



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Liis Keerberg

**LINNUSTIKKU MÕJUTAVAD TEGURID NING
ELUPAIKADE SÄILITAMISE JA LOOMISE VÕIMALUSED
KARJÄÄRIDES**

**FACTORS AFFECTING AVIAN COMMUNITY AND OPTIONS
OF CREATION AND CONSERVATION OF HABITATS IN
QUARRIES**

Magistritöö
Linna- ja tööstusmaastike korralduse õppekava

Juhendajad: Riho Marja, *PhD*
Hannes Pehlak, *MSc*

Tartu 2015

Mina, Liis Keerberg,

sünniaeg 01.08.1978,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud magistritöö
„Linnustikku mõjutavad tegurid ning elupaikade loomise ja säilitamise võimalused
karjäärides“,

mille juhendajad on Riho Marja ja Hannes Pehlak,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, _____

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

MAGISTRITÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Põllumajandus-ja keskkonnainstituut	Õppekava: Linna-ja tööstusmaastike korraldus
Autor: Liis Keerberg	Juhendajad: Riho Marja, Hannes Pehlak
Pealkiri: Linnustikku mõjutavad tegurid ning elupaikade säilitamise ja loomise võimalused karjäärides	
<p>Sisu lühikokkuvõte: Magistritöö käsitleb korrastamata ja korrastatud liiva- ja kruusakarjääride linnustiku liigilist mitmekesisust, arvukust ning neid mõjutavaid tingimusi. Samuti analüüsiti karjäärielupaikade loomise ja säilitamise võimalusi ning probleeme. Töös kasutatud linnustiku- ja maastikuandmed koguti 2014. aasta mais ja juunis seitsmes Eesti maakonnas paiknevalt kahekümnelt uurimisalalt. Kokku registreeriti karjäärides pesitsevaid linde 42-st liigist ning loendati 230 haudepaari. Andmeid analüüsiti programmidega ArcGIS (ESRI 2014) ja R (R Core Team 2014).</p> <p>Töö tulemusena selgus, et korrastamata karjäärides pesitseb kaitsealuseid linnuliike oluliselt enam kui korrastatud karjäärides. See on seotud ilmselt korrastamata aladele iseloomulike tunnuste – järskude nõlvade, vahelduvate taimestunud ja kamardumata alade, erineva suuruse ja sügavusega veekogude ning varjevõimalusi pakkuvate tasandamata puistangutega. Korrastamisel reeglina karjääri nõlvad ohutuse huvides tasandatakse, karjääri põhja tekkinud vesised sulglohud täidetakse, puistangud silutakse, põhi kaetakse kasvupinnasega ning ala taimestatakse roht- või puittaimestikuga. Selliste võtete kasutamisel mitemtele kamardumata aladega seotud kaitsealustele liikidele (väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), kaldapääsuke (<i>Riparia riparia</i>), nõmmelõoke (<i>Lullula arborea</i>)) sobivad pesitsus- ja toitumistingimused kiiresti kaovad.</p> <p>Asjaolu, et korrastamata aladel on enam kaitsealuseid liike, ei tähenda, et ainus võimalus karjääridesse liigirikaste koosluste loomiseks oleks need korrastamata jätta. Pigem viitab see vajadusele mitmekesistada korrastamise võtteid ja suundi, mis Eestis on enamvähem ühetaolisena säilinud 1960.-1970.aastatest alates. Töö sisaldab praktilisi ja keskkonnakorralduslikke soovitusi karjäärielupaikade säilitamiseks ja loomiseks..</p>	
Märksõnad: linnustik, karjäärielustik, elupaigad tööstusaladel, karjääride korrastamine.	

REVIEW OF MASTER THESIS

Estonian University of Life Sciences Institute of agricultural and environmental sciences	Study programme: Management of Urban and Industrial Landscapes
Author: Liis Keerberg	Supervisors: Riho Marja, Hannes Pehlak
Title: Factors affecting avian community and options of creation and conservation of habitats in quarries	
<p>Abstract: Species richness and abundance of avian communities of unreclaimed and reclaimed sand- and gravel pits were studied for the purposes of the Master's Thesis. Different aspects of creation and conservation of quarry habitats were analysed. The data were collected from 20 research areas in seven Estonian counties. In total 42 species of breeding birds and 230 breeding pairs were registred in quarries.</p> <p>According to the results, the number of protected species was significantly higher in unreclaimed sites than on reclaimed sites. This is apparently connected with the characteristic elements of unreclaimed sites - steep slopes, waterbodies of different size and permanence, nutrient poor soil, heaps and bare ground. Those conditions are suitable for protected bird species such as the little ringed plover (<i>Charadrius dubius</i>), sandmartin (<i>Riparia riparia</i>) or the woodlark (<i>Lullula arborea</i>), who breed on unvegetated surfaces of sand- and gravel pits. In the course of reclamation commonly the slopes and surface of the quarries are flattened, small water bodies are filled, the ground covered with rich soil, followed by over-grassing or afforestation. Conditions suitable for bare ground habitat specialists are thereby lost.</p> <p>The fact that more protected bird species are breeding in unreclaimed quarries does not mean that for gaining diverse habitats quarries should be left abandoned. It rather refers to the need of diversification of the reclamation methods and afteruse directions which have remained in Estonia unchanged since 1960–1970. Thesis contains several suggestions which would help to support the conservation and creation of habitats in quarries.</p>	
Key words: avian community, industrial habitat, quarry habitat, reclamation.	

SISUKORD

MAGISTRITÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE.....	3
REVIEW OF MASTER THESIS.....	4
SISSEJUHATUS.....	6
1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	11
1.1.Karjäärielustiku uuritus Euroopas ja Eestis.....	11
1.2.Karjäärielupaikade säilitamise ja loomise näiteid Euroopas.....	13
1.3.Karjäärielupaikade säilitamise ja loomise näiteid Eestis.....	16
1.4.Karjääride korrastamise õiguslik raamistik.....	18
2.METOODIKA.....	20
2.1.Uurimisalade valik ja asukoht.....	20
2.2.Uurimisalade kirjeldus.....	22
2.3.Linnustiku loendused.....	24
2.4.Maastikuandmed.....	24
2.5.Andmete statistiline analüüs.....	26
3.TULEMUSED.....	29
4.ARUTELU.....	34
4.1.Linnustikku ja karjääre iseloomustavate tunnuste seosed.....	34
4.2.Liigirikaste karjääride kujundamise võimalused ja probleemid.....	36
4.3.Järeldused ja soovitused.....	40
KOKKUVÕTE.....	44
KIRJANDUSLOEND.....	48
FACTORS AFFECTING AVIAN COMMUNITY AND OPTIONS OF CREATION AND CONSERVATION OF HABITATS IN QUARRIES.....	56
LISAD.....	59
Lisa 1. Liiva- ja kruusakarjäärides registreeritud kaitsealuste liikide nimekiri.....	60
Lisa 2. Käesoleva töö raames registreeritud karjääride haudelinnustiku nimekiri.....	62

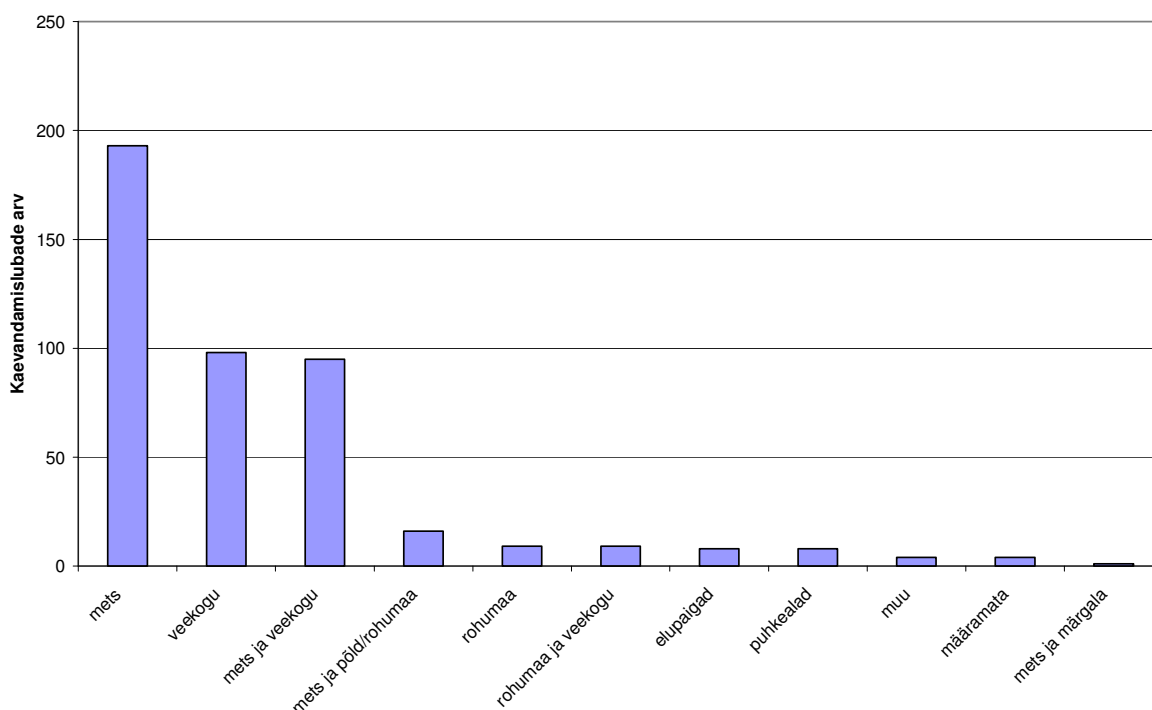
SISSEJUHATUS

Karjääriks nimetatakse avatud ala maapõues, kust kaevandatakse kivimeid, liiva, kruusa ja mineraale (EE-Quarry 2010). Enne kaevandamistöde alustamist puhastatakse maapind puittaimestikust ning eemaldatakse maavaralasalundilt pinnas (Karon 2014). Maavara kaevandamise käigus kujunevad karjäärides järsud nõlvad ning lame ja õhukese toitainevaese pinnasekihiga põhi. Muudetud hüdroloogiliste ja geomorfoloogiliste tingimuste tõttu vahelduvad neil aladel üleujutused ning veepõud (Lundholm, Richardson 2010). Tekib uus mikroreljeef, pinnas, taimestik ja isegi loomastik. Kui maavaravaru asub allpool põhjavee püsitasel, moodustub karjääri veekogu (Reinsalu *et al.* 2002).

Karjääre võivad asustada looma- ja taimeliigid, kes on kohastunud elama muutuvates looduslikes elupaikades nagu näiteks perioodiliselt uhitavad jõgede kaldad, liivajärsakud, kruusapaljandid, ajutised või püsivad veekogud (Leitfaden... 1997). Praktikas tekib nii töötavate kui ka ammendunud karjääride puhul sageli küsimus, kas sealsed elupaigad tuleks säilitada või mitte? Eestis selles valdkonnas veel riiklikke suuniseid antud ei ole. Seepärast sõltub elupaikade säilimine töötavates karjäärides suuresti kaevandusettevõtete keskkonnapoliitikast ja töökultuurist, korrastatavate karjääride puhul on määravaks õiguslikud nõuded ning alale kaevandamisjärgselt antav funktsioon.

2015. aasta märtsi seisuga on Eestis kehtivas 445-s liiva- ja kruusakarjääri kaevandusloas märgitud karjääri kaevandamisjärgseks maakasutuseks 43,4%-l juhtudest metsamaa, 22%-l juhtudest veekogu ning 21,3%-l mets ja veekogu (Maa-amet 2015) (vt. joonis 1). Ülejäänud 13,3% karjääride kasutusviisidest on metsa, rohumaa ja põllumaa erinevad kombinatsioonid, kaitsealuste liikide elupaigad ning puhke- ja virgestusalad. Elupaikade rajamise osakaal lubade koguarvust on 1,6% ning need on valdavalt I kaitsekategooria kahepaikse kõre (*Bufo calamita*) juba olemasolevad elupaigad, mille kaitse alla võtmine on looduskaitseaduse kohaselt kohustuslik (Looduskaitseadus 2015, § 48 lg 1).

Karjäärde korrastamisjärgne maakasutus



Joonis 1. Korrastamise suunad liiva- ja kruusakarjäärde kehtivates kaevanduslubades (koostatud Maa-amet 2015 põhjal).

Ühes kaevandusloas nähakse ette kaitseala koosseisu jääva karjääri kujundamine liigendatud kaldajoone ja saarekestega veekoguks, mis sobib pesitsemisalaks lindudele. Samuti vaid ühel juhul on kavas luua karjäärialale koos metsaga ka märgala. Seega on Eestis sihtliikidele elupaikade kavandamine ammendatud karjäärdesse väga erandlik. Sarnane oli olukord 1960.–1970. aastatel, mil samuti domineeris korrastamisel metsastamine ning elupaigad karjäärdes ei olnud aktuaalseks teemaks (Merusk 1979).

Võimalusi kaevandamise käigus kahjustatud ökosüsteemide taastamiseks on mitmeid. Taastamise puhul kitsamas tähenduses (*restoration*) on sihiks taastada algne ökosüsteem (Sammul, Lõhmus 2005), kuid kaevandatud alade korral on sedalaadi taastamise tulemuslikkus väga ebatõenäoline. Tugihoolet (*rehabilitation*) rakendatakse juhul, kui soovitakse soodustada rikunud ökosüsteemi iseregulatsioonivõime taastumist (*ibid.*). Karjäärde puhul rakendatakse tüüpiliselt rekultiveerimist (*reclamation*) ehk lihtsamaid võtteid, mis aitavad kiiresti taastada taimkatte, vältides sellega erosiooni ning käivitades

mullatekkeprotsessi (Pensa *et al.* 2005). Rekultiveerimise põhieesmärgiks on pinnase stabiliseerimine, ohutuse tagamine, rikutud alale esteetiliselt rahuldava ilme ja sotsiaalselt kasuliku funktsiooni andmine. Taimestamisel, mis on tavaliselt rekultiveerimise osaks, piirduakse tihti vaid ühe või paari liigi külvamise või istutamisega. Samas, läbimõeldud ökoloogiliste aspektidega rekultiveerimisprojektid võivad olla võrreldavad kas tugihoolde või isegi taastamisega (SER International Primer... 2004).

Teatud tingimustel võib karjääri jätta ka looduslikule suksessioonile, mille puhul kaevandamise käigus tekkinud pinnavorme, abiootilisi ja biootilisi tingimusi enam täiendavalt ei mõjutata ning taimestiku ja loomastiku edasine areng kujuneb loomuliku kiirusega. Saab ka kasutada minimaalselt tehnilise korrastamise võtteid ning jätta siis ala looduslikule taastumisele (Prach *et al.* 2007). Isetaastumise eeliseks on mitmekesisemate koosluste teke ning sellistel aladel on rohkem potentsiaali pakkuda paremaid elupaiku haruldastele liikidele (Becker-Platen 1993; Tropek *et al.* 2010; Šalek 2012).

Seda, et töötavatesse ja korrastamata karjääridesse võib tekkida kaitseväärtuslikke kooslusi, kinnitab kaitsealuste liikide esinemine hetkel töötavates Eesti liiva- ja kruusakarjäärides. Neis on registreeritud kaitsealuste kahepaiksete, roomajate, lindude, käsitiivaliste, putukate ja taimede elupaiku kolmes erinevas kaitsekategoorias (EELIS 2015, Maa-amet 2015). Linnuliikidest on liiva- ja kruusakarjäärides registreeritud elupaigad II kategooria liikidel nagu metsis (*Tetrao urogallus*), sarvikpütt (*Podiceps auritus*), hüüp (*Botaurus stellaris*), nõmmekiur (*Anthus campestris*) ja põldtsiitsitaja (*Emberiza hortulana*). III kategooria linnuliikidest on liiva- ja kruusakarjäärides elupaigad registreeritud kaheksal liigil – väiketüll (*Charadrius dubius*), liivatüll (*Charadrius hiaticula*), mudatilder (*Tringa glareola*), punajalg-tilder (*Tringa totanus*), hallpea-rähn (*Picus canus*), musträhn (*Dryocopus martius*), nõmmelõoke (*Lullula arborea*) ja kaldapääsuke (*Riparia riparia*).

Kahepaiksetest on karjäärid oluliseks elupaigaks haruldasele I kaitsekategooria liigile kõrele ning roomajatest II kaitsekategooriasse kuuluvale kivisisalikule (*Lacerta agilis*). Karjääriveekogude kohal toituvad putukatest erinevat liiki nahkhiired ja neilt aladelt on leitud kasvukohti ka kaitsealustel taimedel nagu soo-hiilakas (*Liparis loeselii*) või madal

unilook (*Sisymbrium supinum*) (vt. Lisa 1 – liiva- ja kruusakarjäärides registreeritud kaitsealuste liikide nimekiri).

Tegureid, mis mõjutavad karjäärides kujunevate väärtuslike koosluste teket, on Eestis vähe uuritud. Ehk kõige rohkem teatakse haruldaseks jäänud kahepaiksete elupaigavajadustest. Enamiku karjäärides esinevate kaitsealuste liikide kohta (v.a kõre) on keskkonnaregistris andmeid napilt. Näiteks liiva- ja kruusakarjääride nõlvadesse pesakoopaid rajava kaldapääsukese pesitsuskohana on keskkonnaregistri andmebaasis vaid kolm kirjet kahest karjäärist (Malvaste liivakarjäär Hiiumaal, Karjaküla kruusakarjäär Harjumaal) (EELIS 2015). Samas, juba käesoleva magistritöö raames kohati kaldapääsukeste asustatud pesakoopaid kolmes karjääris, mis olid keskkonnaregistri kirjetega katmata. Kui arvestada, et karjääride näol on tegemist kaldapääsukese ühe tüüpilise elupaigaga, viitab kirjete vähene arv selle väheneva arvukusega III kategooria liigi (Eelts *et al.* 2013) alaesindatusele keskkonnaregistris.

