Põllulindude kurna suurus viljapõldudel ja rohumaadel aastatel 2020-2021.

Koorumisedukus

Viljapõldudel leiti kokku 134 kurna, millest edukalt koorus või lennuvõimestus 41% (kiivitajal koorus 43% kurnadest, tabel 2). Rohumaadel leiti 62 kurna, millest 50% olid edukad (kiivitajal koorus 50% kurnadest, tabel 2). Kiivitaja koorumisedukus Eestis on veidi väiksem kui üheksas Euroopa riigis läbi viidud uuringute keskmine 53% (Schifferli 2001). Saksamaal ja Rootsis on kiivitajate koorumisedukus rohumaadel märgatavalt kõrgem (60-80%) kui Eestis (Schifferli 2001).

Statistilises analüüsis mõõdeti koorumisedukust binoomskaalal: kurnad hukkusid või koorusid. Oluliselt rohkem kurni hukkus mahepõldudel kui ÜPT (post-hoc $p = 0.014$) ja KSM (post-hoc $p = 0.018$) põldudel (joonis 12, tabel 4). Maastikuelementidest mõjutas koorumisedukust positiivselt lähima maantee kaugus põllu lähimast servast (hinnang = 0.9 ± 0.44 , joonis 13, tabel 4) ja puisturibade esinemine põldudel või põlluservades (joonis 14, tabel 4). Mõlemad mõjud on

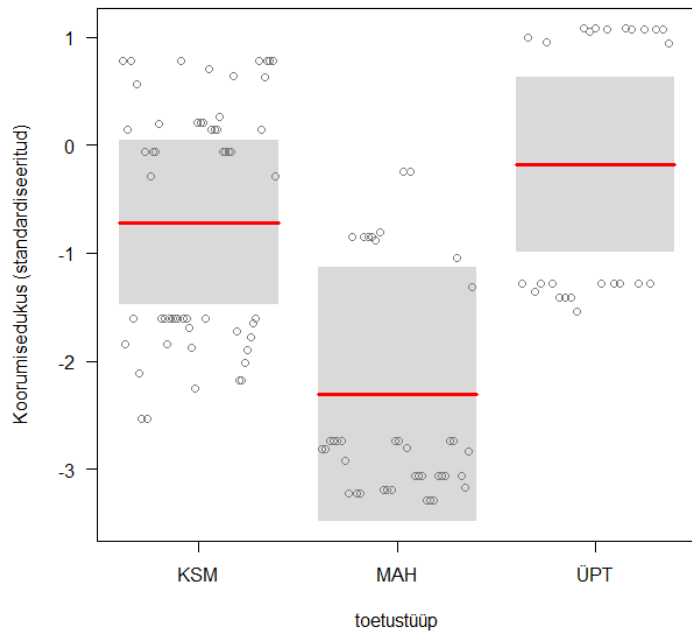
osaliselt seletatavad pesarüüstega, mis on väiksem maanteest kaugemal asuvatel põldudel (hinnang = -0.12 ± 0.06 , $p = 0.078$) ja väiksem puisturibadega põldudel (vt tulemusi pesariüste kohta).

Ainult 2021. aastat eraldi analüüsidest ilmselgus, et koorumisedukus oli kõrgem põlluservast kaugemal paiknevatel pesadel (hinnang = 0.09 ± 0.05 , $Z = 1.99$, $p = 0.046$).

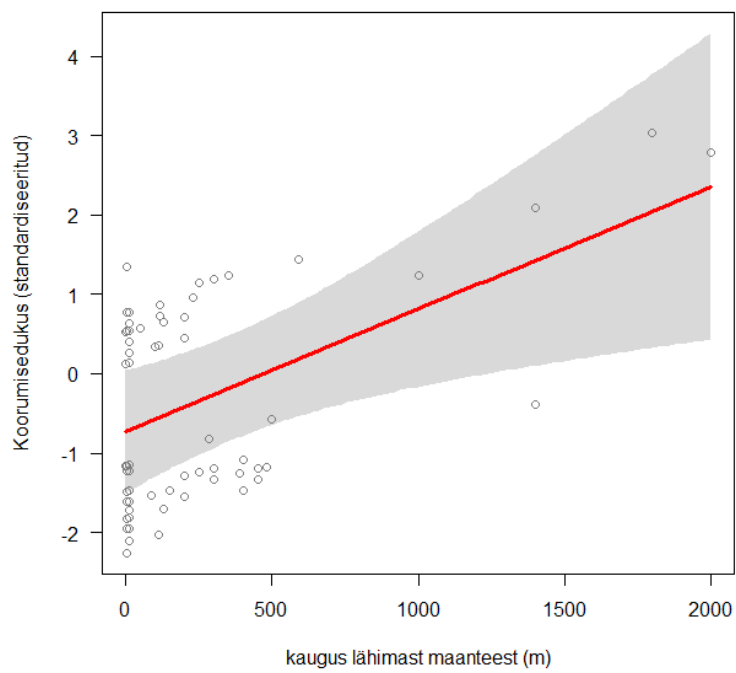
Koorumisedukus rohumaadel ei sõltunud toetusmeetmetest ($p > 0.5$, mudelist eemaldatud), kuid oli positiivselt seotud põllumassiivi pindalaga (joonis 15, hinnang = 1.19 ± 0.53) ja negatiivselt lähima kraavi kaugusega (hinnang = -0.03 ± 0.015 , tabel 4).

Tabel 4. Koorumisedukust mõjutavad tegurid erineva maakasutusega aladel.

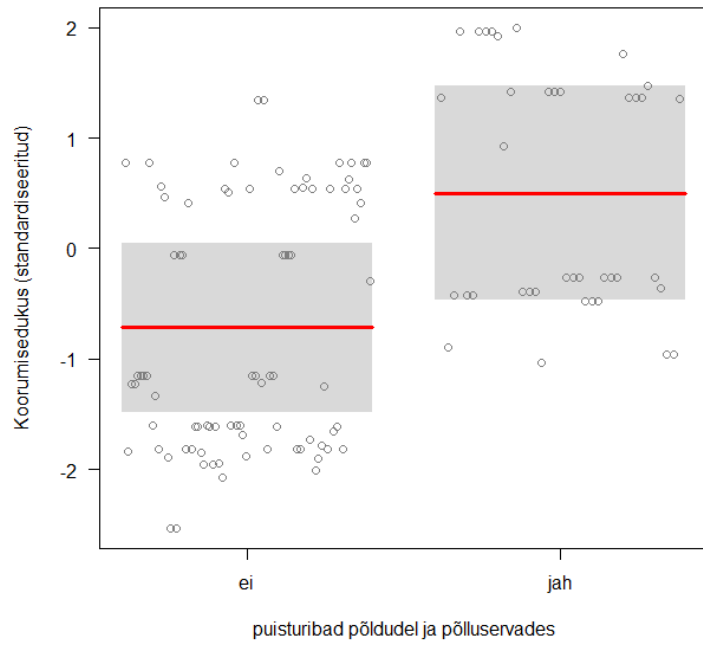
	Koorumisedukus viljapõldudel			Koorumisedukus rohumaadel		
	DF	χ^2	P	DF	χ^2	P
Toetustüüp	2	8.96	0.011	2		
Põllumaa tüüp (s, t või r, rp)	3	0.3	0.6	3	2.13	0.14
Aasta	1	>400	<0.001	1	>400	<0.001
Kaugus maanteest	1	6.99	0.008			
Puisturibade esinemine	1	4.83	0.027			
Kaugus kraavist				1	4.13	0.042
Põllumaa pindala				1	5.19	0.022
	N = 64 ala			N = 27 ala		



