

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Maret Kaljulaid
**METSISE JA TEISTE KANALISTE OSA KISKJALISTE
TOIDUS**
Magistritöö

Juhendajad: Egle Soe
Urmas Saarma

TARTU 2016

Metsise ja teiste kanaliste osa kiskjaliste toidus

Kanaliste arvukus on mitmel poolt Euroopas vähenenud. Eestis on kõik metsakanalised, metsis (*Tetrao urogallus*), laanepüü (*Tetrastes bonasia*), teder (*Tetrao tetrix*) ja rabapüü (*Lagopus lagopus*) kaitse all. Üheks arvukuse languse põhjuseks lisaks inimõjule peetakse ka kisklust. Konkreetset kiskjaliigid ja nende osatähtsus kanaliste suremuses on aga tihtipeale ebaselge, kuna kiskjate kindlakstegemine on tihti keeruline. Käesolevas magistritöös kasutatud uus geneetiline meetod võimaldab kiskjate väljaheidetest määrata nii selle omaniku kui ka selles leiduvad linnuliigid. Kombineerides molekulaarse meetodi ka morfoloogilise analüüsiga, õnnestus määrata nii kiskja kui linnuliigid. Kevadel 2014 kogutud metsisemängudest leitud kiskjate väljaheidetest määrati 59 proovi omanik ja selles leiduvad linnuliigid. Kanalitest esines kõige rohkem metsist (46%), kõik olid metsnugise (*Martes martes*) proovidest. Kokku esines kanalisi metsnugisel 32,6%, kährikoeral (*Nyctereutes procyonoides*) 18,2% ja punarebasel (*Vulpes vulpes*) 8,3%.

Märksõnad: metsis, kanalised, kisklus, geneetiline liikide tuvastamine, väljaheidete analüüs

The abundance of grouse species has locally declined in Europe. In Estonia all the forest grouse species, capercaillie (*Tetrao urogallus*), hazel grouse (*Tetrastes bonasia*), black grouse (*Tetrao tetrix*) and willow ptarmigan (*Lagopus lagopus*), are under protection. Besides human activity, one of the reasons for the decline of abundance is predation. Specific predator species and their importance in mortality of grouse is often unclear because identification of predators is complicated. New genetic method that was used in this study enables to identify from the predator scats the predator species and consumed bird species. Using the genetic method in combination with morphological analysis, it was possible to identify predator and bird species from 59 scats collected in 2014 spring from capercaillie lekking sites. Capercaillie was the most common identified grouse (46%) and all of them were from pine marten (*Martes martes*) samples. Altogether, grouse were represented in 32,6% pine marten, 18,2% raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and 8,3% red fox (*Vulpes vulpes*) scats.

Keywords: capercaillie, grouse, predation, genetical species identification, scat analysis

CERCS kood: B280 Loomaökoloogia

Sisukord

1. Sissejuhatus	6
2. Kirjanduse ülevaade	8
2.1 Kanaliste arvukus	8
2.2 Kiskluse mõju kanalitele.....	8
2.3 Kanalisi ohustavad kiskjad	11
2.4 Kiskluse uurimine.....	12
3. Materjal ja meetodika	15
3.1 Uurimisalade kirjeldused.....	15
3.2 Proovide kogumine.....	16
3.3 Väljaheidetest kiskja- ja linnuliikide tuvastamine geneetilise meetodiga	17
3.3.1 DNA eraldamine.....	17
3.3.2 mtDNA lookuste analüüs	17
3.3.3 Elektroforees.....	18
3.4 Morfoloogilised analüüsid.....	19
3.5 Andmeanalüüs	20
4. Tulemused	21
4.1 Väljaheidetest kiskja- ja linnuliikide tuvastamine geneetilise meetodiga	21
4.1.1 Tuvastatud kiskjad	21
4.1.2 Tuvastatud linnud.....	22
4.1.3 Metsise ja teiste kanaliste osa kiskjate toidus	22
4.2 Morfoloogilise analüüsi tulemused	23
4.3 Lindude tuvastamine morfoloogilise ja geneetilise analüüsiga.....	24
5. Arutelu	26
Kokkuvõte	31
Summary	32
Tänuavaldused	33
Kasutatud kirjandus	34
Lisa 1. Karvade põhjal määratud imetajad	44

1. Sissejuhatus

Paljude kanaliste arvukus on madal ja langustrendis erinevates Euroopa populatsioonides (Storch, 2007). Eestis on metsise arvukus (*Tetrao urogallus*) langenud, 2012. aasta seisuga on hinnanguline arvukus 1100-1200 haudepaari, kahanenud on ka laanepüü (*Tetrastes bonasia*), tedre (*Tetrao tetrix*) kui ka rabapüü (*Lagopus lagopus*) arvukus (Elts *et al.*, 2013). Erinevate inimõjude tõttu, nagu lageraie ja intentsiivne põllumajandus, mis viivad elupaikade killustumise, kvaliteedi languse ja kadumiseni, ning ka antropogeense toidu kättesaadavuse, vähenenud küttimissurve tõttu kiskjatele, on kiskluse suurenemine neile liikidele üks languse põhjusteks (Storch, 2007). Kiskluse mõju hinnatakse suureks ka Eestis (Randla, 2015).

Kanaliste peamiste kiskjatena on tuvastatud, punarebast (*Vulpes vulpes*), kährikkoera (*Nyctereutes procyonoides*), metsnugist (*Martes martes*), metssiga (*Sus scrofa*), kärpi (*Mustela erminea*), euraasia ilvest (*Lynx lynx*), lindudest vareslasi (*Corvidae*) ja röövlindude, peamiselt kanakulli (*Accipiter gentilis*; Saniga, 2002; Bowker *et al.*, 2007; Kauhala, 2011; Jähren, 2012; Fletcher *et al.*, 2013). Kisklust uurivates töodes jääb aga kiskluse surve konkreetsete liikide poolt tihti ebaselgeks, kuna töodes, kus on leitud kiskluse olulist osa lindude suremusele, on konkreetsete kiskjate määramine tihti ebaselge.

Ka Eestis ei ole metsist ohustavate kiskjate olulisus teada (Randla, 2015). Kiskluse määra saab kaudselt hinnata maosisuste põhjal kiskjate toitumist uurivate tööde järgi, milles on näha erinevate kanaliste osa. Enamus andmeid on aga sügis-talvise ehk jahihooaja perioodi kohta ning pole keskendunud lindudele, mistõttu ei pruugi linnuliigid olla määratud. Kisklus võib aga kanaliste populatsiooni arvukusele olla tugevam just kevadisel- ehk sigimisperioodil nii vanalindudele, kurnadele kui ka poegadele. Lisaks on osadele kanalistele omane kukkede seltsinguline mängimine, mis on energeetiliselt kulukas (Angelstam, 1984) ning mistõttu mängude ajal on samuti kisklusel suurem mõju metsisele.

Ekskrementide analüüs on mitteinvasiivne, aastaringi kasutatav meetod kiskluse uurimiseks. Väljaheite morfoloogia, lõhna ja paiknemise abil määratakse kiskja (Chame, 2003) ning selles leiduva materjali järgi tarbitud toiduobjektid (Kidawa & Kowalczyk, 2011). Üha rohkem töid aga näitavad, et ka kogenud uurijad teevad väljaheidete määramisel vigu, mistõttu ei pruugi saada tõest pilti looduses toimuvast (Martínez-Gutiérrez *et al.*, 2015). Samuti on

seedeprotsesside tõttu väljaheidetes leiduvate jäänuste (peamiselt sulgede) järgi lindude liigini määramine raskendatud. Kaasates geneetilist analüüsi annab väljaheidete uurimine võimaluse mitteinvasiivselt saada infot konkreetsete kiskjate kanaliste toiduks tarbimise kohta. Käesoleva magistritöö eesmärkideks on:

(a) Testida uut geneetilist meetodit, mis võimaldaks usaldusväärselt kindlaks teha väljaheite jätnud kiskja liigi ning kiskja poolt tarbitud linnuliigi;

(b) Kombineerides geneetilist meetodit morfoloogilise analüüsiga, saada hinnang metsise ja teiste kanaliste osatähtsusele kiskjate toidus.

2. Kirjanduse ülevaade

2.1 Kanaliste arvukus

Kanaliste arvukust loetakse Euroopas nende suure areaali tõttu üldjoontes stabiilseks või aeglaselt kahanevaks, lokaalselt esineb aga Lääne- ja Kesk-Euroopas kahanenud arvukusega väikeseid ja isoleeritud ning ka juba väljasurnud populatsioone (Storch, 2007). Viimase 30 aasta jooksul on langenud Eestis elavate metsakanaliste arvukus (Elts *et al.*, 2013). Metsise puhul on hävinud aastatel 1970–2000 teadaolevatest mängupaikadest 30%, ulatudes Ida- ja Kagu-Eestis kuni 51%-ni (Randla, 2015). Tedre arvukus on olnud langustrendis alates 1940ndatest (Kuus, 2015), laanepüü puhul on täheldatud pikaajalist langust alates 1990ndatest (Nellis, 2015) ning rabapüü on säilinud vaid üksikutes elupaikades (Viht, 1997), hinnanguliselt 30-50 haudepaariga (Elts *et al.*, 2013). Eestis kuulub metsis II ja rabapüü I kaitsekategooria kaitsealuste linnuliikide hulka (RT I 2004, 44, 313), laanepüü ja teder on III kaitsekategoorias (RTL 2004, 69, 1134).

Peamised kanaliste populatsioonide arvukuse languse põhjused on elupaikade halvenemine, killustumine ja kadumine antropogeensete mõjude tõttu. Lääne- ja Kesk-Euroopas on üheks olulisemaks teguriks ka kisklus, seda eriti suure inimõjuga aladel, kus kanaliste looduslikud elupaigad on killustunud ja kvaliteet langenud. (Storch, 2007) Metsise kaitse tegevuskavas (Randla, 2015) on väljatoodud metsise peamised ohutegurid Eestis. Kuivenduse tõttu elupaikade kvaliteedi languse ja elupaikade killustumise kõrval hinnatakse suurt mõju olevat ka kisklusel, mis võib 20 aasta jooksul viia asurkonna kahanemiseni enam kui 20% ulatuses.

2.2 Kiskluse mõju kanalistele

Kisklus võib paljudele ohustatud lindude olla oluline arvukuse languse põhjus ning on leitud, et kiskjate eemaldamisega alalt võib lindude arvukus tunduvalt tõusta (Smith *et al.*, 2010). Norras leiti, et seoses kärntõve põhjustatud punarebase arvukuse kahanemisega aastatel 1976-1986, tõusis kanaliste (metsis ja teder) arvukus (Smedshaug *et al.*, 1999). Rootsis leiti samuti, et kärntõve tõttu langenud punarebase arvukuse ajal metsakanaliste (metsis, teder ja

laanepüü) arvukus tõusis oluliselt ning langes endisele või veelgi madalamale tasemele pärast punarebase arvukuse taastumist (Lindström *et al.*, 1994).

Kisklus võib saaklooma populatsiooni arvukusele tugevalt negatiivselt mõjuma hakata kui kiskjate arvukus suureneb. Näiteks seoses tippkiskjate vähenemisega tõuseb mesokiskjate arvukus ja seeläbi suureneb kiskluse surve saakloomadele (Crooks & Soulé, 1999). Vähemal määral kanalitest toituvate generalistide toidus võivad linnud muutuda oluliseks saakobjektiks, kui nende peamise saaklooma arvukus on langenud (Prugh *et al.*, 2009). Võib esineda ka koosmõju kiskjate arvukuse kasvu ja elupaiga kvaliteedi halvenemise vahel, mõjudes linnupopulatsioonide arvukusele tugevalt negatiivselt (Thirgood *et al.*, 2000; Evans, 2004).