Vähene uuritus ja andmete puudumine peegelduvad omakorda nii korrastamissuundades kui ka -projektides, kus elurikkuse säilimise olulisusele pole tihti mõeldud. Hetkel puuduvad Eestis ka karjäärielupaikade säilitamise ja loomise võtteid tutvustavad juhendid. Järgmise viie aasta jooksul lõpeb aga ligi kolmandiku praegu töötavate liiva- ja kruusakarjääride (kogupindalaga 1300 hetkarit) kaevanduslubade kehtivuse tähtaeg (Maaamet 2015) ning karjääride korrastamise tempo on muutumas senisest märksa aktiivsemaks. Kui traditsiooniliste majandamis- ja korrastamisvõtete ning suundade kõrval arendataks ökoloogiliselt läbimõeldumaid alternatiive, võiksid paljudesse endistesse karjääridesse kujuneda väärtuslikud kooslused.

Käesoleva töö eesmärgiks on:

- anda ülevaade liiva- ja kruusakarjäärides pesitsevate lindude liigilisest koosseisust ja arvukusest;
- võrrelda korrastatud ja korrastamata karjääride linnustikku;
- uurida, millised keskkonnatingimused karjääride linnustiku liigilist mitmekesisust ja arvukust kõige enam mõjutavad;
- selgitada välja karjäärielupaikade säilitamise ning loomise praktilised ja õiguslikud probleemid ning võimalused.

Karjääride linnustiku võrdleval analüüsil püstitati hüpotees, et Eestis tüüpiliselt kasutatavad karjääride korrastamisvõtted mõjutavad sealse linnustiku liigirikkust ja arvukust, mistõttu korrastamata ja korrastatud karjääride linnustik on erinev.

Töös kasutatavad linnustiku- ja maastikuandmed on kogutud autori poolt välitöödel 2014. aasta mais ja juunis ning analüüsitud programmidega ArcGIS (ESRI 2014) ja R (R Core Team 2014). Töö jaguneb järgmistesse peatükkidesse: kirjanduse ülevaade (1), mis hõlmab lisaks teaduskirjanduse ülevaatele ka näiteid elupaikade loomisest kruusa- ja liivakarjäärides ning karjääride korrastamise õigusliku regulatsiooni kirjeldust; meetodika (2), milles kirjeldatakse uurimisalade valiku, andmete kogumise ja analüüsi põhimõtteid; tulemused (3); arutelu (4), kus käsitletakse saadud tulemusi, karjäärielupaikade säilitamise ja loomise võimalusi ning esitatakse tööst tehtud järeldused ja soovitused. Töö kokkuvõttes antakse ülevaade töö olulisematest tulemustest ja soovitustest valdkonna arendamiseks.

Täna südamest magistritöö valmimisele kaasa aidanud inimesi: Riho Marja, Märt Möls, Jaanus Elts, Anne Kull, Boris Barov, Riinu Rannap, Hannes Pehlak, Tanel Kaart, Alar Rosentau, Maarika Värik, Merike Rosin, Carsten Debes, Aita Keerberg, Jaak Keerberg, Liidi Sommer, Lauri Sommer, Triinu Soomere, Tiiu Tali.

1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1.Karjäärielustiku uuritus Euroopas ja Eestis

Kruusakarjääride tähtsust kaitsekorralduslikult olulise linnuliigi elupaigana teadvustati esmalt Suurbritannias, kui 1931. aastal toimunud tuttpüti (*Podiceps cristatus*) üleriigilise loenduse käigus leiti linde pesitsemas kruusakarjääride veekogudes (Tydeman 1982). Efektsete sulgede tõttu populaarse jahilinnu arvukust hinnati Suurbritannias 19. sajandi lõpul ainult 32 paarile ning jahikeelu seadmise järel oli asurkond 1930-ndatel taastumas. 1970. aastateks olid karjääriveekogud kujunenud liigi peamiseks pesitsuspaigaks (Sharrock 2010). 1939 registreeriti Londoni lähedal Tring'i veehoidla kaldapealsel kruusapaljandil esimene väiketüllil pesitsus. Senini oli liiki kohatud Suurbritannias vaid eksikülalisena (Tydeman 1982). Praegu hinnatakse pesitsevate väiketüllide arvukust riigis 1200–1300 paarile ning liigi levikut on toetanud just sobivate elupaigatingimuste olemasolu kruusakarjäärides (Little ringed... 2015).

Haruldaste linnuliikide pesitsemise avastamine kruusakarjäärides viis teise maailmasõja järel Suurbritannias karjäärielupaikade põhjalike uuringuteni ning osad karjäärid kujundati veelinnualadeks. Karjääride uurimist aktiveeris oluliselt mõnede väärtuslike linnualadena tuntud karjääriveekogude kinniajamine 1960. aastatel. Kokkusattumuslikult samal perioodil hakkas vähenema looduslike märgalade pindala. Karjäärielustiku säilimise teemal tekkisid konfliktid, kui kaevandusfirmad hakkasid karjääriveekogudesse looma puhkealasid kalastamise, veesuusatamise ja muude vaba aja veetmise võimalustega (Tydeman 1982).

Saksamaal ilmusid teise maailmasõja järgsed karjääride taimestikku käsitlevad uurimused ning andmed haruldaste taimeliikide esinemiste kohta mõnedes botaanikaalastes artiklites 1950. aastatel. Süsteemsem huvi karjääride elustiku vastu tekkis Saksamaal 1960-ndatel, kui seal viidi läbi mitmeid uuringuid karjääriveekogudega seotud kahepaiksete ja lindude kohta. Hüppeliselt kasvas karjäärielustiku uurimine Saksamaal perioodil 1975–1985 ning

teadustööde tulemused leidsid rakendusliku väljundi karjääride majandamissoovitustes (Gilcher, Bruns 1999).

Kaevandusalade linnustikku käsitlevates kaasaegsetes teadustöödes on põhiliselt pööratud tähelepanu karjääride linnustiku liigilisele mitmekesisusele ja tingimustele, mis seda mõjutavad (Santoul *et al.* 2004, 2009; Šalek 2012). Uuritud on ka kitsamaid teemasid nagu üleujutuste mõju laululindude pesitsusedukusele korrastatud kruusakarjääris (Harrisson, Whithouse 2012), karjääre kalakajakate (*Larus canus*) elupaigana (Skórka *et al.* 2006) või pinnase poorsuse mõju pesakoopaid uuristavate linnuliikide pesitsusedukusele (Heneberg 2009). Linnukoosluste erinevusi spontaansele suksessioonile jäetud ja korrastatud aladel on võrreldud Tšehhi pruunsöekarjääride linnustikku käsitlevas uurimistöös (Šalek 2012).

Eestis hakati karjääride rekultiveerimise probleemistikuga tegelema 20. sajandi kuuekümnendatel ja seitsmekümnendatel aastatel, mil uuriti põhjalikult põlevkivikarjääride rekultiveerimise alternatiive ning leiti, et neil aladel on majanduslikult kõige otstarbekam rajada männikultuurid (Kaar *et al.* 1971). 2000. aastatel, kui uuriti korrastatud ja looduslikule taastumisele jäetud põlevkivikarjääride roht- ja puittaimestikku, leiti, et karjääripuistangute looduslikule uuenemisele jätmisel kujuneb karjääris tunduvalt mitmekesisem taimestik kui rekultiveerimisel. Kuna puurinne mõjutab oluliselt ka ülejäänud taimkatte ja sellega seotud elustiku arengut, eeldati, et sellel võib olla oluline mõju ka linnustiku liigirikkusele ja elupaikade mitmekesisusele (Pensa *et al.* 2005). Põlevkivikarjääride puhul on uuritud ka metsastamise mõju taimestiku suksessioonile (Pensa *et al.* 2008); kaevandamisega muudetud maastike väärtustamise ja kujundamise probleeme (Sepp *et al.* 2010) ning kodumaiste ja võõrliigiliste puistute kasvu tasandatud puistangutel (Kuznetsova 2011).

Ehitusmaavarade karjääre käsitlevaid töid on vähem. Uuritud on näiteks Võrumaa mahajäetud kruusa-, liiva- ja maaainese karjääride seisuga ja rekultiveerimise vajadust (Rosentau 1998); dolokivikarjääride korrastamise võimalikke suundi (Bachmann 2007); on koostatud ülevaade taimestamise võtetest ehitusmaavarade karjääride korrastamisel (Uustal 2008). Keskkonnakorralduslikust aspektist on uuritud puudusi liivakarjääride korrastamise seadusandluses (Vint 2012). Liivakarjääride sobilikkus kõre elupaigana selgus selle liigi populatsioonidünaamika uuringust (Soomets 2013). Erinevaid karjäärielupaiku ja nende

loomise aspekte on tutvustatud Eesti Mäeseltsi artiklitekogumikus „Kaevandamine parandab maad“ (Timm *et al.* 2007). Võimalusi elurikkuse kaitse integreerimiseks ettevõtete tegevustesse käsitletakse Säästva Eesti Instituudi ekspertide koostatud juhises „Ettevõtted ja elurikkus“ (Uustal, Sall 2013).

Aastatel 1989–2014 on ilmunud peamiselt Eesti Ornitoloogiaühingu väljaandes „Hirundo“ kaheksa pae-, kruusa- ja liivakarjäärade linnustikku käsitlevat artiklit (Edula 1989; Sügav 1991,1993; Aua 1993,1997; Väli 2001; Aua, Salumäe 2010; Pehlak *et al.* 2014). Artiklid tuginevad autorite vaatlusandmetele ning on väärtuslikud liigiandmestiku allikad, eriti veelindude osas. Mõnes töös (Aua 1993, Väli 2001, Pehlak *et al.* 2014) on lisaks liigiandmestiku esitamisele käsitletud ka liigirikkust ja arvukust mõjutada võivaid tegureid. Pehlak *et al.* (2014) artiklis koondatud andmete kohaselt on seni Eesti karjäärides leitud pesitsemas veelinde 36-st liigist.

1.2.Karjäärielupaikade säilitamise ja loomise näiteid Euroopas

Teaduskirjanduse kõrval oluliseks infoallikaks on näited juba ellu viidud või käimasolevatest taastamisprojektidest ja elurikkust toetavast praktikast kaevandamisel.

Inglismaal on karjäärade elupaikadeks kujundamise potentsiaali uurimist ja tutvustamist korraldanud linnukaitseühing Royal Society of Protection of Birds (RSPB), mille ekspertidel on pikaajaline kogemus tööstusaladele poollooduslike koosluste loomisel. RSPB eksperdid on loonud näiteks GIS mudeli, mille abil saab iga töötava karjääri puhul hinnata selle ala geoloogilistest, mullanduslikest ja hüdrooloogilistest tingimustest sõltuvat potentsiaali riiklikus bioloogilise mitmekesisuse tegevuskavas määratud prioriteetsete poollooduslike koosluste loomiseks. 20. sajandi teisel poolel vähenes põllumajanduse, urbaniseerumise ja okaspuukultuuride rajamise tõttu selliste koosluste pindala Inglismaal drastiliselt (Davies 2006). Kokku on riigis endiste karjäärialade korrastamisel kujundatud 35 erinevat elupaigatüüpi (Nature after minerals database 2015). Kunagistes karjäärides asub seal üle 600 looduskaitseala (Davies 2006).

Karjäärielupaikade loomisele on hakanud kaasa aitama ka kaevandusettevõtted. Näiteks rahvusvahelised kontsernid nagu Heidelberg Cement Group ja Cemex on kaevandamise suurt negatiivset mõju elurikkusele püüdnud leevendada kaevandustes tekkivate elupaikade säilitamise, kujundamise ja liigikaitsealaste programmidega. Mõlemad ettevõtted on sõlminud muuhulgas koostöölepped rahvusvahelise linnukaitseorganisatsiooniga BirdLife. Ühiselt viidi läbi mahukas eeluuring nende Heidelberg Cement'i ja Cemex'i karjääride kindlakstegemiseks, kus võiks kaitsealade või oluliste linnualade läheduse tõttu olla potentsiaali väärtuslike elupaikade kujunemiseks. Samuti on partnerluse raames õpetatud kohalikke kaevandusfirmasid tööde ning korrastamise planeerimisel arvestama bioloogilise mitmekesisuse aspekte (BirdLife 2015; Cemex 2015).

BirdLife'i ja Heidelberg Cement'i koostööleppe raames on Heidelberg Cement'i tütarfirma Hanson ja RSPB hetkel ellu viimas 30-aastast projekti, millega kujundatakse Cambridge'i lähedal asuv ligi 700-hektariline Needingworthi liiva- ja kruusakarjääride võrgustik veekogude, rohuma ja suurima roostikualaga märgalakompleksiks Inglismaal. Projekti esimese kümne aasta jooksul on alale istutatud üle 130 000 pillirootaime (*Phragmites australis*). Tänaeks asustavad Needingworth'i ala roo-loorkull (*Circus aeruginosus*), roohabekas (*Panurus biarmicus*), erinevaid partlased, pütid ja luigid. Arvukalt esineb kiile, keda jahivad lõopistrikud (*Falco subbuteo*). Samuti on alal pesitsema hakanud hüüp, Inglismaa üks haruldasemaid linde, kes on jahipidamise ja elupaikade kadumise tõttu riigis väljasuremise äärel. Linnurikas märgala on küllastajatele aastaringselt avatud, kusjuures inimesed saavad liikuda selleks ettenähtud radadel (Ouse fen 2015).

Hea näide soiste ranna- ja luhakarjamaade loomisest endisele kaevandusalale on Nosterfield'i karjäär Inglismaal. Madalate seisuveekogudega hooajati üleujutatav niit asub 56 ha suurusel alal, kus kaevandati 1950-ndatest kuni 1990-ndate keskpaigani liiva ja kruusa. Kaevandamise lõpetamise ajaks oli karjäär veelindudele juba sedavõrd sobivaks elupaigaks kujunenud, et sellele anti kohaliku kaitseala staatus. 90-ndate lõpus müüdi ammendatud karjääriala ettevõtjale, kes soovis sinna rajada prügila. Kuna ala loodusväärtused olid juba kinnitust leidnud, lükati prügila rajamise taotlus tagasi. 1997. aastal loodi mittetulundusühing Lower Ure Conservation Trust, mille eesmärgiks oli endise karjääriala kujundamine kaitsealaks ning ühing sai annetuste toel karjääri maade uueks

omanikuks. Pesitsustingimuste loomisel olid ala sihtliikideks punajalg-tilder ja luitsnokkpart (*Anas clypeata*), samuti talvituvad liigid nagu viupart (*Anas penelope*) ja läbi rändavad liigid. Teiseks eesmärgiks oli luua heade tingimustega elupaigad põllulindudele nagu põldvarblane (*Passer montanus*), kanepilind (*Carduelis cannabina*) ja põldlõoke (*Alauda arvensis*). Avamaastiku säilitamiseks lastakse niidule juunis kari (0,3 loomühikut hektarile), juuli keskel ca 10 ha alast niidetakse, misjärel lubatakse alale juba oluliselt rohkem veiseid ja lambaid, keda karjatatakse hilissügiseni. Ala on inimestele avatud, kuid liikuda saab kindlatel radadel ja on ka võimalus jälgida linde varjest. Praeguseks on lisaks sihtliikidele alal pesitsemas ka hänilane (*Motacilla flava*), nurmkana (*Perdix perdix*) ja halltsiitsitaja (*Emberiza calandra*) (Nosterfield... 2015). Kogu Euroopas näitab nende liikide pikaajaline arvukustrend üle 50% langust (European Bird Census Council 2015).

Liigikaitse suunitlusega programmidest on heaks näiteks Saksamaal Heidelberg Cementi tütarfirma Sector Aggregatesi 2007. aastal käivitatud kaldapääsukeste kaitseprogramm, millesse on hõlmatud 42 liiva- ja kruusakarjääri. Kaevandusalad on Saksamaal sellele liigile sisuliselt ainsaks pesitsusalaks, kuna algupäraseks elupaigaks olnud perioodiliselt uhitavaid looduslikke jõekaldaid on Lääne- ja Kesk-Euroopas säilinud väga vähe. Tegu on seal seetõttu rangelt kaitstava liigiga. Igal pesitsusperioodil kaardistatakse programmi hõlmatud karjäärides kõik pesakoopad ning talvisel perioodil planeeritakse, millises karjääriosas järgmisel hooajal kaevandatakse. Kui kaevandada soovitakse nõlvast, mis oli kaldapääsukestele pesitsuskohana sobilik, tasandatakse nõlv enne pesitsusaja algust, ning luuakse asenduselupaigaks uus nõlv, mis peab jääma võimalikult kaugemale roht- ja puittaimestikust. Samuti võib luua lisaelupaikadeks kokkupressitud saviliivasest pinnasest kuhjasid. Pesitsusperioodil karjääris töid ei teostata ja igaks järgnevaiks perioodiks tagatakse pesitsuseks sobivad tingimused. Suurim koloonia – 750 paari – pesitses 2008. aasta andmete kohaselt Kirde-Saksamaal Langhageni karjääris, väiksem – 10 paari – Lõuna-Saksamaal Dettelbachi karjääris (Heidelberg Cement 2015).

Tšehhis Tovacov'i linna lähedal asuvas Morava ja Becva jõgede ülejutusallas, kust alates 1960. aastatest kaevandatakse veealuselt kruusa ja liiva, on kujunenud neli suurt karjääriveekogu üldpindalaga 380 ha. Kolmes järves käib veel kaevandustegevus. Järvedel on veehoidla funktsioon ning need on oma loodusväärtuste tõttu liidetud Natura 2000

võrgustikku. Alal on registreeritud 70 linnuliiki. Heidelberg Cement koostöös BirdLife'i ja Tšehhi Ornitoloogiaühinguga on seal ellu viimas projekti, kus kaevandamisel eraldatakse veekogusse 6 ha suurune olemasoleva metsaga saar lindudele (näiteks merikotkas (*Haliaeetus albicilla*) ja hallhaigur (*Ardea cinerea*)) pesitsemiseks ning rajatakse linnuvaatlustorn, varje ja infotahvliid. Teine, väiksem saar, kujundatakse pesitsemiseks kamardumata, st taimestiku ja huumusekihita, alasid eelistavatele liikidele nagu jõgitiir ja väiketüll. Järvedele on kaevandaja eestvedamisel juba ka rajatud tiirude jaoks ujuvaid pesitsusaluseid (BirdLife 2012).

Cemex koostöös BirdLife'i ja RSPB-ga käivitas 2014. aastal Inglismaal 3-aastase turteltuvi (*Streptopelia turtur*) uurimisprojekti. Turteltuvi arvukus on 1970. aastatest Inglismaal langenud 95%, selle põhjuseks arvatakse põllumajandusega kaasnevat elupaikade hävimist ja toidu hulga kahanemist. Nelja Kesk-Inglismaa karjääri, kus on tuvidele sobilikud pesitsusalad, külvatakse liigile sobilike taimede seemneid ning vabatahtlike abiga tehakse seiret nii neis karjäärides kui ka võrdlusaladel, kuhu seemnesegu ei külvata. Kui toidutaimede olemasolu mõjutab pesitsevate tuvide arvukust, saab selle teadmise abil liigile sobivamaid elupaiku juurde luua (Cemex 2014).