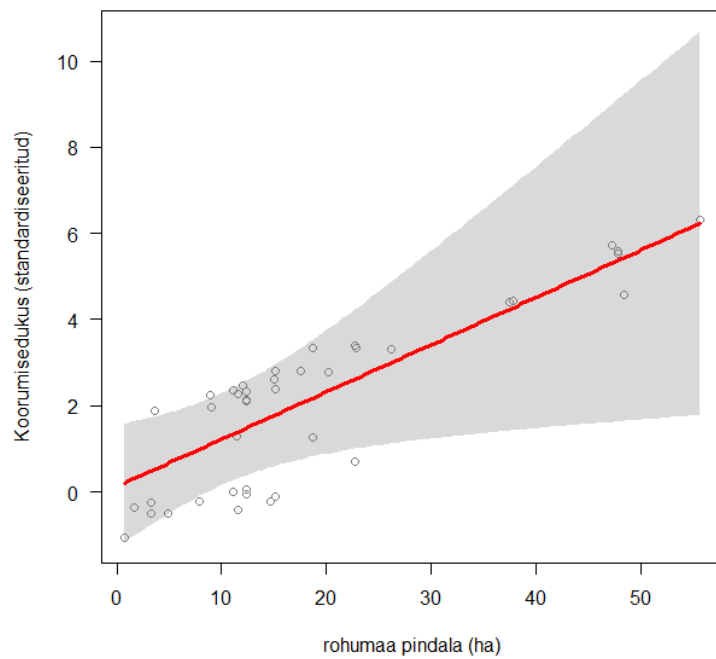
Joonis 12. Koorumisedukus erinevalt majandatud viljapõldudel.



Joonis 13. Koorumisedukus seoses põllu lähima serva kaugusega maanteest.



Joonis 14. Puisturibade esinemine põldudel suurendab koorumisedukust.



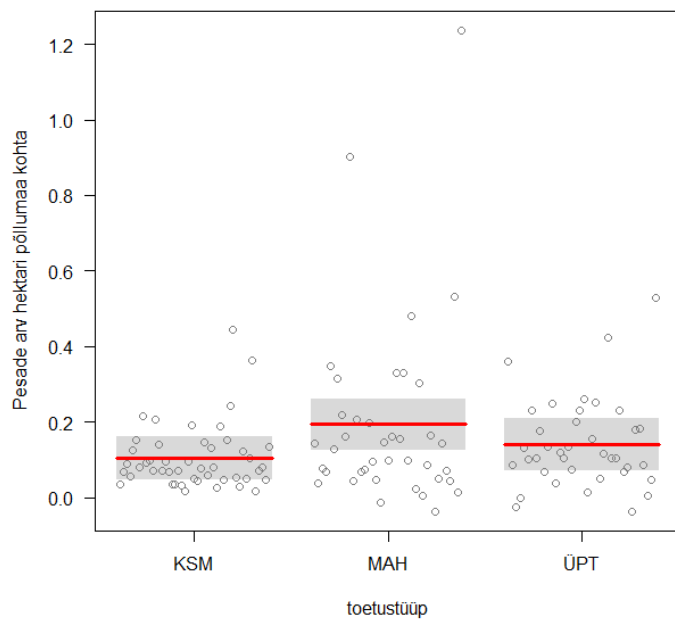
Joonis 15. Koorumisedukus on positiivselt seotud rohumaa pindalaga.

Pesi pindalaühiku (hektari põllumaa) kohta

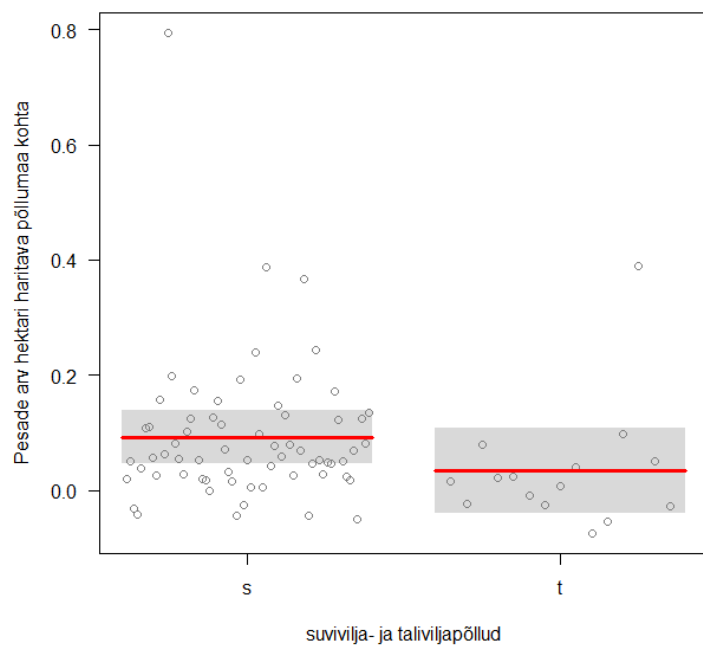
Pesitsevate haudepaaride (kurnade) arvukus pindalaühiku kohta sõltus toetusmeetmest (joonis 16, $F = 4.58$, $DF = 2$, $p = 0.012$, KSM põldudel väiksem kui mahepõldudel, post-hoc $p = 0.008$) ja kaldub erinema ka haritavate põldude ja rohumaade vahel ($F = 2.23$, $DF = 3$, $p = 0.08$, $N = 117$). Kuna toetusmeetmete mõju erineb viljapõldude ja rohumaade vahel, siis uurisime mõlemat gruppi eraldi. Suviviljaga põldudel on oluliselt rohkem kurni kui taliviljapõldudel (joonis 17, tabel 5) ning KSM toetusmeetmega põldudel on oluliselt vähem kurni kui mahepõldudel (joonis 18, tabel 5, posthoc $p = 0.029$) ja ÜPT põldudel ($p = 0.026$). Teised uuringud on leidnud enamasti, et mahepõldudel on suurem lindude arvukus (ja ilmselt ka suurem kurnade arv pindalaühiku kohta kui sünteetiliste väetistega väetatud ja pestitsiididega mürgitatud põldudel (Geiger 2011).