Punarebase arvukus kasvas Euroopas seoses eduka marutaudivastase vaksineerimisega (Goszczyński *et al.*, 2008). Ka Eesti Vabariik on alates 2013. aastast kuulutatud ametlikult marutaudivabaks (Pärtel, 2013). Alates 2010/2011 aastast on aga punarebase arvukus hakanud tugevalt langema, peamiseks põhjuseks peetakse süüdiklesta (*Sarcoptes scabiei*) poolt põhjustatud kärntõve levikut. Kährikkoera arvukus tõusis aastatel 2005-2011 pidevalt, kuid alates 2012. aastast on samuti kärntõve tõttu langenud. Umbes 2013. aastast on ka metsnugise arvukus olnud languses, ilmselt suurenenud küttimissurve tõttu. (Veeroja & Männil, 2015) Kiskjate koondumist mingile alale võivad põhjustada ka metssea söödaplatsid: katses kunstpesadega leiti, et söödaplatside läheduses olevaid pesi rüüstati rohkem (Oja *et al.*, 2015). Lisaks võib ka metsa kuivendusel olla mõju kiskluse suurenemisele (Ludwig, 2007), kuigi Eestis vastavat seost ei tuvastatud (Oja *et al.*, avaldamata andmed).

Kanalistel on leitud kõrget suremust kiskluse läbi nii vanalindude, poegade kui ka pesarüüste puhul. Walesis tehtud telemeetriauring näitas, et täiskasvanud tetrede peamiseks surma põhjuseks oli kisklus (Bowker *et al.*, 2007), samuti ka Rootsis oli enamus emaste metsiste surmasid põhjustatud kiskluse poolt (70-90%; Åhlen *et al.*, 2013). Norras tehtud uuringu tulemusena metsise poegadele leiti, et kolme aasta peale kokku hukkus keskmiselt 57% poegadest esimese kuu aja jooksul ning 90% sellest kiskjate tõttu (enamus kärplased, üle poolte aga polnud võimalik määrata; Wegge & Kastdalen, 2007). Laanepüü poegadel on leitud veelgi suurem suremus, keskmine ellujäämus kahenädalaseks saamiseni oli 33% ja potentsiaalselt kuni 73% surmadest oli läbi kiskluse (Steen & Haugvold, 2009). Kiskjate

olulist mõju pesarüüstajadena on leitud ka pujupüüdel (*Centrocercus urophasianus*). Emastele lindudele pandi GPS kaelused ja leiti, et kolme pesitsusperioodi peale kokku oli kurnade ellujäämus keskmiselt 28.9%, läbi kiskluse hukkus 84.7% kurnadest ja 13.6% juhtudest hävis kurn emaslinnu mahamurdmise tõttu (Webb *et al.*, 2012). Šotimaal ebaõnnestus metsise pesitsemine 42%-l juhtudest, peamiseks põhjuseks oli metsnugise rüüste, kelle saagiks langes 33% kurnadest (Summers *et al.*, 2009).

Kanaliste kisklust aastaringselt käsitlevates töedes on leitud, et suremus on suurem kevadperioodil. Pesitsemine, kanaliste puhul eriti veel maaspesitsemine, võib põhjustada emastele lindudele suuremat kisklust. Kesk-Soomes leiti raadiosaatjatega varustatud ja rõngastatud emaste tetrede puhul, et kevadel oli ellujäämus kõige madalam (Pekkola *et al.*, 2014). Lääne-Venemaal leiti lisaks emastele tetrele, et kevadperioodil suureneb ka isaste lindude suremus (Borchtchevski & Kostin, 2014). Paljudele kanalistele omane mängimiskäitumine on üks põhjuseid, mis arvatakse põhjustavat kõrgeenenud kisklust just kevadeti. Kukkedel nõuab mängimine palju energiat ja põhjustab kehakaalu langust, mis omakorda võib suurendada nende hukkamise tõenäosust kiskluse läbi (Angelstam, 1984). Samuti võivad kiskjad murda linde ka mänguplatsil (Čas, 2010). Ka poegade suremus on kõige suurem kevade lõpus/suve alguses, kohe pärast koorumist (Wegge & Kastdalen, 2007; Steen & Haugvold, 2009).

Metsise kukkede mängimine algab Eestis enamasti umbes märtsi lõpus, veetes kogu aja mänguplatsil või selle läheduses hajudes maksimaalselt umbes ühe kilomeetri kaugusele (Viht & Randla, 2001). Noored isaslinnud (1-2 aastased) on mänguplatside äärealadel, emaslinnud on mängutsentrist 1-3 km ja enama kaugusel; mõlemad võivad külastada erinevaid mängu (Viht & Randla, 2001; Randla, 2015). Pärast paaritumist kanad enam mänguplatse ei külasta ja 3-4 päeva pärast hakkavad munema (Viht & Randla, 2001). Pesad võidakse luua mänguplatsi lähedusse või sellest ka mitme kilomeetri kaugusele. Hauduma hakatakse mai keskel, selleks ajaks väheneb ka kukkede mänguaktiivsus. (Randla, 2015) Emaslind haub 26 päeva ja pojad kooruvad juuni alguses. Teistest kanalistest võib metsisega samades paikades esineda ka laanepüü ja teder, kellele on samuti omane kevadine mänguplatside moodustumine (Storch, 2007; Kuus, 2015).

2.3 Kanalisi ohustavad kiskjad

Paljudes töödes on leitud, et peamised kanalisi ohustavad kiskjad on röövlinnud, eriti kanakull (Angelstam, 1984; Bowker *et al.*, 2007). Põhja-Euroopas on kanakulli peamiseks saakloomaks metsakanalised (Tornberg *et al.*, 2006). Lindudest on ka ronk (*Corvus corax*) ja hallvares (*Corvus cornix*) olulised pesarüüstajad nii metsisele kui ka tedrele (Jahren, 2012). Šotimaal oli vareste arvukuse ja metsise sigimisedukuse vahel negatiivne seos (Baines *et al.*, 2004). Erinevaid töid analüüsides leiti, et vareslastel võib küll olla pesarüüstajatena negatiivne mõju, aga üldiselt on ainuüksi vareslaste mõju väike ja ei mõjuta lindude (eraldi vaadati jahilinde sealhulgas ka maaspesitsevad linnud) populatsioonide arvukust (Madden *et al.*, 2015).

Kanalisi ohustavatest imetajatest on leitud, et oluline mõju kanaliste arvukusele on punarebasel, kährikkoeral, metsnugisel ja teistel väikestel kärplastel, aga ka metsseal ja ilvesel. Walesis tehtud töös määrati surnud tetrede jäänuste järgi (hamba/noka jäljed korjusel, sulgede jäänused, kiskjate väljaheidet läheduses), et 30% juhtudel olid linnud murtud punarebase poolt (Bowker *et al.*, 2007). Samuti on leitud, et Šotimaal olid metsise sigimisedukus ja punarebase arvukus negatiivselt seotud (Baines *et al.*, 2004). Ka pesarüüstajana on leitud, et punarebase saagiks langes Norras 44% metsise ja 57% tedre pesi (Jahren, 2012). Samas töös oli oluline pesarüüstaja ka metsnugis, samas kui Baines *et al.* (2004) töös metsnugise arvukusega seost ei leitud. Summers *et al.*, (2009) leidis aga, et Šotimaal oli peamine metsise pesade rüüstaja metsnugis. Inglismaal oli tedre noorlindude peamine kiskja röövlindude kõrval ka kärp (*Mustela erminea*; Warren *et al.*, 2002). Rabapüü täiskasvanud isendite ellujäämus oli kõige tugevamalt seotud väikeste kärplaste arvukusega (Fletcher *et al.*, 2013). Maaspesitsevate lindude kiskjana ja pesarüüstajana on osades töödes välja toodud ka kährikkoera, üldiselt arvatakse ta mõju väikeseks ja vaid teatud tingimustes nagu väikesed saared ja madala arvukusega isoleeritud populatsioonide puhul võib ta lindude sigimisedukust negatiivselt mõjutada (Kauhala, 2011; Mulder, 2012). Metssea (*Sus scrofa*) poolset pesade rüüstet on leitud metsisele ja laanepüüle (Saniga, 2002).

Eestis on metsise ja tedre täiskasvanud lindude peamised potentsiaalsed kiskjad metsnugis, punarebane, kährikkoer, kanakull, kotkad ja euraasia ilves, pesarüüstajana ka metssiga (Viht, 1987; Viht & Randla, 2001). Samas ei ole teada erinevate kiskjate olulisus metsise suremusele

(Randla, 2015). Kanakulli toitumist uurivates töödes on leitud, et teiste lindude hulgas toitub ta ka laanepüüst ja tedrest, aga alates 1987. aastast on kanaliste osatähtsus vähenenud ja moodustab 10%, olles seotud kanaliste arvukuse langusega ja lisaks on langenud ka kanakullide endi arvukus peamiselt pesapaikade hävimise ja kvaliteedi languse tõttu (Väli & Tuule, 2015).

Eestis läbiviidud kiskjaliste varasemates toitumisuuringutes on leitud, et aastaringselt toitub metsnugis nii laanepüüst, tedrest kui metsisest (Laanetu & Veenpere, 1971). Sügis-talvise perioodi maosisuste analüüsil, leiti aga laanepüüd vaid 2% (Ausmeel, 2015). Punarebase sügis-talvise maosisuste analüüsil leiti 16,3% linde, millest enamus olid värvulised ja kanalised (Soe, 2012). Samas töös tehti punarebase toitumisest ka põhjalikum biogeograafiline ja sessoonne ülevaade, kus leiti, et lindude osakaal toidus suureneb põhja pool ja soojadel aastaegadel (kevad-suvi), mil leidub lindude mune ja poegi. Naaber (1974) töös leiti, et kuigi kevadel esines olulist pesarüüset, siis üldiselt leidis kanalisi punarebase toidus kõige rohkem talvel ja vähem suvel ning kevadel. Kährikkoeral on leitud sügis-talvise perioodi kohta linde 13% maosisustest, aga ainult 6,9% lindudest olid laanepüüd, töös järeldati, et linnud pole kuigi olulised sel aastajal (Süld *et al.*, 2014). Naaber (1974) töös leidis kanalisi ainult suvel ja sügisel, olles muude lindude kõrval (värvulised ja pardid) samuti kõige vähem esindatud (alla 2% lindudest). Pigem võib kährikoeral olla suurem mõju pesarüüstajana (Valdmann, 2008). Lisaks on kanalisi mõningal määral leitud veel ka ilvese maosisustest sügis-talvisel perioodil (Valdmann *et al.*, 2005). Täpsemat ülevaadet kindlalt liigini teada kiskjaliste toitumise kohta kevadperioodil on raske saada, kuna see periood jääb jahihooajast välja.

2.4 Kiskluse uurimine

Kindlate kiskjate mõjust saaklooma arvukusele on uuritud kõrvutades kiskja ja saaklooma arvukuste muutusi (Baines *et al.*, 2004; Fletcher *et al.*, 2013). Kuigi on leitud korrelatsioone populatsioonide dünaamikas, siis on otsest kiskluse mõju siiski raske hinnata. Ühe kiskja arvukuse kahanemisega võib suurened teise kiskja arvukus, kellest saab saaklooma peamine kiskja (Summers, *et al.*, 2004).

Täiskasvanud lindude ja nende poegade suremust on uuritud kasutades raadiosaatjaid. Osadel juhtudel suudetakse küll hukkunud linnu/raadiosaatja jäänuste järgi laiemalt tuvastada, kas hukkumise põhjus oli linnu või imetaja läbi, konkreetse liigi määramine on aga harva võimalik ja tihti ka oletuslik (Bergmann & Klaus, 1994). Paljudel juhtudel jääb aga linnu hukkumise põhjus üldse teadmata (Borchtchevski & Kostin, 2014; Moreno-Opo *et al.*, 2015).