1.3.Karjäärielupaikade säilitamise ja loomise näiteid Eestis

Looduskaitsealad, kus asuvad endised või praegused karjäärid, on Eestis paarisaja ringis (Maa-amet 2015, EELIS 2015, Eesti Baaskaart 1997). Kuid sellest, millist rolli need karjäärid ja allmaakaevandused kaitsealade kaitse-eesmärkide täitmisel täidavad, on vähe teada, kuna teemat pole käesoleva töö autorile teadaolevalt süsteemselt veel uuritud. Üks hästi tuntud endine kaevandusala on Piusa koobastiku looduskaitseala, kus klaasliiva käsitsi kaevandamisel tekkinud koopaid kasutab talvitumispaigana Baltimaade suurim nahkhiirekoloonia ligi 3000 isendiga (Piusa koobastiku... 2011).

Kaevandamisjärgselt on kõre elupaigaks kujundatud 2000. aastate algul ammendatud Võiduküla liivakarjäär Pärnumaal Luitemaa looduskaitsealal, kuhu on rajatud ligi poolsada madalat kudemisveekogu (Kõrekõrin... 2002). Säilitamiseks kõre jaoks olulised päikeselise

avamaastiku tingimused, eemaldatakse alal 3–5 aasta tagant pealekasvav puunoorendik ja veekogudesse kasvav taimestik (Riinu Rannapi e-kiri Liis Keerbergile 2015). Märkimist väärib, et esialgselt oli ala plaanitud hoopis metsastada (Timm *et al.* 2007).

Kaitseala staatuses on endistest karjääriveekogudest ka ca 18 ha suurune Raudna karjäärijärv Viljandimaal, mis on osaks ca 30 hektarilisest looduskaitsealast. Looduskaitseala moodustati 1994. aastal Pärsti valla initsiatiivil linnustiku kaitseks. Ala võeti kaitse alla kui paljude linnuliikide rändepeatus-, pesitsus-, ja toitumiskoht (Keskkonnaregister 2015). Järvel ja selle saarekestel pesitsevad näiteks sõtkas (*Bucephala clangula*), roo-loorkull, lauk (*Fulica atra*); toitumiskohana kasutavad ala metstilder (*Tringa ochropus*), jõgitiir, piiritaja (*Apus apus*). Rände ajal peatuvad alal näiteks kümnokk-luik (*Cygnus olor*) ja kanada lagle (*Branta canadensis*) (e-Elurikkuse andmebaas 2015).

Tartumaal asuva Ropka-Ihaste looduskaitseala koosseisu liideti 2014. aastal kaitseala piiride laiendamisel 1988. aastast töötanud Aardlapalu liiva- ja kruusakarjäär, kus veelune liiva kaevandamine kestab veel viis aastat (Kohler 2014). Kaitsealal paiknevat poldrit, Aardla järve ning viimase läheduses paiknevat karjääriveekogu kasutavad rändepeatusalana arvukalt suur-laukhani (*Anser albifrons*) ja rabahani (*Anser fabalis*), valgepõsk-lagle (*Branta leucopsis*), tuttvart (*Aythya fuligula*), lauk jt. Alal pesitsevad kaitsealused liigid nagu rohunepp (*Gallinago media*), hüüp, mustviires (*Chlidonias niger*) ja väikekajakas (*Larus minutus*) (Ropka-Ihaste... 2014, § 1 lg 2). Karjääri nõlvades asub kaldapääsukeste koloonia, kus 2012. aasta andmete kohaselt pesitses 70 paari ning karjäärijärve kallastel pesitsevad jõgitiirud ja väiketüllid (e-Elurikkuse andmebaas 2015). Ala korrastatakse liigendatud kaldajoone ja saarekestega veekoguks ning sellisena hakkab karjäär panustama kaitseala eesmärkide täitmisesse.

Näiteid selle kohta, kus kaevandusettevõtte teadlikult hoiab või loob karjäärielupaiku, on Eestis üksikuid. Kõre ja kivisisaliku elupaigatingimuste loomisse on panustanud AS Silikaat, kelle kaevandatavatest Männiku karjääridest eelnimetatud kaks rangelt kaitstavat liiki leiti. Koostöös liigiekspertidega loodi kõrele kudemisveekogusid ning rajati kivisisalikule 30 ha suurusel karjäärialal ca 7,5 km jooksuradasid (AS Silikaat 2015).

Eestis tegutseva Heidelberg Cement'i tütarfirma Kunda Nordic Tsement tööstusaladel on tehtud 2012. aastal esialgne inventuur ja koostatud ettepanekud elurikkusega arvestamiseks tööprotsessides ning tootmisala territooriumil. Lisaks on antud soovitused edasiste uuringute läbiviimiseks tootmisalal (Uustal 2012). Ettevõttel on aastatel 2015–2017 plaanis juurutada kõikides oma karjäärides bioloogilise mitmekesisuse juhtimise plaan vastavalt Heidelberg Cement'i suunistele. Täpsemat infot liigikaitsemeetmete kohta siiski ei avaldata (Riin Kruusimägi e-kiri Liis Keerbergile 2015).

Peamiseks elupaikade säilitamise initsiaatoriteks karjäärides on Eestis kaevanduslubade tingimusi seadvad Keskkonnaameti ametnikud. Näiteks Tabina liivakarjääris on Keskkonnaameti Põlva-Valga-Võru regiooni ametnikud seadnud tegevuspiirangud kaldapääsukeste pesitsusajaks: 25 m raadiuses kolooniast on 14. maist kuni 1. augustini kaevandamis- ja korrastustööd keelatud. Samuti on kaevandamistingimustes nõue, et ala korrastamisel tuleb määrata kaldapääsukeste pesitsuseks sobiv kompensatsiooniala vähemalt 2 m pikkuse ja 25 m laiuse liivapaljandiga (Imara-Tabina 2014). Keskkonnaamet on liigi pesitsuspaikades keelanud kaevandamise pesitsusajal ka näiteks Võrumaal Kaku ja Nogopalu, Tartumaal Palalinna ning Hiiumaal Malvaste karjääris (Kaldapääsukesed... 2009, Teade kaldapääsukeste... 2011, Teade kaldapääsukeste... 2011, Malvaste... 2015). Siiski kaevandajate spetsiaalne informeerimine lindude pesitsusaegse häirimise keelust paistab Keskkonnaameti dokumendiregistri põhjal olevat pigem erandlik (Keskkonnaameti dokumendiregister 2015).

1.4. Karjäärade korrastamise õiguslik raamistik

Eesti õigusaktides on karjäärade rekultiveerimise tähenduses kasutusel mõiste *rikutud maa korrastamine* ehk taas kasutamiskõlblikuks muutmine. Karjääri ammendamisjärgne funktsioon ehk korrastamise suund tuleb määrata juba kaevandusloas, mis annab maavara kaevandamise õiguse (Maapõueseadus 2015, § 2 p 13; § 35 lg 2 p 7). Korrastamine toimub korrastamisprojekti alusel (*ibid.* § 48 lg 1), mis koostatakse tüüpiliselt kaevandamise lõppfaasis, kui varud on ammendumas või kaevandusloa kehtivuse lõpp lähenemas. Projekti koostamise aluseks on Keskkonnaameti väljastatud korrastamistingimused

(Üldgeoloogilise uurimistöoga... 2015, § 7 lg 3). Üle 25 ha suuruse karjääri puhul tuleb kaevandamise alustamise ja lõpetamise korral viia läbi ka keskkonnamõtjude hindamine ning kaasata sellesse erinevad huvipooled (Keskkonnamõtjude hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus 2015, § 6 lg 1 p 28, § 12, § 16).

Korrastamisel tuleb tagada, et karjääriala veerežiim toetaks maa kasutamise otstarvet ja et ala sobiks ümbritsevasse maastikku. Korrastatud ala reljeef ja pinnavormid peaksid olema võimalikult looduslähedased ning alal liikumine ei tohi kujutada ohtu seal liikuvatele inimestele (Maapõueseadus 2015, § 48 lg 4). Rikutud maad tuleb korrastada viisil, mis võimaldaks ala kasutada põllumaana, metsamaana, veekoguna, ehitusmaana, muu tarbimisväärse maana või tunnustatud väärtusega maastikuna (Üldgeoloogilise uurimistöoga... 2015, § 1 lg 1 p 2). Kui kaevandamise tulemusena tekib karjääriveekogu, tuleb selle sügavus kujundada valdavalt üle 2 meetri ning jätta madalamad alad veetaimestiku arenemiseks. Korrastamisprojektis tuleb kavandada muuhugas abinõud, millega vältida toite- ja reoainete sissevoolu veekogusse (*ibid.* § 13 lg 2).

Maa kasutuskõlblikkus taastatakse tehnilise ja bioloogilise korrastamise abil. Tehnilise korrastamise käigus kaevandamisega rikutud maa tasandatakse ja silutakse, kaetakse vajadusel viljaka pinnasekihiga, rajatakse maa- ja metsaviljeluseks vajalikud teed, kraavid, sillad ning teised rajatised. Bioloogilisel korrastamisel rakendatakse põllumajanduslikke, maaparanduslikke ning muid võtteid, mis tagavad rekultiveeritud ala viljakuse, taimestiku ja loomastiku taastumise (*ibid.* § 6 lg 2, lg 3).

Karjäärides elavatele kaitsealustele liikidele kohalduvad looduskaitseaduse sätted. Kui kaitseala, hoiuala või püsielupaika pole liigile antud kohas loodud, siis rakendub isendi kaitse (Looduskaitseadus 2015, § 48 lg 4). See tähendab, et näiteks kahepaiksete või lindude surmamine, püüdmine ja tahtlik häirimine paljunemise, poegade kasvatamise, talvitumise ning rände ajal on keelatud. Ka on keelatud lindude pesade ja munade tahtlik hävitamine ja kahjustamine või pesade kõrvaldamine. Erandkorras võib seda teha ainult Keskkonnaameti loal elanikkonna ohutuse, sh lennuohutuse huvides, oluliste põllumajandusloomade, põllukultuuride või muu olulise vara kahjustamise vältimiseks ning õppe- ja teadusotstarbel (*ibid.*, § 55 lg 6¹). Lisaks looduskaitseadusele kohaldub karjääri asustavate liikide suhtes ka loomakaitseadus, mis annab

Keskkonnainspeksioonile õiguse peatada mäetööd loomade sigimisperioodiks (Loomakaitseseadus 2015, § 7 lg 1 p 3).

2.METOODIKA

2.1.Uurimisalade valik ja asukoht

Uurimisalade valik toimus 2014. aasta märtsis. Esialgselt eeldati korrastatud karjääride andmebaasi olemasolu ning võimalust valida uurimisalad juhuvaliku meetodil. Selgus aga, et korrastatud karjääride andmebaasi Eestis loodud ei ole. Erinevad andmed üksikute korrastatud alade kohta olid Keskkonnaministeeriumi, Keskkonnaameti regioonide, Maa-ameti geoloogia osakonna valduses ning need koguti kokku teabenõuetega.

Ametkondadelt (Keskkonnaministeerium, Keskkonnaamet, Maa-amet) saadud andmete kohaselt oli korrastatud liiva- ja kruusakarjääre 2014. aasta märtsi seisuga 18 ala: 1 lubjakivikarjäär, 6 liivakarjääri ja 11 kruusakarjääri. Need karjäärid on korrastatud aastatel 2007–2013. Enne 2007. aastat korrastatud karjääride kohta ametiasutustel andmed puudusid, kuigi karjääride korrastamise nõue on maapõueseaduses olnud juba 1994. aastast (Maapõueseadus 1994, § 39) ning karjääride rekultiveerimist korraldati Eestis ka enne taasiseseisvumist. Kuna korrastatud lubjakivikarjääre oli vaid üks ning elustik neis võib olla liiva- ja kruusakarjääridega võrreldes erinev, siis lubjakivikarjääre valimisse ei võetud.

Valimisse hõlmatavad alad pidid vastama järgmistele tingimustele:

- suurus > 2 ha;
- korrastatud ala ei külgne töötavate või korrastamata karjääridega.

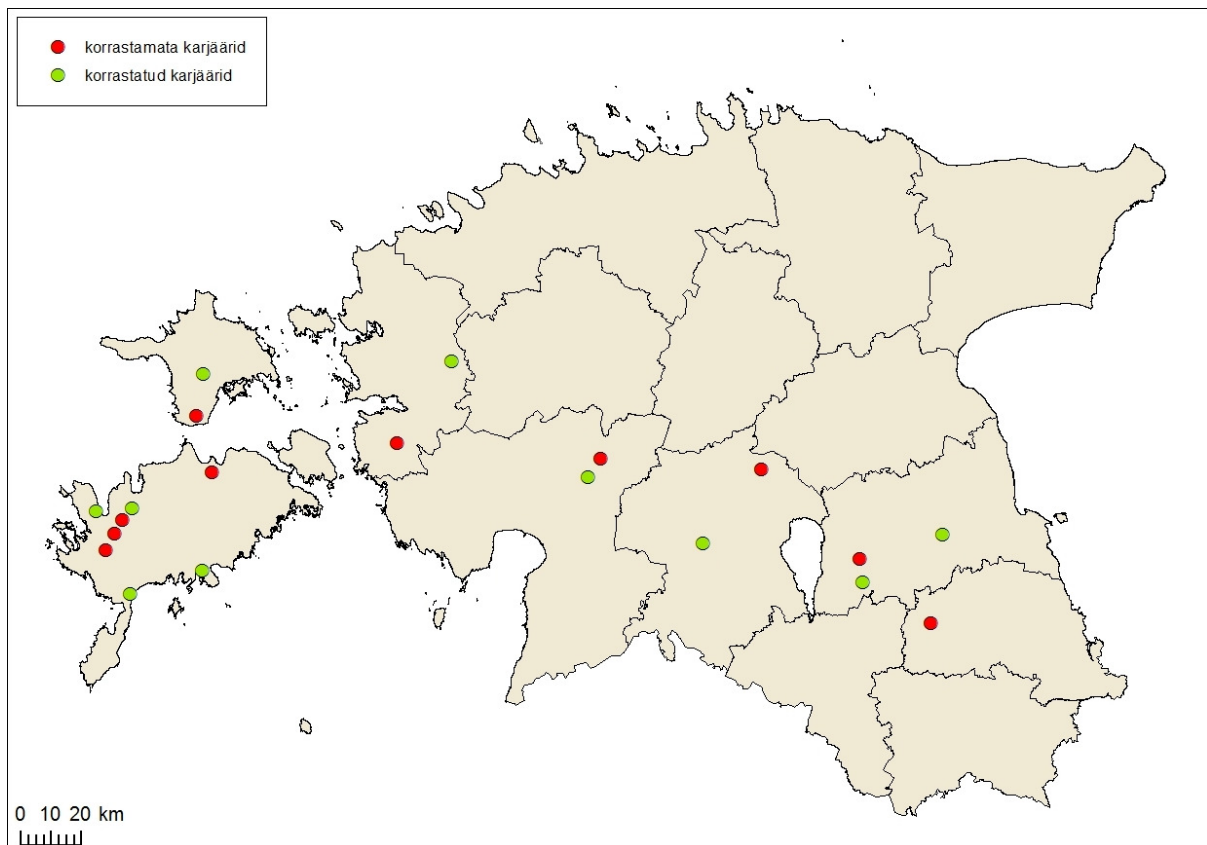
Ala suuruse tingimus määrati, kuna eeldati, et üle 2 hektari suurustel aladel on võimalusi elupaikade kujunemiseks rohkem ja seega annaks selliste alade uurimine rohkem infot. Korrastatud karjääre, mille kõrval paiknesid korrastamata karjäärid, ei hõlmatud valimisse, kuna linnud kasutavad lähestikku paiknevaid karjääre ilmselt ühtse elupaigana, ja see ei võimaldaks korrastatud karjääriosas loendatud liikide esinemist seostada ainult sellele alale omaste maastikutunnustega.

17-st korrastatud liiva- ja kruusakarjäärist osutusid 11 karjääri uurimisaladena sobimatuks ja seetõttu välistati need valimist, sest üks karjäär oli väiksem kui 2 ha ning 10 korrastatud karjääri külgnesisid töötavate või korrastamata karjääridega.

Kuna kuus ala oli töö autori hinnangul valimiks ebapiisav arv, püüti täiendavaid korrastatud alasid leida internetist märksõnaotsingute "rekultiveeritud karjäär", "korrastatud karjäär", "korrastatud liivakarjäär", "korrastatud kruusakarjäär" abil, samuti Keskkonnaregistrist märksõnaga "tehisveekogu". Sel viisil leiti uurimisaladena lisaks Kabina karjäär Tartumaal, Kullamaa karjäär Läänemaal ning Tehumardi ja Konati karjäärid Saaremaal. Kõigi nende korrastatud karjääride puhul oli tegu karjäärijärvedega, st aladega, kus maavara kaevandati allpool põhjaveetasel ning mis hiljem kujundati veekoguks.

Uurimisalade väljavalimise järgmises etapis leiti korrastatud karjääridele juhuvaliku teel võrdlusala kahe karakteristikuga – karjääri suurus ja veekogu olemasolu – alusel. Mõlemad tingimused võivad mõjutada linnustikku ning need tunnused peaksid seetõttu olema korrastamata ja korrastatud alade puhul võimalikult sarnased. Võrdlusalade leidmiseks loodi programmis ArcGIS (ESRI 2014) korrastatud karjääride punktikihi ümber 50 km raadiusega puhvertsoon ning leiti kehtivate kaevanduslubadega karjääride ning baaskaardi kaevandusalade kihtide analüüsil korrastatud karjäärile juhuvaliku teel paariliseks korrastamata karjäär.

Korrastatud ja korrastamata uurimisalad paiknesid seitsmes maakonnas: 8 ala Saaremaal, 3 ala Tartumaal, 2 ala Hiiumaal, Pärnumaal, Läänemaal ja Viljandimaal ning 1 ala Põlvamaal (joonis 2).