Tabel 5. Kurnade arv hektari põllumaa kohta viljapõldudel ja rohumaadel aastatel 2020-2021

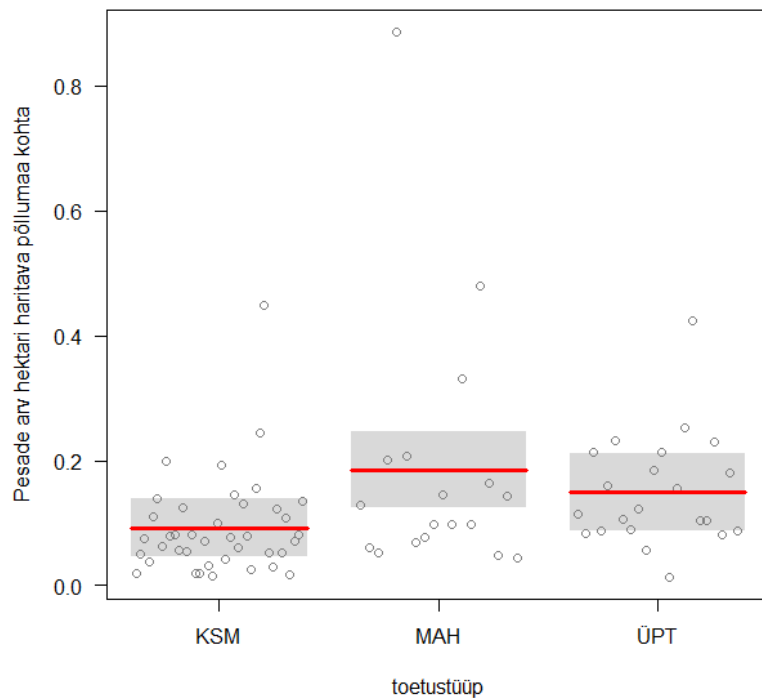
	Kurni 1 ha kohta viljapõldudel			Kurni 1 ha kohta rohumaadel		
	DF	χ^2	P	DF	χ^2	P
Toetusmeetme tüüp	2	5.26	0.007	2	0.5	0.6
Põllumaa tüüp (s, t või r, rp)	3	6.41	0.013	3	2.2	0.15
aasta	1	0.51	0.47	1	0.51	0.48
	N = 75			N = 38		



Joonis 16. Kurnade arv hektari põllumaa kohta (esitatud transformeerimata andmed) toetustüüpide kaupa.

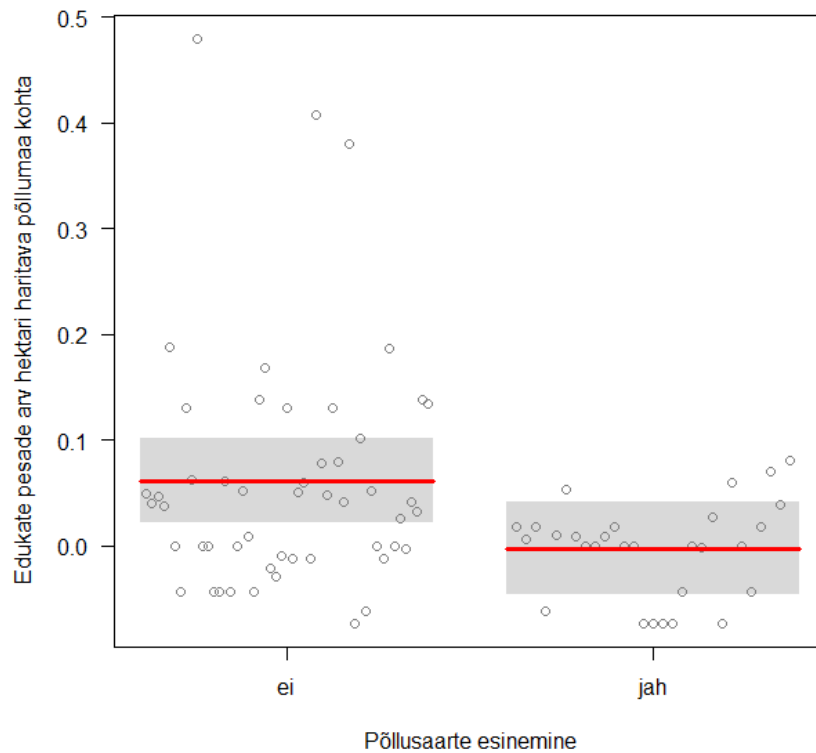


Joonis 17. Kurnade esinemissagedus suvilija- ja talviljapõldudel (esitatud transformeerimata andmed).



Joonis 18. Kurnade esinemissagedus toetustüüpide kaupa. Keskkonnasõbraliku majandamisega põldudel on pindalaühiku põllumaa kohta vähem kurni kui üldpindalatoetusega ja mahepõldudel.

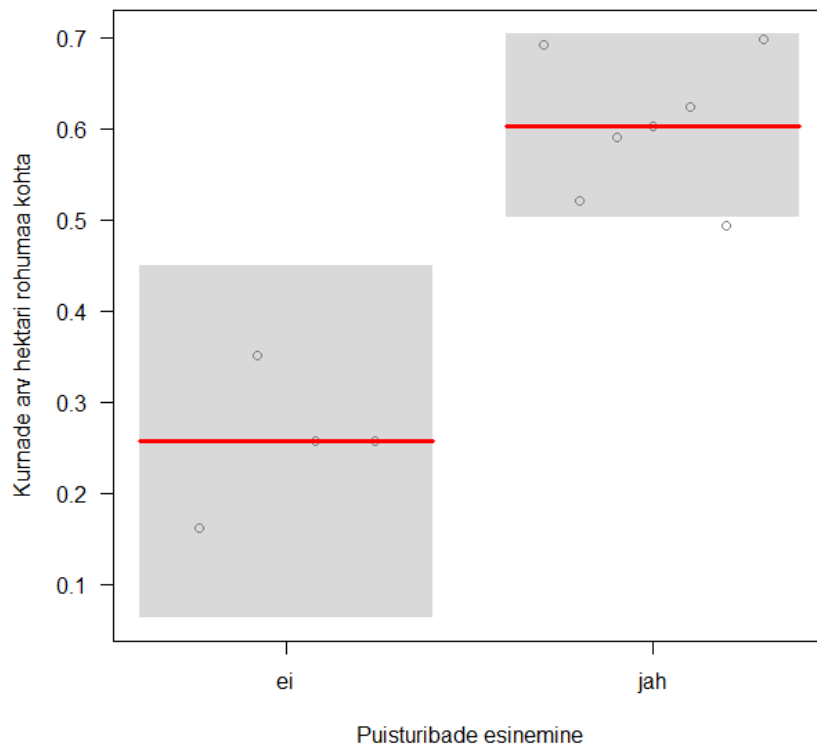
Edukate pesade arv hektari kohta ei erine toetusmeetmete ($F = 2.71$, $DF = 2$, $p = 0.07$) ega viljapõldude ja rohumaa alatüüpide vahel ($F = 1.04$, $DF = 3$, $p = 0.4$, $N = 115$). Viljapõldudel ei sõltu edukate pesade arv pindalaühiku kohta toetusmeetmest ($F = 0.6$, $DF = 2$, $p = 0.6$) ja ei erine talivilja ja suviviljaga põldude vahel ($F = 2.22$, $DF = 1$, $p = 0.14$). Põllusaarte esinemine viljapõldudel vähendab edukate pesade arvu pindalaühiku kohta (joonis 19, $F = 7.18$, $DF = 1$, $p = \mathbf{0.009}$, $N = 74$). Lühiajaliste ja püsirohumaade vahel edukate pesade arv pindalaühiku kohta ei erine ($F = 0.7$, $DF = 1$, $p = 0.4$, $N = 36$).



