

TARTU ÜLIKOOL
LOODUS- JA TEHNOLOOGIATEADUSKOND
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Marii Leinberg

**LIIGIKAASLASTE JA SAAKLOOMADE ARVUKUSE MÕJU
ILVESE (*Lynx lynx*) KODUPIIRKONNA SUURUSELE EESTIS**

Magistritöö

Juhendaja: Raido Kont

Tartu 2016

Infoleht

Kodupiirkond on oluline ökoloogiline parameeter, mille abil saab iseloomustada looma käitumist ja seda mõjutavaid tegureid ning selle info abil on võimalik teostada populatsiooni tõhusamat kaitset ja majandamist. Siinses uuringus kasutati 13 (4 emase ja 9 isase) telemetriakaelusega varustatud euraasia ilvese asukohapunkte, hindamaks ilveste kodupiirkonna suuruseid ja neid mõjutavaid tegureid. Eesmärk oli välja selgitada, kumb tunnus, kas saakloomade arvukus või liigikaaslaste arvukus, mõjutab kodupiirkonna suurust rohkem. Ilveste kodupiirkondade suurused varieerusid isastel ilvestel 133–1179 km² ja emastel 70–594 km². Ilveste kodupiirkondade suuruse mõjutamisel oli olulisem roll liigikaaslaste arvukusel kui saakloomade tihedusel.

Märksõnad: euraasia ilves (*Lynx lynx*), kodupiirkond, telemetria, saakloomade asustustihedus, populatsiooni asustustihedus

Abstract

Home range is an important ecological parameter that can be used to illustrate animal behavior and factors that are influencing it. This info can help to make better conservation and managing choices. In this study 13 Eurasian lynxes, 4 females and 9 males, were equipped with telemetry collars to estimate the sizes of their home ranges and the factors influencing it. The aim was to discover which factor, prey density or population density, was more important in shaping lynxes home range size. Lynxes home range sizes varied in males from 133 km² to 1179 km² and in females from 70 km² to 594 km². Population density was found to be more important in shaping home range size than prey density.

Keywords: Eurasian lynx (*Lynx lynx*), home range, telemetry, prey density, population density

Sisukord

Infoleht	3
<i>Abstract</i>	3
1. Sissejuhatus	7
2. Kirjanduse ülevaade	9
2.1. Kiskjate kodupiirkonna suurust mõjutavad tegurid.....	9
2.2. Ilveste <i>Lynx lynx</i> kodupiirkonna suurus ja seda mõjutavad tegurid	11
2.3. Ilveste kodupiirkonna suurus Eestis	13
3. Materjal ja meetodika.....	14
3.1. Tööriistad.....	14
3.2. Uurimisala kirjeldus	14
3.3. Ilveste eluspüük ja jälgimine	17
3.4. Kodupiirkonna suurus ja kattumine.....	18
3.5. Seletavad tunnused	19
3.5.1. Saakloomade arvukus	19
3.5.2. Ilveste arvukus.....	21
3.6. Andmete statistiline analüüs.....	21
3.7. Kasutatud tarkvaraprogrammid	22
4. Tulemused	23
4.1. Ilveste kodupiirkonna suurus ja kattumine	23
4.2. Kodupiirkonna suurus ja saakloomade asustustihedus.....	24
4.3. Ilveste asustustihedus ja kodupiirkonna suurus.....	24

4.4. Kodupiirkonna suuruse varieerumist seletav mudel.....	26
5. Arutelu	29
6. Kokkuvõte	33
7. <i>Summary</i>	34
Tänuavaldused	35
Kasutatud kirjandus	36

1. Sissejuhatus

Kodupiirkonna suurus on oluline ökoloogiline parameeter, mis iseloomustab erinevaid liike. William H. Burt sõnastas looma kodupiirkonna kui ala, mida loom kasutab, et kindlustada enda eluks vajalikud tegevused, nagu toidu ja paaritumiskaaslase otsimine ning järglaste eest hoolitsemine (Burt, 1943). Nüüdseks on leitud, et looma kodupiirkonda mõjutavad erinevad omavahel seotud ökoloogilised ja sotsiaalsed tegurid: keskkonna produktiivsus, kehamass, populatsiooni tihedus, sugu ja sotsiaalne staatus (Harestad & Bunnell, 1979; Herfindal *et al.*, 2005; Benson *et al.*, 2006; Loveridge *et al.*, 2009). Kodupiirkonna olemuse, suuruse ja seda mõjutavate tegurite mõistmine on oluline, kuna see loob võimaluse korraldada tõhusamat liikide majandamist ja kaitse planeerimist. Eriti oluline on teada looma ruumikasutust, kui tegeletakse populatsioonide taastamisega mingis kindlas piirkonnas. Sel viisil saab välja arvutada populatsiooni taastamiseks vajaliku isendite arvu. (Herfindal *et al.*, 2005). Samuti saab kodupiirkonna suurust kasutada jahinduses kütitavate isendite piirmäära leidmiseks, haiguspuhangute leviku ennustamiseks ja kaitsealade loomiseks (Fèvre *et al.*, 2006; Mattisson *et al.*, 2013a).

Loomade käitumist ja ökoloogiat uuriv teadusvaldkond areneb pidevalt. Telemeetria hüppeline areng VHF-tehnoloogiast (VHF – *very high frequency*) GPS-tehnoloogiaks (GPS – *Global Positioning System*) on loonud uusi võimalusi, jälgimaks loomi pikema aja vältel ja seda üha suurema täpsusega (Kie *et al.*, 2010). Samuti võimaldavad tänapäevased geoinfosüsteemivahendid andmeid paremini töödelda ja analüüsida (Downs *et al.*, 2011). Kaugseirega kogutud keskkonnainfo abil saab võrrelda erinevaid piirkondi, mis loob võimaluse analüüsida maastiku mõju looma kodupiirkonnale (Herfindal *et al.*, 2005). Samuti töötatakse pidevalt välja uusi matemaatilisi ja statistilisi meetodeid, mille abil on võimalik arvutada täpsemaid kodupiirkonna suuruseid (Walter *et al.*, 2011; Börger, 2016). Tehnoloogia areng võimaldab uurijatel püstitada küll keerulisemaid uurimisküsimusi, kuid samas on uurimisküsimuse ja õigete meetodite kokkuviiimine üha keerulisem, sest erinevaid meetodeid võib olla ühe küsimuse lahendamiseks mitu (Walter *et al.*, 2011; Börger, 2016). Siiski üritatakse leida lahendusi küsimustele, mis aitaksid välja selgitada, millised tegurid mõjutavad looma kodupiirkonda enim, mis määrab isendi kodupiirkonna miinimum- ja maksimumväärtuse ning milliseid meetodeid tuleks kodupiirkonna suuruse arvutamiseks kasutada (Fieberg & Börger, 2012; Powell & Mitchell, 2012).

Euraasia ilves (*Lynx lynx*) on Euroopas kaitsealune liik, kuid Eestis on ilves jahiuluk. Eestis hinnatakse ilveste arvukust loendustransektide ehk ulukiruutude ja pesakondade loendamise kaudu. Ilveste arvukuse kõrgajal, 2008.–2009. aastal, kui ilveste arvukus võis küündida 1000 isendini, kütiti ilveseid ligikaudu 200 isendit aastas (Veeroja & Männil, 2015). 2011.–2012. aastal langes karmide talvede tõttu metskitsede arvukus ja sellega koos ka ilveste arvukus. Viimastel aastatel on ilveste küttimislimiit olnud minimaalne, sest puudub vajadus ilveste arvukuse regulatsiooniks. Ilveste kodupiirkonna suuruse uurimine Eestis ongi oluline, kuna selle kaudu saab paremini hinnata ilveste arvukust, uurida ilvese kiskluse mõju tema saakliikidele ja planeerida populatsioonide majandamist ning kaitset (Keskkonnaministerium, 2012; Veeroja & Männil, 2015).

Siinses töös püüan välja selgitada, kui suur on ilvese kodupiirkonna suurus Eestis ja millised tegurid seda mõjutavad. Selleks kasutan ilveste telemeetrilisel jälgimisel kogutud andmeid ja võrdlen erinevate isendite kodupiirkondade suurust samas piirkonnas mõõdetud ilveste peamiste saakloomade metskitsede ja jäneste ning ilveste enda arvukusega. Kuna varasematest uuringutest on teada, et ilvese kodupiirkonna suurust mõjutavad mõlemad tegurid, nii saakloomade kui ka liigikaaslaste arvukus, siis püüan oma töös välja selgitada, kumma teguri poolt on ilveste kodupiirkonna suurus rohkem mõjutatud. Kuna ilves on territoriaalne liik, püstitasin hüpoteesi, et liigikaaslaste arvukusel on ilvese kodupiirkonna suurusele suurem mõju kui saakloomadel, sest toidu hulga vähenedes takistab territoriaalne käitumine ilveste kodupiirkondade suurenemist.

2. Kirjanduse ülevaade

2.1. Kiskjate kodupiirkonna suurust mõjutavad tegurid

Burt (1943) sõnastas kodupiirkonna kui ala, mida loom kasutab elutegevuses, et kindlustada endale toidu leidmine, sigimiskaaslaste olemasolu ja sobiv keskkond järglaste kasvatamiseks. Vaatamata rohketele tsiteeringutele, on Burti kodupiirkonna mõistes mõni puuduv osa: see ei täpsusta, kuidas määratleda kodupiirkonna piiri ja kodupiirkonnasiseseid ruumikasutuse erinevusi (Powell, 2000). Kodupiirkonna kirjeldamisel on kasutatud veel kujutluskaardi mõistet (Spencer, 2012). Arvatakse, et looma käitumine sõltub tema arusaamisest ümbritsevast keskkonnast ja selle kaudu kujunevast kujutluskaardist, mida ta pidevalt uuendab (Powell & Mitchell, 2012; Spencer, 2012). Samuti on leitud, et looma liikumine ruumis kirjeldab kodupiirkonda juhul, kui uute alade kasutus pikema vaatlusperioodi vältel väheneb (McLoughlin & Ferguson, 2000).

Kodupiirkonna suurus võib eri liikidel varieeruda väga suures ulatuses. Punailvestel (*Lynx rufus*) varieerub kodupiirkonna suurus 29 erineval uurimisalal isastel isenditel 3–168 km² ja emastel 1–43 km² piires (Ferguson *et al.*, 2009). Huntide (*Canis lupus*) põhjal on näidatud, kuidas kodupiirkond võib varieeruda ka liigi areaali siseselt põhjalaiuskraadidel, kus kodupiirkonna suurused olid 140–950 km² (Jędrzejewski *et al.*, 2007). Rootsis leiti huntidel ka sama uurimisala piires kodupiirkonna suuruste suured varieerumised ning kodupiirkonnad ulatusid 259–1676 km² (Mattisson *et al.*, 2013a).