Joonis 2. Uurimisalad Eesti liiva- ja kruusakarjäärides (Maa-ameti aluskaardile koostatud teemakaart).

2.2. Uurimisalade kirjeldus

Valimisse hõlmatud karjääride suurus ulatus 2,2 hektarist 19,9 hektarini. Püsiveekogu puudus kümnest paarist kahes ja nende karjääride korrastamisjärgseks maakasutuseks oli planeeritud metsamaa (4 ala). Teiste karjääride puhul oli korrastamisjärgne funktsioon kas ainult veekogu (12 ala) või siis kombinatsioon veekogust ja metsamaast (3 ala), või veekogust ja rohumaast (1 ala) (vt. tabel 1).

Tabel 1. Uurimisalade üldandmed

Karjääri nimi	Maavara	Pindala	Püsiveekogu olemasolu	Maa korrastamise-järgne funktsioon	Staatuse
Põrgumäe	kruus	3,4	ei	Mets	korrastamata
Kobilo	kruus	2,5	ei	Mets	korrastatud
Kolleri	kruus	16,7	jah	mets ja veekogu	korrastamata
Kabina	kruus	11,7	jah	veekogu	korrastatud
Pihlaka	liiv	17,1	jah	veekogu	korrastamata
Raudna	liiv	19,9	jah	veekogu	korrastatud
Sikana	kruus	3,2	jah	veekogu	korrastamata
Mannare	kruus	3,6	jah	veekogu ja rohumaa	korrastatud
Ohemäe	liiv	14,3	jah	veekogu	korrastamata
Kullamaa	liiv	12,3	jah	veekogu	korrastatud
Karujärve	kruus	2,2	ei	Mets	korrastamata
Pidula	liiv	2,2	ei	Mets	korrastatud
Varkja	kruus	16,3	jah	mets ja veekogu	korrastamata
Konati	kruus	10,6	jah	veekogu	korrastatud
Lagenõmme	kruus	12,4	jah	mets ja veekogu	korrastamata
Vanamõisa	kruus, liiv	17,2	jah	veekogu	korrastatud
Tomba	kruus	4,2	jah	veekogu	korrastamata
Tehumardi	kruus	4,5	jah	veekogu	korrastatud
Tilga	kruus	7,7	jah	veekogu	korrastamata
Männamaa	kruus	6,3	jah	veekogu	korrastatud

2.3.Linnustiku loendused

Igas karjääris viidi läbi 10-minutiline punktloendus (Bibby *et al.* 1992) kahes vaatluspunktis. Loendusmeetodiks valiti punktloendus, kuna transektloendus või ala kaardistamine oleks sügava veekoguga karjäärides, mida ei olnud võimalik jalgsi läbida, eeldanud erivahendite olemasolu. Kaks loenduspunkti ala kohta valiti enamiku karjääride suuruse tõttu, kuna ühest vaatluspunktist reeglina ala katmiseks ei piisanud.

Igas loenduspunktis registreeriti kõik 10 minuti jooksul kuulnud ja/või nähtud isendid vastavalt nende käitumisele ja asukohale maastikul. Kui sama isendit oli võimalik loendada mõlemast vaatluspunktist, siis loendati nad dubleerimise vältimiseks ainult ühest punktist. Loendatud linnud interpreteeriti haudepaaridena (nt. üheks haudepaariks loeti laulev isaslind, koos nähtud isas- ja emaslind või emaslind poegadega) või isenditena (toitujad, külastajad). Loendusandmed kanti helendatud ortofotole mõõtkavas 1:25 000.

Välitööd uurimisaladel kestsid 2014. aasta 25. maist – 16. juunini. Igas karjääris teostati sellel perioodil üks loendus. Loendused toimusid hommikuti kella 5.00 ja 10.00 vahel. Varahommikune aeg valiti, kuna sel ajal on päevase aktiivsusega linnud kõige aktiivsemad. Töötavates karjäärides (6 ala) oleks loendamine müra tõttu keeruline, seepärast viidi sellistel aladel linnuloendused läbi tööpäeval kella 5.00 ja 8.00 vahel või nädalavahetusel, kui kaevetöid ei toimunud.

2.4.Maastikuandmed

Lisaks linnuandmetele koguti igas karjääris andmed maastikutunnuste kohta (näiteks püsiveekogude, taimestunud ja taimestumata alade, kaldataimestiku ja roostiku pindala, karjääri põhja ja nõlva tasandatus jm). Iga ala kohta täideti maastikuandmete ankeet. Pindalaliste tunnuste puhul võrreldi alal nähtavat ortofotoga mõõtkavas 1:25 000. Juhul, kui maastikul nähtu erines ortofotost, märgiti ortofotole tegelikku olukorda kajastavad andmed. Näiteks kui ortofoto kohaselt olid karjääriveekogu piirid erinevad looduses nähtust, kanti kaardile veekogu tegelike piiride kontuur. Kõik pindalalised maastikutunnused digiteeriti ja

mõõdeti ortofoto põhjal programmis ArcGIS. Digiteerimisel lähtuti välitöödel täpsustatud kaartidest.

Järgnevalt on esitatud maastikutunnuste kirjeldus:

- 1) Veekogu pindala – tunnus aitab selgitada, mil määral on karjääride linnustiku liigirikkus ja arvukus seotud püsiveekogudega. Veekogude olemasolu mõjutab eeldatavasti liigilist mitmekesisust ja haudepaaride arvu positiivselt.
- 2) Veekogus paiknevate saarekeste pindala ja arv – saarekesed veekogus on lindudele sobivateks pesitsuskohtadeks. Nende olemasolu võiks liigirikkust ja arvukust mõjutada positiivselt.
- 3) Püsiveekogud – ajutised või püsivad väikeveekogud on arengukeskkonnaks paljudele putuka- ja kahepaikseliikidele, kellest omakorda toituvad ka linnud. Püsiveekogude olemasolul võiks lindude liigilisele mitmekesisusele ja arvukusele olla positiivne mõju.
- 4) Kaldataimestiku ja roostiku pindala veekogudes – roostik ja kaldataimestik võimaldavad vee- ja roolindudele varjulisi pesitsuskohti ning toitu ning selle tunnuse olemasolu võiks haudepaaride üldarvule mõjuda positiivselt.
- 5) Taimestunud ala – kuna karjääride korrastamisel kaetakse tasandatud karjäärinõlvad ja põhi tihti kattepinnasega ja taimestatakse, siis on oluline uurida, milline on taimestatud alade osakaalu seos liigirikkusega. Taimestunud alade alla arvati nii rohhtaimestiku kui puittaimestikuga kaetud alad, mis olid valdavalt taimestunud. Taimestiku kõrgust ei mõõdetud ning taimeliike ei määratud.
- 6) Taimestumata ala – taimestikuvabad kamardumata alad annavad võimaluse pesitseda karjääris liikidel nagu näiteks väike- ja liivatüll ning jõgitiir. Tunnuse olemasolu võiks mõjuda positiivselt kamardumata aladel pesitsevate liikide esinemisele ja arvukusele.
- 7) Suurte kivide või kiviangrute olemasolu – suurte kivide ja kiviangrutel võib olla positiivne mõju osade liikide (nt kivitäks *Oenanthe oenanthe*) esinemisele.
- 8) Karjääri nõlvade tasandatus – korrastamisel reeglina tasandatakse karjääride järsud nõlvad ohutusnõuetele vastavalt laugemaks. Nõlvade tasandatus võib mõjutada kruusa- ja liivakarjääride järskudes nõlvades pesitseva kaldapääsukese esinemist negatiivselt.

- 9) Karjääri põhja tasandatus – kaevandamise käigus tekivad karjääri põhja puistangud ja lohud. Lohkudesse kogunev vesi ja puistangutega kaasnevad varjevõimalused võivad luua erinevatele liikidele sobilikke elupaigaelemente. Põhja tasandatus võib seetõttu mõjuda linnustiku liigilisele koosseisule ja arvukusele negatiivselt.
- 10) Karjääri seis – korrastatud või korrastamata karjäär.
- 11) Maavara – maavaradeks olid antud valimi puhul liiv ja kruus.
- 12) Inimmõju – karjäärile avalduv inimmõju, mida hinnati skaalas väike, keskmine, suur, väga suur. Näiteks kalastus- ja puhkekohana kasutusel olevad karjäärid, mille ümbruses oli lõkkeasemeid, prügi või liikusid inimesed, hinnati suure või väga suure inimmõjuga aladeks. Keskmiseks hinnati mõju töötavates karjäärides, mis ei paiknenud asulate läheduses või korrastamata mittetöötavates karjäärides, kus oli üksikuid jälgi inimese kohalviibimisest (nt kalamehe ussipurk). Väikeseks hinnati mõju veekoguta väikestel korrastatud aladel, mis ei paiknenud asulate läheduses. Tunnust hinnati, et välja selgitada, kas ja mil määral mõjutab inimese tegutsemine karjäärialal pesitsevate lindude arvukust.

2.5. Andmete statistiline analüüs

Pesitsevate liikide ja nende haudepaaride arvukuse seoseid maastikutunnustega analüüsiti üldistatud aditiivse segamudeli (*generalized additive mixed model*) abil statistikaprogrammis R (R Core Team 2014). Kasutati R pakette *mgcv* (Wood 2011) ja *nlme* (Pinheiro *et al.* 2014). Üldistatud aditiivse segamudeli kasuks otsustati mittelineaarsete seoste esinemise tõttu andmestikus.

Enamasti kasutati linnutunnuste kui loendatavate tunnuste puhul, mille keskvärtus ei saa olla negatiivne, Poissoni jaotust ning log-funktsiooni. Linnutunnuste puhul, millel võis esineda ala- või ülehajuvust, kasutati mudelis kvaasi-Poissoni funktsiooni. Kuna igas karjääris oli kaks vaatlussektorit, kasutati uurimisala juhusliku faktorina. Kuna vaatlussektorite suurused varieerusid, arvestati sektori pindala mudelis offset-funktsiooni abil.

Iga mudel sisaldas järgmisi tunnuseid: sõltuvaks tunnuseks oli linnutunnus (pesitsevate liikide arv, haudepaaride arv, haudepaaride arv koloniaalsete liikideta, pesitsevate kaitsealuste liikide arv, kaitsealuste liikide haudepaaride arv, kaitsealuste liikide haudepaaride arv koloniaalsete liikideta) ning sõltumatuteks tunnusteks olid omavahel nõrgalt korreleerunud (Pearsoni korrelatsioonikoefitsent $< 0,5$) pidevad maastikutunnused nagu veekogu pindala ja taimestunud ala ning faktortunnused nagu karjääri seis ja maavara.

Linnutunnustest hõlmati analüüsiga vaid pesitsejaid kui karjääri elupaigana kõige paiksemalt ja pikema aja jooksul kasutatavat gruppi. Karjääre toitujate ja küllastajate kasutatavate lindude andmeid käesoleva töö raames ei analüüsitud. Tugeva korrelatsiooni (Pearsoni korrelatsioonikoefitsent $> 0,5$) tõttu jäeti mudelitest välja tunnused nagu inimõju ja kaldataimestik ning roostik (korreleerusid tunnusega veekogu pindala), samuti taimestumata alad, pisiveekogud, karjääri põhja ja nõlvade tasandatus (korreleerusid tunnusega karjääri seis). Taimestunud saarekete ja suurte kivide ning kivikangrute tunnuse kasutamisest mudelis loobuti, kuna neid elemente oli üksikutes karjäärides ja nende kasutamisel ei oleks saadud statistiliselt usaldusväärseid tulemusi. Mudelis kasutatud maastikutunnuste üldstatistikud on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Olulisemate maastikutunnuste üldstatistikud

Maastikutunnus (ha)	Keskmine	Mediaan	Miinumum	Maksimum	Standardhälve
Veekogu pindala korrastatud karjäärde vaatlussektorites	2,88	2,62	0,0	7,85	2,42
Veekogu pindala korrastamata karjäärde vaatlussektorites	1,46	0,96	0,0	5,34	1,61
Taimestunud ala korrastatud karjäärde vaatlussektorites	1,17	1,10	0,24	3,69	0,85
Taimestunud ala korrastamata karjäärde vaatlussektorites	0,99	0,86	0,0	2,73	0,89

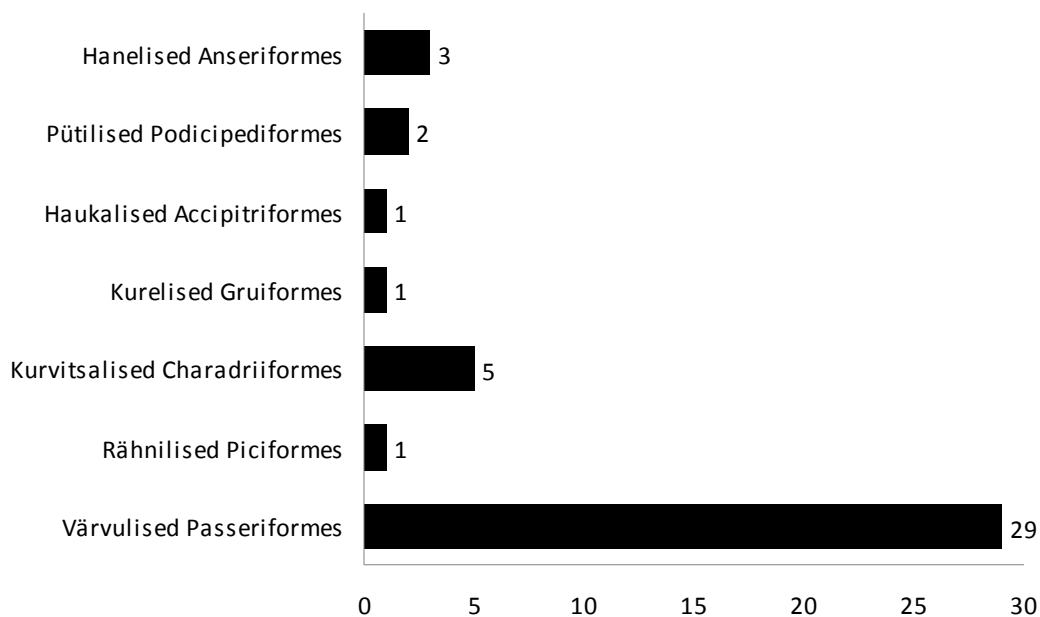
Andmeid analüüsiti nii täismudeli kui ka lõpliku mudeli abil. Täismudel sisaldas kõiki karjäärde omadusi (karjääri seis, maavara) ja kirjeldavaid maastikutunnuseid (veekogu pindala, taimestunud ala), mis omavahel ei korreleerunud.

Tulemustes on esitatud täismudeliga saadud andmed, mis sisaldasid nii statistiliselt olulisi kui ka mitteolulisi seoseid. Lisaks täismudelile koostati ka lõplik mudel, mis sisaldas ainult statistiliselt usaldusväärseid seoseid. Andmete statistilisel analüüsil kasutati 95% usaldusnivood.

3.TULEMUSED

Uurimisaladel registreeriti pesitsevaid linde 42st liigist ning loendati kokku 230 haudepaari. Kaitsealustest liikidest pesitses karjäärides sarvikpütt, roo-loorkull, väiketüll, liivatüll, nõmmelõoke, kaldapääsuke ja punaselg-õgija (*Lanius collurio*). Tavaliikidest pesitses mitmetel aladel linavästriik (*Motacilla alba*), pruunselg-põõsalind (*Sylvia communis*), karmiinleevike (*Carpodacus erythrinus*) ja talvike (*Emberiza citrinella*) (vt lisa 2 – käesoleva töö raames registreeritud karjääride haudelinnustiku nimekiri).

Kõige enam oli karjääride haudelinnustikus värvulisi. Järgnesid kurvitsalised, hanelised, pütilised ning haukalised, rähnilised ja kurelised (joonis 3).



Joonis 3. Liiva- ja kruusakarjääride haudelinnustiku jaotus seltsiti. Numbrid näitavad liikide arvu vastavas seltsis.

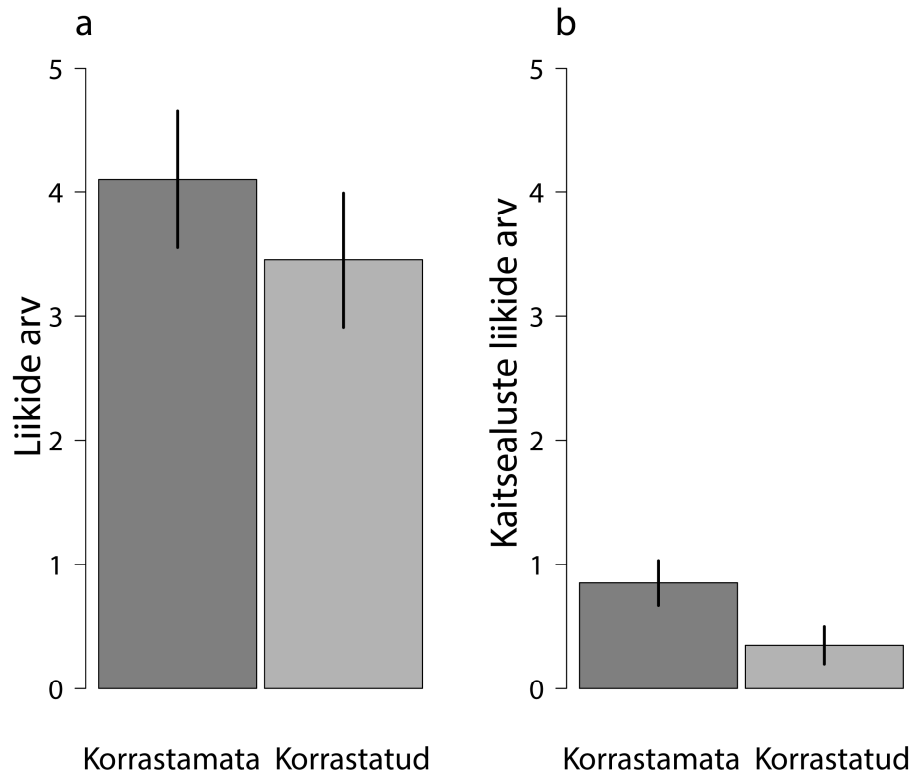
Liikide arvu puhul osutusid oluliseks järgnevad tunnused: veekogu pindala ja taimestunud ala (vt tabel 3). Need statistiliselt olulised seosed kehtisid nii täismudeli kui ka lõpliku mudeli puhul. Korrastatud karjäärides oli pesitsevaid linnuliike vähem kui korrastamata karjäärides, kuid see erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p=0,051$ lõplikus

mudelis), olles sellele väga lähedal. Maavara tüüp liikide arvu oluliselt ei mõjutanud. Püsiveekogude pindalal oli liikide arvule positiivne mõju: mida suurem oli karjäärides veekogude pindala, seda suurem oli liikide arv. Taimestikuga ala pindalal oli kuni ca 2,7 hektarini sektorile liikide arvule positiivne mõju, kuid alates sellest piirist hakkas langema.