Joonis 19. Põllusaarte esinemine vähendab edukate pesade arvu viljapõldudel.

Edukate pesade arv pindalaühiku kohta eri liikidel

Kiivitaja edukate pesade arv viljapõldudel sõltus negatiivselt põllusaarte esinemisest ($F = 4.18$, $p = 0.045$) ja positiivselt puisturibade esinemisest ($F = 2.29$, $p = 0.025$, $N = 69$). **Põldlõokesel** on edukate pesade arv pindalaühiku kohta suviljapõldudel peaaegu oluliselt kõrgem kui talviljapõldudel ($F = 3.28$, $p = 0.059$, $N = 12$). **Sookiuru** kurnade sagedus rohumaadel on positiivselt seotud puisturibade esinemisega (joonis 20, $F = 17.66$, $p = 0.006$, $N = 7$).



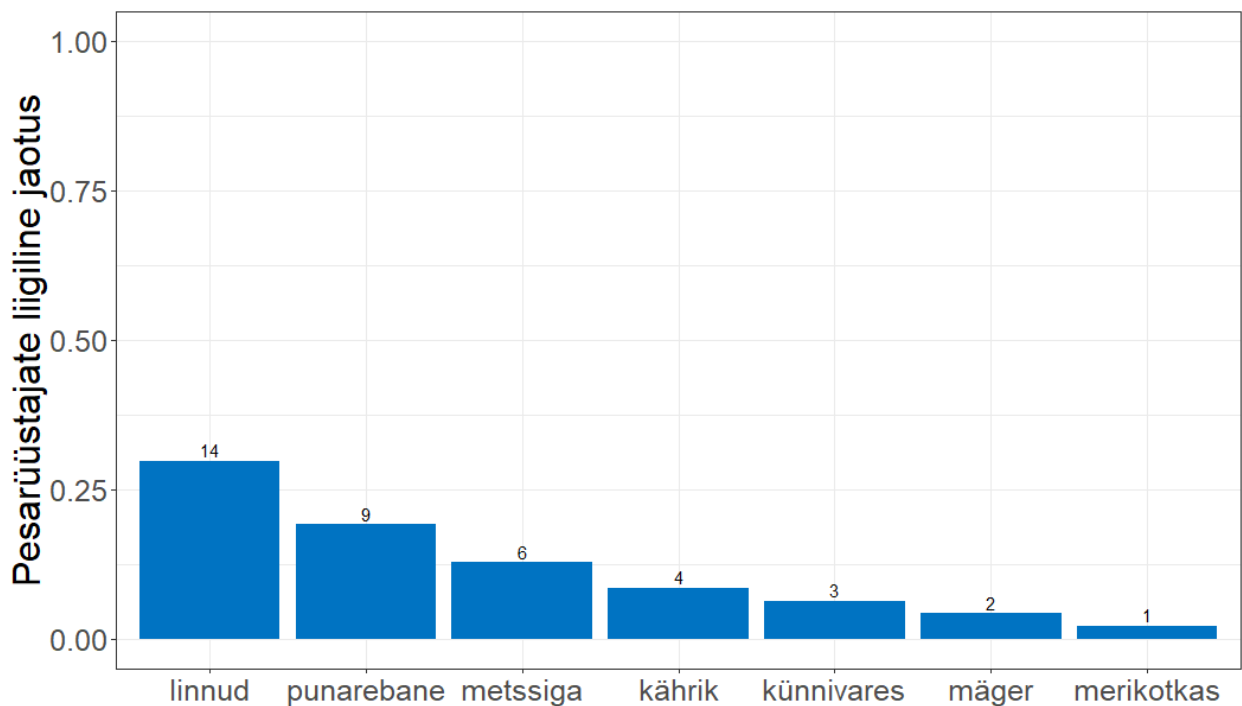
Joonis 20. Sookiuru kurnade esinemissagedus rohumaa del.

Pesarüüste mõju munade ja poegade pesade hukkumisele

Enne koorumist rüüstati kiskjate poolt 42% kurnadest (56 pesa). Pesarüüstaja tüüp (imetaja või lind) või liik tuvastati 39 juhul. Imetajad hävitasid 22 põllulindude pesa (17 kiivitaja kurna, 4 suurkoovitaja kurna ja 1 nurmkana kurn) ning linnud 18 pesa (14 kiivitaja kurna, 2 sookiuru, 1 põldlõokese ja 1 suurkoovitaja kurn). Võrdluseks Soomes läbi viidud uuringus rüüstati ligikaudu 39% kunstmunadega kurnadest (Krüger et al. 2019) ning põhiliseks rüüstajaks olid linnud (50%) ja imetajad (40%). Pärnu rannaniidul rüüstati 75% maaspesitsevate lindude pesadest (Mägi 2017). Inglismaa märgadel rohumaa del hävis kiskjate tõttu eri aastatel 30 – 50% kiivitaja kurnadest (Bolton et al. 2007).

