



## Põllulindude liigirikkuse ja arvukuse seosed kuivenduskraavide olemasolu ja mulla niiskustmega

Riho Marja<sup>1\*</sup>, Jaanus Elts<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Eesti Ornitoloogiaühing, Veski 4, 51005 Tartu

<sup>2</sup> Zooloogia osakond, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Tartu Ülikool, Vanemuise 46, 51014 Tartu

---

### Kokkuvõte

Muldade kuivendamiseks viidi Eestis 20. sajandil läbi ulatuslik maaparandus, mille käigus rajati põllumajandusmaastikku inimtekkelised maastikuelemendid – kraavid. Käesolevas artiklis käsitletakse kraavide ja mulla niiskustmõju lindude arvukusele ja liigilisele mitmekesisusele Räpu jõe veekaitseala viljelusmaal Järvemaal. Loendused toimusid aastatel 2007–2008 punktloenduse meetodil. Tulemused näitasid, et linnurohkuse seisukohast olid Räpu veekaitsealal olulised puude ja põõsastega kraavid. Kraavideta aladel olid lindude arvukuse näitajad oluliselt madalamad. Dominantliigi, põldlõokesega (*Alauda arvensis*), asustustihedus oli aga oluliselt kõrgem kraavideta aladel. Parasniisketel aladel oli kõrgem nii üldine lindude arvukus kui ka arvukus ilma dominantliigita (põldlõokeseta) võrreldes alaliselt liigniiskete aladega. Lindude liigiline koosseis sõltus nii kraavide tüübist kui ka mulla niiskustmest. Käesoleva artikli tulemusi saab kasutada looduskaitseliste ning põllumajanduskeskkonna elurikkust toetavate meetmete väljatöötamisel ning maastiku planeerimisel.

### Sissejuhatus

Euroopas on põllulindude arvukus viimase kolmekümne aasta jooksul vähenenud poole võrra (PECBMS 2013). Sarnane tulemus on saadud ka populatsiooniindeksite konverteerimisel biomassiks – põllumaal pesitsevate lindude biomass on 27 aasta jooksul

vähenenud enam kui poole võrra (Voříšek *et al.* 2010). Seejuures on halvenenud ka Euroopas varem tavaliseks loetud suure arvukusega liikide populatsiooniseisundid (Schifferli 2000). Teistest enam on ohustatud põllumajandusmaastiku spetsialistliikide arvukus, samas laiema elupaiganõudlusega linnuliikide populatsioonid on paremas seisus (Siriwardena *et al.* 1998).

\* E-post: rmarja@ut.ee

Kaasajal asustavad paljud liigid mosaiikseid elupaigalike tugevalt muudetud maastikus, milles elupaikade koosseis ja paigutus erinevad oluliselt inimõjuta seisundist (Bennett *et al.* 2004). On pakutud, et maastik mõjutab mingi ala lindude arvukust sõltuvalt nende liikumise ulatusest, s.t suure pindalanõudlusega liike mõjutab maastik rohkem kui väikese kodupiirkonnaga liike (Söderström & Pärt 2000). Maastiku muutustele reageerivad erinevalt ka erinevad ökoloogilised rühmad. Näiteks mitmed servaliigid (liigid, kes pesitsevad põldude servaaladel, kuid toituvad nii põldudel kui ka põldude ja/või metsa servades) võivad edukalt pesitseda ka väikestes põllumaaga ümbritsetud metsatukkades, kus nende asustustihedus võib sageli olla suurem kui piirnevates metsamassiivides (McCollin 1993; Bellamy, Hinsley & Newton 1996; Bennett *et al.* 2004). Viimast võib seletada „kontsentreeriva“ efektiga: metsatukk on ümbritsetud muu maakasutusega alaga ning liikidel, kes toituvad põllumaal ja pesitsevad puistus, on vähese metsaga aladel vähem valikuid pesakoha leidmiseks (Bennett *et al.* 2004). Sarnase efekti võiksid anda ka puittaimedega palistatud kraaviperved. Eelnevast tulenevalt võiks eeldada, et väikese territooriumiga liike mõjutab enam konkreetsel põllul toimuv, samas kui suure territooriumiga liike mõjutavad lisaks veel ka naaberpõldudel (teise tootja maadel) aset leidvad põllumajanduslikud tegevused või ka põlluäärsete metsatukkade seisund.

Enamik linnuliike on arvukamad heterogeenses maastikus kui lagedatel

põldudel, millest võib järeldada, et maastiku mosaiiksus ja jäänukelupaigad (nt metsatukad, võsastikud ja kraavid) mõjuvad viljelusmaa-enamusegamaastikus lindude arvukusele positiivselt (Berg 2002). Oluliseks elupaigaks paljudele põllulindudele on metsaservad ning struktuurilt keerukad puu- ja põõsaribad (ka hekid), eriti kui need läbivad ribadena põllumassiivi (MacDonald & Johnson 1995; Parish, Lakhani & Sparks 1995; Fuller, Trevelyan & Hudson 1997). Samas on paljude puistuliikide jaoks pikad ja kitsad elupaigalaigud võrreldes pideva ühtlase metsaalaga suhteliselt madalama kvaliteediga elupaikadeks (Verhulst, Perrins & Riddington 1997; Major *et al.* 1999).