Haudepaaride arvu mõjutas tunnustest kõige enam veekogu pindala ja karjääri seis, kuid nende tunnuste mõju ei osutunud statistiliselt oluliseks (p-väärtus vastavalt 0,058 ja 0,068 lõplikus mudelis).

Koloniaalsete liikideta haudepaaride arvu tunnuse korral olid olulisteks maastikutunnusteks (nii täismudelis kui ka lõplikus mudelis) veekogu pindala ja taimestunud ala. Veekogu pindala mõjutas haudepaaride arvu positiivselt. Taimestunud ala puhul oli mõju muutuv – taimkatte osakaalu korral ca 2,7 hektarini sektori kohta oli mõju haudepaaride arvule positiivne, kuid edasi hakkas langema.

Kaitsealuste liikide arvu mõjutasid mudelis kasutatud tunnustest karjääri seis ja taimestunud ala. Korrastamata ja korrastatud karjääride võrdluses oli kaitsealuste liikide arv statistiliselt oluliselt suurem ($p=0,032$) korrastamata karjäärides (lõplik mudel) (vt. joonis 4). Positiivselt mõjutas kaitsealuste liikide arvu ka taimestunud ala osakaal.



Joonis 4. Liikide ja kaitsealuste liikide arv korrastamata ja korrastatud karjäärides. Tulba kõrgus näitab keskmist, vertikaaljoon standardviga.

Kaitsealuste liikide paaride arvu puhul osutus oluliseks tunnuseks veekogu pindala (täismudel ja lõplik mudel). Püsiveekogu pindala suurenedes kaitsealuste liikide haudepaaride arv vähenes.

Koloniaalsete liikideta kaitsealuste liikide paaride arvu mõjutas ainult üks tunnus – taimestunud ala (lõplik mudel). Kuni taimkatte osakaaluni ca 2,7 hektarit sektori kohta haudepaaride arv kasvas, kuid seejärel hakkas vähenema.

Tabel 3. Linnutunnuste ja maastikutunnuste vahelised seosed üldistatud aditiivsete segamudelite põhjal

Linnutunnused	Maastikutunnused	Täismudel		Lõplik mudel	
		t / f väärtus	p-väärtus	t / f väärtus	p- väärtus
Liikide arv	vabaliige	5,79	<0,001	11,72	<0,001
	karjääri seis 2	-1,99	0,055		
	maavara 2	-0,08	0,94		
	veekogu pindala	9,56	0,004	11,73	0,008
	taimestunud ala	3,34	0,017	3,45	0,011
Paaride arv	vabaliige	5,36	<0,001		
	karjääri seis 2	-1,99	0,054		
	maavara 2	-0,48	0,64		
	veekogu pindala	3,56	0,068		
	taimestunud ala	0,12	0,73		
Paaride arv koloniaalsete liikideta	vabaliige	5,16	<0,001	11,72	<0,001
	karjääri seis 2	-1,61	0,12		
	maavara 2	0,80	0,43		
	veekogu pindala	12,19	0,001	9,11	0,005
	taimestunud ala	3,90	0,008	3,61	0,011
Kaitstavate liikide arv	vabaliige	0,30	0,77	-0,90	0,38
	karjääri seis 2	-1,82	0,077	-2,23	0,032
	maavara 2	-1,19	0,24		
	veekogu pindala	0,52	0,47		
	taimestunud ala	4,34	0,044	6,05	0,019
Kaitstavate liikide paaride arv	vabaliige	1,16	0,26	-0,70	0,49
	karjääri seis 2	-0,80	0,43		
	maavara 2	-1,65	0,11		
	veekogu pindala	22,21	0,001	16,12	<0,001
	taimestunud ala	1,53	0,22		

Tabel 3. jätk

Linnutunnused	Maastikutunnused	Täismudel		Lõplik mudel	
Kaitstavate liikide paaride arv koloniaalsete liikideta	vabaliige	-0,32	0,76	-3,18	0,003
	karjääri seis 2	-0,99	0,33		
	maavara 2	-0,38	0,70		
	veekogu pindala	0,14	0,72		
	taimestunud ala	4,04	0,052	4,5	0,018

Märkused: Faktortunnuste (karjääri seis, maavara) puhul on tabelis 3 esitatud mudeli t-väärtus, pidevate tunnuste puhul F-väärtus. Karjääri seis 2 (korrastatud karjäär) võrdlusnivooks on seis 1 (korrastamata karjäär). Maavara 2 (kruus) võrdlusnivooks on maavara 1 (liiv).

4. ARUTELU

4.1. Linnustikku ja karjääre iseloomustavate tunnuste seosed

Korrastamata liiva- ja kruusakarjäärides pesitses kaitsealuseid linnuliike statistiliselt oluliselt enam kui korrastatud karjäärides. Kaitsealuste liikide suurem arvukus korrastamata karjäärides on ilmselt seotud korrastamata karjääridele iseloomulike tunnuste – järskude nõlvade, vahelduvate taimestunud ja taimestumata alade, erineva suuruse ja sügavusega veekogude ning varjevõimalusi pakkuvate tasandamata puistangute olemasoluga. Sellised tingimused on sobilikud III kaitsekategooria liikidele nagu väiketüll, liivatüll, jõgitiir ja kaldapääsuke, kellest viimane pesitses ainult korrastamata karjäärides. Samuti pesitses peamiselt korrastamata karjäärides väiketüll.

Käesoleva uurimistööga sarnaseid tulemusi on leitud Tšehhi pruunsöekaevanduste uurimuses, milles leiti, et korrastamata karjääride linnukooslused olid kõigis suksessiooni faasides liigirikkamad kui korrastatud karjäärides (Šalek 2012). Ka Eesti põlevkivikarjääride roht- ja puittaimestiku uuringus on leitud, et karjääripuistangute looduslikule uuenemisele jätmisel kujuneb karjääri tunduvalt mitmekesisem taimestik kui rekultiveerimisel. Kuna puurinne mõjutab oluliselt ka ülejäänud taimkatte ja sellega seotud elustiku arengut, eeldati, et sellel võib olla oluline mõju ka linnustiku elupaikade mitmekesisusele ja liigirikkusele (Pensa *et al.* 2005).

Lähtuvalt õigusnormides sätestatud korrastamise tüüpnouetest reeglina karjääri nõlvad ohutuse huvides tasandatakse, karjääri põhja tekkinud vesised sulglohud ja rööpad soostumise vältimiseks täidetakse, puistangud silutakse, põhi kaetakse kaevandamise ajaks hoiustatud kasvupinnasega ning taimestatakse. Selliste võtete kasutamisel kamardumata aladega seotud liikidele sobivad pesitsus- ja toitumistingimused kiiresti kaovad, ja kuna nende seas on mitmeid kaitsealuseid liike, on ootuspärane, et korrastatud karjäärid on kaitsealuste liikide poolest vaesemad. Kaitseväärtuslike linnuliikide vähenemist suksessiooni käigus täheldati ka juba eelpool nimetatud Tšehhi pruunsöekarjääride linnustiku uurimuses. Kõige väärtuslikumad linnukooslused tekkisid karjäärides varajase

suktsessiooni faasis ning kodumaiste liikidega põõsastikekooslustes, kuna neid asustasid elupaigaspetsialistid, kelle jaoks ümbritsevas maastikus pesitsustingimusi nappis (Šalek 2012).

Üldist liigirikkust mõjutavateks maastikutunnusteks olid püsiveekogude ja taimestunud alade pindala. Veekogu pindala kasvu mõju linnutunnustele oli osadel juhtudel positiivne (liikide arv, koloniaalsete liikideta haudepaaride arv), teistel (kaitsealuste liikide haudepaaride arv) aga negatiivne. Võimalikuks seletuseks viimasele on mitmete karjääriveekogude populaarsus kalastus- ja puhkekohana ning sellest lähtuv häiring lindudele. Välitööde käigus hinnati lisaks inimõju suurust karjäärides (nt suplus- ja lõkkekohtade olemasolu ja mahajäetud prügi põhjal), kuid kuna see tunnus ja veekogude pindala olid omavahel tugevas korrelatsioonis, kasutati mudelites veekogu tunnust, mis on keskkonnatunnusena linnuliikide olemasolule määravam.

Karjääride linnukooslused jaotusid peamiselt veekogudega seotud putuk-, taim- ja loomtoidulisteks lindudeks (kurvitsalised, hanelised, pütilised), kes toitunud veekogudel või selle ümbruses, ja putuktoidulisteks maismaaliikideks (värvulised, rähnilised), kes toitunud põhiliselt karjääri maismaa- ja veekogude taimestikul. Kõige enama liikide arvuga esindatud värvuliste seltsi seost veekogudega selgitavad karjääridele iseloomulikud tunnused – mitmekesised elupaigalaigud (põõsad, roostik) veekogude läheduses. Enamus karjäärides pesitsenud värvulistest olid valdavalt putuktoidulised (Rootsmäe, Veromann 1974), nende seas mitmed roostikuliigid nagu rootsiitsitaja (*Emberiza schoeniclus*), tiigiroolind (*Acrocephalus scirpaceus*) ja rästas-roolind (*Acrocephalus arundinaceus*). Karjääride vee-, roostiku- ja mineraalmaa taimestikukooslused pakuvad sellistele liikidele rohket putukasaaki ning pesitsusvõimalusi (Catchpole, Tydeman 1975). Seega veekogude olemasolu karjäärides võib suurendada nende alade elupaigalist väärtust ja mitmekesisust mitte ainult veelindudele, vaid ka teistele liigirühmadele.

Käesolevas töös oli taimkatte pindala mõju linnustikule mittelineaarne. Mõju optimumiks oli ca 2,7 ha vaatlussektori kohta ning kui taimkatte osakaal oli üle vastava suuruse, hakkasid osade linnutunnuste (liikide arv, paaride arv koloniaalsete liikideta, kaitsealuste liikide paaride arv koloniaalsete liikideta) näitajad langema. See fenomen võib olla samuti seotud pesitsusvõimaluste mitmekesisusega – aladel, kus taimkatet on optimaalselt, saavad

pesitseda erinevamad liigid. Antud fenomeni tasuks tulevikus täiendavalt uurida, et välja selgitada, milliste liikide arvukus suureneb või väheneb kui taimestiku osakaal ületab 2,7 ha piiri. Lisaks on käesoleva uurimistöö jätkuna plaanis viia läbi linnustiku liigilise kompositsiooni analüüs.

Oluline aspekt, mida käesoleva töö raames ei uuritud, kuid mis lindude liigirikkust ja arvukust kindlasti mõjutab, on taimestiku liigiline koosseis ja suktsessiooni faas, mis on seotud karjääri vanusega. Tšehhi pruunsöekarjäärde uurimuses leiti, et kõigis suktsessioonifaasides oli linnustik korrastamata karjäärdes liigirikkam. Samas taimestiku arenedes jäi haruldasemaid liike (põhiliselt kamardumata alade spetsialiste) vähemaks (Šalek 2012). See seos võib kehtida ka Eesti karjäärde puhul, kuna korrastamisprojektidest (näiteks Kattel 2010; Shtokalenko *et al* 2010; Grünberg 2012; Valgma 2013) nähtub, et metsastamisel ja taimestamisel luuakse ka meil sageli kooslusi üksikutest liikidest nagu näiteks mänd (*Pinus sylvestris*) ja arukask (*Betula pendula*).

4.2.Liigirikaste karjäärde kujundamise võimalused ja probleemid

Asjaolu, et korrastamata karjäärdes on rohkem kaitsealuseid liike, ei tähenda, et ainus võimalus karjäärdesse liigirikaste koosluste loomiseks oleks need korrastamata jätta. Pigem viitab see vajadusele mitmekesistada korrastamise võtteid ja suundi, mis Eestis on enamvähem ühetaolisena säilinud 60.–70. aastatest, mil karjäärde korrastamisele probleemsete põlevkivikaevanduste tõttu rohkem tähelepanu pöörama hakati. Ka sel ajal domineeris karjäärde korrastamissuunana metsastamine ning järelkasutuse teised suunad (sh põllumaaks korrastamine) olid vähemuses. Karjäärde potentsiaali kahepaiksetele, lindudele või putukatele sobilike elupaikadena sel perioodil veel ei teadvustatud (Merusk 1979).

Mitmekesisemaid korrastamisvõtteid ning multifunktsionaalseid lahendusi võiks kindlasti kasutada suuremates karjäärdes ja erivanuseliste lähestikku paiknevate karjäärde võrgustikes. Näiteks AS Nordkalk kaevandatud Rakke (Kamariku) lubjakivikarjäär, mille pindala koos teenindusmaaga on 123 ha, korrastatakse projekti kohaselt veekogudega puhkekohaks, kus on eraldatumad tsoonid planeeritud lindude pesitsusaladeks. Alale on

kavandatud õppepaljand, ning kui omavalitsus loa annab, siis ka rallirada, mida tuleb kasutada pesitsusvälisel ajal (Valgma 2014). Lindudega on projektis arvestatud, kuna Rakke karjäär on pikaajalise kaevandamise käigus kujunenud üheks linnurikkaimaks kaevandusalaks Eestis. 2012 aastal pesitses seal näiteks 93 paari veelinde 17 liigist (Pehlak *et al.* 2014). Ka erinevateks elupaikadeks kujundatud Lääne-Euroopa karjäärides on järelkasutusse tüüpiliselt integreeritud rekreatsioon ja loodusõpe, ning osadel aladel ka tööstuspärand (Keil, Wetterau 2013; Heidelberg Cement Northern Europe 2015, Internationale Bauausstellung 2015).

Looduslikule suksessioonile jätmist peetakse sobivaks korrastamise viisiks väiksemates liiva- ja kruusakarjäärides ning kivimurdudes, mida ümbritseb looduslik taimestik näiteks metsana (Prach 2003). Isetaastumisele jätmise on sobilik võtte siiski juhul, kui eesmärgiks pole seatud maa tootlikuse tõstmine või rekultiveerimise tulemuste kiire saavutamine (Laarmann 2014). Looduslikule taastumisele jätmise eeliseks on mitmekesisemate koosluste teke ning sellistel aladel on rohkem potentsiaali pakkuda paremaid elupaiku ka haruldastele liikidele (Becker-Platen 1993; Tropek *et al.* 2010; Šalek 2012). Muidugi peab arvestama ka kaevandamisjärgselt alal kujunenud tingimusi. Kui karjääris on väga happelise või toksilise koostisega pinnas, või kui ala on erakordselt kuiv, siis ei ole looduslik või kergelt inimese poolt mõjutatud tingimustega suksessioon efektiivne. Näiteks kõrge happelisusega Ida-Saksamaa kivisöökaevandustes puudus taimestik mõnedel aladel ka 70 aastat pärast kaevandustegevuse lõppemist (Wiegand, Felinks 2001). Karjääri isetaastumisele jätmisel võib alale korrastatuma ilme saavutamiseks piirduda lihtsamate tehnilise korrastamise võtetega ning lasta seejärel taimestikul ise kujuneda (Prach *et al.* 2007). Isetaastumist võiks võtta kasutades ka suuremate ja liigendatumate karjääride suurema elurikkusega osades.

Kui karjäär on otsustatud taimestada, siis saab mitmekesiseid elupaiku luua kujundades alale näiteks vahelduv mosaiik veekogudest, niidetavast rohumaast ning erinevatest põõsa- ja puuliikidest. Võimalusel tuleks taimestiku abil luua ka erinevatele putuka- ja loomaliikidele liikumiskoridore (Brenner 2000). Kindlasti tuleks taimestamisel eelistada kohalikke taimeliike, sest need pole mitte ainult kohanenud vastava ala kliima ja pinnasetingimustega, vaid omavad ka ühist arengulugu faunaga. Seepärast saab taimede

valikuga mõnevõrra suunata seda, millised liigid neid toitumis- või elupaigana kasutama hakkavad (*ibid.*).

Oluline roll on karjäärides ajutistel või püsivatel pisiveekogudel. Tänu madalale veetasemele soojenevad need päikese mõjul kiiresti ja nii tekivad soodsad tingimused arenguks paljudele taime- ja putukaliikidele (Dragonlife 2014). Toidubaasi loovad sellised pisiveekogud nii kahlejatele kui ka putuktoidulistele värvulistele. Tingimused väikeveekogude kujunemiseks tekivad töötavates karjäärides üldjuhul ise, sest kaevandamise ajal tekkinud pinnase ebatasasusi harilikult ei siluta ja vettpidava substraadiga lohkudesse koguneb sademe-, pinna- või allikavesi (Gilcher, Bruns 1999). Ka sügavad veega täitunud rattarööpad võivad olla näiteks kahepaiksetele sobivateks kudemisveekogudeks (Becker-Platen 1993). Kui pisiveekogusid rajatakse teadlikult, võiksid need paikneda eelistatult päikesele avatud kohtades, mis oleks kaitstud tuule eest ja kus poleks toitainete ning pestitsiidide vettesattumise ohtu. Samas tuleks jälgida, et veekogude läheduses poleks varisemisohtlikke nõlvu või heitlehiseid puid ja rohttaimi, mille surnud osad veekogu aineriinget ja seisundit võivad mõjutada (Gilcher, Bruns 1999).

Korrastamisprojektidest (nt Shtokalenko *et al.* 2010; Kukk 2012; Grünberg 2012; Sein, Stein 2014) nähtub, et Eestis karjääride korrastamisel pisiveekogud sageli karjääri põhja tasandamise käigus täidetakse. Sellise praktika on ilmselt tinginud juba 1994. aastast kehtiv veeseaduse säte, mille kohaselt ei tohi maaomanik ja valdaja põhjustada maa soostumist (Veeseadus 2015, § 33¹⁰; Notton 2011). Keeld peegeldub ka karjääride järelkasutuses – hetkel töötavatest 445-st liiva- ja kruusakaevandusest vaid ühte luuakse pärast kaevandamist märgala. See karjäär külgneb olemasoleva sooga.