Üks kõige olulisemaid tegureid, mis mõjutab kiskja kodupiirkonna suurust, on saakloomade arvukus. Kiskjaid uurides on leitud seaduspärasus, et saakloomade suurema asustustihedusega piirkondades on kiskjate kodupiirkonnad väiksemad. Saakloomade suure asustustiheduse korral ei pea kiskja saaklooma leidmiseks läbima suurt ala ja see hoiab ka tema kodupiirkonna suuruse väiksemana. Selline seos on leitud pruunkarudel (*Ursus arctos*), huntidel, koiottidel (*Canis latrans*) ja polaarrebastel (*Vulpes lagopus*) (Eide *et al.*, 2004; Moorcroft *et al.*, 2006; Jędrzejewski *et al.*, 2007; Edwards *et al.*, 2013). Seoses kättesaadava toidu hulga sõltub kiskja kodupiirkond ka laiuskraadist, kus loom elab. Jälgides euraasia ilveste ja huntide kodupiirkondade suurusi lõunast põhja liikudes, on näha, et kodupiirkondade suurused kasvavad (Jędrzejewski *et al.*, 2007; Leinberg, 2014). Huntide puhul olid kodupiirkonna suurused 140 km² 40°N, 370 km² 50°N ja 950 km² 60°N. See on tingitud

põhjalaiuskraadide muutlikumast kliimast, mis mõjutab keskkonna produktiivsust ja selle kaudu saakloomade asustustihedust läbi migratsiooni. (McLoughlin & Ferguson, 2000).

Mitmes uuringus on lisaks välja toodud, et suurema kehamassiga kiskjal on suurem kodupiirkond. See on mõjutatud looma energiavajadusest, mis määrab, kui suure hulga toitu peaks loom minimaalselt tarbima. Piisaval hulgal toidu leidmiseks on vaja suurt kodupiirkonda, et tagada isendi põhilised metaboolsed vajadused (Harestad & Bunnell, 1979; Gittleman & Harvey, 1982; Lindstedt *et al.*, 1986).

Kiskjatel on kodupiirkonna suuruse kolmas oluline mõjutaja liigikaaslaste arvukus. Kiskja kodupiirkonna välja kujunedes peab kiskja arvesse võtma oma liigikaaslaste arvukuse. Ta peab arvestama, kui palju ta saab jagada oma kodupiirkonda konkurentidega, ilma et see segaks tema ellujäämist ja sigimisedukust (McLoughlin *et al.*, 2000). Liigikaaslaste suurema arvukuse korral ongi kiskjatel kodupiirkonnad väiksemad, et vältida samade piiratud ressursside jagamist liigikaaslasega. Liigikaaslaste asustustihedus mõjutab punarebaseid (*Vulpes vulpes*), pruunkarusid ja koiotte (Trehwella *et al.*, 1988; Dahle & Swenson, 2003; Moorcroft *et al.*, 2006).

Neljandaks mõjutab kiskjate kodupiirkonna suurust sugu. Soo mõjutatud tegurid, nagu erinev kehasuurus, ressursivajadus ja sotsiaalne staatus, seletavad kodupiirkonna suuruse erinevusi sugude vahel (McLoughlin & Ferguson, 2000). Kiskjate paarumissüsteem määrab, kuidas emased ja isased omavahel ning üksteisega suhtlevad. See mõjutab oluliselt ka kodupiirkondade väljakujunemist (Macdonald, 1983). Kiskjatel, nagu Ameerika metsnugisel (*Martes americana*), pruunkarul, punarebasel ja hundil, on isastel isenditel suurem kodupiirkond kui emastel (Buskirk & McDonald, 1989; Dahle & Swenson, 2003; Henry *et al.*, 2005; Jędrzejewski *et al.*, 2007). Emaste isendite kodupiirkonda mõjutavad sobiv sigimispaik, sigimisstaatus ja energiavajadus ning isaste isendite kodupiirkonda mõjutab eelkõige potentsiaalsete paaritumiskaaslaste leidmise võimalus (McLoughlin & Ferguson, 2000; Edwards *et al.*, 2013).

Kaslased erinevad teistest kiskjatest mitme aspekti poolest. Enamik kaslasi on üksiku eluviisiga ja neid kohtab koos harva. Jättes kõrvale praidides elavad lõvid (*Panthera leo*), sotsialiseeruvad teised kaslased üksteisega tavaliselt vaid sigimisperioodil (Loveridge *et al.*, 2009). Üksikule eluviisile lisaks on kaslased ka territoriaalsed, erinevalt näiteks pruunkarudest

(McLoughlin *et al.*, 2000). Kord juba territooriumi märgistanud kaslane ei lase sinna alale enam oma liigikaaslasi (Bailey, 1974). Kaslased kaitsevad vajaduse korral agressiivselt oma territooriumi, et säilitada nende jaoks tähtsad alad, kus on kõige kvaliteetsemad toitumiskohad, pesakohad ja võimalikud kattuvusalad paaritumiskaaslastega (Mattisson *et al.*, 2013b). Kaslaste kodupiirkonna suurust mõjutavad samuti saakloomade asustustihedus koos kliimaga, liigikaaslaste asustustihedus ja sugu. Saakloomade asustustiheduse negatiivset seost kodupiirkonna suurusega on leitud lõvidel, puumadel (*Puma concolor*) ja punailvestel (Bailey, 1974; Grigione *et al.*, 2002; Loveridge *et al.*, 2009). Kliima ja saakloomade asustustiheduse koosmõju on leitud punailvestel ja puumadel (Bailey, 1974; Grigione *et al.*, 2002). Näiteks sunnib puumasid mustsaba hirve (*Odocoileus hemionus*) migratsioon talveperioodil Rannikuahelas ka oma kodupiirkonna suurust vastavalt laiendama (Grigione *et al.*, 2002). Liigikaaslaste asustustihedus on negatiivses seoses kodupiirkonna suurusega samuti puumadel ja punailvestel (Bailey, 1974; Lovallo & Anderson, 1995; Grigione *et al.*, 2002). Punailveste kõrge asustustiheduse korral on ilvestel ka väiksemad kodupiirkonnad. Eri uuringutes on leitud, et naabri surma korral võib punailves oma kodupiirkonna suurust ja paiknemist muuta. Kodupiirkonna suuruse muutmise käigus saab punailves endale parema elukoha ja kõrgema asustustihedusega saakloomadega ala (Bailey, 1974; Lovallo & Anderson, 1995). Kolmandaks mõjutab sugu kodupiirkonna suurust kanada ilvestel (*Lynx canadensis*), lõvidel, puumadel ja punailvestel (Bailey, 1974; Grigione *et al.*, 2002; Vashon *et al.*, 2008; Loveridge *et al.*, 2009). Isastel kaslastel on suuremad kodupiirkonnad kui emastel, kuna isaste eesmärk on tagada võimalikult suur paaritumiskaaslaste arv. Pesakonnaga emasel kaslasel on samuti väiksem kodupiirkond, kuna poegadega emasloom ei saa olla nii liikuv kui varem (Bailey, 1974; Vashon *et al.*, 2008).

2.2. Ilveste *Lynx lynx* kodupiirkonna suurus ja seda mõjutavad tegurid

Euraasia ilves kuulub kiskjate (*Carnivora*) seltsi ning kaslaste (*Felidae*) sugukonda. Ilvesed on üksiku eluviisiga territoriaalsed loomad (Nowell & Jackson, 1996). Euraasia ilvesed on polügaamsed, mis tähendab, et üks isailves võib sigimisperioodil paarituda mitme emasega. Paaritumisaeg kestab ilvestel veebruarist aprillini ja pojad sünnivad mais-juunis. Tavaliselt sünnib ühte pesakonda 2–3 poega (Nowell & Jackson, 1996). Elupaigana eelistavad ilvesed

metsastunud alasad. Euroopas asustab ilves kõiki metsatüüpe, nii elab ilves ka Eestis kõikides metsaga seotud elupaikades (Keskkonnaministeerium, 2012). Euraasia ilvesed toituvad võimalusel hirvlastest (Breitenmoser, 2000). Eestis on ilveste põhitoiduks metskitsed (*Capreolus capreolus*) ning valge- (*Lepus timidus*) ja halljänased (*Lepus europaeus*) (Valdmann *et al.*, 2005).

Euraasia ilves on hea uurimisobjekt, kuna ta on kõige levinum kaslane Põhja-Palearktises ja sobib seetõttu hästi, uurimaks tema käitumist erinevates keskkonnatingimustes (Sunde *et al.*, 2000). Euraasia ilvese kodupiirkonna suurusi ja neid mõjutavaid tegureid on uuritud põhjalikult Euroopas. Oma bakalaureusetöös tõin välja, et ilvese kodupiirkonna suurus Euroopas suureneb lõunast põhja liikudes (Leinberg, 2014). Kõige suuremad kodupiirkonnad Euroopas on dokumenteeritud Skandinaavias Norras ning kõige väiksemad kodupiirkonna suurused on ilvestel Šveitsis. Kõige suurem kodupiirkond leiti Norras isasel ilvesel, milleks oli 1515 km² ning vastavalt sama uurimisala emasel 561 km². Kõige väiksem kodupiirkond oli Šveitsis emasel ilvesel suurusega 101 km² ning vastavalt sama uurimisala isasel 211 km². Skandinaavia ja teiste Euroopa alade kodupiirkondade suuruste vahe oli ligikaudu 1,5–2-kordne (Leinberg, 2014).

Euraasia ilvese kodupiirkonna suurust võib mõjutada saakloomade asustustihedus. Erinevates uuringustes on leitud, et ilvese kodupiirkonna suurus ja saakloomade asustustihedus on negatiivses seoses (Sunde *et al.*, 2000; Herfindal *et al.*, 2005; Moa *et al.*, 2006). Saakloomade asustustiheduse langusega suurenevad ilveste kodupiirkonnad (Schmidt, 2008). Norras leiti mitmes uuringus oluline negatiivne seos kodupiirkonna suuruse ja saakloomade arvukuse vahel (Sunde *et al.*, 2000; Moa *et al.*, 2006). Samas ei leitud Šveitsi uuringus saakloomade asustustiheduse ja kodupiirkonna suuruse vahel seost (Molinari-Jobin *et al.*, 2007). Uurijad järeldasid, et saakloomade asustustiheduse ja kodupiirkonna vaheline negatiivne seos võib välja kujuneda siis, kui ilvese populatsioon on lähedal maksimaalsele kandevõimele (Molinari-Jobin *et al.*, 2007).