Põllumajandusega sageli kaasnev kuivendamine on märgaladele ja sealsele elustikule ebasoodne (Liu *et al.* 2004), kuid võib soodustada kuivalembeste liikide levikut (Deutsch 2007). Pinnase kuivust seostatakse hõredama taimkattega, mis hõlbustab lindude toitumist (Menz, Brotons & Arlettaz 2009). On leitud, et kõrge taimeistikuga piiritletud kraavide esinemine suurendab põllumaastikus lindude liigirikkust märkimisväärselt, eriti rohumaavaestel aladel (Marja & Herzon 2012). Linnukooslustele on olulised puude või põõsastega kraavikaldad, mis pakuvad struktuurset ja bioloogilist mitmekesisust muidu suhteliselt avatud põllualadel (Vepsäläinen *et al.* 2005). Mõne liigi puhul, näiteks põldtsiitsitaja (*Emberiza hortulana*), on traditsioonilise elupaiga osaks peetud kinnikasvamata kraave (Stolt 1997). Kraavid parandavad lindude toitumisvõimalusi mitmeti. Esiteks on

kraaviperve de taimestik üleujutuste tõttu sageli hõre või on kraaviperv kohati lausa taimestikuvaba ning paljudele kahlajatele meeldib toitu hankida niiskest mullast. Teiseks vajavad paljude selgrootute vastsed veekeskonda ja seetõttu on hooajati kraavide ümbruses suhteliselt ohtralt saakobjekte (Bradbury & Kirby 2006). Traditsiooniliselt on põldude kuivendamiseks kasutatud avatud kraavitamist. Põllumajanduse intensiivistumisel on kraavid asendatud drenidega, mille tõttu on kadunud isenditele kraavide poolt loodavad lisaväärtused (Veepsäläinen *et al.* 2005; Bradbury & Kirby 2006; Marja & Herzon 2012).

Käesolevas uurimistöös püstitasime neli hüpoteesi:

- 1) lindude liigirikkus ja arvukus on kraavidega aladel kõrgem kui kraavideta aladel;
- 2) linnustiku koosseis on kraavidega ja kraavideta aladel erinev;
- 3) lindude liigirikkus ja arvukus on alaliselt liigniiskete muldadega ja parasniiskete muldadega aladel erinevad;
- 4) linnustiku koosseis on erinev alaliselt liigniiskete muldadega aladel võrreldes parasniiskete muldadega aladega.

## Metoodika

Räpu veekaitseala ja uurimisalade valik  
Räpu veekaitseala (58,69°N; 25,60°E) paikneb Järvamaa lõunatipus ning selle kogusuurus on 20,6 km<sup>2</sup>. Ala kasutatakse valdavalt põllumajanduslikuks tootmiseks, kuid veekaitseala piiresse jääb ka metsatukki või nende servaalasid. Ala läbib tugevalt õgwendatud voolusängiga

Räpu jõgi. Valdavalt on tegemist suurte põllumassiividega, mida ilmestavad vaid üksikud maastikuelemendid: teed (osaliselt asfaltkattega), kraavid ning väikesed kivihunnikud.

Kaitseala linnustiku uurimiseks kasutati juhuruutude meetodit. Esmalt jaotati veekaitseala ühtlaselt ruutudeks mõõtmetega 200×200m, seejärel eemaldati võrgustikust 100% metsaga kaetud ruudud (lisa 1). Alles jäänud 489st ruudust valiti välja ruudud, kus kaardimaterjalist lähtuvalt oli põllumajandusmaastikku vähemalt 50%. Viimati nimetatud kriteerium valiti, kuna taheti keskenduda aladele, kus põllumajandus oleks peamine maakasutusviis – moodustaks vähemalt poole ruudu pindalast. Nimetatud tingimusele vastasid 348 uurimisruutu. Järgnevalt genereeriti arvuti poolt juhuslike arvude jada, mille alusel valiti linnuloendusteks välja 100 juhuslikku uurimisruutu (lisa 2), kus teostati linnuloendused 2007. ja 2008. aastal.

## Maakasutuse andmed

Kraavituse andmed saadi Eesti põhikaardilt (Maa-amet 2008a). Kraavide serva vegetatsiooni andmed [puudeta ja põõsasteta (edaspidi põõsasteta) või puudega ja põõsastega (edaspidi põõsastega) kraavid] võeti Eesti põhikaardilt ning saadud andmed kontrolliti üle välitöödel kogutud info kui ka olemasolevate ortofotodega. Kraavitus klassifitseeriti 2007. ja 2008. a. andmetele ja koguvalimile (n=200 ruutu) vastavalt: kraave ei esinenud (n=135 ruutu), põõsasteta kraavid (n=24 ruutu), põõsastega kraavid (n=41 ruutu).

Mullastiku klassifikatsioon tehti mullakaardi põhjal (Maa-amet 2008b). Parasniisked mullad (leetjad ja leostunud mullad; n=106 ruutu) sisaldasid ka ajutiselt liigniiskeid muldi. Alaliselt liigniiskete (leostunud gleimullad; n=94 ruutu) muldadega aladesse kaasati ka turvastunud muldadega alad.