Suuremates ja avamaastikega külgnevates karjäärides võiks siiski märgalade loomist kaaluda. Püsivate ja ajutiste, ca 15–30 cm veetasemega madalate veekogude kujunemine koos märgalataimestikuga pakuks elupaiku paljudele liikidele, sh veelindudele ja kahlejatele (Brenner 2000). Väikeveekogude ja märgalade loomise takistuste praktilised ja õiguslikud aspektid vajaksid lahenduste leidmiseks põhjalikku analüüsi. Suuremate püsiveekogude puhul saab lindude liigilist mitmekesisust soodustada, kui kujundada karjääriveekogule liigendatud kaldajoon ja jätta veekogu keskosasse pesitsemiseks

sobivaid saarekesi (Gilcher, Bruns 1999; Väli 2001). Samuti tuleks jätta püsiveekogudele madalamaid tsoone kaldataimestiku kujunemiseks.

Suure ökoloogilise tähtsusega on karjääride lõunasse ja kagusse eksponeeritud taimestikuvabad nõlvad ja sõelmekuhjad, mida saavad sobivatel tingimustel kasutada pesitsuseks kaldapääsukesed. Kaldapääsukesti pesitseb Eestis hinnanguliselt 5000–10000 paari, kuid nende arvukus on pikaajalise trendi kohaselt (1980–2012) tugeva langusega (Elts *et al.* 2013). Selle liigi pesitsuskohtade kaitse karjäärides on eriti oluline, kuna pesakoobastega nõlva kaevandamisel hukub enamik kolooniast. Nõlva varisemist võib põhjustada ka kaevandamine pesitsusnõlvale liiga lähedal või nõlvade tasandamine tehnoloogilise korrastamise käigus. Näiteks hävisid Meibaumi karjääris Lääne-Virumaal 2009. aastal pesitsusvälisel ajal tasandatud nõlvades ca 1000 paari kaldapääsukeste pesakoopad (Jaanus Aua e-kiri Liis Keerbergile 2015).

Kui on vaja kaevandada lindude jaoks atraktiivsest nõlvast, tuleb see enne pesitsusperioodi tasandada. See eeldab kaevetööde planeerimist. Pesitsusvõimaluste säilitamiseks saab hõlpsasti luua asenduselupaiku – uusi nõlva soovitatavalt karjääri lõuna- või kaguküljes või sõelmekuhjasid karjääri nendes osades, kus järgneval pesitsusperioodil ei kaevandata (Heidelberg Cement 2015; Uustal 2012).

Kaldapääsukestele pesitsuseks sobivate nõlvade säilitamine karjääri korrastamisel on problemaatilisem, sest tasandamata jäetud nõlvad võivad erosiooni mõjul ajapikku siiski variseda ja olla seetõttu karjääris viibivatele inimestele või loomadele ohtlikud. Samas leidub Eestis karjääride korrastamisprojekte, kus mõni järsk nõlv maastiku ilmestamiseks säilitatakse. Näiteks Võrumaal Tabina karjääris on plaanis säilitada sellised nõlvad just kaldapääsukeste elupaigana (Imara-Tabina 2014). Tartumaal asuva Aardlapalu karjääri korrastamistingimustes tehti küll Keskkonnaameti poolt ettepanek kaaluda võimalust kaldapääsukestele pesitsusnõlva rajamiseks, kuid korrastamisprojektis selleks sobivat lahendust ei leitud (Köpp 2013). Võimalust pesitsusnõlva rajamiseks või säilitamiseks tuleks kindlasti kaaluda karjäärides, kus kaevandatava liiva koostis tagab stabiilsemad nõlvad.

Samas on ohutust võimalik tagada ka muul moel kui nõlvade tasandamisega – näiteks piiravate hekkide või järsust nõlvast märku andva hoiatava infotahvliga. Lääne-Euroopa

karjäärides on kaldapääsukestele sobivaid nõlvu toestatud ka puitkonstruktsioonidega või paigaldatud nõlvade ette sobivas suuruses avadega betoonseinad (Heidelberg Cement 2015). Kui pesitsuspaikade säilitamine on ala edasise kasutuse või inimeste ohutuse tagamise seisukohast võimatu, tuleks tasandamistööd kindlasti teostada väljaspool liigi pesitsusaega.

4.3.Järeldused ja soovitused

Karjääride järelkasutuse kujundamist juba kaevandamise varases faasis toetaks see, kui kaevandamine ja korrastamine mõeldaks olulistest aspektides läbi enne kaevandamisloa taotluse esitamist ning loa väljastamisel oleks valmis ka korrastamisprojekt. Suurema osa tehnilise korrastamise töödest saaks sel juhul teha kaevandamise käigus, mis annaks kaevandajale ühtlasi märkimisväärse rahalise kokkuhoiu. Kui karjääri korrastada kaevandamise käigus, on sellel eeliseid ka elupaikade loomisel. Näiteks on kaldajoone liigendatus, samuti erineva sügavusega veekogu osad olulised kaldataimestiku tekkeks, mis pakuvad erinevatele (linnu)liikidele pesitsus- ja toitumisvõimalusi. Optimaalse kaldajoone saavutamiseks soovitatakse karjäärides, kus kaevandatakse allpool põhjavee taset, alustada mäetöid mitte ala keskelt, vaid servadest. Nii võivad veekogu kaldad juba üsna varajases kaevandamise faasis oma lõpliku vormi omandada, ning sinna saavad hakata kujunema roostikukooslused (Gilcher, Bruns 1999). Kivimurdudes, mille nõlvad tavaliselt kaevandamisel jäetakse üsna sirgeks järsuks seinaks, on paarimeetrise laiusel eendeid ja orvasid kujundatud kaevandamise käigus pesitsuspaikadeks röövlindudele (näiteks kassikakk *Bubo bubo* või rabapistrik *Falco peregrinus*; Institut für Naturschutz und Landschaftsanalyse 2013). Eestis pole nende haruldaste röövlindude esinemine karjäärides veel kinnitust leidnud ja pesitsuspaikade rajamine vajaks eelnevaid uuringuid selle efektiivsuse kohta.

Kui ammenduva karjääri keskkonningimused erinevad oluliselt sellest, mida tahetakse näha korrastatud karjääri puhul, võib tekkida kaevandamise käigus kujunenud elupaikadega probleeme. I kaitsekategooria liigi elupaigad tuleb looduskaitseaduse nõuete järgi kindlasti säilitada (Looduskaitseadus 2015, § 48 lg 1) ning muuta seetõttu

nende esinemisel ala korrastamise suunda ja tingimusi püsielupaiga jaoks sobivateks. Nii on toimitud näiteks ühe Lääne-Saaremaa liivakarjääri puhul, mille korrastamise suunaks oli esialgselt rohumaa, kuid kui kahepaiksete inventuuril leiti, et madalates karjääriveekogudes elavad kõred, siis tehti kaevandajale ettepanek muuta mäeeraldise aktiivne varu passiivseks ning korrastada ala I kaitsekategooria liigi püsielupaigaks (Keskkonnaameti dokumendiregister 2015).

Korrastamissuunda on muudetud ka kaitsealuste taimeliikide nagu karvane lipphernes (*Oxytropis pilosa*), madal unilook, püst-linalehik (*Thesium ebracteatum*), kärbesõis (*Ophrys insectifera*) jt rohke esinemise tõttu ühes Läänemaa kruusakarjääris. Esialgse metsastamise suuna asemel anti alale loodusliku rohumaa funktsioon ning nõuti sobilike korrastamisvõtete väljaselgitamiseks ala korrastamisprojekti koostamisse botaaniku kaasamist (Kaopalu 2014).

Kuna korrastamissuund on määratud kaevandusloas, peaks suuna muutmisega kaasnema ka loa muutmise menetlus, mille käigus tuleb uus lahendus läbi rääkida kohaliku omavalitsuse ja teiste huvitatud osapooltega. Ressurssinõudva bürokraatia tõttu võidakse sellistes olukordades teinekord elupaikade säilitamisest loobuda, eriti madalama kaitsekategooria liikide puhul. Selle probleemi puhul oleks taas kasu korrastamisest kaevandamise käigus – elupaigad, mis siis karjääri kujunevad, ei oleks eeldatavasti korrastamissuunaga vastuolus.

Hetkel korrastamist kaevandamise ajal otseselt ei nõuta. Seetõttu tuleb praktikas korrastamist kaevandamise käigus harva ette ja enamik karjääre saab korrastamisprojekti kaevandamise lõppfaasis. Samas määratakse korrastamise suund ära juba kaevandamise alguses. 15e aasta jooksul, mil kaevanduluba tavaliselt liiva- ja kruusakarjääride puhul kehtib (Maapõueseadus 2015, § 37 lg 1), tekib karjääri ka elustik. Selleks, et karjääris kaevandamise käigus tekkinud tingimusi saaks korrastamissuuna määramisel arvesse võtta, võiks täpsema järelkasutuse suuna määrata üle 25 ha karjääride või lähestikku asuvate karjääride võrgustike puhul hoopis keskkonnamõju hindamise käigus, kus kaalutaks ka alternatiivseid järelkasutuse võimalusi ja kaasataks protsessi avalikkus.

Et karjääre asustavaid liike ja nende elupaiku mäendustööde käigus mitte häirida või hävitada, peavad kaevandajad nende olemasolust teadlikud olema. Pesistsusperioodi

alguses on Keskkonnaametil küll tavaks pressiteatega lindude häirimise keelust teavitada (Lipand 2015), aga teadmata on, kas see info saadetakse ka eraldi kaevandusettevõtetele ning kas ja millised karjäärielustiku kaitse reeglid kehtivad ettevõtete siseselt. Kaevandajate informeerimine oleks kindlasti üks paremaid viise karjääris pesitsevate liikide kaitseks. Kuid kaitsealustele liikidele rakenduvatest nõuetest teatamiseks ja korrastamistingimuste andmiseks peaksid andmed olema ka Keskkonnaametil. Nagu selgus käesoleva töö raames kogutud taustinformatsioonist, on kaitsealuste liikide kirjeid töötavates liiva- ja kruusakarjäärides väga vähe. Näiteks karjääriveekogudes pesitseva II kategooria liigi sarvikpüti elupaigana oli keskkonnaregistris arvel ainult üks karjäär, tüüpiliselt karjääriveekogude paljandunud kallastel pesitseva III kategooria liigi jõgitiiru kohta kirjed üldse puudusid, kaldapääsukese elupaiku (III kaitsekategooria) oli vaid kolm kirjet kahest karjäärist, nõmmelõokese (III kaitsekategooria) elupaigana oli arvel ainult üks karjäär. Siiski keskkonnaregistri kanne ei pruugi elupaiga säilimist, või kasvõi selle säilitamise kaalumist alati tagada. Harjumaal asuva Karjaküla karjääri korrastamistingimustes, mis annavad juhtnöörid korrastamise oluliste aspektide kohta, keskkonnaregistris registreeritud kaldapääsukeste elupaika üldse ei mainita (Karjaküla... 2014).

Põhjuseks, miks kandeid karjäärielustiku kohta keskkonnaregistris nii vähe on, võib olla nende elupaikade ajutus, mille tõttu nende registreerimisest loobutakse. Samas kui tegu ei ole sedavõrd esindusliku alaga, et sinna tasuks moodustada püsielupaik, ei rakendu liigi suhtes muid kohustusi kui isendi häirimise, surmamise ja pesade hävitamise keeld, millest põhjendatud juhtudel saab ka teha erandeid. Kui aga karjäärides pesitsevate liikide andmeid üldse ei registreerita, ei saa nende väheuuritud ja sageli ajutiste elupaikade muutumist ja väärtust analüüsida ning olulistest otsustes arvesse võtta.

Eriti problemaatiline on andmete puudumine tüüpiliste karjäärides pesitsevate liikide – kaldapääsukese ja väiketüllil – seisukohalt. Teadmata on, kui suur osa nende liikide asurkonnast pesitseb tööstusaladel ning kui suur looduslikes elupaikades. Pole välistatud, et tööstuslikele elupaikadele on omistatud näiteks kaldapääsukese puhul teisejärguline roll ning liigi arvukuse suur langus on seotud osalt kolooniate hukkamise või pesitsustingimuste kadumisega kaevandamise või korrastamise käigus. Kolooniate huku vältimiseks tuleks ka võimalikult palju üksikvaatlejate ja kolmanda sektori

looduskaitseorganisatsioonide poolt kogutud andmeid saata Keskkonnaametile, mille ametnikel on õigus need kanda keskkonnaregistrisse. Kaldapääsukese industriaalsete elupaikade parem esindatus keskkonnaregistris aitaks ka uurida liigi arvukuse languse põhjuseid.

Korrastamisprojektide koostamise alane regulatsioon karjäärielustiku andmete kogumist ette ei näe. Keskkonnaamet peab korrastamisprojektidele tingimusi andes lähtuma lisaks korrastamise üldnõuetele keskkonnamõju hindamise soovitudest, arvestama maaomaniku nõudeid ja kohaliku omavalitsuse arvamust. Korrastatava maa kasutamise sihtotstarbe määramisel lähtutakse maavara kaevandamisloas märgitust (Üldgeoloogilise uurimistöoga... 2015, § 7 lg 3). Kui karjääri (või karjääride kompleksi) suurus on üle 25 ha ning kohaldub keskkonnamõju hindamise nõue (Keskkonnamõjude hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus 2015, § 6 lg 1 p 28), on lootust elustiku ülevaatuseks rohkem, kuid ka sellistel juhtudel piirduakse tööstusalade puhul tihti keskkonnaregistri andmepäringutega. Selline päring on reeglina ebatäpne, kuna keskkonnaregistri andmebaas on lünklik ja ei peegelda reaalselt kaitsealuste liikide olukorda karjäärides. Seega on karjäärielustiku andmete kogumine ning elupaikade säilimine karjääride majandamisel ja korrastamisel pigem juhuslik ja ei taga neis pesitsevate liikide kaitset. Olukorda aitaks parandada see, kui korrastamistingimuste koostamise sätetesse lisataks nõue teostada enne korrastamistingimuste andmist karjääris elupaikade inventuur. Keskkonnaameti ametnikud võiksid korrastamistingimusi kavandades kontrollida alternatiivse andmebaasina ka avalikku veebiportaali e-Elurikkus, kuhu üksikvaatlejad, töörühmad ja asutused sisestavad infot bioloogilise mitmekesisuse kohta Eestis. Ilmne on vajadus juhendi järele, millest keskkonnaametnikud, kaevandusettevõtted, korrastamisprojektide koostajad ja valitsusvälised keskkonnaiühendused saaksid teavet võimaluste kohta, kuidas erinevatele sihtliikidele karjäärides elupaiku säilitada ja luua.

Ja viimaks – et karjääride korrastamise tempost ja suundadest ülevaadet saada, neis leiduvaid elupaiku ja alade järelkasutuse potentsiaali uurida, tuleks riigil kindlasti luua korrastatud karjääride andmebaas, mis peaks sisaldama geoinformaatilisi andmeid vähemasti karjääri asukoha, maavara, ala suuruse, kaevandamise ja korrastamise aja, korrastamise suuna ning korrastamisega seotud dokumentide asukoha kohta.

KOKKUVÕTE

Käesolevas magistritöös uuriti korrastatud ja korrastamata liiva- ja kruusakarjääride haudelinnustiku liigilist mitmekesisust, arvukust ning neid tunnuseid mõjutavaid keskkonnatingimusi. Karjääride linnustiku võrdleval analüüsil püstitati hüpotees, et Eestis tüüpiliselt kasutatavad karjääride korrastamisvõtted mõjutavad sealse linnustiku liigirikkust ja arvukust, mistõttu korrastamata ja korrastatud karjääride linnustik on erinev. Analüüsiti ka karjäärielupaikade säilitamise ja loomise praktilisi ning õiguslikke võimalusi ja probleeme Eestis.

Töös kasutatud linnustiku- ja maastikuandmed koguti autori poolt 2014. aasta mais ja juunis seitsmes Eesti maakonnas paiknevalt kahekümnelt uurimisalalt, millest kümme olid korrastatud ja kümme korrastamata karjäärid. Andmeid analüüsiti programmidega ArcGIS (ESRI 2014) ja R (R Core Team 2014).

Kokku registreeriti uurimisaladel pesitsevaid linde 42-st liigist ning loendati 230 haudepaari. Kaitsealustest liikidest pesitses uurimisaladel sarvikpütt, roo-loorkull, väiketüll, liivatüll, nõmmelõoke, kaldapääsuke ja punaselg-õgija.

Saadud tulemuste kohaselt oli korrastamata karjäärides kaitsealuste liikide arv statistiliselt oluliselt kõrgem kui korrastatud karjäärides ($F=2,23$, $p=0,032$). Selle põhjuseks on ilmselt korrastamata karjäärile iseloomulike maastikutunnuste nagu järskude nõlvade, vahelduvate taimestunud ja kamardumata alade, erineva suuruse ja sügavusega veekogude ning varjevõimalusi pakkuvate tasandamata puistangute olemasolu. Sellised tingimused on sobilikud kaitsealustele liikidele nagu väiketüll, liivatüll, kaldapääsuke ja nõmmelõoke, kes vajavad pesitsemiseks kamardumata alasid.

Karjääride korrastamisel reeglina karjääri nõlvad ohutuse huvides tasandatakse, karjääri põhja tekkinud vesised sulglohud täidetakse, puistangud silutakse, põhi kaetakse kasvupinnasega ning ala taimestatakse roht- või puittaimedega. Selliste võtete kasutamisel kamardumata aladega seotud liikidele sobivad pesitsus- ja toitumistingimused kaovad

kiiresti ning kuna nende seas on ka mitmeid kaitsealuseid liike, on ootuspärane, et korrastatud karjäärides esineb neid vähem. Käesolev uurimistöo kinnitab varasemaid tulemusi, mille kohaselt loodusliku taastumise käigus kujunevad karjäärides mitmekesisemad kooslused ning sellistel aladel on rohkem potentsiaali pakkuda paremaid elupaiku ka haruldastele liikidele.

Kaitsealuste liikide kõrgem arvukus korrastamata karjäärides ei tähenda, et ainus võimalus karjääridesse liigirikaste koosluste loomiseks oleks need korrastamata jätta. Pigem viitab see vajadusele mitmekesistada korrastamise võtteid ja suundi, mis Eestis ei ole muutunud alates 1960.–1970. aastatest. Endiselt domineerib korrastamissuunana metsastamine ning järelkasutuse teised võimalused, sh sihtliikidele elupaikade rajamine, on esindatud marginaalselt.