Liigikaaslaste arvukus on teine oluline tegur, mis võib mõjutada ilveste kodupiirkonna suurust. Selline seos on leitud näiteks punailvestel (Benson *et al.*, 2006), kuid Euroopas ilvese asustustiheduse ja kodupiirkonna suurusevahelist seost uuritud ei ole.

Kodupiirkonna suuruse kujunemisel on olulised tegurid ka ilvese sugu ja sigimisstaatus. Mitmes uuringus on välja toodud, et isaste ilveste kodupiirkonnad on suuremad kui emastel (Leinberg, 2014). Euroopa piires kõikusid isaste ilveste kodupiirkondade suurused 182–1906 km² ja emastel 101–832 km² (Leinberg, 2014).

2.3. Ilveste kodupiirkonna suurus Eestis

Eestis on varem ilveste kodupiirkonna suurust käsitletud ühes uuringus. Selles töös arvatati nelja euraasia ilvese kodupiirkondade suurused (Kullerkupp, 2007). Neljast ilvesest asus vaid ühe kodupiirkond Eestis, ülejäänud kolme ilvese kodupiirkonnad asusid Lätis. Arvutuste järgi oli isastel isenditel kodupiirkonna keskmine suurus MCP100% meetodiga 278 km² ja emasel 158 km². Kodupiirkonna suuruse mõjutegurina võeti arvesse sesoonsust. Isastel oli suvine keskmine kodupiirkonna suurus 273 km² ja emasel 127 km². Talvine keskmine kodupiirkonna suurus oli isastel isenditel 115 km² ning ühel emasel 157 km² (Kullerkupp, 2007).

3. Materjal ja metoodika

3.1. Töökäik

Siinses töös kasutatud telemeetria andmed ilveste kohta on kogutud Keskkonnaagentuuri eluslooduse seire osakonna (endine ulukiseireosakond) ilvese toitumist ja ruumikasutust käsitleva uuringu raames, millega alustati 2007. aasta sügisel ning mis kestab tänaseni. Ilvese asukohapunktile lisaks sain Keskkonnaagentuurist ka seletavate tunnuste arvutamiseks vajalikud ruutloenduse ning ilveste arvukuse andmed. Oma magistritöö jaoks valmistasin saadud andmed analüüsiks ette, arvutasin kodupiirkonna suuruse ning seletavad tunnused iga ilvese kohta. Andmeanalüüsi aitasid läbi viia Raido Kont ja Jaanus Remm. Lisaks osalesin 2015. aasta kevadel ilveseuuringu välitöödel ja otsisin Jõgeva ning Järva maakonnas kolme telemeetriaseadmega varustatud ilvese murtud saakloomade jäänuseid. 2016. aasta kevadel osalesin ka ühe ilvese kaeluse paigaldamises.

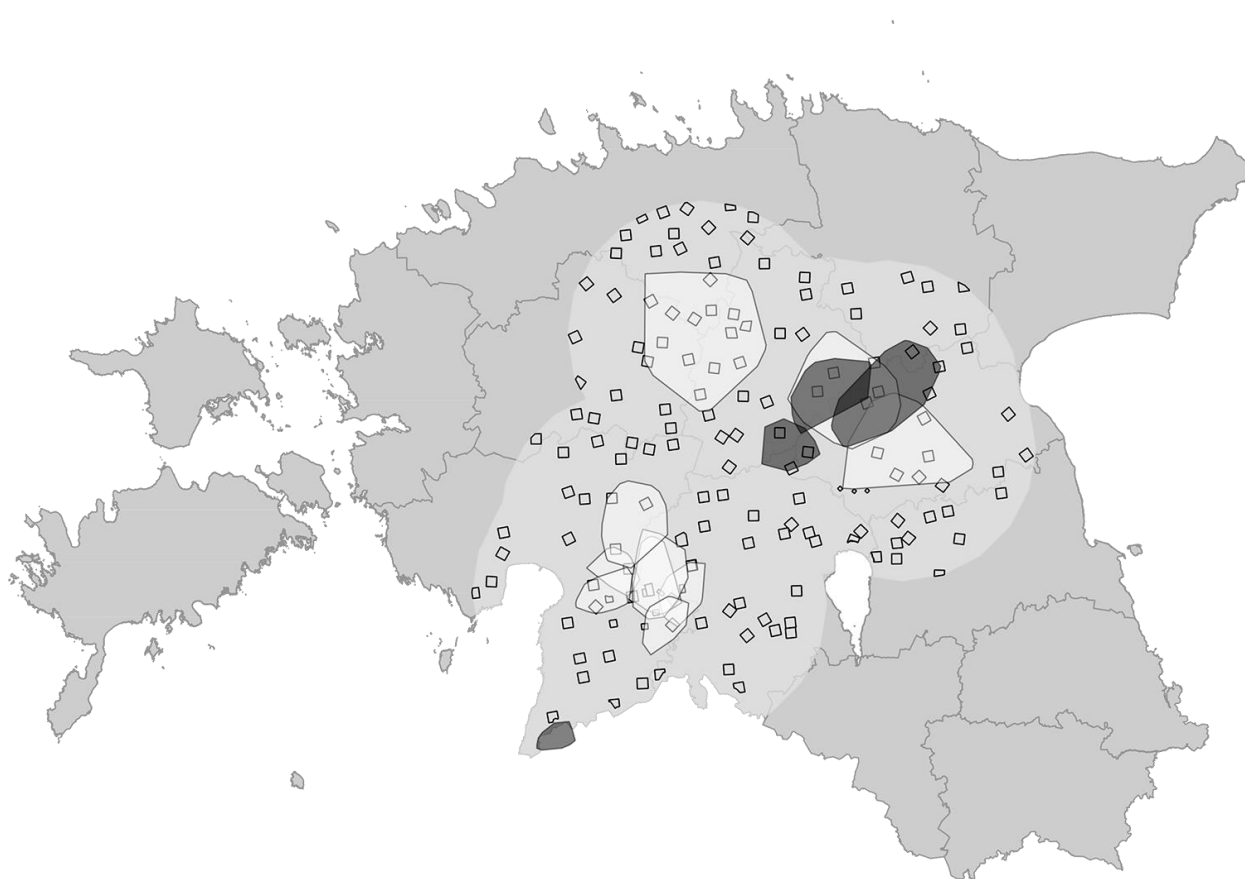
3.2. Uurimisala kirjeldus

Ilveseid jälgiti telemeetriliselt kahes erinevas piirkonnas Kesk- ja Edela-Eestis (joonis 1). Aastatel 2008–2012 jälgiti ilveseid Pärnu ja Viljandi maakonnas (ala keskkohat 58,35°N; 24,98°E). Sel perioodil jälgiti kokku seitset isendit. Üks emane isend liikus peale kaeluse paigaldamist vahetult Eesti piiri taha ning tema kodupiirkond asus peamiselt Lätis. Aastatel 2013–2015 jälgitud ilvesed elasid peamiselt Järva ja Jõgeva maakonnas (ala keskkohat 58,76°N; 26,08°E) ning üks isend elas Järva, Rapla ja Harju maakonna kokkupuutealal (keskkohat 58,98°N; 25,31°E). Kokku jälgiti sellel perioodil kuut isendit. Valdavalt elasid jälgitud ilvesed metsasel maastikul, kuid mõne isendi puhul (näiteks Em2, Is8 ja Is11) oli tegu heterogeensema, põllumajanduse domineeritud maastikuga. Suurematest kaitsealadest jäid ilveste kodupiirkonda Soomaa rahvuspark, Endla looduskaitseala ja Vooremaa maastikukaitseala.

Seletavate tunnuste arvutamiseks tekitasin iga ilvese kodupiirkonna keskpunkti ümber 40 km raadiusega puhvri. Puhvri raadiuse valikul lähtusin kõige suurema kodupiirkonnaga ilvesest (Is12) ning puhvri raadiuseks sai selle isendi ligikaudu kahekordne kodupiirkonna polügooni serva ja keskpunkti vaheline kaugus. Selliselt valitud puhvri suuruse puhul peaks olema tagatud, et uuritud isendite naabruses elavate ilveste territooriumid jäävad vähemalt

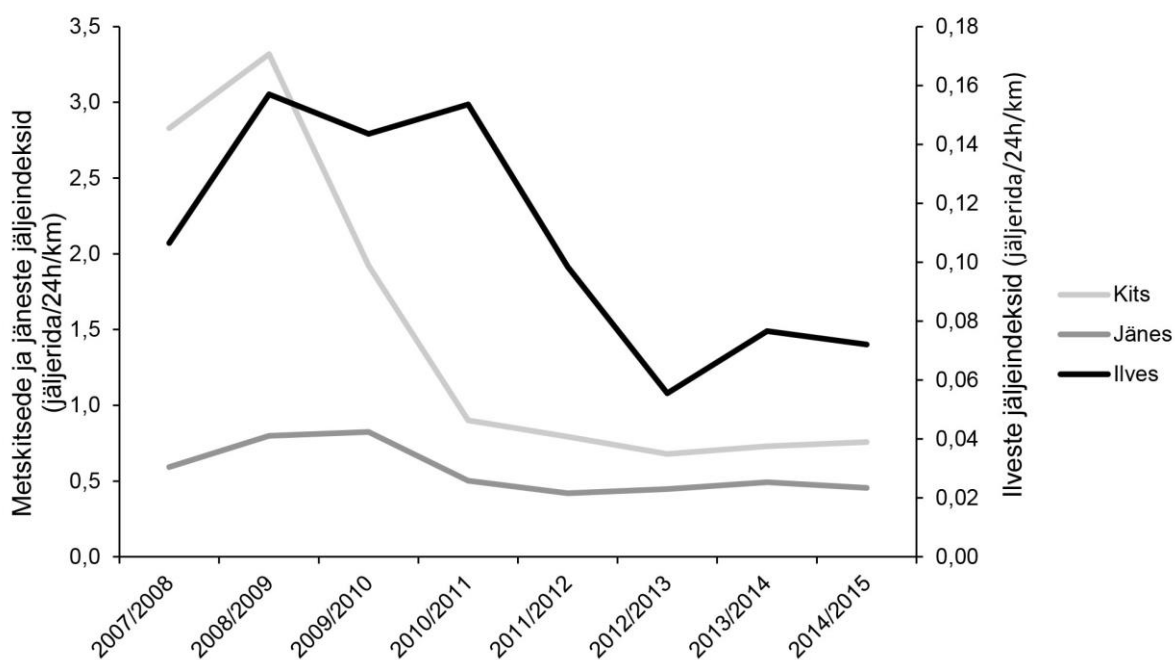
osaliselt puhvri sisse. Samasugust puhvri suurust on varem kasutatud sarnases uuringus Rootsis hundikarjade puhul (Mattisson *et al.*, 2013a).