#### Linnustiku andmed

Pesitsusaegsed loendused viidi läbi mais ja juunis hommikuti kella 5–10 vahel viieminutilise punktloenduse meetodil (Bibby, Burgess & Hill 1992) aastatel 2007. ja 2008. Linnuloendused toimusid juhuslikult erinevate kraavituse ja mulla niiskusastmega alade vahel ning seetõttu loendusae ei mõjutanud kogutud andmeid. Loendused toimusid alati hea ilmaga (kuni keskmise tuuletugevusega; ei loendatud väga külmal hommikul ning välitööd lõpetati varem, kui õhutemperatuur tõusis väga kõrgele, nii et oli märgatav lindude laulmisaktiivsuse vähenemine; loendamine oli lubatud vaid nõrga vihmaga). Kogu ala külastati loendusteks kolm korda [1. loendus mai alguses (1.05–2.05), 2. loendus mai keskpaigasaigas (16.05–19.05) ning 3. loendus mai lõpus/juuni alguses (30.05–1.06)], et vähendada eri liikide pesitsusfenoloogiast tuleneda võivaid arvukuse alahinnanguid. Iga loenduskorra ajal püüti töö korraldada nii, et kogu ala saaks loendatud kuni kolme võimalikult järjestikuse päeva jooksul. Linnud eristati loendamise ajal kahte kategooriasse: pesitsejad (lindude käitumine viitas pesitsemisele: laul, territooriumimäng, ärev isend jne) ja toitekülalised (lindude käitumine ei viidanud nende pesitsemisele antud ruudus). Andmete analüüsil alade lõikes

kasutati iga liigi puhul kolme loenduse suurimat loendustulemust, arvestamata täpseid territooriumite piire, kuna punktloendusega on neid keeruline detailselt välja joonistada.

#### Andmeanalüüs

Linnustikku kirjeldavatest muutujatest kasutati ainult pesitsevate lindude andmeid: pesitsevate liikide arv, pesitsevate isendite arv, pesitsevate isendite arv ilma dominantliigi põldlöökeseta (*Alauda arvensis*) ja põldlöökesse asustustihedus (pesitsevate isendite arv loendusruudu kohta; vt näiteks Marja *et al.* 2014). Analüüsil kasutati statistika tarkvara R (R Development Core Team 2013) paketti „nlme“ (Pinheiro *et al.* 2013). Meie poolt kasutatud üldine lineaarne segamudel (LMM) sisaldas kategoorilisi muutujaid „kraavitus“ ja „mulla niiskusaste“ ning juhu efektina võtsime arvesse iga uurimisruudu ID kahe loendusaasta alusel. Mudeli struktuur oli järgmine: lme(uuritav tunnus ~ kraavitus + mulla niiskusaste, random = ~aastalRuudu ID).

Andmeanalüüsis kaaluti ka ruumilise autokorrelatsiooniga üldistatud vähimruutude segamudelit (*generalized least square*; mudeli struktuur: gls(uuritav tunnus ~kraavitus + mulla niiskusaste, corr = corSpher(form = ~ x koordinaat + y koordinaat, nugget = T))), kuid loobuti sellest, kuna see ei võimaldanud kahe aasta andmeid koos analüüsida ning uurimisruudu juhu efekti mõju arvesse võtta. Üldistatud vähimruutude mudelite tulemused olid üldjuhul segamudelitega sarnased. Analüüs segamudelite jääkide põhjal näitas küll üksikudel juhtudel ruumilise autokorrelatsiooni esinemist, kuid autorite hinnangul on see nii

kompaktse uurimisala puhul täiesti oodatav tulem. Vaid üksikutes kohtades, kus olid mitmed ruudud koos, tuvastati ruumilise autokorrelatsiooni, kuid seda ei esinenud kaugeltki kõikidel juhtudel, kus loendusruudud kõrvuti paiknesid. Reaalselt vaheldusid nii tootjad, põllukultuurid kui ka maastik ja see vähendas ruumilise autokorrelatsiooni mõju loendustulemustele. Seega autokorrelatsioon küll osaliselt esines, kuid see ei mõjutanud märkimisväärselt loendustulemusi (vt täpsemalt näiteks Piha *et al.* 2007).

Linnustiku liigilise koosseisu ning ala kraavituse ja niiskusastme omavahelise seostatuse analüüsimiseks kasutati osalist liiasusanalüüsi (*partial redundancy analysis*; RDA). See on mitme funktsioon- ja argumenttunnusega regressioon, millele lisandub prognoositud väärtuste peakomponentanalüüs (Remm, Remm & Kaasik 2012). Analüüsi aluseks oli kõikide pesitsevate liikide maksimaalne isendite arv, mida seostati kraavituse ja mulla niiskusastmega. Viimati nimetatud analüüsi jaoks kasutati Hellingeri teisendust, kuna see lubab analüüsi kaasata ka vähearvukamaid liike (Legendre & Gallagher 2001). Analüüsiks kasutati paketti "vegan" (Oksanen *et al.* 2013). Andmete statistilisel analüüsil kasutasime kõikjal 95% usaldusnivood.