Pesarüüste uurimisel on probleemiks pärispesade leidmine ja lindude häirimine (Renfrew & Ribic, 2003; Andresen, 2015). Kunstpesadega on seotud aga mitmed probleemid, millest peamine, et neid rüüstavad teised kiskjad ja erineval määral kui pärispesi ehk kunstpesad ei pruugi näidata tõest pilti looduses toimuvast. Nii päris kui ka kunstpesade puhul on ka siin probleemiks kiskjate täpne määramine munakoorte ning kiskjate jälgede järgi, esineb kattuvusi liikide vahel ning liigisiseseid varieeruvusi. (Larivière, 1999) Määrangud jäävad tihti üldiseks, suutes eraldada vaid, kas tegemist oli imetaja või linnuga (Summers *et al.*, 2004). Pujupüü pesarüüset videokaameraga uurides leiti, et rong ja ameerika mägra (*Taxidea taxus*) rüüstejälgi ei saanud tihti eristada. Näiteks oli küll muna ja munakoorte kadumine enamustel juhtudel rong rüüste tunnus, kuid mõnel korral käitus sarnaselt ka ameerika mäger (Coates *et al.*, 2008). Kasutades katses kunstpesadega videokaameraid leiti metsise pesarüüset uurides, et videokaamerad võisid teha pesad metsnugistele nähtavamaks ja põhjustada suuremat rüüset ka kaameratega looduslikele pesadele (Summers *et al.*, 2009).

Uurides kiskjate maosisusid on küll teada kiskja, kuid täpne saakobjektide määramine on raske ja võrdlemisi suur osa materjalist võib jääda liigini määramata. Punarebase toitumist uurides jäi enamus (12,9%) maosisustest leitud linnud määramata (Kidawa & Kowalczyk, 2011). Lisaks sellele on maosisude uurimisega tegu invasiivse meetodiga ning piiratud jahihooajaga (Soe, 2012; Süld *et al.*, 2014). Kogudes kiskjate väljaheiteid saab küll infot aastaringse toitumise kohta kuid lindude jäänused on veelgi rohkem lagunenud kui maosisuste puhul ja veelgi suurem osa võib jääda liigini määramata (Caryl *et al.*, 2012). Ekskrementide puhul ei saa ka alati kindel olla selle omanikus. Talvisel ajal saab väljaheidest omaniku määrata lihtsamini lumel olevate jälgede põhjal (Dell'Arte *et al.*, 2007) ning samuti aitab väljaheidete korjamine liigispetsiifilistest kohtadest, metsnugise puhul mahalangenud puudelt ja kändudelt, punarebase urgude, kõndimisradade lähedusest ja kährikkoera käimlatest (Baltrūnaitė, 2002). On aga näidatud, et ka kogenud uurijad määravad väljaheite omanikke

valesti. Šotimaal leiti metsnugiste väljaheidete kogumisel ning hiljem nende DNA analüüsiga kontrollimisel, et 6% nendest kuulusid punarebasele ja õigesti olid määratud 88% proovidest (Caryl *et al.*, 2012). Sageli on aga viga veelgi suurem, ulatudes isegi üle 50% (Janecka *et al.*, 2008).

Enamus meetodite puhul on kõige suurem probleem kiskjate liigi täpne määramine. Ja kuigi potentsiaalseteks kanaliste ohustajateks peetakse punarebast, metsnugist, kährikkoera ja röövlindude (Merta *et al.*, 2013), siis kuna täpsete kiskjate määramine lindude jäänuste või kisklusjälgede järgi on raske, siis saab tihti kindlalt eristada vaid seda, kas tegu oli imetaja või linnuga.

Molekulaarsete meetoditega kiskja ja saakloomade kindlaks tegemist kasutatakse üha enam kisklust uurivates töödes (Pompanon *et al.*, 2012). Enamus töid on siia maani kasutanud seda, kas kiskja või saakloomade määramiseks (Pośluszny *et al.*, 2007; Tollit *et al.*, 2009; Weiskopf *et al.*, 2016). Aga on ka neid, kus on mõlemat tehtud, näiteks metsnugise väljaheidetest määrati omanik ja saakloomadest pisiimetajad (Sheehy *et al.*, 2014).

3. Materjal ja meetodid

Töö autor osales ekskrementide korjamiste välitöödel, koos juhendajate ja vabatahtlikega. Väljaheidete geneetilised ja morfoloogilised analüüsid viis läbi töö autor (N=152), 37 proovi geneetilise ja morfoloogilise analüüsi viis läbi vahetusüliõpilane Jort Bosman, täpsustavad geneetilised analüüsid lisapraimeritega viis läbi juhendaja Egle Soe. Kiskja- ja linnuliigi tuvastamiseks vajalikud praimerid disainis juhendaja Urmas Saarma.

3.1 Uurimisalade kirjeldused

Välitööd viidi läbi 2014. aasta kevadel metsise mänguplatsidel ja nende lähiümbruses. Valiti alad, kus mängivate kukke arv oleks võimalikult suur. Metsise kaitse tegevuskava järgi algab Eestis suur mäng juba kolmest kukest (Randla, 2015). Uurimisalad olid järgnevad:

1. Vanaveski mäng: Viljandimaal Kõpu vallas Soomaa rahvuspargist, Öördi järvest ida poole jääv ala. Ametlike seireandmete põhjal oli mängus 15 kukke (seireandmed 2013; M. Leivits/Keskkonnaagentuur). Peapuuliik mänd (<http://register.metsad.ee/avalik/>).
2. Karula 1: Võrumaal Mõniste vallas Karula rahvuspargist lõuna pool, Kalli ojast lääne pool olev ala. Mängus oli 25 kukke (seireandmed 2013; M. Leivits/Keskkonnaagentuur). Peapuuliik mänd (<http://register.metsad.ee/avalik/>).
3. Karula 2: Võrumaal Mõniste ja Varstu vallas Karula rahvuspargi Põrgujärve sihtkaitse võõnd ja sellest ida poole jääv ala. Mängus oli 16 kukke (seireandmed 2013; M. Leivits/Keskkonnaagentuur). Ümbruskonna metsatüüpidest on valdavaks palu- ja samblasoometsad, kõige sagedasem peapuuliik on mänd ja ülekaalus on vana mets (90-) (Preismann, 2007).
4. Kääpa ehk Kaiavere mäng: Tartumaal Vara vallas Kääpa maastikukaitseala. Mängus oli 13 kukke (seireandmed 2013; M. Leivits / Keskkonnaagentuur). Kaitsealal on peamiselt pohla ja mustika kasvukohatüüp, esineb ka samblasoometsi, suurema osa metsast moodustavad männikud ja keskmine metsade vanus on 66 aastat, olles kohati ka üle 100 aasta (Drenkhan, 2004).

5. Sõõru mäng: Jõgevamaal Saare ja Pala vallas Kiisli metsise püsielupaik. Mängus oli 16 kukke (seireandmed 2013; M. Leivits/Keskonnaagentuur). Peapuuliik mänd (<http://register.metsad.ee/avalik/>).

3.2 Proovide kogumine

Välitööd viidi läbi ajavahemikul 14. märts kuni 19. juuni 2014. Uurimisaladelt koguti väljaheiteid korra nädalas. Ühe ala külastamine toimus maksimaalselt neli korda. Aeg, mis jäi kahe väljasõidu vahele samasse mängupaika oli enamasti umbes kuu, ühel korral ka kaks nädalat. Välitöödel osalesid töörühma liikmed ja vabatahtlikud, kelleks olid peamiselt tudengid. Ühel väljasõidul osales keskmiselt 12 inimest. Kiskjaliste väljaheiteid koguti läbides transektidena (umbes 10 meetriste vahedega) metsise mängualad ja umbes ühe kilomeetri raadiuses olev lähiümbrus. Mais ja juunis raskendas väljaheidete leidmist suurenenud alustaimestik. Seetõttu otsiti sel perioodil intensiivsemalt ka ala ümbruses olevatelt metsateedelt. Välitööde käigus koguti 176 kiskjate väljaheidet, millele lisandusid veel 13 proovi Soomaalt Vanaveski mängu lähiümbrusest (koguti Loodusressursside õppetooli välitöödel osalejate poolt).

Väljaheited koguti nummerdatud kilekottidesse ja leiukohast võeti GPS koordinaat. Kuna Eestis on nii rebastel, huntidel, kährikkoortel, jt. loomadel tuvastatud inimesele eluohtlikke põistang-paelusse (*Echinococcus granulosus*; Moks *et al.*, 2006, 2008; Laurimaa *et al.*, 2015a) ja alveokokk-paelusse (*E. multilocularis*; Moks *et al.*, 2005; Laurimaa *et al.*, 2015b, c), siis nakkusohu vältimiseks külmutati proovid -80°C juures vähemalt 48 h, et muuta võimalikud paelussi *Echinococcus sp.* munad nakkusvõimetuks (Eckert *et al.*, 2001).

Metsis on häirimistele väga tundlik liik (Viht & Randla, 2001; Randla, 2015). Kevadel on kõige ohtlikum periood lindude mängu aeg (Randla, 2015), mis toimub peamiselt hommikuti ja õhtuti (Viht & Randla, 2001). Muul ajal on kuked ja kanad mängu tsentrist vastavalt ühe või enama kilomeetri raadiuses hajutatult laiali toitumas ja puhkamas (Randla, 2015). Vältimaks metsiste häirimist toimusid metsisealadel kõik välitööd kella 10-16 vahel.

3.3 Väljaheidetest kiskja- ja linnuliikide tuvastamine geneetilise meetodiga

3.3.1 DNA eraldamine

Väljaheidetest eraldati DNA kasutades QIAamp DNA Stool Mini Kit (Qiagen) järgides tootja juhendist protokollit „Isolation of DNA from Stool for Human DNA Analysis”.

3.3.2 mtDNA lookuste analüüs

DNA amplifitseerimiseks disainiti kiskjate ja lindude spetsiifilised praimerid (Tabel 1). Meetodika eesmärgiks oli tuvastada väljaheite jätnud kiskja ning selles esinev linu liik.

Imetajaliigi määramiseks kasutati esmalt praimeripaari Mamm1F/Mamm1R. Neil juhtudel, kus kiskjat ei õnnestunud antud lookuse alusel määrata liigini, kasutati lisaks täpsustavat praimeripaari MamCytb2F/1R ning ka spetsiifilisemaid kärplaste ja koerlaste jaoks disainitud praimeripaare. Linnulike määramiseks kasutati mtDNA 12S rRNA geeni spetsiifilisi praimereid Ave 12F ja Ave 12R.

Tabel 1. Andmed praimerite kohta, mida kasutati kiskja- ning linnuliikide määramiseks.

Spetsiifilisus	Nimi	Praimeri järjestus 5' - 3'	mtDNA lookus	PCR produkti pikkus (ap)
Imetajad	Mamm1F	CAACGGAACAAGTTACCCTAG	16S	188
Imetajad	Mamm1R	GAAACCGACCTGGATTACTC	16S	188
Imetajad	MamCytb2F	GCCATACACTATACATCAGACAC	Cytb	472
Imetajad	MamCytb1R	GAGGGGTTGTTGGATCCTGTTTC	Cytb	472
Koerlased	Canis1F	CGTCGTGCATTAATGGTTTG	CR	351
Koerlased	Canis3R	TGTGTGATCATGGGCTGATT	CR	351
Kärplased	Mus1F	GACATTCTAACTAACTATTCCCTGA	CR	262
Kärplased	Mus1R	GGAGCGAGAAGAGGTACAC	CR	262
Linnud	Ave12F	AAGACAGGTCAAGGTATAGC	12S	183
Linnud	Ave12R	GAGGGTGACGGGCGGTATG	12S	183

PCRi reaktsioonid viidi läbi 20 µl-s ja reaktsioonisegu sisaldas: 12,4 µl milli-Q puhastusega vett, 1xPhusion HF Buffer, 0,375 mM MgCl₂, 0,2 mM dNTPde segu, 0,25 mM vastavat praimeritesegu ja 0,02U Phusion Hot Start IIDNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific). Kõige lõpuks lisati 2 µl puhastatud DNAd, negatiivsele proovile DNAd ei lisatud.