Töös toodi välja järgmised praktilised soovitused elupaikade säilitamiseks ja loomiseks karjäärides:

1. Kasutada suurtes karjäärides ja lähestikku paiknevate karjääride võrgustikes multifunktsionaalseid lahendusi, näiteks ühendada loodusväärtuste taastamine rekreatsiooni, loodusõppe ja tööstuspärandi tutvustamisega.
2. Väikestes karjäärides ning suurte karjääride elurikkamates osades kasutada korrastamisvõttena taimestamise asemel looduslikule suksessioonile jätmist, kuna sellisel viisil kujunevad liigirikamad kooslused.
3. Kui karjäär on otsustatud taimestada, kasutada mitmekesist kompositsiooni kohalikest taimeliikidest.
4. Korrastamisel mitte täita pinnasega karjääri tekkinud väikeveekogusid. Kui korrastamise suund seda toetab, võiks rajada neid hoopis juurde. Suuremates ja avamaastikuga külgnevates karjäärides kaaluda ka märgalade loomist. Püsivate ja ajutiste, ca 15–30 cm veetasemega madalate veekogude kujunemine koos märgalataimestikuga pakuks elupaiku paljudele putukatele, kahepaiksetele ja lindudele.
5. Püsiveekogudele oleks soovitatav kujundada liigendatud kaldajoon ning rajada veekogu keskele lindudele pesitsemiseks saarekesi. Püsiveekogudel võiks olla ka madalaveelisi tsoone, mida saaksid kasutada toitumiseks kahlajad.

6. Töötavates karjäärides tuleks kindlasti arvestada järskudesse nõlvadesse pesakoopaid rajava langeva arvukusega kaitsealuse liigi – kaldapääsukesega. Kui on tarvis kaevandada liigile pesitsuspaigaks sobivaid nõlvu, tuleks need tasandada enne pesitsusperioodi algust ja luua asenduseks uued vertikaalsed nõlvad või sõelmekuhjad karjääri osas, kus järgneval pesitsusperioodil ei kaevandata. See eeldab kaevetööde planeerimist.
7. Korrastatavates karjäärides tuleks kaldapääsukesel pesitsustingimuste säilitamist või loomist kaaluda kindlasti aladel, kus kaevandatava liiva või kruusa koostis tagab stabiilsemad nõlvad. Kui pesitsuspaikade säilitamine on ala edasise kasutuse või inimeste ohutuse tagamise seisukohast võimatu, teostada tasandamistööd väljaspool liigi pesitsusaega.

Lisaks praktilistele soovitudele toodi välja ka keskkonnakorralduslikud meetmed, mis karjääride korrastamise valdkonna arengut ning sihtliikidele elupaikade säilitamist ja loomist toetaksid:

1. Vajalik on luua korrastatud karjääride andmebaas, mis sisaldaks geoinformaatilisi andmeid karjääri asukoha, maavara, ala suuruse, kaevandamise ja korrastamise aja, korrastamise suuna ning korrastamisega seotud dokumentide asukoha kohta.
2. Koostada karjääride elustikku ja erinevate sihtliikide elupaikade säilitamise ja kujundamise võtteid kirjeldav juhend keskkonnaametnikele, kaevandusettevõtetele ja korrastamisprojektide koostajatele.
3. Kanda senisest enam keskkonnaregistrisse karjääre asustavate kaitsealuste liikide andmeid. Need ajutised industriaalsed elupaigad on osadele liikidele (nt kaldapääsuke, väiketüll) määrava tähtsusega. Andmete olemasolu aitaks paremini vältida pesitsevate liikide juhuslikku hukkumist ja uurida kaitsekorralduslikult oluliste liikide elupaigakasutust.
4. Karjääride korrastamisel välditakse väikeveekogude säilitamist ja märgalade loomist veeseaduses 1994. aastast kehtiva soostumist põhjustava tegevuse keelu tõttu. Väikeveekogude ja märgalade loomise takistuste praktilised ja õiguslikud aspektid vajaksid lahenduste leidmiseks põhjalikku analüüsi.

5. Korrastamist reguleerivatesse õigusnormidesse tuleks lisada nõue teostada enne korrastamistingimuste andmist karjääris elustiku inventuur. See aitaks vältida karjääri asustanud liikide juhuslikku hukkumist ja võimaldaks kaaluda elupaikade säilitamist juhul, kui alale esialgselt määratud kaevandamisjärgne funktsioon elupaikade säilimist ei toeta.
6. Korrastamise suund määratakse Eestis kaevandamisloa väljastamisel, kuid alad korrastatakse tavaliselt kaevandamise lõppfaasis, ca 15 aastat pärast kaevandamise algust. Sobiva järelkasutuse leidmine sellistes tingimustes vajaks senisest suuremat paindlikkust. Üle 25 ha suurustes karjäärides või lähestikku paiknevate karjääride võrgustikes võiks järelkasutuse suund kujuneda nende alade suhtes kohustusliku keskkonnamõju hindamise käigus, kus kaalutakse ka alternatiive ja kaasatakse protsessi asjast huvitatud avalikkus.
7. Kuna karjääride korrastamisel kaevandamise käigus on palju eeliseid, tuleks valdkonna arengu eest vastutavatel institutsioonidel tõsisemalt kaaluda kaevandamiseaegse korrastamise kohustuse kehtestamist. Suurema osa tehnilise korrastamise töödest saaks teostada kaevandamise käigus, mis annaks kaevandajale ühtlasi märkimisväärse rahalise kokkuhoiu. Sellisel lähenemisel on mitmeid eeliseid ka elupaikade loomisel.

Kokkuvõttes võimaldaksid mitmekesiste funktsioonidega ja ökoloogiliselt läbimõeldud lahendused kujundada päris paljudest kaevandamisega rikutud maastikest alad, mis suurendavad piirkonna elurikkust, täiendades samal ajal ka rekreatsioonivõimalusi. Samuti on väga oluline pöörata tähelepanu elustikule töötavates karjäärides, kuna mitmete kaitsealustele liikidele tekivad soodsad tingimused just aktiivselt kaevandatavatel aladel.

KIRJANDUSLOEND

- AS Silikaat. (2015). [WWW] AS Silikaat koduleht. <http://www.silikaat.ee/et/silikaat-p%C3%A4lvis-keskkonnateo-tiitli-m%C3%A4enduses> (09.04.2015).
- Aua, J. (1993). Karjäärde linnustikust. – *Hirundo*, 13(2), lk 28–34.
- Aua, J. (1997). Jõgeva maakonna karjäärde haudelinnustikust. – *Hirundo*, 7(1), lk 27–29.
- Aua, J., Salumäe, M. (2010). Kamariku karjääri linnustikust. – *Hirundo*, 23 (2), lk 73–74.
- Bachmann, E.-L. (2007). Karbonaatkivimite karjäärid ja nende korrastamine Eestis. (Lõputöö). Tartu Ülikooli geoloogia instituut. Tartu.
- Becker-Platen, J.D. (1993) Renaturierung von Sand- und Kiesgruben. – *Eiszeitalter und Gegenwart. Quaternary science journal*, Vol. 43, No. 1, pp. 101–109.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. (1992). Bird census techniques. Academic Press. London. 257 pp.
- BirdLife. (2012). Restoration of floodplain habitats and construction of birdwatching tower at the Tovacov Lakes – Czech Republic BirdLife International. [WWW] <http://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/restoration-floodplain-habitats-and-construction-birdwatching-tower-tovacov> (01.05.2015).
- BirdLife. (2015). Biodiversity in mineral extraction sites. [WWW] <http://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/biodiversity-mineral-extraction-sites> (03.05.2015).
- Brenner, F.J. (2000). Wildlife and Fishery Considerations in Surface Mine Reclamation. – *Reclamation of Drastically Disturbed Lands.* / Ed.J.Bartels. No.41 in the series Agronomy.American Society of Agronomy. Wisconsin: USA. pp. 399–413
- Catchpole, C.K., Tydeman, C.F. (1975). Gravel pits as new wetland habitats for the conservation of breeding bird communities. – *Biological Conservation*, Vol. 8, No. 1, pp. 47–59.
- Cemex. (2014) Turtle dove conservation project. [WWW] <http://www.worldcement.com/europe-cis/17092014/Cemex-UK-and-RSPB-begin-turtle-dove-conservation-project-498/> (28.04.2015).
- Cemex. (2015).Our partnership with BirdLife International. [WWW] <http://www.cemex.com/SustainableDevelopment/cases/BirdLifePartnership.aspx> (4.05.2015).
- Davies, A.M. (2006). Nature after minerals: how mineral site restoration can benefit people and wildlife.The RSPB. http://www.rspb.org.uk/Images/natureaftermineralsreport_tcm9-257075.pdf (25.04.2015).

- Dragonlife. (2014). Projekti “Suur-rabakiili ja mudakonna asurkondade kaitse ja säilitamine levila põhjapiiril Eestis ja Taanis” materjalid. [WWW] <http://www.keskkonnaamet.ee/dl-est/dragonlife/tiigid-3/> (28.04.2015).
- EE-quarry. (2010). Course of Energy Efficiency in quarries. Department of geology. University of Leicester. [WWW] <http://www2.le.ac.uk/departments/geology/research/gbrg/ee-quarry/course-eeq-01-introduction-and-overview/section-2/2-1-introduction-to-quarries> (12.04.2015).
- EELIS. (*Eesti Looduse Infosüsteem – Keskkonnaregister*): Keskkonnaagentuur. [WWW] <http://register.keskkonnainfo.ee> (20.03.2015).
- e-Elurikkuse andmebaas. (2015). (*Bioloogilise mitmekesisuse andmebaas*) [WWW] <http://elurikkus.ut.ee/> (29.04.2015).
- Eesti Baaskaart. (1997). Ruumiandmekogum. Mõõtkava 1:50 000. Tallinn: Maa-amet.
- Edula, E. (1989). Lindude pesitsemisest Viljandi lähistel aastail 1981–1989. – *Loodusevaatlusi*, 1989(1), lk. 48–54.
- Elts, J., Leito, A., Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Nellis, R., Ots, M., Pehlak, H. (2013). Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008–2012. – *Hirundo*, 26 (2), 80–112.
- ESRI. (2014) ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute
- European Bird Census Council. (2015). [WWW] <http://www.ebcc.info/index.php?ID=557> (05.05.2015).
- Gilcher, S., Bruns, D. (1999). Renaturierung von Abbaustellen. Stuttgart: Ulmer. 360 s.
- Grünberg, R. (2012). Tartu maakonna Konguta valla Kobilo liivakarjääri kaevandamisega rikutud maa korrastamise projekt. Tartu: OÜ Eesti Geoloogiakeskus.
- Harrison, N., Whitehouse, M. (2012). Drivers of songbird productivity at a restored gravel pit: Influence of seasonal flooding and rainfall patterns and implications for habitat management. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 162, No. 1, pp. 138–143.
- Heidelberg Cement. (2015). Species protection program for sandmartin. [WWW] http://www.quarrylifeaward.com/sites/default/files/32.species_protection_program_for_sandmartin.pdf (08.04.2015).
- Heidelberg Cement Northern Europe. (2015). [WWW] <http://www.hcne-sustainability.nu/et/node/2571> (29.04.2015).
- Heneberg, P. (2009). Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. – *Ecological Research*, Vol. 24, No. 2, pp. 453–459.

- Imara-Tabina liivamaardla Tabina II liivakarjääri mäeeraldise korrastamis-tingimuste esitamine. (2014). Keskkonnaamet: Põlva-Valga-Võru regioon. [WWW] Keskkonnaameti dokumendiregister.http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/PVV_10-1_22773_8_12022014_1198172.441844.ddoc (03.05.2015).
- Institut für Naturschutz und Landschaftsanalyse. (2013). Birds in quarries and gravel pits: Flying gemstones and swift hunters./ Ed.M.Rademacher. Heidelberg Cement.
- Internationale Bauausstellung. (2015). Fürst-Pückler-Land 2000–2010. [WWW] www.iba-see2010.de (29.04.2015).
- Jaanus Aua e-kiri Liis Keerbergile. (11.05.2015). Säilitatakse töö autori e-arhiivis.
- Kaar, E., Lainoja, L., Luik, H., Raid, L. & Vaus, M. (1971) Põlevkivikarjääride rekultiveerimine. Tallinn: Valgus.
- Kaldapääsukesed Palalinna karjääris. (2009). Keskkonnaamet: Jõgeva-Tartu regioon. [WWW] Keskkonnaameti dokumendiregister: http://sadr.keskkonnaamet.ee/public/adr_upload/kiri_nr_17366-2.35586.pdf (03.05.2015).
- Kaopalu kruusakarjääri korrastamistingimuste muutmine. (2014). Keskkonnaamet: Hiiu-Saare-Lääne regioon. [WWW] Keskkonnaameti dokumendiregister. http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/HLS_10-1_9270_7_13022014_1199420.442580.ddoc (13.05.2015).
- Karjaküla liivakarjääri korrastamistingimuste esitamine. (2014). Keskkonnaamet. Harju-Järva-Rapla regioon. [WWW] Keskkonnaameti dokumendiregister. http://sadr.keskkonnaamet.ee/index.php?id=10535&op=doc_details&dok_id=506749&asutus_id=1 (13.05.2015).
- Karon, H. (2014). Maavara säästlik kaevandamine Pudivere karjääris. (Lõputöö). Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn.
- Kattel, T. (2010). Karude kruusakarjääri korrastamisprojekt. Tallinn: OÜ Mäemees.
- Keil, A., Wetterau, B. (2013). Metropolis Ruhr: a Regional Study of the *New Ruhr*. Essen: Regionalverband Ruhr
- Keskkonnaameti dokumendiregister. (2015). [WWW] sadr.keskkonnaamet.ee (29.04.2015).
- Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus. (vastu võetud 22.02.2005, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 23.03.2014). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032014032> (29.03.2015).
- Kohler, V. (2014). Ropka-Ihaste kaitseala laieneb. – *Tartu Postimees*, [e-ajaleht] <http://tartu.postimees.ee/2964341/ropka-ihaste-kaitseala-laieneb> (09.04.2015).
- Kukk, M. (2012). Laagna karjäär. Kaevandamisega rikutud maa korrastamisprojekt. Tallinn: OÜ Mäebüroo Nord.

- Kuznetsova, T.(2011). Kodumaiste ja võõrliigiliste puistute kasv põlevkivikarjääride tasandatud puistangutel. (Doktoritöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Kõpp, V. (2013). Aardlapalu karjääri ja Aardlapalu II liivakarjääri korrastamisprojekt. OÜ Inseneribüroo Steiger. [WWW] Keskkonnaameti dokumendiregister. http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/Korrastamisprojekt_Aardlapalu_I_II.445918.ddoc (29.04.2015).
- Kõrekõrin masinamüra asemele. (2002). – *Keskkonnainvesteeringute Keskuse aastaraamat / Tekstid*, Toim. MTÜ Loodusajakiri. Tallinn: Keskkonnainvesteeringute Keskus [WWW] <http://www.kik.ee/sites/default/files/stories/KIK/kik2002.pdf> (17.05.2015).
- Laarmann, D. (2014).Metsa ökosüsteemi taastamise seire ja analüüs.(Doktoritöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Leitfaden für die Eingriffs- und Ausgleichsbewertung bei Abbauvorhaben. (1997) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. [WWW] <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/50031/per01.pdf?command=downloadContent&filename=per01.pdf&FIS=200> (20.04.2015).
- Lipand, M. (2015) Lindude tahtlik häirimine ja pesade hävitamine pesitsusperioodil on lubamatu. Pressiteade. Keskkonnaamet. [WWW] <http://keskkonnaamet.ee/uudised-ja-artiklid/lindude-tahtlik-hairimine-ja-pesade-havitamine-pesitsusperioodil-on-lubamatu/> (29.04.2015).
- Little ringed plover. (2015). The Royal Society for the Protection of Birds. (2015). [WWW] <http://www.rspb.org.uk/discoverandenjoynature/discoverandlearn/birdguide/name/l/littleringedplover/> (15.04.2015).
- Looduskaitseeadus. (vastu võetud 21.04.2004, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.08.2014). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014020> (29.04.2015).
- Loomakaitseeadus. (vastu võetud 13.12.2000, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.01.2015). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014069> (29.04.2015).
- Lundholm, J.T., Richardson, P.J., (2010). Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. – *Journal of Applied Ecology*, Vol. 47, No. 5, pp. 966–975.
- Maa-amet. (2015). Kehtivate lubadega liiva- ja kruusakarjääride ruumikujud. Geoinformaatiline andmebaas. Tallinn: Maa-amet. (26.02.2015).
- Maapõueseadus. (vastu võetud 09.11.1994). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/28712> (29.03.2015).

- Maapõuaseadus. (vastu võetud 23.11.2004, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.01.2015). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014076> (29.03.2015).
- Malvaste liivakarjääri korrastamistingimused korrastamisprojekti koostamiseks. (2015).
Keskonnaamet: Hiiu-Saare-Lääne regioon. [WWW] Keskonnaameti dokumendiregister:
http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/HLS_10-1_6244_5_05012015_1403165.504241.ddoc (03.05.2015).
- Merusk, L.(1979). Maade rekultiveerimisest. – *Keskkonnakaitse*, 1979 (4), lk 24–27.
- Nature after minerals database. (2015). [WWW] <http://afterminerals.com/casestudysearch.aspx> (03.05.2015).
- Nosterfield case study. (2015). Nature after minerals database. [WWW]
<http://www.afterminerals.info/docs/17.7.%2014%20%20Nosterfield%20Case%20Study%20Uodate.pdf> (03.05.2015).
- Notton, A. (2011). Maa-ala korrastamisega seotud küsimused. – *Kaevandamine ja vesi / Toim. I.Valgma*. Tallinn: Eesti Mäeselts. TTÜ Mäeinstituut, lk 125–126.
- Ouse Fen. (2015). The Royal Society for the Protection of Birds. [WWW]
<http://www.rspb.org.uk/discoverandenjoynature/seenature/reserves/guide/o/ousefen/index.aspx> (08.04.2015).
- Pehlak, H., Aua, J., Aaslaid, L., Salumäe, M. (2014). Veelindude inventuur Eesti karjäärides 2012. aastal. – *Hirundo*, 27(1), lk 1–8.
- Pensa, M., Luud, A., Karu, H., Vaht, R. (2005). Taimkatte taastumine põlevkivikarjäärides: istutatud ja looduslikult uuenenud puistute võrdlus. – *Ökoloogiline taastamine / Toim. M.Sammul, A.Lõhmus*. Eesti Looduseuurijate Seltsi 83.aastaraamat. Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts, lk 96–112.
- Pensa, M., Karu, H., Luud, A., Rull, E., Vaht, R. (2008). The effect of planted tree species on the development of herbaceous vegetation in a reclaimed open-cast. – *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 38, No. 10, pp. 2674–2686.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., R Core Team. (2014). *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3.1-117
- Piusa koobastiku looduskaitseala kaitsekorralduskava 2012–2021. (2011).[WWW] Keskonnaamet.http://www.keskkonnaamet.ee/kkk/Piusa_koobastiku_LKA_KKK_2012_2021.pdf (20.04.2015).
- Prach, K. (2003). Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? – *Applied Vegetation Science*, Vol. 6, No. 2, 125–129.