## Tulemused

Liigirikkuse ja arvukuse seosed kraavide olemasolu ja mulla niiskusastmega

Aastatel 2007 ja 2008 loendasime Räpu veekaitsealal kokku 55 pesitsevat linnuliiki. Liikide kahe aasta keskmise arvukuse ja selle standardhälve gruppide kaupa on esitatud lisas 3.

Lindude üldine liigirikkus (tabel 1; joonis 1A), rohkus (joonis 1B) ja lindude rohkus dominantliigita (joonis 1C) olid märkimisväärselt kõrgemad põõsastunud kraavidega aladel, kui aladel, kus kraave üldse ei esinenud. Põldlööke asestustihedus oli oluliselt kõrgem ilma kraavideta aladel kui põõsastega kraavidega aladel (tabel 1; joonis 1D). Aladel, kus kraave ei esinenud ning põõsasteta kraavidega alade vahel statistilist erinevust linnustiku näitajates ei leitud (joonis 1A-D). Samuti ei erinenud statistiliselt oluliselt omavahel põõsasteta ja põõsastunud kraavidega alade linnustik (joonis 1A-D).

Võrreldes alaliselt liigniiskete aladega oli parasniisketel aladel kõrgem nii lindude üldine arvukus (tabel 1; joonis 1B) kui ka arvukus ilma dominantliigita (tabel 1; joonis 1C). Liigirikkus ning põldlööke asestustihedus ei erinenud parasniisketel ja alaliselt liigniisketel aladel (tabel 1; joonis 1A,D).

Liigilise koosseisu seosed kraavide olemasolu ja mulla niiskusastmega

Kraavitus kirjeldas 4,14% ( $F_{2,195}=4,30$ ;  $p<0,001$ ) ja mulla niiskusaste 1,28% ( $F_{1,195}=2,65$ ;  $p<0,003$ ) lindude liigilise koosseisu koguvarieeruvusest. Osalise liiasusanalüüsi I telg (edaspidi RDA I telg), mis näitab, kuidas liigid on omavahel ja keskkonnaparameetrite vahel kahemõõtmelises ruumis jaotunud, võiks kirjeldada kraavitust (kraave ei ole kuni põõsastega kraavid; joonis 2A). RDA II telg võiks kirjeldada mulla niiskusastet (alaliselt liigniiske, parasniiske; joonis 2B).

RDA I teljega on võimalik kirjeldada liikide puistulembust, kuna paremal

**Tabel 1.** Linnustiku näitajate seosed elupaiga muutujatega. Rasvases kirjas on märgitud statistiliselt olulised erinevused.

**Table 1.** Associations between bird community and habitat characteristics. Statistically significant differences are marked in bold.

	Pesitsevate liikide arv Number of breeding species			Pesitsevate isendite arv Number of breeding individuals			Pesitsevate isendite arv põldlöökeseta Number of breeding individuals without the skylark			Pesitsevate põldlöökeste arv Skylark abundance		
	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p
Kraavituse <i>Ditches type</i>	4,35	97	<b>0,015</b>	1,43	97	0,24	3,07	97	0,051	4,18	97	<b>0,018</b>
Mulla niiskusaste <i>Soil water regime</i>	3,11	97	0,08	4,46	97	<b>0,037</b>	5,15	97	<b>0,025</b>	0,91	97	0,34

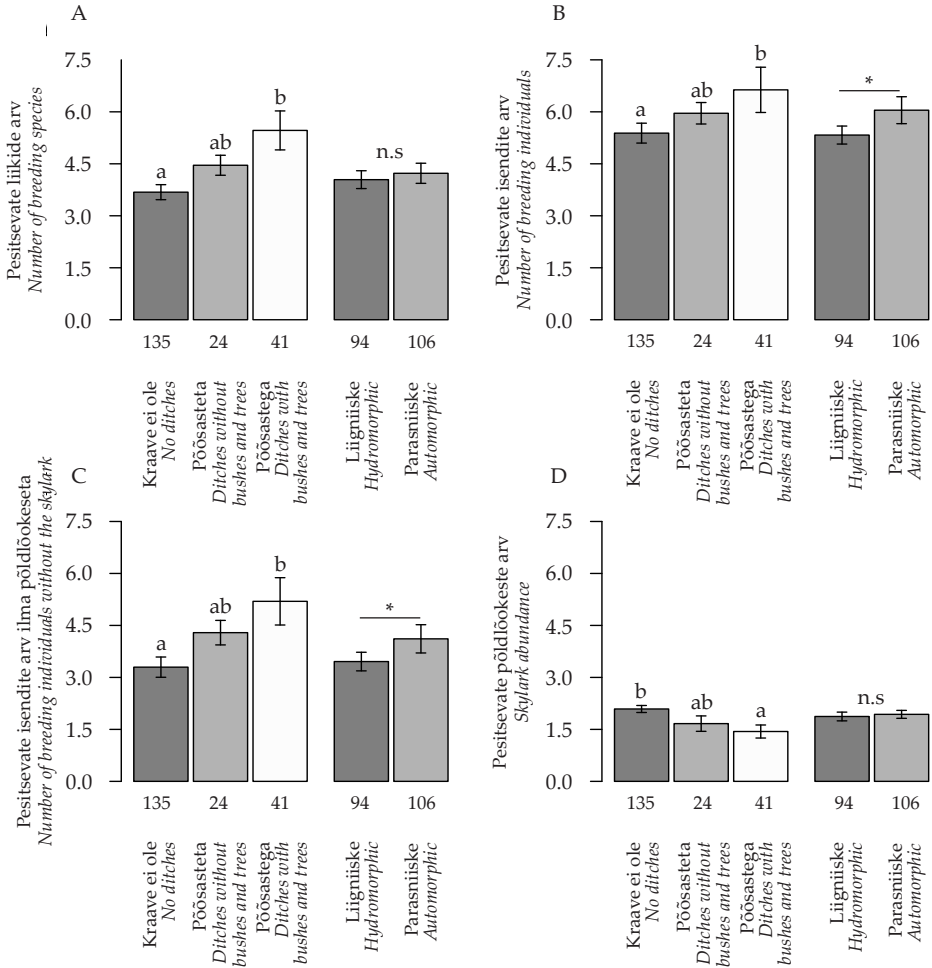
pool esinevad puistulembesed liigid [(pruunselg-põosalind (*Sylvia communis*), talvike (*Emberiza citrinella*), metsvint (*Fringilla coelebs*)], kes pesitsevad kraavide kallastel ning kasutavad puid-põosaid territooriumi markeerimiseks, pesitsuskohtadeks ja varjeks (joonis 2A). Selgelt eristuvad põldlööke, kadakatäks (*Saxicola rubetra*), kuldnokk (*Sturnus vulgaris*) ja põldvarblane (*Passer montanus*), kes olid arvukamad aladel, kus kraave ei esinenud.