Enne analüüsi lõikasin puhvritest välja Võrtsjärve ja Peipsi järve, rannikujoonega piirduvatest puhvritest lõikasin välja mere. Samuti lõikasin välja veel suuremad linnad, asulad ning Eestist väljapoole jääva osa. Lõpuks moodustus ilveste kodupiirkondi ümbritsevatest puhvritest uurimisala, mille suuruseks oli 17 073 km² ning see hõlmas 37,3% Eesti pindalast (joonis 1).

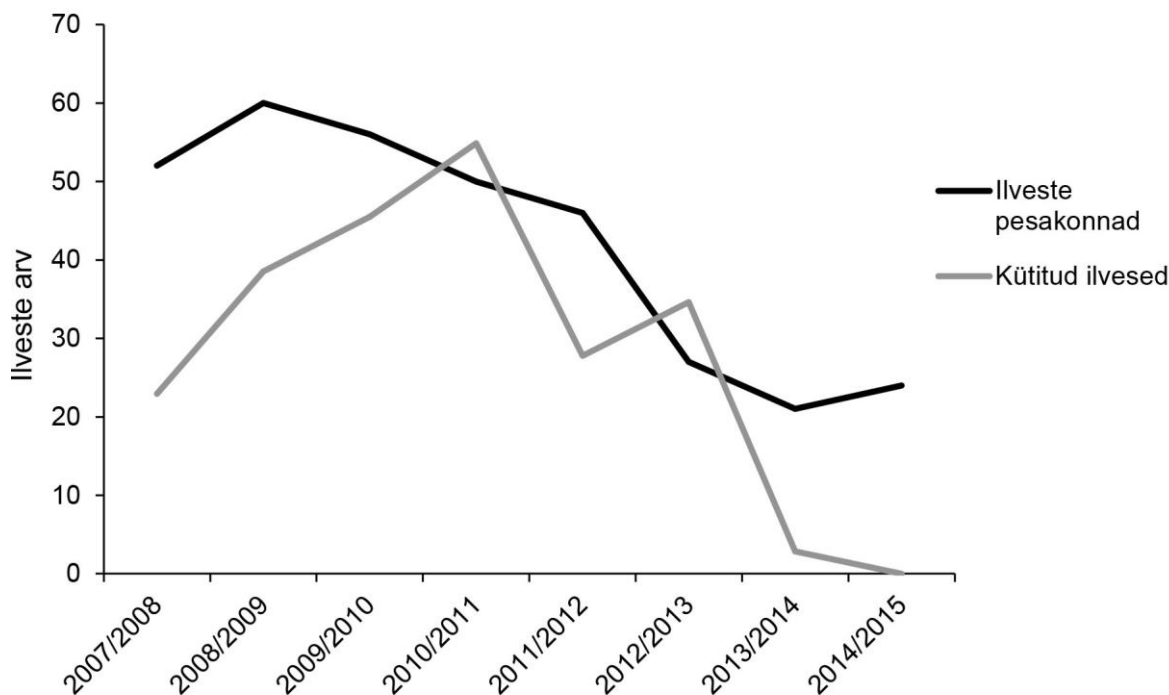


Joonis 1. Ilveste kodupiirkondade polügoonid ja ruutloendustransektsid uurimisalal. Uurimisala on helehall, emaste ilveste kodupiirkonna polügoonid on tumehallid ja isastel valged.

Siinse uuringu vältel toimus uurimisalal sarnaselt ülejäänud Eestile suur muutus nii metskitse kui ilvese arvukuses (andmed: Keskkonnaagentuur, eluslooduse seire osakond; joonis 2). Kahe järjestikuse aasta, 2009/2010 ja 2010/2011, talvedel olid karmid ilmastikuolud ja paks lumikate, mille tõttu metskitsede arvukus langes drastiliselt (joonis 2). Järgnevatel aastatel suurendati ilveste küttemist ning ka ilveste arvukus vähenes oluliselt (joonis 3). Jäneste arvukusele mõjusid samuti karmid talved, kuid mitte nii tugevalt kui metskitsedele.



Joonis 2. Ilvese peamiste saakloomade, metskitse ja jänese, arvukus ning ilvese arvukuse muutus uurimisalal 2007/2008 kuni 2014/2015 a. talvede ruutloenduse andmetel (andmed: Keskkonnaagentuur).



Joonis 3. Ilvese pesakondade (poegadega emasloomade) ning kütitud täiskasvanud isendite arv uurimisalal 2007/2008 kuni 2014/2015 a. talvedel (andmed: Keskkonnaagentuur).

3.3. Ilveste eluspüük ja jälgimine

Ilveste eluspüük toimus aastatel 2008–2014. Ilveste püüdmiseks kasutati kahelt poolt avanevaid puidust kastlõkse, mis seati metsas üles ilveste käiguradadele. Kokku püüti 13 täiskasvanud ilvest, kellest 4 olid emased ja 9 isased isendid (tabel 1). Kõik püütud ilvesed varustati GPS/GSM-süsteemil töötava telemeetriakaelusega. Kaelused olid pärit firmadelt Followit AB (Rootsi) ja Vectronic Aerospace GmbH (Saksamaa). Asukohapunkte saatis telemeetriakaelus 24 tunni jooksul erineva sagedusega, maksimaalselt 12 ja minimaalselt 2 punkti ööpäevas. Keskmiselt saatis kaelus 6 punkti 24 tunni jooksul. Kõige lühemalt jälgiti ühel jälgimisperioodil isast ilvest Is1 ja kõige pikemalt jälgiti isast ilvest Is12 (tabel 1). Kokku laekus kõikide ilveste kohta 14 589 asukohapunkti ja keskmiselt ühe ilvese kohta 1042 asukohapunkti. Kõige vähem asukohapunkte ehk 271 punkti laekus isase ilvese Is1 kohta, kõige rohkem ehk 1443 punkti laekus isase ilvese Is2 kohta (tabel 1). Ühte isendit (Is3) jälgiti kahel erineval aastal. Kuna kahe jälgimisperioodi vahelisel ajal toimus nii ilveste kui ka saakloomade arvukuses märgatav muutus, siis kasutasin Is3 isendi kodupiirkondasid analüüsis eraldi.

Tabel 1. Uuritud ilveste jälgimis periood ja laekunud asukohapunktide arv. Isendit Is3 jälgiti kahel erineval aastal ning isendi Is1 kaelus töötas tehniliste probleemide tõttu kahel erineval perioodil kokku 67 päeval.

Ilves	Sugu	Jälgimise algus	Jälgimise kestvus päevades	Asukohapunktide arv
Em1	♀	03.04.2009	150	732
Em2	♀	06.03.2013	345	967
Em3	♀	23.03.2014	350	1405
Em4	♀	24.03.2014	376	1378
Is1	♂	02.03.2008	133 (67)	271
Is2	♂	12.03.2008	233	1443
Is3_09	♂	28.12.2008	161	841
Is3_12	♂	17.03.2012	243	686
Is4	♂	26.03.2009	204	1184
Is7	♂	24.02.2010	187	845
Is8	♂	05.03.2012	168	1032
Is9	♂	25.02.2014	327	1431
Is11	♂	04.04.2013	272	1157
Is12	♂	14.03.2014	387	1428

3.4. Kodupiirkonna suurus ja kattumine

Ilveste kodupiirkonna suurused arvutasin MCP-meetodiga (MCP – *Minimum Convex Polygon*) (Boitani & Powell, 2012). MCP-meetodiga luuakse väikseim hulknurk, mis sisaldab looma kõiki asukohapunkte (Boitani & Powell, 2012). Kuna see meetod on tundlik üksikute kodupiirkonnast väljapoole jäävate rännakute suhtes, mis võivad analüüsi tulemust oluliselt mõjutada, siis enne kodupiirkonna suuruse arvutamist jätsin välja kodupiirkonnast väljaspool asuvad punktid. Selliste rännakupunktide eristamiseks kasutasin järgmist reeglit: üksikud kodupiirkonnast väljaspool asuvad punktid on need, millele lähemal kui 2000 meetrit ei ole ühtegi teist punkti, mille puhul ajaline erinevus vaadeldava punktiga on suurem kui 10 ööpäeva ja väiksem kui 365 ööpäeva. 2000 meetrit on minimaalne kaugus teisest punktist, millest alates lugesin üksikut punkti väljaspool kodupiirkonda asuvaks. Reeglis toodud ajaline eristamine on vajalik, et lisaks üksikutele, teistest kaugemal asuvatele punktidele võis rännak koosneda ka mitmest järjestikusest asukohapunktist. 10 ööpäeva on minimaalne aeg, millest alates lugesin samas piirkonnas viibimist selle ala uueks külastuseks, ning 365 ööpäeva maksimaalne aeg

(juhul, kui piirkonda pole vahepeal külastatud), millest alates lugesin sama piirkonna külastamist uueks rännakuks väljapoole tavalist kodupiirkonda.