Tuvastatud pesarüüstajad (joonis 21):

1. Punarebane (*Vulpes vulpes*) – 7 kiivitaja kurna, 1 suurkoovitaja kurn, 1 sookiuru kurn (N = 9)
2. Metssiga (*Sus scrofa*) – 6 kiivitaja kurna (N = 6)
3. Kährrik (*Nyctereutes procyonoides*) – 2 kiivitaja kurna, 2 suurkoovitaja kurna (N = 4),
4. Linnud (vareslased ja röövlinnud) – 12 kiivitaja kurna, 1 suurkoovitaja kurn, 1 põldlõokese kurn (N = 14)
5. Künnivares (*Corvus frugilegus*) – 2 sookiuru ja 1 kiivitaja kurn (N = 3)
6. Mäger (*Meles meles*) – 2 kiivitaja kurna (N = 2)
7. Merikotkas (*Haliaeetus albicilla*) – 1 kiivitaja kurn (N = 1)

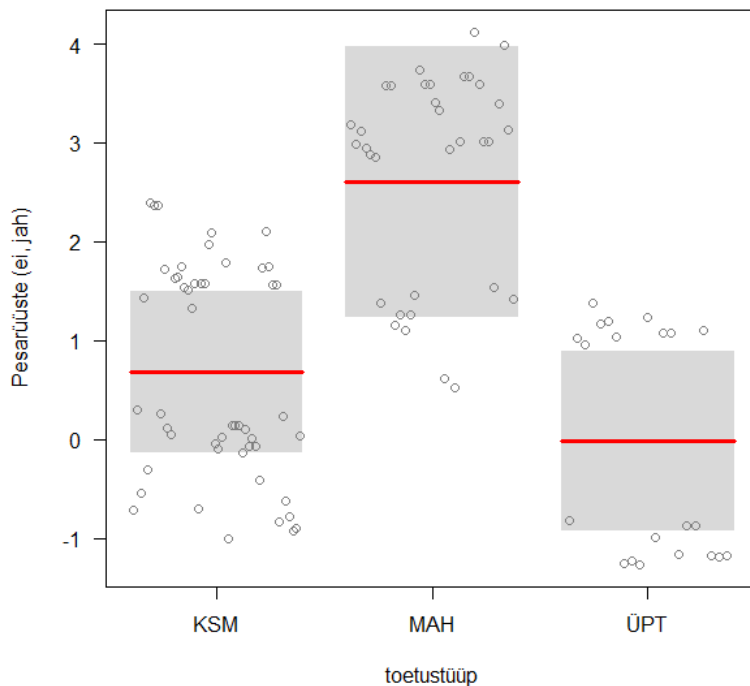


Joonis 21. Pesarüüstajate liigiline jaotus viljapõldudel ja rohumaadel. Tulp „linnud“ sisaldab identifitseerimata vareslasi ja röövlinde. Numbrid tulpade peal näitavad rüüstatud pesade arvu.

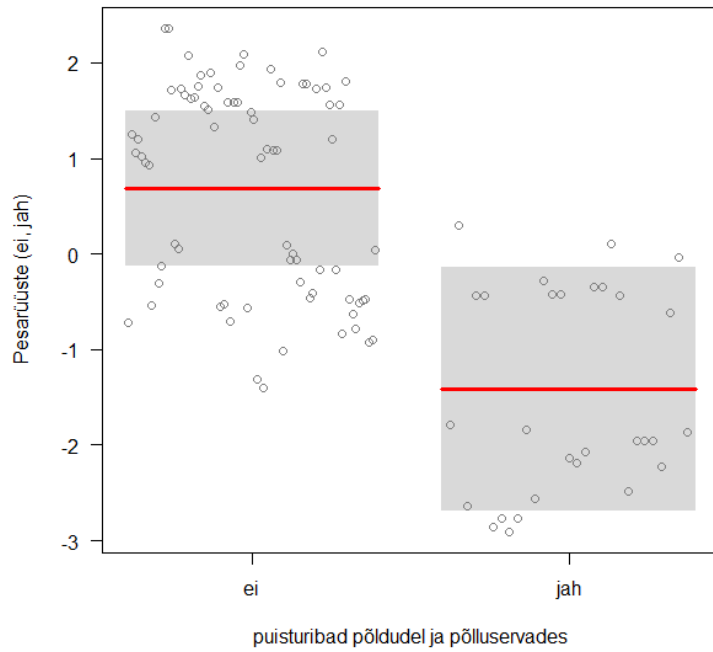
Kiivitaja pesi rüüstasid kõige sagedamini vareslased ja röövlinnud (kokku 14 pesa), punarebane (7 pesa), metssiga (6 pesa), kährrik ja mäger (2 pesa). Suurkoovitaja pesi rüüstasid kõige sagedamini imetajad (4 pesa), sh tõenäoliselt kährrik (2 pesa) ja rebane (1 pesa). Sookiuru pesi

rüüstasid künnivares (2 pesa) ja punarebane (1 pesa). Rüüste tõttu hävis ka üks põldlõokese ja üks nurmkana pesa.

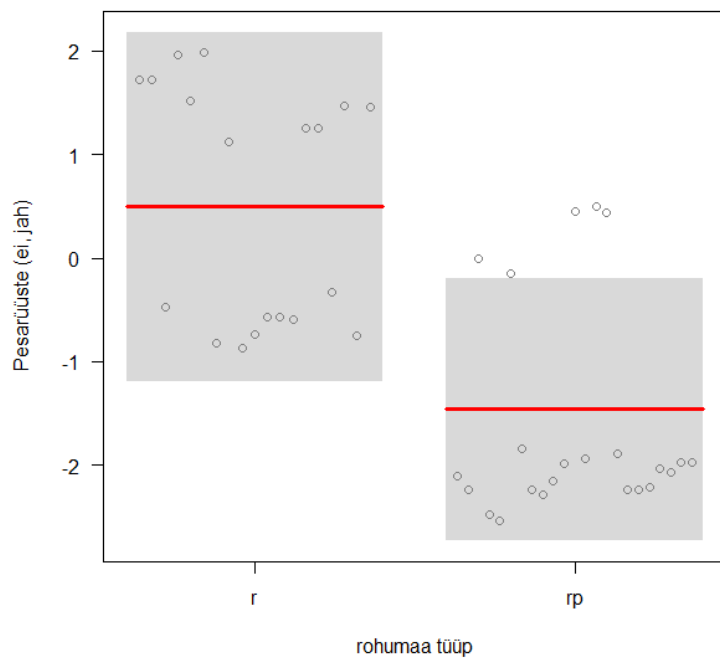
Viljapõldudel sõltus pesarüüste toetusmeetmest (joonis 22, $\chi^2 = 8.94$, $p = 0.011$, $N = 58$ põldu). Mahepõldudel rüüstati oluliselt rohkem pesi kui KSM (post-hoc $p = 0.019$) ja ÜPT ($p = 0.011$) põldudel. Lisaks suurenes kurnade hukkumine rüüste tõttu seoses hilisema munemisajaga (hinnang = $0,42 \pm 0,21$, $\chi^2 = 3,87$, $p = 0.049$), oli väiksem puisturibadega põldudel (joonis 23, $\chi^2 = 8.62$, $p = 0.003$) ja kaldus vähenema kaugusega põlluservast (hinnang = $0,08 \pm 0,05$, $Z = 1.65$, $p = 0.098$). Ka teised uuringud on näidanud, et elupaikade servaaladel ehk ökotonides on linnupesade rüüste oluliselt sagedasem kui servast kaugemale jäävatel aladel (Newton 1998). Rohumaid eraldi uurides selgus, et pesarüüste oli lühiajalistel rohumaadel oluliselt kõrgem kui püsirohumaadel (joonis 24, $\chi^2 = 5.04$, $p = 0.025$, $N = 23$ rohumaad)



Joonis 22. Pesarüüste viljapõldudel toetustüüpide kaupa.