Põldlööke, kadakatäks, põldvarblane, hallrästas (*Turdus pilaris*) ja kuldnokk eelistasid parasniiskeid alasid. Seevastu talvike, pruunselg-põosalind ja metskiur (*Anthus trivialis*) eelistasid alaliselt liigniiskeid alasid. Ülejäänud liikidel selget eelistust alade niiskusastme suhtes ei ole võimalik välja tuua (joonis 2B).

## Arutelu

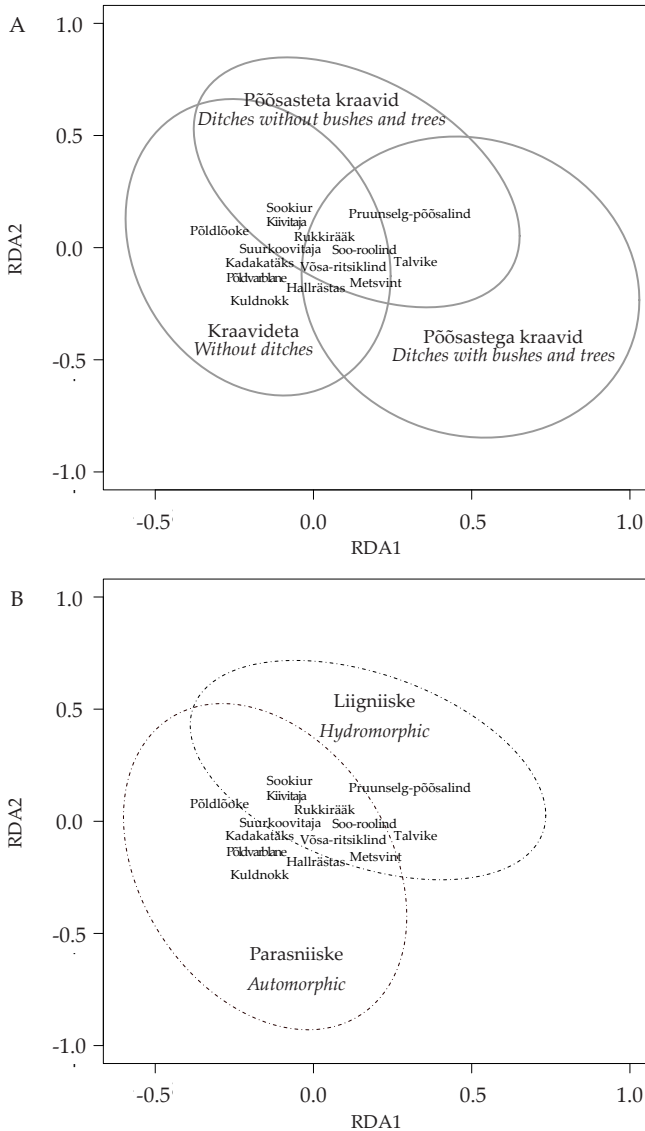
Liigirikkuse, arvukuse ja dominantliigi arvukuse seosed kraavitusega

Hüpotees, mille kohaselt lindude liigirikkus ja arvukus on kõrgem kraavidega aladel võrreldes kraavideta aladega, leidis toetust vaid osaliselt. Lindude arvukus oli statistiliselt usaldusväärselt kõrgem ainult põosastega kraavidega aladel kui kraavideta aladel. Seevastu lindude arvukus ei erinenud põosasteta kraavidega ja kraavideta alade vahel ning põosasteta ja põosastega kraavidega alade vahel. See toetab osaliselt varasemaid tulemusi, et põllumajandusmaastiku linnurohkuse jaoks on olulised just põosastega kraavid (Marja & Herzon 2012). Need pakuvad nii varje- kui ka pesapaiku paljudele värvulistele ning mitmekesistavad põllumajandusmaastiku struktuuri.