- Prach, K., Marrs, R., Pyšek, P., van Diggelen, R. (2007). Manipulation of succession. – *Linking restoration and ecological succession* / Ed. L.R.Walker, J.Walker, R.J.Hobbs. Springer series on environmental management. New York, N.Y: Springer. pp.121–149.
- R Core Team. (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [WWW] <http://www.R-project.org/> (05.05.2015).
- Reinsalu, E., Toomik, A., Valgma, I. (2002). Kaevandatud maa. Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut. Tallinn.
- Riin Kruusimägi e-kiri Liis Keenbergile. (23.04.2015). Säilitatakse töö autori e-arhiivis.
- Riinu Rannapi e-kiri Liis Keenbergile. (11.04.2015). Säilitatakse töö autori e-arhiivis.
- Rootsmäe, L., Veromann, H. (1974). Eesti laululinnud. Tallinn: Valgus. 296 lk.
- Ropka-Ihaste looduskaitseala moodustamine ja kaitse-eeskiri. (vastu võetud 17.10.2014, jõustunud 31.10.2014) – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/121102014010> (29.04.2015).
- Rosentau, A. (1998). Võru maakonna kruusa-, liiva- ja maaainese karjääride rekultiveerimine. (Bakalaureusetöö). Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut. Tartu.
- Sammul, M., Lõhmus, A. (2005). Sissejuhatus ökoloogilisse taastamisse. – *Ökoloogiline taastamine*. / Toim. M.Sammul, A.Lõhmus. Eesti Looduseuurijate Seltsi 83.aastaraamat. Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts, lk 7–26.
- Santoul, F., Green, A.J., Figuerola, J. (2004). Importance of gravel pits for the conservation of waterbirds in the Garonne river floodplain (southwest France). – *Biodiversity & Conservation*, Vol. 13, No. 6, pp. 1231–1243.
- Santoul, F., Gaujard, A., Angélibert, S., Mastrotillo, S., Céréghino, R. (2009). Gravel pits support waterbird diversity in an urban landscape. – *Hydrobiologia*, Vol. 634, No.1, pp. 107–114.
- Sein, O., Stein, J. (2014). Vulbi karjääri korrastamise projekt. Tallinn: OÜ Inseneribüroo Steiger. [WWW] <http://maoinvest.ee/pub/Vulbi/Korrastamisprojekt%20%28Vulbi%20karj%C3%A4%C3%A4r%29.pdf> (09.05.2015).
- Sepp, K., Metsaots, K., Roose, A. (2010). Kaevandamisega muudetud maastike väärtustamine ja kujundamine. – *Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis* / Toim. E. Kaar, K. Kiviste. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 105–128.
- SER International Primer on Ecological Restoration. (2004) Society for Ecological Restoration, Science & Policy Working Group. [WWW] <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration> (20.03.2015).
- Sharrock, J.T.R. (2010). The Atlas of Breeding Birds in Britain and Ireland. London: British Trust for Ornithology. 704 pp.

- Shtokalenko, M., Lehtmets, K., Petersell, V. (2010). Rapla maakonna Rapla valla Hagudi küla Hagudi kruusakarjääri korrastamisprojekt. Tallinn: OÜ Eesti Geoloogiakeskus.
- Skórka, P., Martyka, R., Wójcik, J.D., Babiaryz, T., Skórka, J. (2006). Habitat and nest site selection in the Common Gull *Larus canus* in southern Poland: significance of man-made habitats for conservation of an endangered species. – *Acta Ornithologica*, Vol. 41, No. 2, pp.137–144.
- Soomets, E. (2013). Kõre (*Bufo calamita*) populatsioonide dünaamika ja seisund Eestis. (Magistritöö). Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste Instituut. Tartu.
- Sügav, P. (1991). Selja kruusakarjaari haudelinnustik. – *Loodusevaatlusi*, 1989(1), 86.
- Sügav, P. (1993). Tori valla kruusakarjäärade linnustikust. – *Hirundo*, 13 (2), lk 35–36.
- Šalek, M. (2012). Spontaneous succession on opencast mining sites: implications for bird biodiversity. – *Journal of Applied Ecology*, Vol. 49, No. 6, pp. 1417–1425.
- Teade kaldapääsukeste kolooniast Nogopalu IV karjääris. (2011). Keskkonnaamet: Põlva-Valga-Võru region. [WWW].Keskkonnaameti dokumendiregister.
http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/PVV_14-1_20973_1_10062011_531325.231793.ddoc (03.05.2015).
- Teade kaldapääsukeste kolooniast Kaku karjääris. (2011). Keskkonnaamet: Põlva-Valga-Võru region. [WWW].Keskkonnaameti dokumendiregister.
http://sadr.keskkonnaamet.ee/extensions/saurus4_adr/ddoc.php?file=/public/adr_upload/PVV_14-3_19497_1_27052011_520940.229478.ddoc (03.05.2015).
- Timm, U., Niitlaan, E., Toomik, A., Johanson, J., Malm, I. (2007). ...ja kolmandal päeval lõi jumal maa ja lasi sellest võrsuda haljast rohtu. – *Kaevandamine parandab maad / Toim.E.Reinsalu*. Tallinn: Eesti Mäeselts, TTÜ Mäeinstituut, lk 25–30.
- Tropek, R., Kadlec, T., Karesova, P., Spitzer, L., Kocarek, P., Malenovsky, I., Banar, P., Tuf, I.H., Hejda, M., Konvicka, M. (2010). Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. – *Journal of Applied Ecology*, Vol. 47, pp. 139–147.
- Tydeman, C. (1982). Gravel Pits as Wildlife Habitat in Great Britain. – *Wildlife Values of Gravel Pits*. /Ed. W.D.Svedarsky, R.D.Crawford. Miscellaneous Publication 17. Agricultural Experiment Station. University of Minnesota. pp. 6–12.
- Uustal, A. (2008). Karjäärade rekultiveerimine: ülevaade kaevandamisjärgsest taimestamisest Eestis ja mujal. (Lõputöö). Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste Instituut. Tartu.
- Uustal, M. (2012). Ettepanekud elurikkuse arvestamiseks AS-i Kunda Nordic Tsement tegevuses ja territooriumil. Tallinn: SEI Tallinn.
- Uustal, M., Sall, M. (2013). Ettevõtted ja elurikkus. Juhiseid loodushoidlikule ettevõttele. SEI Tallinna väljaanne nr.21, Tallinn, 57 lk.

- Valgma, I. (2013). Meibaumi karjääri korrastamise projekt. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut.
- Valgma, I. (2014). Rakke lubjakivikarjääri kaevandamisega rikutud maa korrastamisprojekt. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut.
- Veeseadus. (vastu võetud 11.05.1994, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 14.03.2015). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/104032015011> (29.04.2015).
- Vint, J. (2012). Liivakarjäärade korrastamise tegelikkus ja puudused korrastamist reguleerivas seadusandluses.(Magistritöö). Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu.
- Väli, Ü. (2001). Hiiumaa karjäärid veelindude elupaigana. – *Hirundo*, 14 (1), lk 43–48.
- Wiegand, G., Felinks, B. (2001). Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia – chance or necessity – *Ecological Engineering*, Vol 17., pp. 199– 217.
- Wood, S.N. (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models – *Journal of the Royal Statistical Society* , Vol. 73, No.1, pp. 3–36.
- Üldgeoloogilise uurimistööga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord. (vastu võetud 26.05.2005, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 01.02.2009). – *Riigi Teataja* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/13132958> (29.03.2015).

FACTORS AFFECTING AVIAN COMMUNITY AND OPTIONS OF CREATION AND CONSERVATION OF HABITATS IN QUARRIES

Summary

During and after the extraction of aggregates, biota develops in mining sites – those heavily altered environments could be inhabited by amphibians, insects and birds for example. Creation of habitats for the target species and integrating nature education, recreation and industrial heritage to the afteruse projects of quarries is common in Western Europe. In Estonia the main afteruse direction of the sand- and gravel pits is afforestation and creation of water bodies with undefined functions. Alternative afteruse modes, i.e. creation of habitats for target species or nature paths, are exceptional. The biota of quarries is poorly studied and instructions on the creation and conservation of quarry habitats are absent. Consequently, the aspects of biological diversity are poorly represented in the working process and reclamation projects of mining sites.

In the thesis the factors affecting species richness and abundance of avian communities of unreclaimed and reclaimed sand- and gravel pits were studied. Additionally, the legal and practical aspects of creation and conservation of quarry habitats were analysed. The hypothesis was set that typical reclamation methods used in Estonia affect the species richness and abundance of avian communities in quarries. It was presumed therefore that the avian community of reclaimed and unreclaimed quarries differ.

20 research areas (10 reclaimed and 10 unreclaimed sites) were located in seven Estonian counties. In each of the quarries 10-minute point countings of birds were carried out in two standpoints. All noticed breeders, visitors and feeders were registered. The point countings were conducted from 5–10 a.m. between 25 of May and 16 of June 2014. Additionally, data of landscape variables, such as the vegetated and barren areas, existence of temporary waterbodies, areas of permanent waterbodies, existence of steep slopes, reed

and other shore vegetation areas were collected. All the continuous variables were digitalized and measured on the basis of orthophotos in ArcGIS (ESRI 2014).

Using generalized additive mixed models, the effects of explanatory landscape variables (vegetated areas, areas of permanent water bodies) and factor variables (type of the extracted aggregate, state of the site - reclaimed or unreclaimed) on breeding bird variables (species richness, abundance of breeding pairs, richness and abundance of species of conservation value) were tested in statistical analysis programme R (R Core Team 2014).

According to the results, the number of protected species was significantly higher in unreclaimed sites than on reclaimed sites. The finding is apparently connected with the characteristic elements of unreclaimed pits - steep slopes, waterbodies of different size and permanence, nutrient poor soil, heaps and bare ground. Those conditions are suitable for protected birds such as the little ringed plover (*Charadrius dubius*), the ringed plover (*Charadrius hiaticula*) or the sandmartin (*Riparia riparia*), who prefer to breed on unvegetated surfaces of gravel-and sandpits. In the course of reclamation commonly the slopes and heaps of the quarries are flattened, small water bodies are filled, the ground covered with rich soil followed by over-grassing or afforestation. Conditions suitable for bare ground habitat specialists are thereby lost.

The fact that more protected bird species are breeding in unreclaimed quarries does not indicate that for gaining diverse habitats quarries should be left abandoned. It rather refers to the need of diversification of the reclamation methods and afteruse directions, which have remained in Estonia unchanged since 1960s until 1970s.

Preliminary analysis carried out in the framework of the thesis showed lack of data of protected species of quarries in the state environmental register. For example, the habitats of sandmartin – typical colonial breeder in steep slopes of the sand-and gravel pits – were registered in two quarries. The longterm population trend of this species has markedly declined (> 50 %) in Estonia. As sandmartins are relying heavily on industrial habitats, the decline could be partly caused by destruction of breeding sites during the mining or reclamation activities. Destruction of breeding colonies and sites could be avoided when the biological diversity aspects would be integrated to the activities mining companies. The obligation of the investigation of biota should be added to the reclamation planning

process. Today the information collected via the state databases is not sufficient for making adequate decisions.

In conclusion, there is an urgent need to create the national database of reclaimed sites. It would provide a comprehensive, state wide overview of reclamation progress, afteruse directions and it would improve research possibilities in quarry habitats.

LISAD

Lisa 1. Liiva- ja kruusakarjäärides registreeritud kaitsealuste liikide nimekiri

(Koostatud EELIS 2015, Maa-amet 2015 andmebaaside põhjal)

Klass/Liik	Karjääride arv	Elupaigakirjete arv
I kaitsekategooria		
Kahepaiksed		
Kõre (<i>Bufo calamita</i>)	12	17
II kaitsekategooria		
Kahepaiksed		
Harivesilik (<i>Triturus cristatus</i>)	2	2
Mudakonn (<i>Pelobates fuscus</i>)	1	1
Roomajad		
Kivisalik (<i>Lacerta agilis</i>)	5	7
Linnud		
Metsis (<i>Tetrao urogallus</i>)	5	5
Sarvikpütt (<i>Podiceps auritus</i>)	1	2
Hüüp (<i>Botaurus stellaris</i>)	1	1
Nõmmekiur (<i>Anthus campestris</i>)	1	1
Põldsiitsitaja (<i>Emberiza hortulana</i>)	1	1
Käsitivalised		
Pargi-nahkhiir (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	1	1
Suurvidevlane (<i>Nyctalus noctula</i>)	1	1
Veelendlane (<i>Myotis daubentonii</i>)	2	4
Põhja-nahkhiir (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	2	5
Tiigilendlane (<i>Myotis dasycneme</i>)	5	3
Taimed		
Soohiilakas (<i>Liparis loeselii</i>)	1	2
Karvane lipphernes (<i>Oxytropis pilosa</i>)	1	6
Madal unilook (<i>Sisymbrium supinum</i>)	2	5
Püst-linalehik (<i>Thesium ebracteatum</i>)	1	1
III kaitsekategooria		
Kahepaiksed		
Harilik kärnkonn (<i>Bufo bufo</i>)	2	2
Rabakonn (<i>Rana arvalis</i>)	2	2
Tiigikonn (<i>Rana lessonae</i>)	5	8
Tähnikesilik (<i>Triturus vulgaris</i>)	3	4
Linnud		
Väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>)	7	12
Liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>)	3	6

Mudatilder (<i>Tringa glaerola</i>)	1	1
Punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>)	3	2
Hallpea-rähn (<i>Picus canus</i>)	2	2
Musträhn (<i>Dryocopus martius</i>)	2	2
Nömmelõoke (<i>Lullula arborea</i>)	1	2
Kaldapääsuke (<i>Riparia riparia</i>)	1	2
Taimed		
Tumepunane neuuvaip (<i>Epipactis atrorubens</i>)	2	4
Laialehine neuuvaip (<i>Epipactis helleborine</i>)	1	1
Soo-neiuvaip (<i>Epipactis palustris</i>)	1	1
Suur käöpõll (<i>Listera ovata</i>)	1	1
Rohekas käokeel (<i>Platanthera chlorantha</i>)	1	1
Harilik porss (<i>Myrica gale</i>)	2	2
Aas-karukell (<i>Pulsatilla pratensis</i>)	1	1
Püstine hiirehernes (<i>Vicia cassubica</i>)	1	2
Putukad		
Teelehe-mosaiikliblikas (<i>Euphydryas aurinia</i>)	1	1
Suur-kuldtiib (<i>Lycaena dispar</i>)	1	1

Lisa 2. Käesoleva töö raames registreeritud karjääride haudelinnustiku nimekiri

Selts/Liik	Haudepaare korrastatud karjääride vaatlussektorites	Haudepaare korrastamata karjääride vaatlussektorites
Hanelised <i>Anseriformes</i>		
Sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>)	4	2
Tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>)	2	
Sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>)	4	2
Pütilised <i>Podicipediformes</i>		
Tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>)	2	1
Sarvikpütt (<i>Podiceps auritus</i>)	3	
Haukalised <i>Accipitriformes</i>		
Roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>)	1	
Kurelised <i>Gruiformes</i>		
Lauk (<i>Fulica atra</i>)	3	2
Kurvitsalised <i>Charadriiformes</i>		
Väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>)	2	10
Liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>)	1	2
Metstilder (<i>Tringa ochropus</i>)		1
Vihitaja (<i>Actitis hypoleucos</i>)	1	2
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	13	6
Rähnised <i>Piciformes</i>		
Suur-kirjurähn (<i>Dendrocopos major</i>)	1	
Värvulised <i>Passeriformes</i>		
Nömmelooke (<i>Lullula arborea</i>)	2	1
Pöldlooke (<i>Alauda arvensis</i>)	3	
Suitsupääsuke (<i>Hirundo rustica</i>)		2
Räästapääsuke (<i>Delichon urbicum</i>)		2
Kaldapääsuke (<i>Riparia riparia</i>)		50
Metskiur (<i>Anthus trivialis</i>)	2	6
Linavästri (<i>Motacilla alba</i>)	9	10
Ööbik (<i>Luscinia luscinia</i>)	4	1
Kadakatäks (<i>Saxicola rubetra</i>)		3
Kivitäks (<i>Oenanthe oenanthe</i>)		4
Käosulane (<i>Hippolais icterina</i>)		1
Kõrkja-roolind (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>)	2	2
Tiigi-roolind (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	3	
Soo-roolind (<i>Acrocephalus palustris</i>)	1	
Rästas-roolind (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	3	2
Mustpea-põosalind (<i>Sylvia atricapilla</i>)	1	3
Väike-põosalind (<i>Sylvia curruca</i>)		1

Pruunselg-põõsalind (<i>Sylvia communis</i>)	5	5
Salu-lehelind (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	1	1
Väike-lehelind (<i>Phylloscopus collybita</i>)	3	2
Rasvatihane (<i>Parus major</i>)	1	
Punaselg-õgija (<i>Lanius collurio</i>)		1
Harakas (<i>Pica pica</i>)	1	
Põldvarblane (<i>Passer montanus</i>)	1	
Metsvint (<i>Fringilla coelebs</i>)	1	
Ohakalind (<i>Carduelis carduelis</i>)	1	
Karmiinleevike (<i>Carpodacus erythrinus</i>)	5	4
Talvike (<i>Emberiza citrinella</i>)	2	9
Rootsiitsitaja (<i>Emberiza schoeniclus</i>)	3	1