Joonis 23. Pesarüüste oli väiksem puisturibadega viljapõldudel.



Joonis 24. Pesade rüüstamine oli sagedasem lühiajalistel rohumaaadel (r) kui püsirohumaaadel (rp).

Lisaks testisime, kas rajakaamera paigutamine pesa lähedusse köidab kiskjate tähelepanu ja suurendab kurnade rüüstamise tõenäosust. Rajakaameraga edukaid pesi oli kokku 16 ehk 55% ja rüüstatud pesi 13 ehk 45%. Üldvalimis oli kokku 176 pesa, neist jäi ellu 86 ja rüüstati 40% ehk 70 pesa. Vastavalt hii-ruut testile ($\chi^2 = 0.47$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.49$) ei ilmnenud erinevust ilma kaamerata ja kaameraga kurnade vahel. Samasugusele järeldusele on jõudnud ka teised erinevaid linnuliike uurinud teadlased (Richardson et al. 2009, Salewski & Schmidt 2020).

Järeldused

1. Põllutöödest on kurnadele kõige fataalsemad äestamine, vaheltharimine ja külvamine, mis põhjustavad eranditult kurnade hukkumist kasutatavast tehnikast sõltumata.

Taimekaitsevahendite kasutamine, väetamine ja kivikorje ei põhjustanud kurnade hukkumist. Siiski võivad eelnimetatud põllutööd olla kumulatiivselt kahjulikud, sest suviviljapõldudel pesitsevatel kiivitajatel pikenes haudumisperiood, mis võib olla tingitud suuremast häirimisest.

2. Kiivitajad ilmselt jälgivad maapinna struktuuri muutusi seoses põllutööde toimumisega ja alustavad sigimist peaaegu alati peale äestamist; väga harva ka peale kündmist. Mida hilisem on äestamine, seda väiksem on munemise viivitus peale äestamist. Kui külv toimub äestamisest mitmeid päevi hiljem, hakkub palju peale äestamist pesitsemist alustanud kiivitaja kurni. Kuigi kiivitajad võivad muneda mitu järelkurna, on nende pesitsemine ajaliselt limiteeritud. Kõige hilisemad paarid alustasid sigimist juuni alguses. Tulemused näitasid, et maikuuks võiks äestamise ja külvi lõpetada hiljemalt mai keskel, et jätta kiivitajatele võimalus edukaks sigimiseks.

2. Põllumajanduse toetustüüp seostus mitme sigimisnäitajaga vastupidiselt. Mahepõldudel on väiksem koorumisedukus ilmselt tingitud suuremast rüüstest, kuid ei saa välistada ka põllutööde teostamise sageduse ja aja mõju. Mahealadel võib suurema rüüste põhjuseks olla ruumiline paiknemine nõ metsikumates ja kiskjarohkemates piirkondades. Ka võib mõju avaldada hõredam teravili mahealadel (eeldusel, et seal väetatakse vähem - Whittingham et al. 2006), mis võib teha pesade avastamise kiskjatele lihtsamaks. Suuremat rüüstet korvab mahealade atraktiivsus lindudele (suurem kurnade arv), mille põhjuseks võib olla kõrgem elupaiga kvaliteet, nt toidurohkus (arvukalt selgrootuid, sest ei kasutata pestitsiide ega mineraalväetisi) või maastiku

suurem heterogeensus. Mahetoetusmeetme efektiivsus võib sõltuda ka maastikuelementidest, nt põõsaribad põlluservades vähendavad pesarüüste tõenäosust.

3. Kurnade koorumisedukus viljapõldudel oli ühel uurimisaastal kõrgem põlluservast kaugemal sigivatel lindudel, mis on seletatav vähenenud pesarüüstega põllu keskosas.

4. Tali- ja suviviljapõldude erinevused. Põllulinnud eelistavad pesitseda suviviljaga põldudel, kus on kurnade esinemissagedus oluliselt kõrgem kui taliviljapõldudel. Põldlõokesel on edukate pesade arv pindalaühiku kohta suviljapõldudel peaaegu oluliselt kõrgem kui taliviljapõldudel.

5. Taimekaitsevahendite kasutamine ja väetamine tõenäoliselt ei mõjuta kiivitajate kurna suurst ja koorumisedukust. Enamik kurvitsalisi on nn determineeritud munejad, mis tähendab, et nad munevad ühesuguse kurna sõltumata välisfaktoritest. Kaudselt võivad kasutatavad pestitsiidid siiski mõjutada toiduhulga vähenemise kaudu pesitsevate värvulise munade arvu. Munakoortes olevad pestitsiidid võivad mõjutada ka loodete või koorunud linnupoegade ellujäämist, aga seda kahjuks ei ole võimalik käesoleva uuringuga kindlaks teha. Kaudselt tõendab seda ühe kiivitaja kurna hülgamine vahetult peale taimekaitsevahendite pritsimist. Vajalik oleks testida pestitsiidide sisaldust munades. Igaks juhuks kogusime munakoori mõlemal uuringuaastal selle analüüsi läbi viimiseks.

6. Kõige sagedasem pesade hukkumise põhjus on pesarüüste. Tuvastatud kiskjatest hävitasid kurni kõige rohkem linnud (varesed ja röövlinnud), punarebane ja metssiga. Pesarüüstajate loomade tõttu hukkus rohkem põllulindude pesi kui erinevate põllutööde tõttu kokku. Rohumaadel oli pesade rüüstamine sagedasem lühiajalistel rohumaadel kui püsirohumaadel.

7. Maastikuelementide tähtsus. Viljapõldudel mõjutas koorumisedukust negatiivselt maantee lähedus põllule ning positiivselt puisturibade esinemine. Koorumisedukus rohumaadel oli positiivselt seotud põllumassiivi pindalaga. **Kiivitaja** edukate pesade arv viljapõldudel sõltus negatiivselt põllusaarte esinemisest. **Sookiuru** kurnade arv hektari kohta rohumaadel on positiivselt seotud puisturibade esinemisega. Maastiku heterogeensuse positiivset mõju põllulindude arvukusele on täheldanud ka eelnevad uuringud (Sheldon et al 2005, Berg et al. 2015).

8. Rohumaade äestamine juuni lõpus on äärmiselt kahjuliku mõjuga kõikidele rohumaal pesitsevatele liikidele. Äestamine hävitab otseselt kurnad ja lisaks kuivab lühikese ajaga ära

enamik põllutaimedest (kõrbenud maa teke). Selline tegevus tuleks lindude sigimisajal keelustada.