**Joonis 1.** Linnustiku üldnäitajad (keskmine  $\pm$  standardviga) sõltuvalt kraavide ja mulla niiskusastme tüübist üldiste lineaarsete segamudelite põhjal Bonferroni korrigeerimisega. Arvud x-telje all näitavad valimi suurust vastavates gruppides. Tähed tulpade kohal näitavad gruppide statistiliselt usaldusväärset erinevust (kraavitust). n.s. - statistiliselt mitteoluline erinevus, \* - statistiliselt oluline erinevus gruppide vahel (mulla niiskusaste).

**Figure 1.** Bird variables (mean  $\pm$  standard error) relationships with ditches type and soil water regime based on general linear mixed models with Bonferroni correction. The numbers below the x-axis denote the sample size in respective groups. The letters above the bars denote statistical differences (ditches type). n.s. - insignificant difference. \* - significant difference between groups (soil water regime).



**Joonis 2.** Liigilise koosseisu seosed ala kraavituse (A) ja niiskusastmega (B). Selguse huvides on kraavituse ja niiskusaste esitatud erinevatel joonistel, kuid telgede väärtus ja liikide paiknemine ordinatsioonitelgedel on jäetud muutmata. Esitatud on 14 arvukamat linnuliiki, kelle koguarvukus oli suurem kui 15 isendit.

**Figure 2.** Associations between species composition and ditches type (A) and soil water regime (B). For clarity reason, ditches type and soil water regime is given on different graphs, but axes values and species positions on ordination axes are the same. Most numerous 14 species are plotted, because their abundances were at least 15 individuals.



Tasub eraldi välja tuua, et ka põõsasteta kraavid on siiski olulised. Suure tõenäosusega võsastuvad suktessiooni käigus ajapikku ka selliste kraavide servaalad. Servadesse kasvab kõrgem taimestik, mis muudab elupaiga väärtuslikumaks. Seega tasub avatud kraave põllumajandusmaastikus säilitada ning mitte toetada drenaazkuivendust (Marja *et al.* 2013).

Ühtlasi erines ka linnustiku koosseis kraavidega ja kraavideta alade vahel. Samas ei eristunud omavahel selgelt põõsasteta ja põõsastega kraavidega alad. Läbiviidud liiasusanalüüs viitas, et liikide elupaigaeelistused pigem kattusid. Me ei tuvastanud ühtegi liiki, kes selgelt eelistaks ainult põõsastega või ainult põõsasteta kraavidega alasid. Siiski oli mitmete liikide (nt põldlööke, kadakatäks, kuldnokk, põldvarblane) arvukus kõrgem kraavideta aladel. Näiteks põldlökese kohta on uuringuid, mille kohaselt ta eelistab avatud kraavide olemasolu põllumajandusmaastikus (Piha, Pakkala & Tiainen 2003; Vepsäläinen *et al.* 2010; Marja *et al.* 2013), kuid samas võib kraavidega alasid vältida suurema kisklusohu tõttu (Chamberlain *et al.* 1999; Mason & Macdonald 2000; Piha, Pakkala & Tiainen 2003). Seega esineb elupaigavalikul lõivsuhe. Kuldnokk ja põldvarblane pesitsesid Räpu veekaitsealal üldjuhul õuealadel ja puistus, kus vahetus läheduses kraave ei esinenud. Seega neile kraavidega alad ilmselt mingit lisaväärtust ei loonud ja elupaigavalikul osutusid määravaks muud parameetrid.

Liigirikkuse, arvukuse ja dominantliigi arvukuse seosed mulla niiskusastmega

Parasniiskete muldadega aladel oli lindude üldine arvukus ja arvukus ilma dominantliigita kõrgem kui liigniisketel aladel. See võiks viidata sellele, et mulla niiskusastmel oli toiduobjektide hulga kaudu mõju lindude arvukusele. Kuna kõik põllud olid Räpu veekaitsealal kuivendatud ja esindasid nn intensiivset põllumajandust ning on olnud aastakümneid aktiivses kasutuses, siis ilmselt ei mõjutanud mulla niiskusaste nii oluliselt pesapaigavalikut kui just toidu hulka ja/või kättesaadavust. Eglinton *et al.* (2009) ja Leito *et al.* (2014) töödest selgus, et niiske ja pehme muld on põllumajandusmaastikus pesitsevatele kurvitsatele määrava tähtsusega. Näiteks, mida niiskem oli muld ja mida rohkem esines põldudel lühiaegseid veekogusid, seda suurem oli nendel aladel kiivitaja (*Vanellus vanellus*) pesitsustihedus, lisaks suurenes selgrootute arvukus, mis otseselt suurendas kiivitaja pesapogade toidu kättesaadavust (Eglinton *et al.* 2008; Eglinton *et al.* 2010). Leito *et al.* (2014) näitasid, et kurvitsaliste (*Charadriiformes*) ja vihmausside (*Lumbricus spp.*) arvukus oli otseselt seotud rannaäärsete rohumaade üleujutusega. Käesoleva uurimistöö tulemused sisemaa põldudel viitasid, et pigem just parasniiske muld võiks soodsamalt mõjuda üldisele liigirikkusele, kuid see otseselt kinnitust ei leidnud, kuna tulemus polnud statistiliselt usaldusväärne ( $p=0,08$ ). Detailsemalt vaatasime ainult kõige tavalisema põllulinnuliigi – põldlökese – asustustihedust ning