Polümeraasiahelreaktsioon viidi läbi masinal Biometra[®]Tprofessional ja vastav termotsükli profiil (kokku 40 tsükli) oli:

1. Algne denaturatsioon 98°C 30 sekundit
2. Denaturatsioon 98°C 10 sekundit
3. Praimerite seondumine 60°C 20 sekundit
4. Ahelate pikendamine 72°C 30 sekundit
5. 2.-4. etapi kordamine 10 korda, vähendades seondumistemperatuuri -1°C iga tsükli kohta
6. Denaturatsioon 98°C 10 sekundit
7. Praimerite seondumine 50°C 20 sekundit
8. Ahelate pikendamine 72°C 30 sekundit
9. 6.-8. etapi kordamine 30 korda
10. Poolikute DNA ahelate lõpuni sünteesimine 72°C 2 minutit

3.3.3 Elektroforees

Peale PCRi reaktsiooni kontrolliti produkti olemasolu geelelektroforeesil 1x TAE puhvriga valmistatud 2% agarosgeelis (SeaKem LE), kuhu lisati etiidiumbromiidi lõppkontsentratsiooniga 1mg/ml. Igale PCRi produkte sisaldavale segule (a 5µl) lisati parafilmiribal 1 µl laadimisvärvi 6x OrangeLoading Dye (Thermo Fisher Scientific) ja kanti

geelile. PCRi produktide pikkuse tuvastamiseks kasutati molekulmassi markerit FastRuler™, Ultra Low Range DNA Ladder, 10-200 bp (Thermo Fisher Scientific). Produktid lahutati elektroforeesil 1x TAEs 200V juures 15 minutit, visualiseeriti UV-valguse käes ja fotografeeriti (UVItec). Õige pikkusega PCRi produktid valiti välja sekveneerimiseks.

Positiivsed PCRi proovid puhastati kasutades ExoSAP meetodit (Bell, 2008). Igale PCRi segule (a 10 µl) lisati 1 µl segu, mis koosnes 1U eksonukleasist (ExoI, 20U/µl) ja 1U fosfataasist (FastAP, 1U/µl) (Thermo Fisher Scientific). Reaktsioonisegusid inkubeeriti temperatuuril 37°C 30 min. ja ensüümid inaktiveeriti 80°C 15min. (Biometra®Tprofessional), programmi lõppedes jäid proovid masinasse 7°C juurde ning seejärel tõsteti PCRi segu -20°C külma.

PCRil positiivseteks osutunud proovidel sekveneeriti mõlemad DNA ahelad samade praimeritega, mida kasutati PCRil. Sekveneerimisel kasutati Eesti Biokeskuse tuumiklabori teenust (Sanger-tüüpi sekveneerimine ja produktide lahutamine Applied Biosystems 3730 xl DNA Analyzer kapillaar elektroforeesimasinal). Sekveneeritud DNA järjestused sisestati otsingusüsteemi „nucleotideBLAST” (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) ja järjestuste homoloogia alusel määrati kiskja ja nende poolt tarbitud lindude liik või perekond.

3.4 Morfoloogilised analüüsid

DNA eraldamisest järelejäänud väljaheidet sulatati vees ja valati 0,8 mm võrgusilmaga sõelale, millele jäänud tahke materjal sorteeriti kategooriatesse: lind (suled, munakoored, küünised, nokad), pisiimetaja (karvad, luud), muu imetaja (karvad, luud), roomaja (nahk, luud), selgrootud (putukad, ussid), taimne (seemned, marjad) ja muu (mitte määratav materjal, sh. luud).

Väljaheite põhiosa mahuline väärtus mõõdeti. Väga väikeste koguste, enamasti alla ühe milliliitri, puhul hinnati toidukomponentide mahtu visuaalselt. Hiljem hinnati mahuliselt mitu % mingi kategooria ühest väljaheitest moodustas.

Imetajate karvade määramiseks vaadeldi karva ristlõiget, medullaar- kui kutikulaarmustrit mikroskoopiliselt ning määrati võimalikult madala taksonini kasutades võrdlusmaterjale ja vastavat määrajat (Teerink, 2003).

3.5 Andmeanalüüs

Morfoloogilise analüüsi andmetest arvutati eraldi iga kolme geneetiliselt määratud kiskjaliigi väljaheidetes leidunud toiduobjektide esinemissagedus (ES, %) ja mahuprotsent (V, %). Toiduobjekti t esinemissagedus arvutati jagades antud toiduobjekti sisaldava väljaheidete arvu kogu väljaheidete arvuga ja korrutades sajaga. Mahuprotsent arvutati liites eraldi toidukategooriate mahuprotsendid kindlates väljaheidetes ja jagades selle kõigi kategooriate protsentide summaga.

Toiduobjekti t esinemissagedus ja mahuprotsendi arvutamise valemid:

$$(1) ES_t = \frac{N_t}{N} * 100$$

$$(2) V = \frac{\sum_1^t v}{M}$$

N on väljaheidete arv, v on toiduobjekti mahuprotsent kindlas väljaheites ja M on kogu väljaheidete mahuprotsent.

4. Tulemused

Kokku toimus 11 väljasõitu Kääpa, Vanaveski, Karula 1, Karula 2 ja Sõõru mängu, mille käigus koguti 189 kiskjalise väljaheidet (Tabel 2). Kõige rohkem väljasõite toimus Vanaveski ja Kääpa mänguplatsidele (vastavalt 3 ja 4), kust koguti ka 75% proovidest.

Tabel 2. Metsise mängualad ja neilt kogutud kiskjaliste väljaheidet.

Metsise mäng	Koht	Väljasõitude arv	Kuu	Ekskrementide arv
Vanaveski	Viljandimaa	3	aprill, mai, juuni	63
Karula 1	Võrumaa	2	aprill, juuni	14
Karula 2	Võrumaa	1	Mai	18
Kääpa	Tartumaa	4	märts (2), aprill, mai	80
Sõõru	Jõgevamaa	1	Aprill	14
Kokku		11		189

4.1 Väljaheidetest kiskja- ja linnuliikide tuvastamine geneetilise meetodiga

4.1.1 Tuvastatud kiskjad

Imetajate praimeritega saadi positiivne PCR 48% (N=91) väljaheidetest ning liigini õnnestus sekveneerida 31% (N=59) proovidest. Liigini määratud kiskjatest moodustasid enamuse metsnugis (52%), punarebane (20%) ja kährikkoer (18%; Tabel 3). Perekonna tasemele jäi 18 proovi, kuna DNA järjestuse kvaliteet oli madal, mistõttu jäid järjestused lühikeseks ja ei võimaldanud liigini määramist.

Tabel 3. Geneetiliselt liigini määratud ekskrementide omanikud (N=59).

Liik	N
Metsnugis (<i>Martes martes</i>)	31
Punarebane (<i>Vulpes vulpes</i>)	12
Kährikkoer (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	11
Saarmas (<i>Lutra lutra</i>)	2
Hunt (<i>Canis lupus</i>)	2
Tuhkur (<i>Mustela putorius</i>)	1

4.1.2 Tuvastatud linnud

Linnupraimeriga tuli positiivne PCR välja 34% kõikidest proovidest, linnu liigi või perekonnani õnnestus määrata 17%. Kõikidest positiivsetest PCR proovidest moodustasid 51% linnud, 37% juhtudel ei õnnestunud liiki määrata. Osadel juhtudel tuvastati linnupraimeritega ka teisi kiskjate poolt tarbitud saakobjekte: arusisalik (*Zootoca vivipara*; 9%), harilik kärnkonn (*Bufo bufo*; 1,5%) ning rohukonn (*Rana temporaria*; 1,5%). Kõikidest määratud lindudest moodustasid kanalised kokku 73%, millest enamik oli metsis (24%) ja laanepüü (21%; Tabel 4).

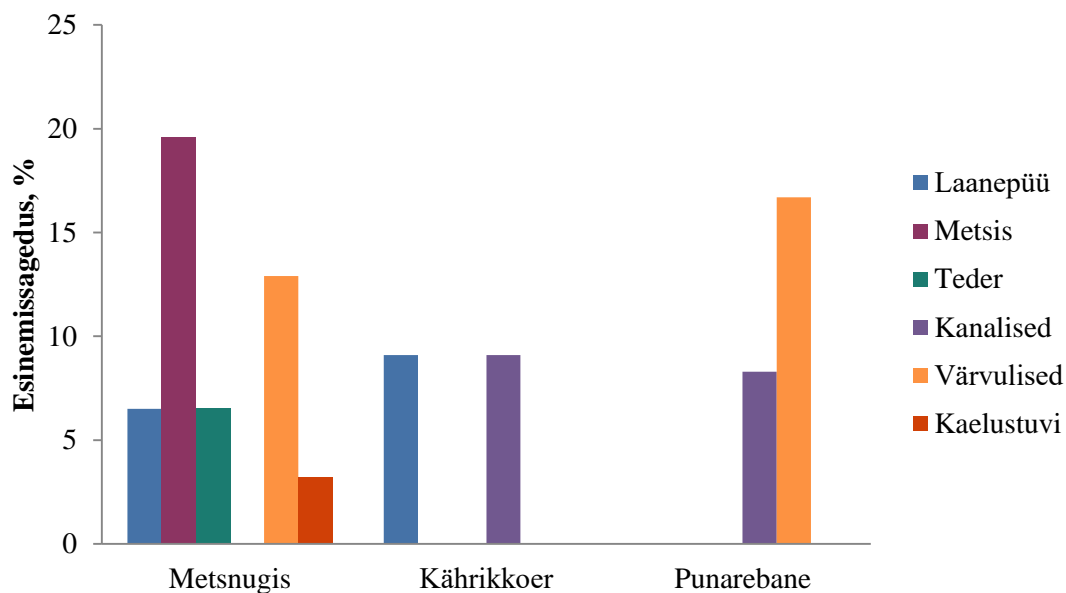
Vaadates eraldi neid proove, kus kiskja liik õnnestus PCRiga tuvastada (N=59), tuli linnu praimeriga positiivne PCR 68% juhtudel ja linnu perekond/liik suudeti tuvastada 59st proovist 34%. PCR positiivsetest proovidest (68%st) õnnestus linnu taksonini sekveneerida 50%. Lindudest 65% oli kanalisi, enim oli metsist (46%), vähem laanepüüd (23%) ja tetre (15%).

Tabel 4. Väljaheidetest tuvastatud linnuliigid ja perekonnad kõikidel proovidel ja proovidel, kus kiskja liik oli teada.

Liik/perekond	Kõik proovid (N=189)	Kiskja teada (N=59)
Metsis (<i>Tetrao urogallus</i>)	8	6
Laanepüü (<i>Tetrastes bonasia</i>)	7	3
Teder (<i>Tetrao tetrix</i>)	4	2
Kanalased (<i>Phasianidae</i>)	5	2
Värvulised (<i>Passeriformes</i>)	8	6
Kaelustuvi (<i>Columba palambus</i>)	1	1
Kokku	33	20

4.1.3 Metsise ja teiste kanaliste osa kiskjate toidus

Kanalisi (N=13) esines 32,3% metsnugise, 18,2% kährikkoera ja 8,3% punarebase väljaheidetest. Kiskjate poolt tarbitud linnuliigid ja –taksonid on esitatud Joonisel 1. Tegelik kisklus metsisele ja teistele kanalitele oli aga kõrgem: 46% proovidest, kus esines kanalisi, ei olnud võimalik kiskjat määrata.