Soovitused põllulindude hukkumise vähendamiseks ja sigimisedukuse suurendamiseks

Haritavad põllud

1. Suviljapõldude äestamine ja külv võiks toimuda hiljemalt maikuu keskel, et anda kiivitajatele võimalus edukaks sigimiseks. Lisaks suurendab sigimise alguse edasilükkumine hiliste põllutööde tõttu kurnade hukkumist rüüste tõttu.
2. Hilisema äestamisega põldudel (alates maikuust) on oluline teostada külv vahetult peale äestamist, et säästa kiivitajate pesi. Paljud kiivitajad alustavad sigimist vahetult peale äestamist ning kurnad hävivad hilisema külvamise käigus
3. Viljapõldude väetamise ja mürgitamise tõttu põllulindude kurnad tavaliselt ei hukku, sest haudepaaride pesitsustihedus on väga madal (tavaliselt 0,1 – 0,2 kurna kuni 1 kurn hektari põllumaa kohta) ning eelnimetatud põllutöödel kasutatakse tavaliselt tehnoradu.
4. Kurnade arv on kõrgem suviljapõldudel kui taliviljapõldudel, kuid suviljapõldudel pesitsevatel kiivitajatel on keskmiselt kolm päeva pikem haudevältus kui taliviljapõldudel ja rohumaadel pesitsevatel liigikaaslastel. See on ilmselt tingitud suuremast häirimisest seoses erinevate põllutöödega, nt väetamine, kivikorje, taimekaitsevahendite kasutamine. Taliviljas võib olla ka parem varje. Pikem haudevältus suurendab rüüsteriski ja võib vähendada koorumisedukust muutunud hauderütmi kaudu. Seega võiks mittefataalseid põllutöid võimaluse korral teostada sigimisvälisel ajal (aprilli alguses või juuni lõpus).
5. Mahetoetused suurendavad haudepaaride (kurnade) arvukust, kuid ei mõjuta kurnade koorumisedukust. Pigem on mahepõldudel väiksem koorumisedukus, mis on tingitud suuremast rüüstest. Mahetoetused koos kitsaste puisturibade rajamisega põldudele või põlluservadesse võiksid olla hea kombinatsioon kurnade esinemissageduse suurendamiseks ja samal ajal rüüsteriski vähendamiseks.
6. Maastikuelementidest mõjutab koorumisedukust positiivselt puisturibade esinemine põldudel või põlluservades ning negatiivselt maantee lähedus põldudele. Kurnade

kaugus põlluservast või lähimast metsast oluliseks ei osutunud. Seega võiks põldude raadamisel jätta alles väikesed põõsastest või puudest koosnevad kitsad ribad, kuhu kiskjad ei saa varjuda ning samal ajal suurendavad maastiku mitmekesisust ja selle kaudu põllulindude sigimisedukust. Samas edukalt koorunud pesade sagedus viljapõldudel pesitsevatel kiivitajatel on negatiivselt mõjustatud põllusaarte esinemisest. See on seletatav suurema kisklusriskiga ja ilmselt on põllusaared kiskjatele sobivaks varjumis- või elupaigaks. Ilmselt on kiskluse määr seotud negatiivselt maastikuelementide leidumise tihedusega, sest vähese maastikuelementide hulga korral koonduvad kiskjad toiduotsingule just nende ümbrusse. Uuringud Saksamaal on näidanud, et näiteks punarebane ja kährikkoer eelistavad toitu otsida piki maastikuelemente (Schwemmer et al. 2021).

Rohumaad

1. Lindude sigimisajal (juuni) toimunud rohumaad äestamine ja ümberkünd vähendasid tunduvalt pesitsevate löökeste arvukust. Liigirikkuse säilitamiseks tuleks selliseid töid enne jaanipäeva vältida.
2. Rohumaade niitmine peale jaanipäeva ei suurenda oluliselt põllulindude kurnade hukkumist. Enamik linnuliike on selleks ajaks pesitsemise lõpetanud (pojad lennuvõimestunud), v.a. nurmkana, rukkirääk, sinikael-part ning põldlöökesed ja sookiuru teised kurnad või järelkurnad.
3. Suure löökeste arvukusega rohumaadel võib liigirikkuse säilitamiseks ajastada niitmise esimese ja teise sigimiskorra vahelisele ajale. Meie uuring näitas, et löökesed ja sookiurud võivad uuesti pesitsema hakata ka peale niitmist. Tavaliselt lennuvõimestuvad põldlöökesed ja sookiuru esimesed pesakonnad hiljemalt juuni keskpaigas, teine kurn jaanipäeva paiku. Seega võiks esimese niitmise teha juuni keskpaigas, et anda põldlöökesele ja sookiurule võimalus uuesti pesitsemiseks.
4. Üks hänilase pesakond elas üle niitmise ristikupõllul. Seega on võimalik kõrgemalt niites säästa maaspesitsevate lindude pesakondi.
5. Rohumaade rajamisel võiks eelistada suurema pindalaga alasid, mille servades on kitsad puisturibad ja kraavid. Lindude koorumisedukus on kõrgem suurema pindalaga

rohumaadel, mille läheduses on kraave. **Sookiuru** kurnade arv hektari kohta rohumaadel on positiivselt seotud puisturibade esinemisega.