see ei peegeldanud märkimisväärseid seoseid mulla niiskusastmega. Uurimisruutude väikesest pindalast ja madalast asustustihedusest tingituna ei olnud võimalik detailselt uurida teisi liike (näiteks kurvitsalisi, sh suurkoovitajat (*Numenius arquata*) või kiivitajat), kuid see on oluline teema, mida tuleks tulevikus uurida aktiivses põllumajanduslikus kasutuses olevatel aladel.

Käesolev uurimistö viitas, et osa põllulinde (näiteks hallrastas, põldlõoke, kadakataks, kuldnokk) eelistasid parasniiskeid alasid. Seevastu pruunselgpõõsalind, talvike ja metskiur eelistasid alaliselt liigniiskeid alasid. Seega

toetasid tulemused ainult osaliselt meie püstitatud hüpoteesi linnustiku erinevuste kohta alaliselt liigniiskete muldadega aladel võrreldes parasniiskete muldadega aladega. Meie arvates on vaja läbi viia erineva niiskusastmega elupaigaeelistusele viitavate liikide toitumisalane uuring, mis võiks anda vihjeid mulla niiskusastme eelistatuse osast põllumajandusmaastikus.

### Tänuavaldused

Täname Tiina Kösterit mullakaardi klassifitseerimise eest antud uurimistö jaoks. Välitöid Räpu veekaitsealal rahastas Põllumajandusuuringute Keskus.

### Summary

## Relationships of farmland birds to drainage ditch presence and soil water regime

During 20th century, widespread soil improvement for drainage has been carried out in Estonia and man-made landscape elements – ditches – have been created. In the current study, the effect of ditches and soil water regime on bird abundance and species richness was studied in Räpu river catchment protected area in Järva county. Bird counts were carried out in 2007–2008 using point count method. Results indicated that ditches with trees and bushes were the most important predictors for bird abundance. Bird abundance variables were significantly lower on areas without ditches. However, the skylark (*Alauda arvensis*) abundance (most numerous species) was significantly higher on areas without ditches. On automorphic areas, number of species and bird abundance without the skylark were significantly higher than on hydromorphic areas. Bird species composition depended on ditch type and soil water regime. These results can be used for landscape planning, nature conservation, and development of agri-environmental schemes that support biodiversity.

## Kasutatud kirjandus

- Bellamy, P.E., Hinsley, S.A. & Newton, I. (1996) Factors influencing bird species numbers in small woods in south-east England. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 249-262.
- Bennett, A.F., Hinsley, S.A., Bellamy, P.E., Swetnam, R.D. & Mac Nally, R. (2004) Do regional gradients in land-use influence richness, composition and turnover of bird assemblages in small woods? *Biological Conservation*, **119**, 191-206.
- Berg, Å. (2002) Composition and diversity of bird communities in Swedish farmland–forest mosaic landscapes: The amount of forest (at local and landscape scales) and occurrence of residual habitats at the local scale are shown to be the major factors influencing bird community composition in farmland–forest landscapes in central Sweden. *Bird Study*, **49**, 153-165.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992) *Bird census techniques*. Academic press, London.
- Bradbury, R.B. & Kirby, W.B. (2006) Farmland birds and resource protection in the UK: Cross-cutting solutions for multi-functional farming? *Biological Conservation*, **129**, 530-542.
- Chamberlain, D.E., Wilson, A.M., Browne, S.J. & Vickery, J.A. (1999) Effects of habitat type and management on the abundance of skylarks in the breeding season. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 856-870.
- Deutsch, M. (2007) The ortolan bunting *Emberiza hortulana* in the Wendland region (Lower Saxony) - population increase due to drainage and transformation of grassland into arable land. *Vogelwelt*, **128**, 105-115.
- Eglington, S., Gill, J., Bolton, M. & Smart, M. (2009) Reversion of arable land to wet grassland for breeding waders. *Conservation Land Management*, **7**, 5-9.
- Eglington, S.M., Bolton, M., Smart, M.A., Sutherland, W.J., Watkinson, A.R. & Gill, J.A. (2010) Managing water levels on wet grasslands to improve foraging conditions for breeding northern lapwing *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology*, **47**, 451-458.
- Eglington, S.M., Gill, J.A., Bolton, M., Smart, M.A., Sutherland, W.J. & Watkinson, A.R. (2008) Restoration of wet features for breeding waders on lowland grassland. *Journal of Applied Ecology*, **45**, 305-314.
- Fuller, R., Trevelyan, R. & Hudson, R. (1997) Landscape composition models for breeding bird populations in lowland English farmland over a 20 year period. *Ecography*, **20**, 295-307.
- Legendre, P. & Gallagher, E.D. (2001) Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, **129**, 271-280.
- Leitõ, A., Elts, J., Mägi, E., Truu, J., Ivask, M., Kuu, A., Ööpik, M., Meriste, M., Ward, R. & Kuresoo, A. (2014) Coastal grassland wader abundance in relation to breeding habitat characteristics in Matsalu Bay, Estonia. *Ornis Fennica*, **91**, 149-165.
- Liu, H., Zhang, S., Li, Z., Lu, X. & Yang, Q. (2004) Impacts on wetlands of large-scale land-use changes by agricultural development: the small Sanjiang Plain, China. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, **33**, 306-310.
- Maa-amet (2008b) Eesti Mullakaart 1 : 10 000. <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Mullakaart-p33.html>
- Maa-amet (2008a) Eesti Põhikaart 1 : 10 000. <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Eesti-Pohikaart-110-000-p30.html>
- MacDonald, D. & Johnson, P. (1995) The relationship between bird distribution and the botanical and structural characteristics of hedges. *Journal of Applied Ecology*, **32**, 492-505.