Joonis 1. Metsnugise, kährikoera ja punarebase väljaheidetes leidunud linnu taksonid.

4.2 Morfoloogilise analüüsi tulemused

Väljaheidetega, mille omanikud olid geneetiliselt määratud liigini (N=51), viidi läbi ka morfoloogiline analüüs. Välja on jäetud üksikud proovid, mille puhul ei olnud morfoloogilist analüüsi võimalik läbi viia, kuna peale DNA analüüsiks proovi võtmist ei jäänud piisavalt materjali alles. Kiskjate väljaheidetes leidis kõige sagedamini imetajate jäänuseid, mis moodustasid ka mahuliselt kõige suurema osa toidust. Pisiimetajaid esines üle poole nii metsnugise kui ka punarebase väljaheidetes (liigiline koosseis Lisas 1). Kährikoera toidus oli lisaks imetajatele ka taimse toidu esinemine kõrge. Metsnugisel ja punarebasel järgnes „muu” toidukategooria (Tabel 5).

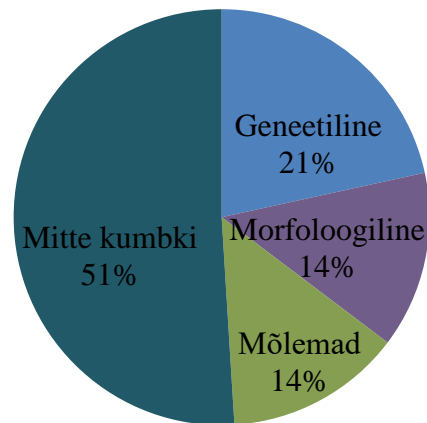
Lindude jäänuseid leidis kõige rohkem kährikoera (33%) ja metsnugise (30%) väljaheidetes, vähem punarebase (17%) omades. Kuigi esinemissagedused on kõrged, moodustas lind mahuliselt võrreldes teiste söödud toiduobjektidega kõige suurema osa metsnugise 7% proovidest, kährikoera ja punarebase ekskrementides moodustas lind vastavalt 0.3 ja 0.5%.

Tabel 5. Metsnugise, kährikkoera ja punarebase toidukategooriate esinemissagedused (ES, %) ja mahuprotsent (V, %) morfoloogilise analüüsi põhjal.

	Metsnugis		Kährikkoer		Punarebane	
	N=30		N=9		N=12	
Toiduobjekt	ES, %	V, %	ES, %	V, %	ES, %	V, %
Imetaja	67	54,1	77,8	34	100	80
Pisiimetaja	63,3	42	33,3	6	75	50
Muu	23,3	12	55,6	28	50	30
Lind	30	7	33	0,3	17	0,5
Taimne	20	8,7	78	60	8,3	0,01
Roomaja	7	2,6	22	0,5	0	0
Selgrootu	17	2	56	0,8	8,3	0,4
Muu	53,3	30,5	44,4	10	66,7	20

4.3 Lindude tuvastamine morfoloogilise ja geneetilise analüüsiga

Geneetilise ja morfoloogilise analüüsiga leiti kokku lindude jäänuseid 49% (N=25) väljaheidetest. Võrreldes linnu leidumist proovis kahe analüüsi meetodi vahel, leiti 51st proovist lindu ainult morfoloogilise analüüsiga seitsmel ja ainult geneetilise analüüsiga 11 korral. Täpsem ülevaade linnu esinemisest erinevate analüüsidega on toodud Joonisel 2.



Joonis 2. Linnu jäänuste leidumine väljaheidetest geneetilise või morfoloogilise ja mõlema analüüsiga.

5. Arutelu

Töö tulemusena õnnestus metsise elupaikadest kogutud kiskjate väljaheidetest geneetiliselt liigini määrata 40% proovidest, millest enamik väljaheiteid kuulus metsnugisele (52%) ning järgnesid punarebane (20%) ja kährikkoer (18%). Kõik kolm kiskjat on generalistid, kes võimalusel söövad linde, sealhulgas kanalisi ning nende toitumine sõltub põhitoiduobjekti, enamasti pisiimetajate, ja alternatiivsete saakloomade, näiteks lindude, rohkusest antud piirkonnas ja perioodil (Dell'Arte *et al.*, 2007; Valdmann, 2008; Papakosta *et al.*, 2014; Carricondo-Sanchez *et al.*, 2016).

Kõige rohkem esines kanalisi ja teisi linde metsnugise väljaheidetes (ES=32,3%). Metsist esines 19,6%, laanepüüd 6,5% ja tetre 6,5% ekskrementides. Ka varasemates metsnugise toitumist uurivates töodes Eestis on leitud kanaliste esinemist, küll aga on metsist vähem leitud ja laanepüüd rohkem. Kogu aasta jooksul korjatud ekskrementide analüüsi tulemusena Alatskivi jahimajandis leiti laanepüüd 10,5%, tetre 5,3%, metsist 5,3% ja Aakre jahimajandis laanepüüd 8,5% ja tetre 4,3% väljaheidetest (Laanetu & Veenpere, 1971). Sügis-talvise perioodi maosisuste analüüsil, leiti aga laanepüüd 2% (Ausmeel, 2015). Ilmselt on metsnugisele kanalised oluline toidu osa just kevadeperioodil, mil on kättesaadavad lindude munad ja noorlinnud.

Ka üle-Euroopalises metsnugise morfoloogilisi toitumise uurimusi kokkuvõtvas töös leiti, et kanalisi ja värvulisi leidub sageli metsnugiste väljaheidetes ja maos, talvisel ajal Põhja-Venemaal 30,2% (De Marinis, 1995). Hispaanias leiti metsise *Tetrao urogallus aquitanicus* puhul, et mets- ja kivinugiste eemaldamisel alalt oli positiivne seos metsise sigimisedukusega, ka punarebase eemaldamisel oli positiivne trend, kuigi see polnud statistiliselt oluline (Moreno-Opo *et al.*, 2015). Samas on avatud ökosüsteemide korral kiskjaliste eemaldamisel tõenäoliselt vaid lühiajaline efekt, sest peatselt täituvad tühjad alad uute tulijatega väljastpoolt.

Kährikkoera ja punarebase väljaheidetest leiti geneetilise meetodiga lindu vähem. Kährikkoeral esines 18,2% väljaheidetes linde, millest 9,1% oli laanepüü ja 9,1% liigini määramata kanalised. Varasemates töodes on küll leitud kanaliste tarbimist kährikkoera poolt aga domineerinud on värvulised. Sügis-talvises analüüsis Eestis leiti lindu 13,2%

maosisustest, millest laanepüüd oli ainult 6.9%, enamus olid värvulised (37,9%; Süld *et al.*, 2014). Samas ei õnnestunud 44,8% jäänustest määrata kuna suled olid liialt lagunenu. Kährikkoera puhul leiti aga Saksamaal sooja ja külma perioodi peale kokku, et 74% magudest leitud linde olid värvulised ja ei esinenud ühtegi kanalist (Sutor *et al.*, 2010). Punarebasel esines linde 25%, 8,3% oli kanalisi ja 16,7% värvulisi. Eestis läbiviidud sügis-talvise punarebase maosisuste analüüsi tulemusena leiti linde vähem, 17% magudes sisaldades peamiselt värvulisi (7,9%) ja kanalisi (4,5%; Soe *et al.*, 2012).

Lisaks eelnevatele kiskjaliigile võiksid metsist veel potentsiaalselt ohustada ka ilves ja hunt, kes samuti vähesel määral lindudest toituvad (Valdmann *et al.*, 1998; Valdmann *et al.*, 2005). Laanetu ja Veenpere (1971) uuringus erinevate veekogude läheduses leiti, et suvekuudel olid linnud (29%) pärast imetajaid ja kahepaikseid ka saarmale küllaltki oluline toit, kuid tegu oli veelinnu poegadeaga.

Kasutades lisaks geneetilisele analüüsile ka morfoloogilist, leiti linnu esinemist lisaks kuuest proovist, kuid võimalik nende liigini määramine ei olnud võimalik. Nii metsnugise kui ka kährikkoera väljaheidetes oli lindude esinemissagedus kõrge, vastavalt 30 ja 33%. Sarnaseid tulemusi on leitud ka teistes töodes (Posłuszny *et al.*, 2007; Sutor *et al.*, 2010). Metsnugise puhul olid Laanetu & Veenpere (1971) aastaringses töös linnud küll olulised (ES üle 20%), kohe pärast imetajaid, Ausmeele (2015) sügistalvises töös oli lindudel aga kõige väiksem esinemissagedus (6%). Samas Poolas tehtud töös leiti metsnugiste väljaheidete põhjal, et linnud (ja linnunad) olid oluline toiduobjekt nii talvel, kevadel kui ka sügisel (Posłuszny *et al.*, 2007). Kuigi antud töös on valim väike, võib siiski öelda, et ka Eestis on metsnugis ohuks metsisele ja teistele kanalistele, seda eriti kevadperioodil.

Sügis-talvise maosisuste toitumisanalüüsi tulemusena on samuti leitud, et sel perioodil ei ole lindudel kährikkoertele väga oluline osa, kokku esines linde 13% magudes (Süld *et al.*, 2014). Metsaaladelt aastaringsest kogutud ekskrementide ja maosisude analüüsi põhjal leiti, et lindude osakaal varieerus aastaajati, olles olulisem kevadel ja suvel (Naaber, 1974). Ka Valgevenes on leitud, et võrreldes muude aastaegade esineb kährikkoerte toitumises kevadel linde rohkem (Sidorovich *et al.*, 2008).

Punarebase väljaheidetes esines lindu vähem (17% proovides). Kuigi on leitud, et ka punarebasel on lindude tarbimine suurem soojal aastaajal (Dell'Arte *et al.*, 2007; Soe, 2012), siis oli käesolevas töös lindude esinemine küllaltki sarnane Soe (2012) leitud sügis-talvise perioodiga (ES% 17). Samas Poolas tehtud talvise maosisude toitumisuuringuga leiti lindudel suuremat osatähtsust, septembrist kuni märtsini esines linde (peamiselt kanalised) kokku 21,2%; (Kidawa & Kowalczyk, 2011). Kuna märtsis lindude tähtsus aga järsult langes, siis järeldati, et linnud on olulised külmadel lumerohketel kuudel kui põhisaaklooma, uruhiirte, arvukus oli väike. Samas ei olnud neil andmeid kevadise lindude sigimisperioodi kohta. Kuigi on näha, et kanalisi ja teisi linde tarbivad ja seega potentsiaalselt ka ohustavad metsnugis ja kährikkoer, vähem punarebane, ei saa teha kindlaid järeldusi kuna antud töös on valim liiga väike.

Kiskjate üldises toitumises moodustasid imetajad nii esinemissageduselt kui ka mahult kõige suurema osa metsnugisel (ES% 67; V% 54,1) ja punarebasel (ES% 100; V% 80). Kährikkoeral oli ka taimse (ES% 78; V% 60) toidu esinemine imetajatega (ES% 77,8; V% 30) sarnaselt kõrge, olles mahult siiski poole madalam. Ka varasemad uuringud Eestis on leidnud sarnaseid tulemusi kährikkoera toitumise kohta. Metsaaladelt aastaringselt kogutud ekskrementide ja maosisude analüüsi põhjal leiti, et kõige rohkem oli taimset toitu ja pisiimetajaid (Naaber, 1974). Ka sügis-talvise maosisuste toitumisanalüüsis oli ka taimse toidu osakaal suur (ES% 56,1 antropogeenseid ja 27 looduslikke taimi) ning ka imetaja osa oli oluline (ES% 30 ja 48 vastavalt pisiimetajad ja raibe; Süld *et al.*, 2014). Metsnugis puhul oli Eesti sügis-talvises töös imetajate osa toidus väga suur võrreldes kevadega (ES% 79,1 ja V% 89,1) ning teiste kategooriate mahud ja esinemissagedused väiksemad. Punarebasel oli suur erinevus taimse materjali esinemises, kus kevadel oli taimse toidu esinemissagedus 8 ja maht 0,1%, siis sügistanalvise perioodil vastavalt 42,4 ja 6,5%.