Kasutatud kirjandus

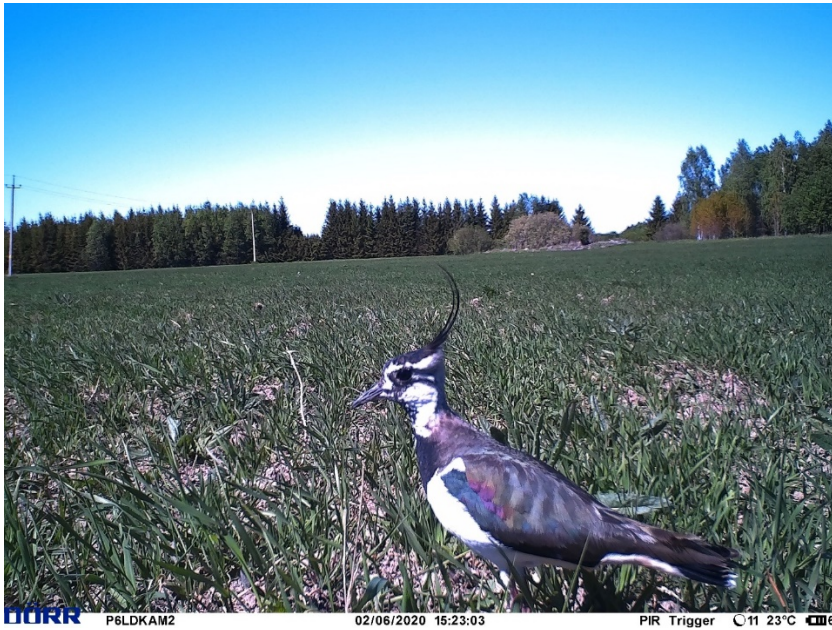
- Benton, T. G., Vickery, J. A. & Wilson, J. D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* 18: 182–188.
- Berg, A., Lindberg, T. & Kallebrink, K.G. 1992. Hatching success of lapwings on farmland: differences between habitats and colonies of different sizes. *J. Anim. Ecol.* 61: 469–476
- Berg, A., Wretenberg, J., Zmihorski, M., Hiron, M., Pärt, T. 2015. Linking occurrence and changes in local abundance of farmland bird species to landscape composition and land-use changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 204, 1-7.
- Bolton, M., Tyler, G., Smith, K., Bamford, R. 2007. The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *J. Anim. Ecol.* 44: 534-544.
- Chamberlain, D., Fuller, R., Bunce, R., Duckworth, J., & Shrubbs, M. 2000. Changes in the Abundance of Farmland Birds in Relation to the Timing of Agricultural Intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology* 37, 771-788.
<http://www.jstor.org/stable/2655925>
- Dunn, J. C., Hamer, K. C., Benton, T. G. 2015. Anthropogenically-Mediated Density Dependence in a Declining Farmland Bird. *PLoS ONE* 10(10): e0139492.
doi:10.1371/journal.pone.0139492
- Etterson, M., Garber, K., Odenkirchen, E. 2017. Mechanistic modeling of insecticide risks to breeding birds in North American agroecosystems. *PLoS ONE* 12(5): e0176998.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176998>
- Fry, D. M. 1995. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. *Environmental Health Perspectives* 103: 165–171.
- Geiger, F. 2011. Agricultural intensification and farmland birds. Ph thesis, Wageningen University, The Netherlands.

- Grønstøl, G. 2003. Mate-sharing costs in polygynous Northern Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis* 145: 203-211. <https://doi.org/10.1046/j.1474-919X.2003.00141.x>
- Guedes, R. N. C., Smagghe, G., Stark, J. D., Desneux, N. 2016. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annu. Rev. Entomol.* 61: 43–62.
- Gunstone, T., Cornelisse, T., Klein, K., Dubey, A., Donley, N. 2021. Pesticides and soil invertebrates: a hazard assessment. *Front. Environ. Sci.*, 9, article 643847
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.643847>
- Krüger, H., Väänänen, V-M., Holopainen, S., & Nummi, P. 2018. The new faces of nest predation in agricultural landscapes: a wildlife camera survey with artificial nests. *European Journal of Wildlife Research* 64(6), <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1233-7>
- Marja, R. 2011. Pöllulindude seire aruanne. Põllumajandusuuringute Keskus.
<https://pmk.agri.ee/sites/default/files/uploads/sites/2/2017/01/Linnud2011.pdf>
- Mägi, M. 2017. Maaspesitsevate lindude pesarüüste taastatud Pärnu rannaniidul. *Hirundo* 30 (1): 1-15.
- Newton, I. 1998. *Population Limitation in Birds*. Academic Press, San Diego, CA, USA
- Ponce, C., Salgado, I., Bravo, C., Guitierrez, N., Alonso, J. C. 2018. Effects of farming practices on nesting success of steppe birds in dry cereal farmland. *European Journal of Wildlife Research* 64: 13. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1167-0>
- Richardson, T. W., Gardali, T, Jenkins, S. H. 2009. Review and Meta-Analysis of Camera Effects on Avian Nest Success. *Journal of Wildlife Management*, 73(2), 287-293.
- Salewski, V., & Schmidt, L. 2020. Nest cameras do not affect nest survival in a meadow-nesting shorebird. *Bird Conservation International* 1-10. doi:10.1017/S0959270920000659
- Santangeli, A., Lehikoinen, A., Bock, A. Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Girardello, M., Valkama, J. 2018. Stronger response of farmland birds than farmers to climate change leads to the emergence of an ecological trap. *Biological Conservation* 217: 166
DOI: [10.1016/j.biocon.2017.11.002](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.11.002)

- Schifferli, L. 2001. Birds breeding in a changing farmland. *Acta Ornithologica* 36: 35-51.
- Sheldon, R. D., Chaney, K. & Tyler, G. A. 2007. Factors affecting nest survival of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in arable farmland: an agrienvironment scheme prescription can enhance nest survival, *Bird Study* 54(2): 168-175, DOI: 10.1080/00063650709461472
- Schwemmer, P., Weiel, S., Garthe, S. 2021. Spatio-temporal movement patterns and habitat choice of red foxes (*Vulpes vulpes*) and racoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) along the Wadden Sea coast. *Eur. J. Wild. Res.* 67: 49.
<https://doi.org/10.1007/s10344-021-01474-6>
- Wenz, K. 2020. Organic Farming: Buzzing and chirping vs. sprays and silence. Heinrich Böll Stiftung. The Green Political Foundation. <https://www.boell.de/en/organic-farming-buzzing-and-chirping>.
- Whittingham, M.J., Devereux, C.L., Evans, A.D., & Bradbury, R.B. (2006). Altering perceived predation risk and food availability: Management prescriptions to benefit farmland birds on stubble fields. *Journal of Applied Ecology*, 43, 640-650.
- Wretenberg, J., Lindström, A., Svensson, S. , Pärt. T. 2006. Population trends of farmland birds in Sweden and England: similar trends but different patterns of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology* 43, 1110-1120.

Lisa 1.

Fotod põllulindudest



Kiivitaja



Suurkoovitaja kurn ja suurkoovitaja

1. Fotod pesadest



Kiivitaja kurn



Kiivitaja kolm tibu



Suurkoovitaja kurn



Nurmkana kurn





Põldlökese kurn ja pesakond



Sookiuru kurn



Väiketülli kurn



Kadakatäksi niitmisel hukkunud pesa

2. Fotod põllutööst





DÖRR

29/05/2020 14:28:17

PIR Trigger 07 25°C





CORE_CAM

67F 19C



05-11-2021 11:00:48



3. Fotod pesariüstajatest loomadest





Punarebane pesa rüüstamas



Mäger kiivitaja pesa juures



DÖRR P6LDKAM3 03/06/2020 07:05:46 PIR Trigger 12 16°C 8

Künnivares



Bushnell CORE_CAM 44F 6C 05-07-2021 02:00:56

Kährrik



CORE_CAM

44F 6C



05-07-2021 22:18:23

Metssiga



CORE_CAM

66F 18C



05-10-2021 11:15:06

Merikotkas

4. Kaamerad





Rajakaamera kiivitaja pesa juures



Sookiuru kurn termokaameras