- Major, R.E., Christie, F.J., Gowing, G. & Ivison, T.J. (1999) Age structure and density of red-capped robin populations vary with habitat size and shape. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 901-908.
- Marja, R. & Herzon, I. (2012) The importance of drainage ditches for farmland birds in agricultural landscapes in the Baltic countries: does field type matter? *Ornis Fennica*, **89**, 170-181.
- Marja, R., Herzon, I., Rintala, J., Tiainen, J. & Seimola, T. (2013) Type of agricultural drainage modifies the value of fields for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **165**, 184-189.
- Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tschardtke, T. & Batáry, P. (2014) Environmentally friendly management as an intermediate strategy between organic and conventional agriculture to support biodiversity. *Biological Conservation*, **178**, 146-154.
- Mason, C. & Macdonald, S. (2000) Influence of landscape and land-use on the distribution of breeding birds in farmland in eastern England. *Journal of Zoology*, **251**, 339-348.
- McCollin, D. (1993) Avian distribution patterns in a fragmented wooded landscape (North Humberside, UK): the role of between-patch and within-patch structure. *Global Ecology and Biogeography Letters*, **3**, 48-62.
- Menz, M.H., Brotons, L. & Arlettaz, R. (2009) Habitat selection by Ortolan Buntings *Emberiza hortulana* in post-fire succession in Catalonia: implications for the conservation of farmland populations. *Ibis*, **151**, 752-761.
- Oksanen, J., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, R., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, M. & Wagner, H. (2013) vegan: Community Ecology Package. <http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Parish, T., Lakhani, K. & Sparks, T. (1995) Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow, and other field margin attributes. II. Abundance of individual species and of groups of similar species. *Journal of Applied Ecology*, **32**, 362-371.
- PECBMS (2013) *Population Trends of Common European Breeding Birds 2013*. CSO, Prague.
- Piha, M., Pakkala, T. & Tiainen, J. (2003) Habitat preferences of the Skylark *Alauda arvensis* in southern Finland. *Ornis Fennica*, **80**, 97-110.
- Piha, M., Tiainen, J., Holopainen, J. & Vepsäläinen, V. (2007) Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Biological Conservation*, **140**, 50-61.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D. & Team, R.C. (2013) nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-104. <http://cran.r-project.org/web/packages/nlme/nlme.pdf>
- R Development Core Team (2013) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Remm, K., Remm, J. & Kaasik, A. (2012) *Ruumiliste loodusandmete statistiline analüüs*. Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Tartu.
- Schifferli, L. (2000) Changes in agriculture and the status of birds breeding in European farmland. British Ornithologists' Union Conference Proceedings: *Ecology and conservation of lowland farmland birds*, 17-25.
- Siriwardena, G.M., Baillie, S.R., Buckland, S.T., Fewster, R.M., Marchant, J.H. & Wilson, J.D. (1998) Trends in the abundance of farmland birds: a quantitative comparison of smoothed Common Birds Census indices. *Journal of Applied Ecology*, **35**, 24-43.

- Stolt, B.-O. (1997) The Ortolan Bunting *Emberiza hortulana* L. in Sweden – migration and abundance. *Ortolan – Symposium Ergebnisse* (ed. B. von Bülow), 101-111. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, Germany.
- Söderström, B. & Pärt, T. (2000) Influence of landscape scale on farmland birds breeding in semi-natural pastures. *Conservation Biology*, **14**, 522-533.
- Vepsäläinen, V., Pakkala, T., Piha, M. & Tiainen, J. (2005) Population crash of the ortolan bunting *Emberiza hortulana* in agricultural landscapes of southern Finland. *Annales Zoologici Fennici*, **42**, 91-107.
- Vepsäläinen, V., Tiainen, J., Holopainen, J., Piha, M. & Seimola, T. (2010) Improvements in the Finnish agri-environment scheme are needed in order to support rich farmland avifauna. *Annales Zoologici Fennici*, **47**, 287-305.
- Verhulst, S., Perrins, C. & Riddington, R. (1997) Natal dispersal of great tits in a patchy environment. *Ecology*, **78**, 864-872.
- Voříšek, P., Jiguet, F., van Strien, A., Škorpilová, J., Klvaňová, A. & Gregory, R. (2010) Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost. *British Ornithologists' Union Conference Proceedings: Lowland Farmland Birds III*.