Et hinnata ilveste territoriaalset käitumist, arvutasin üksteise naabruses elavate samast soost isendite kodupiirkondade kattumise. Kõige täpsema hinnangu saab kõrvuti elavate isendite kodupiirkondade kattumise kohta siis, kui jälgida neid isendeid ühel ajal. Samas oli selliseid isendipaare minu valimis kõigest kolm. Kuna püsivate tingimuste korral on ilveste kodupiirkondade paiknemine üldiselt stabiilne, kasutasin kodupiirkondade kattumise hindamisel ka selliseid juhtusid, kus ilveseid oli jälgitud erinevatel järjestikustel aastatel. Seejuures kasutasin ainult neid juhte, kui jälgitud ilvese sama naaberlooma olemasolu oli teistest allikatest teada. Selliselt sain kasutada kokku üheksat teineteise naabruses elavat isendipaari: Is1–Is3_09, Is1–Is4, Is2–Is3_09, Is3_09–Is4, Is3_09–Is7, Is3_12–Is8, Is11–Is9, Em2–Em3, Em3–Em4. Kuna metskitse arvukuses toimus järsk langus aastatel 2010–2011, siis jagasin ilveste paarid kaheks: esimese rühma moodustasid need, keda jälgiti enne 2011. aastat (paaride arv = 5), ja teise rühma need, mida jälgiti pärast (paaride arv = 4). Ilveste kodupiirkondade kattuvuse arvutasin valemi $[(n_A + n_B)/(N_A + N_B)]$ põhjal (Ginsberg & Young, 1992). Valemis tähistavad n_A ja n_B asukohapunktide arvu, mis esinevad vastavalt ilvese A ja ilvese B kattumise alal, N_A ja N_B tähistavad vastavalt kogu asukohapunktide arvu ilvesel A ja ilvesel B.

3.5. Seletavad tunnused

Seletavate tunnustena kasutasin kahte erinevat tunnust: saakloomade arvukust, mida iseloomustavad metskitsede ja jäneste jäljeindeksid ning ilveste asustustihedust, mida iseloomustavad ilveste jäljeindeksid ja ilveste pesakondade tihedus puhvrites.

3.5.1. Saakloomade arvukus

Metskitsede ja jäneste asustustihedust iseloomustasin ruutloenduse andmete põhjal. Ruutloendus põhineb 4x3 kilomeetri pikkustel üle-eestilistel püsiruutudel, kus kohalikud jahimehed viivad läbi jäljeloenduse korra talve jooksul (harilikult veebruaris–märtsis) (Keskkonnaministeerium, 2012). Loendusel fikseeritakse erinevate liikide ruuduga ristuvate isendite jäljeread ning ajaperiood, mille vältel jäljed on tekkinud. Liikide suhtelist arvukust

iseloomustava näitajana kasutatakse jäljeindeksit. Jäljeindeksi arvutasin valemi *Jäljeindeks* = $I/P/V$ põhjal, kus I on ühe liigi loetud isendite arv loendustransektil, P on loendustransekti pikkus ja V on jälje vanus. Mõned jäljevanused puudusid algtabelist ning need asendasin juhuvalimiga ülejäänud jäljevanustest. Jäljeindeksid arvutasin iga ilvese kohta nii tema kodupiirkonna polügoonis kui ka puhvris.

Jäljeindeksi puhvris arvutasin metskitsede ning mõlema jänese liigi (nii valgejänese kui ka halljänese) arvukuste kohta. Jänese liigid arvestasin ühe indeksina, liites mõlema jänese liigi arvukuse kokku enne indeksi arvutamist. Jäljeindeksid arvutasin Eesti ulukite ruutloenduse 2008.–2015. aasta andmete põhjal. Eesti ulukite ruutloenduse andmetele lisasin ka Tipu uurimisala ruutloenduste andmed. Tipu uurimisala ruudud võtsin arvesse, kuna seal piirkonnas on kõige rohkem jälgitud kaelustatud ilveste kodupiirkondi ning ruutude lisamine aitab paremini mõista erinevate liikide mõju kodupiirkonna suurusele. Iga ilvese kohta võtsin ruutloenduse andmed kahest aastast: esimene aasta, millal ilvest jälgiti, ja teine aasta, mis järgnes jälgimisperioodile. Kogu Eesti ruutloenduse kihist lõikasin välja iga ilvese kodupiirkonna polügoonile vastava puhvri suuruse, mille raadiuseks oli 40 kilomeetrit. Puhvrissse jäänud kõigi ruutude keskmise jäljeindeksi arvutasin kahe aasta peale kokku nii, et keskmise arvestusse läks iga ruut ainult ühe korra. Ühel aastal mõnda ruutu mitu korda loetud või kahel järjestikusel aastal jälgitud ruutudel võtsin enne üldise keskmise arvutamist eraldi keskmised, et mitu korda loetud ruutude osakaal keskmist indeksit ei kallutaks. Ühe ilvese kohta arvutasin metskitsede ja jäneste jäljeindeksid puhvris keskmiselt 31 loendusruudu põhjal ning puhvrissse jäävate loendusruutude arv varieerus ilveste vahel 9–46 ruuduni.

Jäljeindeksid arvutasin kodupiirkonna polügoonis samamoodi kui puhvris. Ruutloenduste kihist lõikasin välja ilveste kodupiirkonna polügoonide sisse jäävad loendusruudud ning arvutasin samamoodi kahe aasta keskmise jäljeindeksi. Jäljeindeksid arvutasin samamoodi mõlema aasta kohta. Ühe ilvese kohta arvutasin metskitsede ja jäneste jäljeindeksid polügoonis keskmiselt 5 loendusruudu põhjal ning loendusruutude arv ilveste vahel varieerus 2–9 ruuduni.

3.5.2. Ilveste arvukus

Ilveste jäljeindeksid arvutasin sama valemi põhjal, mida kasutasin ka metskitsede ja jäneste jäljeindeksite leidmiseks. Ilveste jäljeindeksid arvutasin samuti nii puhvri kui ka kodupiirkonna polügooni kohta. Loendusruudud, mille põhjal jäljeindeksid arvutasin, on samad metskitsede ja jäneste ruutudega.

Jäljeindeksile lisaks hindasin ilvese asustustihedust ka pesakondade ehk puhvrise jäävate poegadega emailveste arvu kaudu. Need andmed põhinevad jahimeeste kogutud ilvese pesakondade vaatlustel. Vaatlustest on eristatud emailvesed koos poegadega ajalise ja ruumilise paiknemise põhjal aastatel 2008–2015 (andmed: Keskkonnaagentuur, eluslooduse seire osakond). Ilvese asustustiheduse hinnanguna kasutasin poegadega emasloomade arvu puhvris ilveste jälgimise algusele järgnenud talvel. Ilveste arvutatud asustustihedus iseloomustab pesakondade arvu 100 km² kohta puhvris.

3.6. Andmete statistiline analüüs

Mudelid arvutasin mitmetunnuselise lineaarse regressiooni kaudu, kus sõltuvaks muutujaks oli ilveste kodupiirkonna suuruse logaritmitud väärtus. Kümnenlogaritmi kasutasin tunnuse teisendamiseks normaaljaotusele vastavaks. Sõltumatuteks tunnusteks olid metskitsede ja jäneste jäljeindeksid puhvris ja kodupiirkonnas ning ilveste jäljeindeks ja pesakondade ehk poegadega emaste ilveste arvukus puhvris. Puhvris ja kodupiirkonnas arvutatud saakloomade jäljeindeksitest tegin eraldi mudeligrupid, et võrrelda, kas suuremal ruumiskaalal ja suurema arvu loendustransektide põhjal arvutatud indeksid seletavad paremini kodupiirkonna suuruse varieeruvust. Lisaks võrdlesin eraldi mudeligruppina veel ilveste jäljeindeksite ja poegadega emaste ilveste arvukust, selgitamaks välja, kumb seletab paremini kodupiirkonna suuruse varieerumist. Parimad mudelid selgitasin välja Akaike informatsiooni kriteeriumiga AICc, mis on mõeldud väiksemate valimite jaoks (Burnham & Anderson, 2003). Akaike kaalude põhjal arvutasin igas mudeligrupis kõigile tunnustele suhtelise olulisuse (RVI – *Relative Variable Importance*). Selleks liitsin iga tunnuse puhul kokku kõigi mudelite kaalud, kus see tunnus esines (Burnham & Anderson, 2003). Lisaks kasutasin analüüsides veel t-testi ja mitteparameetrilise Spearmani korrelatsiooni.

3.7. Kasutatud tarkvaraprogrammid

Kodupiirkonna suuruse arvutamiseks ning rännakupunktide eristamiseks kasutasin programmi R (versioon 3.2.3, (RCoreTeam, 2016)) pakette `adehabitatHR` (Calenge, 2006), `maptools` (Bivand & Lewin-Koh, 2016) ja `sp` (Pebesma & Bivand, 2005; Bivand *et al.*, 2013). GIS andmekihtide ettevalmistamise ja joonised tegin kaarditarkvara QGIS abil (versioon 2.10.1) ning saakloomade jäljeindeksid arvutasin Microsoft Excelis. Graafikute tegemiseks kasutasin programmi R paketti `ggplot2` (Wickham, 2009), Microsoft Excelit ning pilditöötlusprogrammi Adobe Photoshop CC 2015. Statistilise andmeanalüüsi viisin läbi programmiga STATISTICA (versioon 8) ja R, kus kasutasin paketti `MuMIn` (Bartoń, 2016).

4. Tulemused

4.1. Ilveste kodupiirkonna suurus ja kattumine

Vaatlusperioodi vältel varieerus ilveste kodupiirkonna suurus palju: emastel 70–594 km² ja isastel 133–1179 km², eri aastate lõikes oli jälgitav isendite kodupiirkonna suuruse selge kasv (tabel 2). Isaste ilveste keskmine kodupiirkonna suurus oli küll suurem kui emastel, vastavalt 430 km² ja 303 km², kuid tõenäoliselt emaste väikese valimi tõttu ei osutunud see erinevus statistiliselt oluliseks (võrreldi logaritmitud kodupiirkonna suurusi: $t = -0,70$, $df = 12$, $p = 0,50$). Kui aga võrrelda samal perioodil jälgitud ilveseid, olid isastel kodupiirkonnad alati suuremad kui emastel (tabel 2).

Ilveste kodupiirkondade kattumist kirjeldav indeks oli metskitsede kõrge arvukuse perioodil keskmiselt $0,14 \pm 0,12$ (SD, $n = 5$) ja madala arvukuse perioodil keskmiselt $0,12 \pm 0,09$ (SD, $n = 4$) ning see ei erinenud perioodide vahel oluliselt ($t = 0,36$, $df = 7$, $p = 0,73$).

Tabel 2. Erinevatel aastatel jälgitud ilveste kodupiirkonna suurus (MCP 100%) ja selle arutamisse kaasatud asukohapunktide osakaal kõigist punktidest. Ilveste nimed tähistab Em emast ja Is isast isendit.