Morfoloogiline meetod annab võimaluse tuvastada toiduobjekte ka siis kui väljaheidete on liiga vana ja DNA eraldamine ei õnnestu. Samas jääb nii saadud tulemus tihti vaid liigist kõrgema taksoni tasemele (Tollit *et al.*, 2009). Lindude jäänuste määramine on võimalik peamiselt sulgede, noka ja küüniste abil. Lindu söönud kiskja väljaheidetes ei pruugi neid aga leiduda ning sulgede puhul on tihti tegu väga väikeste ja katkiste sulgedega, mille järgi liigi määramine pole võimalik. Kuna paljudel juhtudel on kanaliste puhul tegu ainult morfoloogiale

toetuvate töödega ja pole olnud võimalik kõikide lindude täpsem liigini määramine, jääb nende kisklus metsisele ja teistele kanalistele ebaselgeks. Samuti võib väljaheidetele toetuvates töödes esineda omaniku valet määrangut.

Lisaks sellele, et geneetilise meetodiga saab määrata kindlaks väljaheite jätnud liike, on ka suurem võimalus tuvastada saakobjekte. Alati ei pruugi olla jäänud väljaheitesse saaklooma jäänuseid, mida saaks hiljem morfoloogiliselt tuvastada. Antud töös leiti molekulaarse analüüsiga rohkem lindu kui morfoloogilisega, 21% juhtudest tuvastas geneetiline analüüs linnu, kuid morfoloogiline mitte. Kanadas baribali (*Ursus americanus*) ja koioti (*Canis latrans*) toitumise võrdlemisel leiti samuti, et geneetiline analüüs leidis saakobjekti sagedamini kui morfoloogiline (Mumma *et al.*, 2016).

Geneetilise analüüsiga sai täpseid tulemusi konkreetsete lindude ja nende kiskjate kohta, samas kui morfoloogiline meetod andis juurde täiendavat informatsiooni kiskjate toitumise kohta. Kuna mõlema analüüsi puhul võib toiduobjekt ka tuvastamata jääda, siis kasutades mõlemat meetodit on suurem võimalus saakobjektid leida. Ka teised tööd on leidnud, et kiskluse/toitumise uurimiseks on oluline kasutada just mõlemat meetodit koos. Analüüsid täiendavad teinetest ja kasutades vaid ühte nendest on lihtne tegelikku kisklust alahinnata (Tollit *et al.*, 2009; Braley *et al.*, 2010; Iversen *et al.*, 2013; Sheehy *et al.*, 2014).

Kiskja liik õnnestus geneetiliselt tuvastada 40% väljaheidetest. Tadžikistanis ja Kõrgõzstanis läbiviidud uurimuses lumeleopardidega määrati geneetiliselt liigini 81.6% proovidest. Tegu oli aga kuiva ja külma keskkonnaga, kus proovide kvaliteet säilib kauem ning enamus proove, kust liigi määramine ei õnnestunud olid alalt, kus sadas kogumise ajal palju vihma. (Weiskopf *et al.*, 2016) Lisaks ebasobivatele keskkonna mõjudele, langeb DNA eraldamise edukus ka proovide vanusega. Katses hundi väljaheidetega leiti, et kahenädalastest proovidest oli positiivse PCR saamine ligi 30% madalam võrreldes värskete proovidega (Santini *et al.*, 2007). Väljaheidete vanuse määramine välimuse põhjal pole aga alati võimalik ja isegi kui tegu on suhteliselt värskel prooviga, võib päikese ja vihma mõjul DNA olla liialt degradeerunud (Piggott, 2005). Caryl *et al.* (2012) töös, saadi Inglismaal, metsnugise väljaheideteid korjates, omanik määrata 94% edukusega. Erinevalt aga teistest kiskjalistest

asuvad metsnugise väljaheidet enamasti varjulistes paikades puudel/kividel, kus võib DNA paremini säilida (Santini *et al.*, 2007).

Saaklooma DNA tuvastamine väljaheidetest on enamasti madalama edukusega kui väljaheite omaniku tuvastamine (Deagle *et al.*, 2006). Lisaks erinevatele keskkonnateguritele ja väljaheite vananemisele (Tollit *et al.*, 2009), mõjutavad ka looma seedeprotsessid saaklooma DNAle lagundavalt. Samas ei olnud 46% väljaheidetest, kus esines kanalisi, kiskjat võimalik määrata. Linnu praimeritega positiivsetest PCR proovidest (34%) sai liigini määrata vaid 17%. Seetõttu on ilmselt antud töös lindude esinemine kiskjate väljaheidetes alahinnatud. Kõiki PCR positiivseid proove ei saa aga käsitleda lindudena kuna linnupraimeritega saadi mõnedel juhtudel ka roomajaid ja kahepaikseid, sest praimerid olid disainitud kõrgelt konserveerunud aladele.

Käesoleva magistritöö käigus õnnestus testida uut geneetilist meetodit, mille abil sai usaldusväärsetl kindlaks määrata kiskja- ja linnuliigid. Kasutades lisaks morfoloogilist analüüsi, täiendasid need teineteist, andes esmase ülevaate lindude, sealhulgas kanaliste kevadisest suremusest kiskluse läbi. Tehes toitumisuuringuid väljaheidete põhjal vaid morfoloogilise analüüsiga on võimalus eksimiseks ja valede andmete saamiseks nii omaniku määramisel kui ka saakobjekti tuvastamisel, samuti õnnestub vaid vähestel juhtudel saakobjekte liigini määrata. Geneetilise meetodi kaasamisega on aga võimalus saada täpseid ja liigispetsiifilisi andmeid meid huvitava kiskja ja tema saakobjektide kohta. Antud töö tulemuste üldistamise tuleb aga ettevaatusega suhtuda, kuna valim on suhteliselt väike. Käesolev magistritöö oli osa suuremast ja pikemaajalisest uuringust, kasutusel olid vaid 2014. aasta kevade proovid.

Kokkuvõte

Eestis, nagu ka mitmel pool mujal Euroopas, on metsise ja ka mitmete teiste kanaliste arvukus vähenemas. Kuigi arvukuse languse peamiseks põhjuseks on inimtegevus, siis peetakse järjest olulisemaks ka kiskjate rolli. Kisklust uurivates töodes on aga konkreetsed kiskjaliigid ja nende roll kanaliste suremuses tihti ebaselged, kuna peamiste uurimismeetoditena kasutatakse katseid kunstpesadega ja morfoloogilisi toitumisuuringuid, kus on raskusi kiskjate ja/või lindude liigini määramisega.

Antud töö üheks eesmärgiks oli kasutada uut geneetilist meetodit, mis võimaldab teha kindlaks nii väljaheite jätnud kiskja- kui ka tarbitud linnuliigid. Kiskjate toitumise kohta täiendava informatsiooni saamiseks kasutati ka morfoloogilist analüüsi. Selle käigus tehti kindlaks ülejäänud toiduobjektid ning vaadeldi kahe eri meetoodika erinevusi linnu tuvastamisel. Selleks koguti Eestis 2014. aasta kevadel kiskjaliste väljaheiteid viiest metsise mägupaigast: Vanaveski, Karula 1, Karula 2, Kääpa ja Sõõru, kokku saadi 189 proovi.

Geneetilise meetodiga õnnestus edukalt kindlaks määrata kiskja- ja linnuliigid, vastavalt 31 ja 34% proovidest. Kokku määrati geneetiliselt 59st väljaheitest kiskja liik ning selles leiduvad linnuliigid. Enamus määratud kiskjatest olid metsnugised (52%), aga ka punarebane (20%) ja kährikkoer (18%). Kanalitest esines kõige rohkem metsist (46%), vähem laanepüüd (23%) ja tetre (15%). Metsnugise väljaheidetes esines kanalisi kõige rohkem (32,3%), kährikkoeral ja punarebasel vastavalt 18,2 ja 8,3%. Lisaks kasutati ka morfoloogilist analüüsi teiste toiduobjektide osa määramiseks kiskja väljaheidetes. Nii metsnugise, punarebase ja kährikkoera toitumises olid imetajad kõige olulisemad, kährikkoera puhul oli ka taimse toidu maht kõrge. Esinemissagedustelt olid linnud olulised kährikkoerale (33%) ja metsnugisele (30%), vähem punarebasele (17%). Mahult olid linnud kõige olulisemad metsnugisele (7%) ja väiksema tähtsusega kährikkoerale (0,3%) ja punarebasele (0,5%).

Kanalisi esines kõigi kolme kiskja toidus, kuid metsist leiti vaid metsnugise väljaheidetest. Tulevastes töodes tuleks arvestada suurema hulga väljaheidete kogumisega, kuna ekskrementide vanus ja keskkonna tegurid mõjuvad DNAlle lagundavalt ning seeläbi kahandavad proovide hulka, millest on võimalik kiskja ja saaklooma liikide määramine.

Summary

Capercaillie and other grouse species in the diet of predators

The abundance of capercaillie and other grouse species is declining in Estonia as well as in other areas in Europe. Although the main reason is human activity, predation is also considered important. The main predator species and their role in grouse mortality in predation studies is often unclear because the main methods used are artificial nest studies and morphological diet studies where the identification of predator and/or bird species is difficult.

The aim of this study was to use new genetical method which enables to determine both the owner of the scat and also the consumed bird species. To get more information of the predators diet the morphological method was used as well. This enabled to determine other food categories and observe the difference in detection of birds between the two analysis. Predator scats were collected in spring 2014 from five capercaillie lekking areas in Estonia: Vanaveski, Karula 1, Karula 2, Kääpa and Sõõru, altogether 189 feces were collected.

It was possible to identify successfully the species of predators as well as birds, 31 and 34% accordingly. The predator species and consumed bird species were identified from 59 scats. Most of the identified predators were pine martens (52%), but also red fox (20%) and raccoon dog (18%). Capercaillie was the most common species found (46%), hazel grouse (23%) and black grouse (15%) were less numerous. Grouse occurred most often in pine marten scats (32,3%), in raccoon dog and red fox, 18,2 and 8,3% accordingly. Morphological analysis was used to identify other food object in predator scats. Mammals were the most important food item in the diet of pine marten, red fox and raccoon dog, the volume of plant material was also high. According to the frequency of occurrence, birds was an important food item for raccoon dog (33%) and pine marten (30%), less important to red fox (17%). According to the volume birds were most important for pine marten (7%) and had a lower value for raccoon dog (0,3%) and red fox (0,5%).

Grouse were consumed by all three predators but capercaillie was found only in the feces of pine martens. In future bigger sample size is needed, since large portion of scats are unsuitable for genetic analysis due to DNA degradation because of age and different environmental factors.

Tänuavaldused

Täna oma juhendajaid Egle Soed ja Urmas Saarmat abi ja nõu eest. Samuti kõiki välitöödel osalejaid ja Jort Bosmani.