Ilves	Aasta	Kodupiirkonna suurus, km ²	% kõigist punktidest
Is1	2008	133	90,4
Is2	2008	181	98,4
Em1	2009	70	88,1
Is4	2009	157	100,0
Is3_09	2009	233	99,4
Is7	2010	157	90,2
Is3_12	2012	333	98,0
Is8	2012	387	93,1
Em2	2013	192	99,4
Is11	2013	760	78,0
Em3	2014	357	95,8
Em4	2014	594	95,9
Is9	2014	780	95,7
Is12	2014	1179	95,6

4.2. Kodupiirkonna suurus ja saakloomade asustustihedus

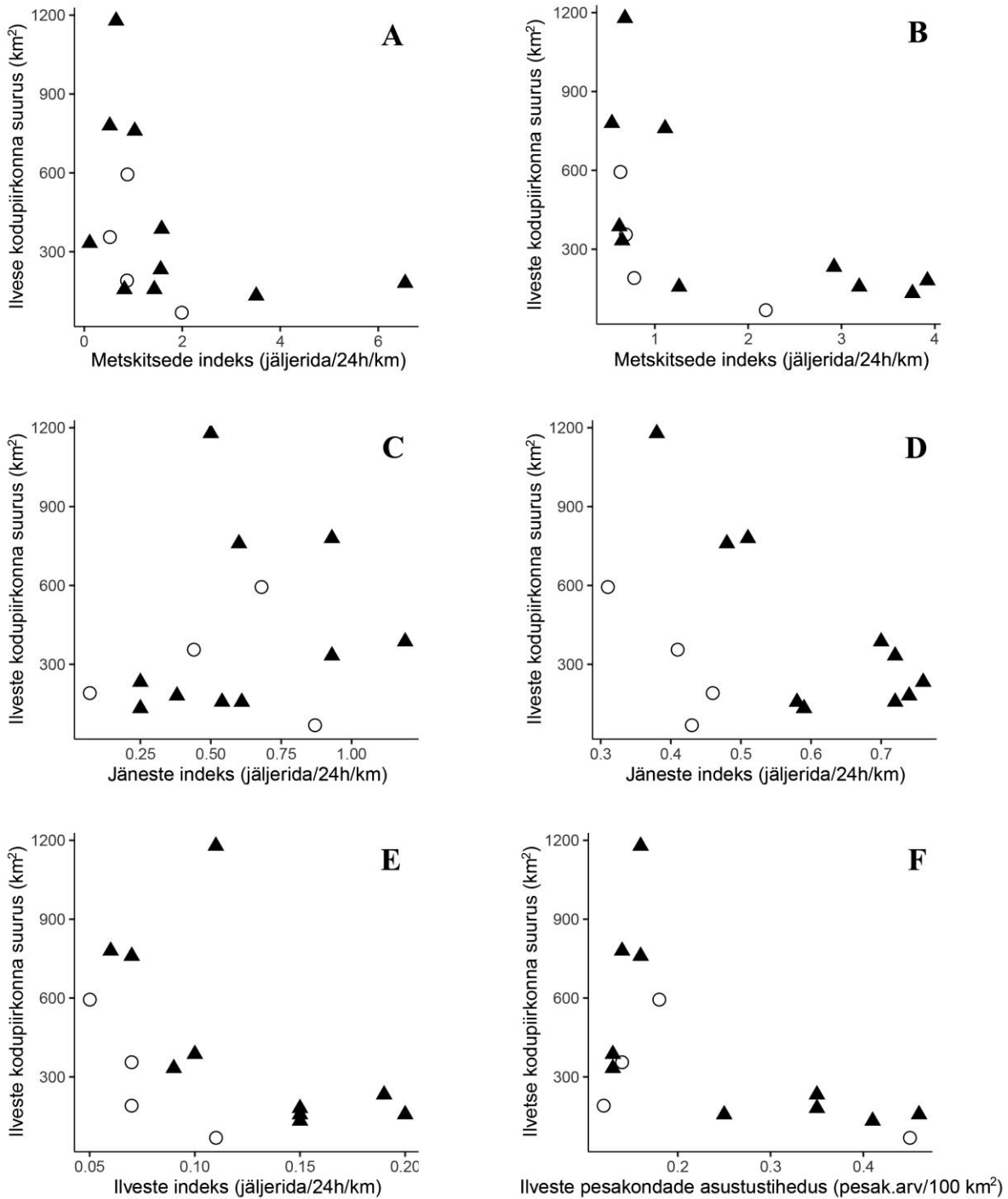
Ilveste kodupiirkonnas varieerus metskitsede jäljeindeksi väärtus vahemikus 0,11–6,55 jäljerida/24h/km, olles keskmiselt $1,57 \pm 1,66$ (SD) jäljerida/24h/km (joonis 4A). Metskitsede jäljeindeksi ja ilveste kodupiirkonna suuruste vahel oli nõrk negatiivne korrelatsioon ($r_s = -0,53$, $N = 14$, $p = 0,051$). Jäneste jäljeindeks jäi ilveste kodupiirkonnas vahemikku 0,07–1,19 jäljerida/24h/km ning keskmine indeks oli $0,59 \pm 0,31$ (SD) jäljerida/24h/km (joonis 4C). Jäneste jäljeindeks kodupiirkonnas ei korreleerunud ilvese kodupiirkonna suurusega ($r_s = 0,28$, $N = 14$, $p = 0,3$).

Ilveste kodupiirkondi ümbritsevates puhvrites oli metskitsede jäljeindeks vahemikus 0,54–3,92 jäljerida/24h/km ja keskmine jäljeindeks oli $1,64 \pm 1,28$ (SD) jäljerida/24h/km (joonis 4B). Puhvris oleva metskitsede arvukuse ja ilveste kodupiirkonna suuruse vahel oli tugev negatiivne korrelatsioon ($r_s = -0,75$, $N = 14$, $p = 0,002$). Jäneste jäljeindeks varieerus puhvrites vahemikus 0,31–0,76 jäljerida/24h/km ning keskmine jäljeindeks oli $0,56 \pm 0,15$ (SD) jäljerida/24h/km (joonis 4D). Ilvese kodupiirkonna suuruse ja puhvri jäneste jäljeindeksi vahel korrelatsiooni ei olnud ($r_s = -0,36$, $N = 14$, $p = 0,2$).

4.3. Ilveste asustustihedus ja kodupiirkonna suurus

Ilveste jäljeindeks varieerus ilveste kodupiirkondi ümbritsevates puhvrites vahemikus 0,05–0,20 jäljerida/24h/km ning keskmine jäljeindeks oli $0,11 \pm 0,05$ (SD) jäljerida/24h/km (joonis 4E). Ilvese jäljeindeksite ja ilvese kodupiirkonna suuruse vahel oli negatiivne korrelatsioon ($r_s = -0,62$, $N = 14$, $p = 0,02$).

Ilvese pesakondade asustustihedus oli puhvrites vahemikus 0,12–0,46 pesakonda/100km², olles keskmiselt $0,25 \pm 0,13$ (SD) pesakonda/100km² (joonis 4F). Pesakondade asustustiheduse ja ilveste kodupiirkondade suuruse vahel oli negatiivne korrelatsioon ($r_s = -0,59$, $N = 14$, $p = 0,03$). Pesakondade asustustihedus korreleerus tugevalt ka ilvese jäljeindeksiga ($r_s = -0,69$, $N = 14$, $p = 0,006$).



Joonis 4. Ilvete kodupiirkonna suuruse seos: (A) metskitsede keskmise jäljeindeksiga ilvete kodupiirkonnas (Spearmani korrelatsioon, $r_s = -0,53$); (B) metskitsede keskmise jäljeindeksiga ilvete kodupiirkonna ümber puhvis ($r_s = -0,75$); (C) jäneste keskmise jäljeindeksiga ilvete kodupiirkonnas ($r_s = 0,28$); (D) jäneste keskmise jäljeindeksiga puhvis ($r_s = -0,36$), (E) ilvete keskmise jäljeindeksiga puhvis ($r_s = -0,62$); (F) poegade emailvete asustustihedusega puhvis ($r_s = -0,59$). Ringid tähistavad emaseid ja kolmnurgad isaseid ilveseid.

4.4. Kodupiirkonna suuruse varieerumist seletav mudel

Kodupiirkonna suurust mõjutavaid tegureid seletasid neljas mudeligrupis kõige paremini kokku 10 mudelit, mille $\Delta AICc < 2$ (tabel 3). Esimeses mudeligrupis, kus seletavateks tunnusteks olid ilveste kodupiirkonna sees mõõdetud metskitsede ja jäneste ning puhvris mõõdetud ilveste jäljeindeksid, tuli parimaks mudel, mis koosnes ilveste jäljeindeksist puhvris, millele oli lisatunnusena kaasatud ilvese sugu (tabel 3). Teises mudeligrupis tulid oluliseks 5 mudelit, kus samuti seletas kõige paremini kodupiirkonna suurust puhvris olevate ilveste jäljeindeks koos sooga (tabel 3). Siiski olid teises mudeligrupis kõigi viie mudeli olulisused väga sarnased ning tunnustest seletasid kõige paremini kodupiirkonna suurust nii ilveste kui ka metskitsede jäljeindeksid. Kolmandas mudeligrupis tuli oluliseks 2 mudelit. Kõige paremini seletas kodupiirkonna suurust poegadega emaste ilveste arvukus (tabel 3). Neljandas mudeligrupis tuli oluliseks samuti 2 mudelit, kus üks mudel kattus kolmandas mudeligrupis kõige olulisemaks tulnud mudeliga. Kõige paremini seletas kodupiirkonna suurust neljandas mudeligrupis mudel, mis hõlmas jäneste keskmist jäljeindeksit puhvris, poegadega emaste ilveste arvukust puhvris ja sugu (tabel 3).

Puhvris oleva ilveste jäljeindeksi ja logaritmitud ilvese kodupiirkonna suuruse vahel oli tugev negatiivne seos (kahe tunnusega lineaarne regressioon, kus lisatunnusena kaasati ilvese sugu ($\beta_{ilv} = -6,15$, $F_{2,11} = 7,97$, $R^2 = 0,59$, $p_{ilv} = 0,002$)). Samasugune seos oli ka ilvese kodupiirkonna suuruse ja poegadega emaste ilveste arvu vahel: poegadega emaste arvukuse vähenedes ilveste kodupiirkonnad kasvasid ($\beta_{pes} = -2,05$, $F_{2,11} = 9,06$, $R^2 = 0,62$, $p_{pes} = 0,002$, lisatunnuseks oli sugu). Metskitsede arvukuse vähenedes puhvris suurenes ilveste kodupiirkond, kuid jäneste arvukus puhvris oluliseks ei osutunud ($\beta_{kits} = -0,15$, $\beta_{jän} = -1,23$, $F_{3,10} = 7,19$, $R^2 = 0,68$, $p_{kits} = 0,03$, $p_{jän} = 0,08$). Samas ilveste kodupiirkonnas mõõdetud metskitsede jäljeindeksi ja kodupiirkonna suuruse vahel olulist seost ei olnud ($\beta_{kits} = -0,10$, $F_{2,11} = 2,0$, $R^2 = 0,27$, $p_{kits} = 0,09$, lisatunnuseks oli sugu). Ilveste kodupiirkond kasvas, kui jäneste arvukus ja poegadega emaste ilveste arv puhvris vähenes ($\beta_{jän} = -1,32$, $\beta_{pes} = -1,62$, $F_{3,10} = 11,81$, $R^2 = 0,78$, $p_{jän} = 0,02$, $p_{pes} = 0,004$, lisatunnuseks oli sugu).