Kasutatud kirjandus

- Åhlen, P. A., Willebrand, T., Sjöberg, K., & Hörnell-Willebrand, M. (2013). Survival of female capercaillie *Tetrao urogallus* in northern Sweden. *Wildlife Biology*, 19: 368-373.
- Andresen, C. H. (2015). The effect of human disturbance on nest predation rate of ground-nesting birds. Master thesis, Telemark University College.
- Angelstam, P. (1984). Sexual and seasonal differences in mortality of the black grouse *Tetrao tetrix* in boreal Sweden. *Ornis Scandinavica*, 15:123-134.
- Ausmeel, H. (2015). Metsnugise (*Martes martes*) sügistalvine toitumine Eestis. Magistritöö, Tartu Ülikool.
- Baines, D., Moss, R., & Dugan, D. (2004). Capercaillie breeding success in relation to forest habitat and predator abundance. *Journal of Applied Ecology*, 41: 59-71.
- Baltrūnaitė, L. (2002). Diet composition of the red fox (*Vulpes vulpes* L.), pine marten (*Martes martes* L.) and raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides* Gray) in clay plain landscape, Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 12: 362-368.
- Bell, J. (2008). A simple way to treat PCR products prior to sequencing using ExoSAP-IT. *Biotechniques*, 44: 834.
- Bergmann, H. H., & Klaus, S. (1994). Restoration plan for the hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in Germany. *Gibier faune sauvage*, 11: 35-54.
- Borchtchevski, V. G., & Kostin, A. B. (2014). Seasonality and causes of black grouse (*Lyrurus tetrix*, Galliformes, *Tetraonidae*) death in Western Russia according to count of remains. *Biology Bulletin*, 41: 657-671.
- Bowker, G., Bowker, C., & Baines, D. (2007). Survival rates and causes of mortality in black grouse *Tetrao tetrix* at Lake Vyrnwy, North Wales, UK. *Wildlife Biology*, 13: 231-237.

- Braley, M., Goldsworthy, S. D., Page, B., Steer, M., & Austin, J. J. (2010). Assessing morphological and DNA-based diet analysis techniques in a generalist predator, the arrow squid *Nototodarus gouldi*. *Molecular Ecology Resources*, 10: 466-474.
- Čas, M. (2010). Disturbances and predation on capercaillie at leks in Alps and Dinaric Mountains. *Šumarski list*, 134: 487-494.
- Carricondo-Sanchez, D., Samelius, G., Odden, M., & Willebrand, T. (2016). Spatial and temporal variation in the distribution and abundance of red foxes in the tundra and taiga of northern Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, 62: 211-218.
- Caryl, F. M., Raynor, R., Quine, C. P., & Park, K. J. (2012). The seasonal diet of British pine marten determined from genetically identified scats. *Journal of Zoology*, 288: 252-259.
- Chame, M. (2003). Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: 71-94.
- Coates, P. S., Connelly, J. W., & Delehanty, D. J. (2008). Predators of Greater Sage-Grouse nests identified by video monitoring. *Journal of Field Ornithology*, 79: 421-428.
- Crooks, K. R., & Soulé, M. E. (1999). Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, 400: 563-566.
- Deagle, B. E., Eveson, J. P., & Jarman, S. N. (2006). Quantification of damage in DNA recovered from highly degraded samples—a case study on DNA in faeces. *Frontiers in Zoology*, 3: 11.
- Dell'Arte, G. L., Laaksonen, T., Norrdahl, K., & Korpimäki, E. (2007). Variation in the diet composition of a generalist predator, the red fox, in relation to season and density of main prey. *Acta Oecologica*, 31: 276-281.
- De Marinis, A. M., & Masseti, M. (1995). Feeding habits of the pine marten *Martes martes* L., 1758, in Europe: a review. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 7.

- Drenkhan, R. (2004). Kava: Kääpa maastikukaitseala kaitsekorralduskava aastateks 2006-2015.
- Eckert, J., Gottstein, B., Heath, D., Liu, F. J., Gemmell, M. A., Meslin, F. X., & Pawłowski, Z. S. (2001). Prevention of echinococcosis in humans and safety precautions. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern, 238-247.
- Eelts, J., Leito, A., , Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Nellis, R., Ots, M., & Pehlak, H. (2013). Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008-2012. *Hirundo*, 26: 80-112.
- Evans, K. L. (2004). The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146: 1-13.
- Fletcher, K., Hoodless, A. N., & Baines, D. (2013). Impacts of predator abundance on red grouse *Lagopus lagopus scotica* during a period of experimental predator control. *Wildlife Biology*, 19: 248-256.
- Goszczyński, J., Misiorowska, M., & Juszko, S. (2008). Changes in the density and spatial distribution of red fox dens and cub numbers in central Poland following rabies vaccination. *Acta Theriologica*, 53: 121-127.
- Iversen, M., Aars, J., Haug, T., Alsos, I. G., Lydersen, C., Bachmann, L., & Kovacs, K. M. (2013). The diet of polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard, Norway, inferred from scat analysis. *Polar biology*, 36: 561-571.
- Jahren, T. (2012). Nest predation in capercaillie and black grouse. Doctoral dissertation, Master thesis at Faculty of Applied Ecology and Agricultural Sciencis, Hedmark College.
- Kauhala, K., & Kowalczyk, R. (2011). Invasion of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Europe: history of colonization, features behind its success, and threats to native fauna. *Current Zoology*, 5: 584-598.

- Kidawa, D., & Kowalczyk, R. (2011). The effects of sex, age, season and habitat on diet of the red fox *Vulpes vulpes* in northeastern Poland. *Acta theriologica*, 56: 209-218.
- Kuus, A. (2015). Tedre (*Tetrao tetrix*) kaitse tegevuskava. Eesti ornitoloogiaühing. Kaitse tegevuskava, keskkonnaministeerium.
- Laanetu, N., & Veenpere, R. (1971) Metsnugis ja saarmas Eestis ning nende küttemisviisid. Tln.: Valgus.
- Larivière, S. (1999). Reasons why predators cannot be inferred from nest remains. *Condor*, 718-721.
- Laurimaa, L., Davison, J., Süld, K., Plumer, L., Oja, R., Moks, E., Keis, M., Hindrikson, M., Kinkar, L., Laurimäe, T., & Abner, J. (2015 a). First report of highly pathogenic *Echinococcus granulosus* genotype G1 in dogs in a European urban environment. *Parasites & vectors*, 8: 182.
- Laurimaa, L., Davison, J., Plumer, L., Süld, K., Oja, R., Moks, E., Keis, M., Hindrikson, M., Kinkar, L., Laurimäe, T., & Abner, J. (2015 b). Noninvasive detection of *Echinococcus multilocularis* tapeworm in urban area Estonia. *Emerging Infectious Diseases*, 21: 163-4.
- Laurimaa, L., Süld, K., Moks, E., Valdmann, H., Umhang, G., Knapp, J. & Saarma, U. (2015 c). First report of the zoonotic tapeworm *Echinococcus multilocularis* in raccoon dogs in Estonia, and comparisons with other countries in Europe. *Veterinary Parasitology*, 212: 200-2015.
- Lindström, E.R., Andren, H., Angelstam, P., Cederlund, G., Hörnfeldt, B., Jäderberg, L., Lemnell, P.A., Martinsson, B., Sköld, K., & Swenson, J.E. (1994). Disease reveals the predator: sarcoptic mange, red fox predation, and prey populations. *Ecology*, 1042-1049.
- Ludwig, G. (2007). Mechanisms of population declines in boreal forest grouse. University of Jyväskylä.

- Madden, C. F., Arroyo, B., & Amar, A. (2015). A review of the impacts of corvids on bird productivity and abundance. *Ibis*, 157: 1-16.
- Martínez-Gutiérrez, P. G., Palomares, F., & Fernández, N. (2015). Predator identification methods in diet studies: uncertain assignment produces biased results? *Ecography*, 38: 922-929.
- Merta, D., Kobielski, J., Krzywiński, A., & Rzońca, Z. (2013). Preliminary results of the Capercaillie *Tetrao urogallus* recovery program in Bory Dolnośląskie Forest, SW Poland. *Vogelwelt*, 134: 65-74.
- Moks, E., Saarma, U., & Valdmann, H. (2005). *Echinococcus multilocularis* in Estonia. *Emerging Infectious Diseases*, 11: 1973-1974.
- Moks, E., Jõgisalu, I., Saarma, U., Talvik, H., Järvis, T., & Valdmann, H. (2006). Helminthological survey of wolf (*Canis lupus*) in Estonia, with an emphasis on the occurrence of *Echinococcus granulosus*. *Journal of Wildlife Diseases*, 42: 359-365.
- Moks, E., Jõgisalu, I., Valdmann, H., & Saarma, U. (2008). First report of *Echinococcus granulosus* G8 in Eurasia and a reappraisal of the phylogenetic relationships of “genotypes” G5-G10. *Parasitology*, 135: 647-654..
- Moreno-Opo, R., Afonso, I., Jiménez, J., Fernández-Olalla, M., Canut, J., García-Ferré, D., Piqué, J., García, F., Roig, J., Muñoz-Igualada, J., & González, L.M. (2015). Is It Necessary Managing Carnivores to Reverse the Decline of Endangered Prey Species? Insights from a Removal Experiment of Mesocarnivores to Benefit Demographic Parameters of the Pyrenean Capercaillie. *PloS one*, 10: e0139837.
- Mulder, J. L. (2012). A review of the ecology of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Europe. *Lutra*, 55: 101-127.
- Mumma, M. A., Adams, J. R., Zieminski, C., Fuller, T. K., Mahoney, S. P., & Waits, L. P. (2016). A comparison of morphological and molecular diet analyses of predator scats. *Journal of Mammalogy*, 97: 112-120.

- Naaber, J. (1974). Rebane ja kährikkoer meie looduses. Jaht ja Ulukid. Eesti NSV Jahimeeste Seltsi aastaraamat 1969-1972. Valgus, Tallinn, 102-115.
- Nellis, R. (2015). Riikliku keskkonnaseire programmi “Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire” alamprogrammi Haudelinnustiku punktloendused 2015. aastal.
- Oja, R., Zilmer, K., & Valdmann, H. (2015). Spatiotemporal Effects of Supplementary Feeding of Wild Boar (*Sus scrofa*) on Artificial Ground Nest Depredation. PloS one, 10: e0135254.
- Papakosta, M., Kitikidou, K., Bakaloudis, D., & Vlachos, C. (2014). Dietary variation of the stone marten (*Martes foina*): A meta-analysis approach. Wildlife Biology in Practice, 10: 85-101.
- Pekkola, M., Alatalo, R., Pöysä, H., & Siitari, H. (2014). Seasonal survival of young and adult black grouse females in boreal forests. European journal of wildlife research, 60: 477-488.
- Piggott, M. P. (2005). Effect of sample age and season of collection on the reliability of microsatellite genotyping of faecal DNA. Wildlife Research, 31: 485-493.
- Pompanon, F., Deagle, B. E., Symondson, W. O., Brown, D. S., Jarman, S. N., & Taberlet, P. (2012). Who is eating what: diet assessment using next generation sequencing. Molecular ecology, 21: 1931-1950.
- Posłuszny, M., Pilot, M., Goszczyński, J., & Gralak, B. (2007). Diet of sympatric pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) identified by genotyping of DNA from faeces. In Annales Zoologici Fennici, 269-284. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Preisemann, K. (2007). Karula rahvusparki kaitsekorralduskava 2008 – 2018. Kaitsekorralduskava, keskkonnaamet.
- Prugh, L. R., Stoner, C. J., Epps, C. W., Bean, W. T., Ripple, W. J., Laliberte, A. S., & Brashares, J. S. (2009). The rise of the mesopredator. Bioscience, 59: 779-791.