Tabel 3. Erinevate mudelite olulisus ($\Delta AICc < 2$) MCP 100% kodupiirkonna suuruse mõjutamisel. Tabelis on iga grupi 15 mudelist toodud välja 5 parimat ning need on järjestatud grupisisese paremuse järjekorras. Teises mudeligrupis oli 5 samaväärset mudelit, 6. mudeli $\Delta AICc > 2$.

Seletavad tunnused	Mudel	K	AICc	$\Delta AICc$	ω
(1) Saakloomad kodupiirkonnas + ilves puhvris	Ilves_pu + Sugu	4	9,03	0,00	0,578
	Kits_kp + Ilves_pu + Sugu	5	12,56	3,53	0,099
	Ilves_pu	3	12,69	3,66	0,093
	Jänes_kp + Ilves_pu + Sugu	5	13,22	4,19	0,071
	Kits_kp	3	14,73	5,70	0,033
(2) Saakloomad puhvris + ilves puhvris	Ilves_pu + Sugu	4	9,03	0,00	0,260
	Kits_pu + Sugu	4	10,03	1,01	0,157
	Kits_pu	3	10,40	1,37	0,131
	Kits_pu + Jänes_pu + Sugu	5	10,53	1,50	0,123
	Jänes_pu + Ilves_pu + Sugu	5	10,78	1,75	0,109
(3) Saakloomad kodupiirkonnas + pesakonnad puhvris	Pesakond	3	6,67	0,00	0,509
	Pesakond + Sugu	4	7,94	1,28	0,269
	Jänes_kp + Pesakond	4	10,63	3,96	0,070
	Kits_kp + Pesakond	4	10,69	4,02	0,068
	Kits_kp + Pesakond + Sugu	5	12,78	6,11	0,024
(4) Saakloomad puhvris + pesakonnad puhvris	Jänes_pu + Pesakond + Sugu	5	5,43	0,00	0,420
	Pesakond	3	6,67	1,23	0,227
	Pesakond + Sugu	4	7,94	2,51	0,120
	Kits_pu + Sugu	4	10,03	4,60	0,042
	Kits_pu	3	10,40	4,97	0,035

Igas mudeligrupis arvutasin välja erinevate tunnuste suhtelise olulisuse kodupiirkonna suuruse mõjutamisel (tabel 4). Esimeses mudeligrupis oli ilveste jäljeindeks puhvris selgelt olulisem mõlema saaklooma jäljeindeksist kodupiirkonnas (tabel 4). Teises mudeligrupis olid puhvris mõõdetud metskitsede ja ilveste jäljeindeksid väga sarnase kaaluga, mis tähendab, et nende olulisus kodupiirkonna suuruse seletamisel oli peaaegu võrdne (tabel 4). Kolmandas ja neljandas mudeligrupis, kus saakloomade jäljeindeksid olid mõõdetud vastavalt ilvese kodupiirkonnas ja ümbritsevas puhvris, oli selgelt kõige paremaks tunnuseks poegade emaste ilveste arv puhvris, metskitsede ja jäneste jäljeindeksid olid väiksema kaaluga (tabel 4). Kõigis mudeligruppides oli üks paremaid seletavaid tunnuseid ka ilvese sugu.

Tabel 4. Erinevate tunnuste suhteline olulisus ilvese kodupiirkonna suuruse mõju näitajana.

Mudelid (1)	ω_+	Mudelid (2)	ω_+	Mudelid (3)	ω_+	Mudelid (4)	ω_+
Ilves_pu	0,884	Sugu	0,756	Pesakond	0,968	Pesakond	0,865
Sugu	0,780	Kits_pu	0,509	Sugu	0,322	Sugu	0,656
Kits_kp	0,178	Ilves_pu	0,497	Kits_kp	0,112	Jänes_pu	0,527
Jänes_kp	0,114	Jänes_pu	0,315	Jänes_kp	0,103	Kits_pu	0,178

ω_+ – RVI ehk tunnuse suhteline olulisus, (1) – tunnused vastavast mudelite grupist

5. Arutelu

Oma töös uurisin ilveste kodupiirkonna suurust Eestis ning püüdsin välja selgitada, millised tegurid põhjustasid selle suurt varieerumist. Uurimisperioodi vältel toimusid nii ilvese kui ka tema saakloomade populatsioonides suured muutused, mistõttu oli hea võimalus uurida, kuidas kumbki tunnus mõjub kodupiirkonna suurusele.

Loomade kodupiirkond on bioloogiline kontseptsioon ning selle suurust võib arvutada erinevate meetodite, nagu näiteks polügoonide ja tihedusfunktsioonide põhjal (Kie *et al.*, 2010). Loomade kodupiirkonna suuruse kohta on tehtud palju järeldusi minimaalse hulknurga meetodi põhjal (Nilsen *et al.*, 2008) ning selleks, et minu tulemused oleksid võrreldavad teiste uuringutega, kasutasin seda meetodit ka oma töös. Meetodi uuendusena kasutasin rännakupunktide reeglipõhist eristamist. Selle reegli põhjal jätsin erinevate isendite asukohapunktidest välja keskmiselt 5,9%, mis on sarnane üldisele MCP 95% reeglile. Samas varieerus erinevate isendite puhul välja jäävate asukohapunktide osakaal 0–22%. Näiteks isendi Is4 puhul oleks MCP 95% meetodiga välja visatud asukohapunktid, mis minu kasutatud reegli põhjal kuulusid kõik selle isendi kodupiirkonna sisse ega läinud arvesse rännakutena. Seetõttu leian, et eemaldades kodupiirkonnast väljapoole jäävad rännakud reeglipõhiselt, võtsin arvesse iga jälgitud ilvese individuaalset käitumist ega üldistanud seega olemasolevat meetodit ühtemoodi kõigile isenditele.

Ilveste kodupiirkonna suurus Eestis varieerus aastate lõikes emastel ja isastel suures ulatuses ning see kasvas uurimisaja vältel: perioodil 2008–2010 olid ilveste kodupiirkonnad vahemikus 70–233 km² ja perioodil 2012–2014 vahemikus 192–1179 km². See näitab, et ilveste kodupiirkonnad võivad ka samas piirkonnas erinevate tingimuste juures suures ulatuses varieeruda. Kodupiirkonna suuruseid on põhjalikult uuritud ka Euroopa erinevatel uurimisaladel. Skandinaavias Norras varieerusid keskmised kodupiirkonna suurused uurimisalade vahel isastel ilvestel 812–1515 km² ja emastel ilvestel 350–561 km² (Linnell *et al.*, 2001; Herfindal *et al.*, 2005; Bouyer *et al.*, 2015). Rootsis varieerusid keskmised kodupiirkonna suurused uurimisalade vahel isastel ilvestel 632–709 km² ja emastel 307–407 km² (Linnell *et al.*, 2001). Kesk-Euroopas on uurimisalade keskmised ilveste kodupiirkonna suurused väiksemad kui Skandinaavias. Poolas varieerusid uurimisalade vahel isaste ilveste kodupiirkonna keskmised suurused 182–248 km² ja emastel 133–157 km² ning Šveitsis oli

isastel keskmine kodupiikonna suurus 283 km² ja emastel 185 km² (Schmidt *et al.*, 1997; Breitenmoser-Würsten *et al.*, 2007; Okarma *et al.*, 2007). Ilveste kodupiirkondade varieeruvust on uurimisala sees välja toodud vaid Poolas, kus isaste ilveste kodupiirkonna suurus varieerus 190–343 km² ja emastel 74–147 km² (Schmidt *et al.*, 1997). See oli Eestis leitud vahemikust palju väiksem. Üldiselt sarnanesid aastatel 2008–2010 Eestis ilveste kodupiirkonnad Kesk-Euroopaga ja aastatel 2012–2014 perioodil pigem Skandinaaviaga.

Ilveste kodupiirkonda mõjutavate teguritena võtsin oma töös arvesse ilvese peamiste saakloomade metskitsede ja jäneste arvukust erinevatel ruumiskaaladel ning ilvese asustustihedust hindasin kahe erineva meetodiga. Saakloomade arvukuse hindamisel on väiksema ruumiskaala, ilvese kodupiirkonna, eeliseks see, et nii on eri isenditele kättesaadava toidu hulk paremini tuvastatav. Samas on selle puuduseks, et ruutloenduste valim on iga kodupiirkonna kohta väike ning seetõttu võib saadud hinnangut tugevalt mõjutada juhuslikkus. Suurema ruumiskaala kaudu sain hinnata saakloomade arvukuse muutust suurema valimi põhjal. Seetõttu sain küll täpsema hinnangu suurema ala keskmise kohta, kuid samas ei iseloomusta see nii hästi väiksema ruumiskaala arvukuse erinevusi. Ilveste arvukust hindasin nii ruutloenduse kui ka poegadega emasloomade arvukuse põhjal, mille mõlema puhul võib samuti välja tuua eeliseid ja puudusi. Ruutloenduse indeks peaks peegeldama üldist populatsiooni suhtelist asustustihedust, kuid samas sõltub jäljeindeks ilveste liikumisaktiivsusest, mis võib olla erinev saakloomade arvu muutudes. Näiteks Poolas kasvas pärast metskitsede arvukuse langust ilveste päevane liikumisdistsants 44% (Schmidt, 2008). Pesakondade loendus annab meile ülevaate ilvesepopulatsiooni ühe osa reaalsest arvukusest, mis peaks iseloomustama ka kogu populatsiooni arvukust, kuid selle puuduseks on see, et poegadega emasloomade osakaal kõigist emastest ilvestest võib saakloomade madala ja kõrge arvukuse juures erineda (Andrén *et al.*, 2002).