- Pärtel, A. (2013). Self-declaration by Estonia on the recovery of its rabies-free status. *Bulletin OIE*, 3: 58–61.
- Randla, T. (2015). Metsise (*Tetrao urogallus*) kaitse tegevuskava. Keskkonnaministeerium.
- Renfrew, R. B., & Ribic, C. A. (2003). Grassland passerine nest predators near pasture edges identified on videotape. *The Auk*, 120: 371-383.
- Saniga, M. (2002). Nest loss and chick mortality in capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in West Carpathians. *FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA*, 51: 205-214.
- Santini, A., Lucchini, V., Fabbri, E., & Randi, E. (2007). Ageing and environmental factors affect PCR success in wolf (*Canis lupus*) excremental DNA samples. *Molecular Ecology Notes*, 7: 955-961.
- Sheehy, E., O'Meara, D. B., O'Reilly, C., Smart, A., & Lawton, C. (2014). A non-invasive approach to determining pine marten abundance and predation. *European journal of wildlife research*, 60: 223-236.
- Sidorovich, V. E., Solovej, I. A., Sidorovich, A. A., & Dyman, A. A. (2008). Seasonal and annual variation in the diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in northern Belarus: the role of habitat type and family group. *Acta Theriologica*, 53: 27-38.
- Smedshaug, C. A., Selås, V., Lund, S. E., & Sonerud, G. A. (1999). The effect of a natural reduction of red fox *Vulpes vulpes* on small game hunting bags in Norway. *Wildlife Biology*, 5: 157-166.
- Smith, R. K., Pullin, A. S., Stewart, G. B., & Sutherland, W. J. (2010). Effectiveness of predator removal for enhancing bird populations. *Conservation Biology*, 24: 820-829
- Soe, E. (2012). Punarebase (*Vulpes vulpes*) toitumine Eestis ja Euroopas. Magistritöö, Tartu Ülikool.

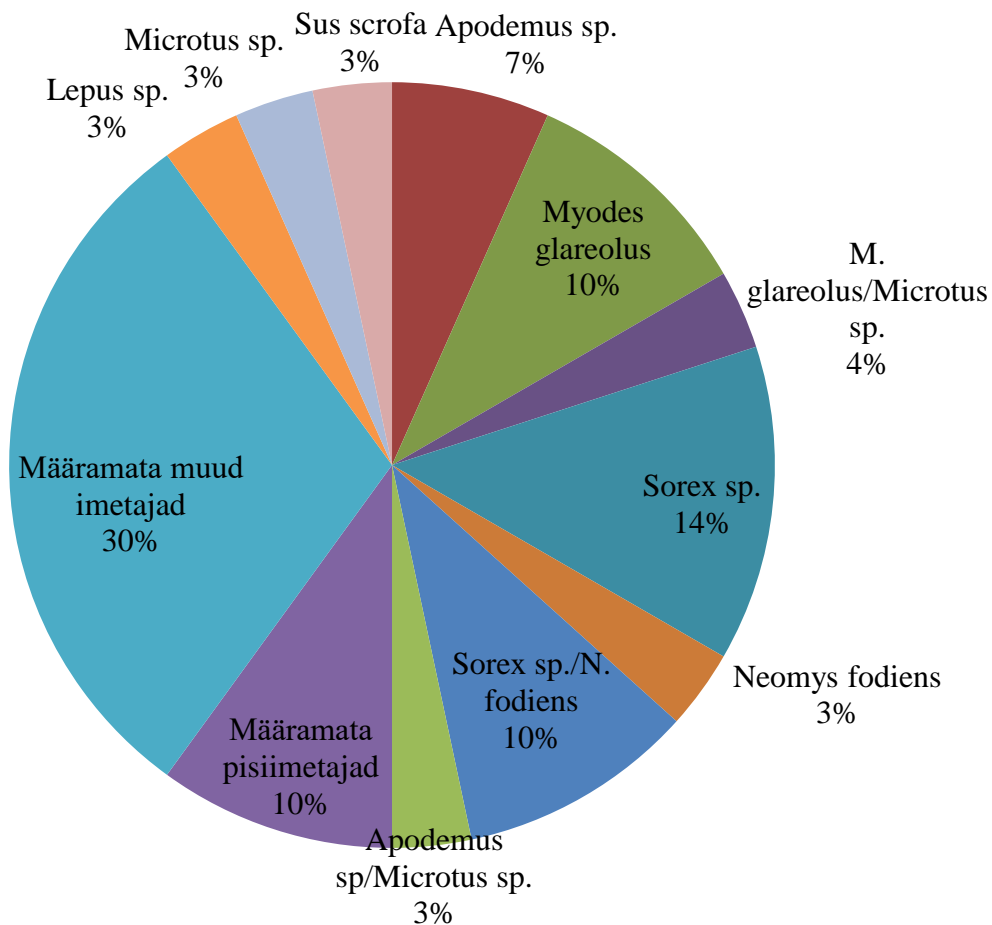
- Steen, J. B., & Haugvold, O. A. (2009). Cause of death in willow ptarmigan *Lagopus l. lagopus* chicks and the effect of intensive, local predator control on chick production. *Wildlife Biology*, 15: 53-59.
- Storch, I. (2007). Grouse – Status Survey and Action Plan 2006-2010 IUCN. Gland Switzerland and Cambridge UK, and World Pheasant Association, Fordinbridge.
- Summers, R.W., Green, R.E., Proctor, R., Dugan, D., Lambie, D., Moncrieff, R., Moss, R., & Baines, D. (2004). An experimental study of the effects of predation on the breeding productivity of capercaillie and black grouse. *Journal of Applied Ecology*, 41: 513-525.
- Summers, R. W., Willi, J., & Selvidge, J. (2009). Capercaillie *Tetrao urogallus* nest loss and attendance at Abernethy Forest, Scotland. *Wildlife Biology*, 15: 319-327.
- Sutor, A., Kauhala, K., & Ansorge, H. (2010). Diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides*—a canid with an opportunistic foraging strategy. *Acta Theriologica*, 55: 165-176.
- Süld, K., Valdmann, H., Laurimaa, L., Soe, E., Davison, J., & Saarma, U. (2014). An invasive vector of zoonotic disease sustained by anthropogenic resources: the raccoon dog in Northern Europe. *PloS one*, 9: e96358.
- Teerink, B. J. (2003). Hair of West European mammals: atlas and identification key. Cambridge University Press.
- Tollit, D.J., Schulze, A.D., Trites, A.W., Olesiuk, P.F., Crockford, S.J., Gelatt, T.S., Ream, R.R., & Miller, K.M. (2009). Development and application of DNA techniques for validating and improving pinniped diet estimates. *Ecological Applications*, 19: 889-905.
- Tornberg, R., Korpimäki, E., & Byholm, P. (2006). Ecology of the northern goshawk in Fennoscandia. *Studies in Avian Biology*, 31: 141-157.

- Thirgood, S. J., Redpath, S. M., Haydon, D. T., Rothery, P., Newton, I., & Hudson, P. J. (2000). Habitat loss and raptor predation: disentangling long- and short-term causes of red grouse declines. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 267: 651-656.
- Valdmann, H., Koppa, O., & Looga, A. (1998). Diet and prey selectivity of wolf *Canis lupus* in middle- and south-eastern Estonia. *Baltic Forestry*, 4: 42-46.
- Valdmann, H., Andersone-Lilley, Z., Koppa, O., Ozolins, J., & Bagraade, G. (2005). Winter diets of wolf *Canis lupus* and lynx *Lynx lynx* in Estonia and Latvia. *Acta Theriologica*, 50: 521-527.
- Valdmann, H. (2008). Kährikkoera *Nyctereutes procyonoides* ohjamiskava, I osa Bioloogia. Ohjamiskava, keskkonnaministeerium.
- Veeroja, R., & Männil, P. (2015). Ulukiasurkondade seisund ja kütmissooovitus 2015. Keskkonnaagentuuri aruanne.
- Viht, E. (1987). Teder. Tallinn, Valgus.
- Viht, E. (1997). Rabapüü on Eestis haruldane liik. *Eesti Loodus*, 2.
- Viht, E., & Randla, T. (2001). Metsise kaitsekorralduskava. Kaitsekorralduskava. Keskkonnaministeerium.
- Väli, Ü., & Tuule, A. (2015). Kanakulli (*Accipiter gentilis*) kaitse tegevuskava.
- Warren, P. K., & Baines, D. (2002). Dispersal, survival and causes of mortality in black grouse *Tetrao tetrix* in northern England. *Wildlife biology*, 8: 91-97.
- Webb, S. L., Olson, C. V., Dzialak, M. R., Harju, S. M., Winstead, J. B., & Lockman, D. (2012). Landscape features and weather influence nest survival of a ground-nesting bird of conservation concern, the greater sage-grouse, in human-altered environments. *Ecological Processes*, 1: 1-15.

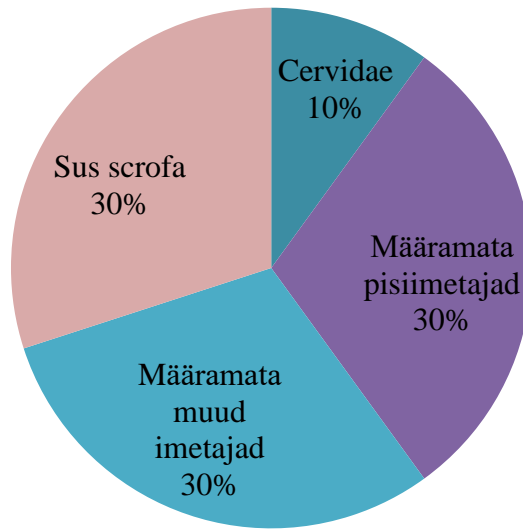
Wegge, P., & Kastedalen, L. (2007). Pattern and causes of natural mortality of capercaillie, *Tetrao urogallus*, chicks in a fragmented boreal forest. *Annales Zoologici Fennici*, 2: 141-151.

Weiskopf, S. R., Kachel, S. M., & McCarthy, K. P. (2016). What are snow leopards really eating? Identifying bias in food-habit studies. *Wildlife Society Bulletin*, 1-8.

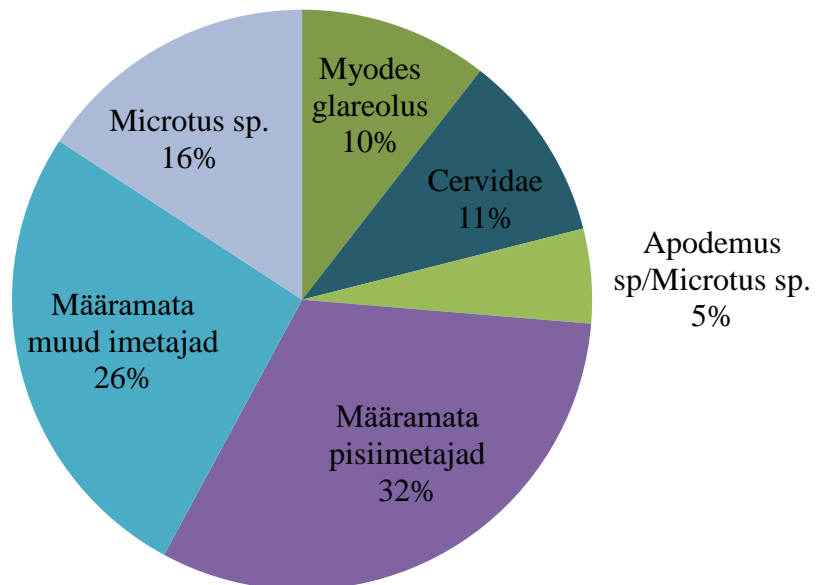
Lisa 1. Karvade põhjal määratud imetajad metsnugise, kährikkoera ja punarebase väljaheidetest



Metsnugis



Kährikkoer



Punarebane

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks jalõputööüldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, _____ Maret Kaljulaid _____,

(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

_____ Metsise ja teiste kanaliste osa kiskjaliste toidus _____,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on _____ Egle Soe ja Urmas Saarma _____,

(juhendaja nimi)

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu 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.

Tartus, **23.05.2016**