Saakloomade arvukust on Euroopa erinevates piirkondades uuritud kui ühte olulist kodupiirkonna suurust mõjutavat tegurit. Norras läbiviidud uuringus leiti saakloomade arvukuse ja ilveste kodupiirkonna suuruste vahel negatiivne seos, kuid Šveitsis sellist seost ei leitud (Herfindal *et al.*, 2005; Molinari-Jobin *et al.*, 2007). Sellised tulemuste erinevused saakloomade madala asustustihedusega Norras ja kõrge asustustihedusega Šveitsis näitavad, et saakloomade madal arvukus seab kodupiirkonna minimaalsele suurusele piirid, kuid et saakloomade kõrge arvukuse juures mõjutavad kodupiirkonna suurust pigem muud tegurid. Uurimisperioodi vältel

Eestis toimunud metskitsede arvukuse muutused on võrreldavad siirdumisega Kesk-Euroopa metskitsede arvukuselt Skandinaavia arvukuse tasemele ning seetõttu on ka ootuspärane, et see on kaasa toonud muutused ilveste toitumis- ja ruumikäitumises. Saakliikide ühekaupa võrdlemisel selgus, et ilveste kodupiirkonna suuruse kasv on seotud mõlema liigi, nii puhvris mõõdetud metskitsede arvukuse kui ka jäneste arvukuse langusega, kuid kahetunnuselises mudelis ei osutunud jäneste arvukus oluliseks. Seetõttu mõjutas ilveste käitumist peamiselt metskitse kui kõige olulisema saakliigi arvukus. Metskitsede arvu vähenemine võis aga omakorda suurendada kisklussurvet jänestele ning selle kaudu tuua kaasa jäneste arvukuse languse. Samas kodupiirkonnas mõõdetud metskitsede ja jäneste arvukusel puudus statistiliselt oluline seos kodupiirkonna suurusega. Selle seose puudumine võis olla põhjustatud iga üksiku kodupiirkonna kohta kasutada olnud väiksemast ruutloenduse valimist, mis suurema juhuslikkuse komponendi tõttu ei suutnud hästi kirjeldada tegelikku saakloomade arvukust piirkonnas.

Liigikaaslaste arvukus on teine oluline tegur, mis võib kirjeldada kodupiirkonna suuruse varieerumist. Seejuures tuli ilveste arvukus Eestis nii erinevates mudelites kui ka tunnuste suhtelise olulisuse võrdlemisel olulisemaks kui kitsede arvukus. Põhjus, miks kodupiirkonna suurust mõjutas rohkem liigikaaslaste kui kitsede arvukus, võib olla ilveste territoriaalses käitumises. Olukorras, kus ilvese kodupiirkonnas saakloomade hulk väheneb, peab ilves otsima saaki suuremalt alalt, mis eeldab kodupiirkonna suurendamist. Kui ilves säilitab oma territoriaalse käitumise ja tema kodupiirkond ei kattu teiste samast soost ilvestega, seab see saakloomade madala arvukusega perioodil kodupiirkonna suurendamisele piirid. Seda, et ilvesed käituvad territoriaalselt nii saaklooma madala kui ka kõrge arvukuse juures, on leitud näiteks iberia ilvese (*Lynx pardinus*) puhul (López-Bao *et al.*, 2014). Seda näitas ka Eesti ilveste käitumine, sest nende kodupiirkonnad kattusid vähe kogu vaatlusperioodi vältel sõltumata metskitse arvukusest.

Ilvese arvukuse hindamisel kasutatud kahest loendusmeetodist selgitas kodupiirkonna suuruse varieerumist paremini poegadega emasloomade ehk pesakondade arv puhvris. Pesakondade arv tuli üksiktunnusena olulisemaks kui ilveste jäljeindeks mõlemas mudelis, kus see esines. Pesakondade arv näitab hästi ära täiskasvanud emaste isendite arvu ja paiknemise, mis omakorda on oluline faktor isaste ilveste kodupiirkonna kujunemisel (Ferguson *et al.*, 2009). Kuna isased ilvesed omavad suuremaid kodupiirkondi kui emased, siis võib ühe isase

kodupiirkond kattuda mitme emase omaga. Seeläbi püüavad isased ilvesed suurendada oma sigimisedukust (Schmidt *et al.*, 1997). Kuna minu töö valimis olid ülekaalus just isased ilvesed võis seetõttu seletada kodupiirkonna suurust paremini pesakondade arvukus, mis põhines emasloomade paiknemisel.

Ilveste arvukus seletas kodupiirkonna suuruse muutust paremini kui metskitse indeks, millest võib järeldada, et ilma ilvese arvukuse languseta ei oleks ilveste kodupiirkonnad uurimisperioodi vältel ilmselt nii suureks kasvanud. Seega leidsin kinnitust ka hüpoteesile, et Eestis aset leidnud saakloomade ja ilvese arvukuse languse puhul oli liigikaaslaste arvukusel ilvese kodupiirkonna suurusele suurem mõju kui saakloomadel. Suures osas liigikaaslaste arvukusest sõltuv kodupiirkonna suurus näitab, kui oluline on sotsiaalne struktuur ilveste ruumilise paiknemise mõjutajana, mis on oluline ka populatsiooni majandamise ja kaitse korraldamise seisukohalt. Esiteks, kui ilvese kodupiirkonna suurus sõltub populatsiooni asustustihedusest, võib kodupiirkonna suuruse muutus olla heaks indikaatoriks, mille kaudu saab paremini hinnata ilvesepopulatsiooni arvukuses toimuvaid muutusi. See on oluline nii ilveste arvukuse seires kui ka näiteks igaaastase küttimislimiidi määramisel. Teiseks tähendab ilveste kodupiirkonna suurenemine liigikaaslaste poolt tühjaks jäänud alade arvelt, et väheneb ka ilvese saakloomadele avalduv kisklussurve, sest kodupiirkondade suurenedes püüavad ilvesed oma saagi suuremalt alalt. Kolmandaks on ilveste ruumivajaduste teadmine oluline kaitsealade planeerimises, sest selle info põhjal on võimalik määrata ilveste jaoks vajalik minimaalne kaitseala suurus. Seetõttu arvan, et suurkiskjate ruumivajadust mõjutavate tegurite edasine uurimine omab nende kaitse ja majandamise paremaks planeerimiseks suurt tähtsust ka tulevikus.

6. Kokkuvõte

Kodupiirkond on oluline ökoloogiline parameeter, mille abil saab iseloomustada looma käitumist ja seda mõjutavaid tegureid. Kodupiirkond on ala, mida loom kasutab, tagamaks eluks vajalikud tegevused, nagu toidu ja paaritumiskaaslaste otsimine, järglaste eest hoolitsemine, ning mida mõjutab ka looma kujutluskaart, mis tekib arusaamast ümbritsevast keskkonnast ja mida ta pidevalt uuendab. Kiskjate kodupiirkonna suurust mõjutavad saakloomade arvukus, kehamass, liigikaaslaste arvukus ja sugu. Teistest kiskjatest üksiku eluviisi poolest erinevatel kaslastel on samuti leitud saakloomade asustustiheduse, liigikaaslaste arvukuse, soo ja lisaks kliima mõju kodupiirkonna suurusele. Euraasia ilvese kodupiirkonna suurusi on põhjalikult uuritud mitmel pool Euroopas. Saakloomade arvukust, liigikaaslaste arvukust, sugu ja sigimisstaatust on mõnel juhul kirjeldatud kui ilvese kodupiirkonna suurust mõjutavaid tegureid. Eestis varem läbiviidud uuringus, kus arutati ilveste kodupiirkonna suurusi, ei uuritud kodupiirkonna suurusi mõjutavaid tegureid. Siinse töö eesmärk oli välja selgitada, kui suures ulatuses varieerub ilveste kodupiirkonna suurus Eestis ning kumb tegur seda rohkem mõjutab, kas saakloomade arvukus või liigikaaslaste arvukus.

Eestis on ilveseid GPS/GSM-süsteemil töötavate telemeetriakaelustega jälgitud alates 2007. aastast tänaseni Kesk- ja Edela-Eestis. Vaatluse all oli 13 täiskasvanud ilvest (4 emast ja 9 isast). Kodupiirkonna suurus arutati MCP 100% meetodiga, kuid eelnevalt jäeti välja ilveste asukohapunktidest rännakutena tuvastatud punktid. Hinnati saakloomade ja liigikaaslaste asustustiheduse mõju ilveste kodupiirkonna suuruse kujunemisele.

Ilveste kodupiirkonna suurused varieerusid isastel isenditel 133–1179 km² ja emastel 70–594 km². Kodupiirkonna suuruse kujunemisel hinnati saakloomade asustustiheduse ja liigikaaslaste arvukuse mõju ning lisatunnusena võeti arvesse sugu. Eestis on ilveste kodupiirkonna suuruste varieerumine põhjustatud saakloomade ja liigikaaslaste arvukuse kõikumisest suuremal ruumiskaalal. Saakloomade ja liigikaaslaste madalama arvukuse korral on ilveste kodupiirkonnad suuremad ja vastupidi. Saakloomadest seletas ilveste kodupiirkonna varieerumist paremini metskitsede arvukus. Leidis kinnitust ka hüpotees, et kõige rohkem mõjutab kodupiirkonna suurust liigikaaslaste arvukus, mis territoriaalse käitumise puhul takistab saakloomade madala arvukuse korral ilvestel oma kodupiirkonda suurendada.

7. Summary

„Effect of prey density and lynx population size on lynx (*Lynx lynx*) home range size in Estonia“

Home range is an important ecological parameter that can be used to illustrate animal behavior and factors that are influencing it. Home range is an area that animal uses to do normal activities such as food gathering, mating, caring for young and it is also influenced by animals' cognitive map of its surroundings that animal constantly upgrades. Predators home range size is influenced by prey density, body mass, population density and sex. Felines, who differ from other predators by their solidarity, home ranges are also found to be influenced by prey density, population density, sex and climate. Eurasian lynx home range sizes have been thoroughly studied in many parts of Europe. Prey density, population density, sex and reproductive status have been described in some studies to be influencing home range size in Eurasian lynx. Previous study in Estonia about lynx home range sizes did not explore the effects that might influence home range sizes. The aim of this study was to find out the extent that lynxes home ranges vary in Estonia and what factor influence home range size the most, prey density or population density.

Estonian lynxes were equipped with GPS/GSM-system based telemetry collars and were monitored since 2007 till now in central and south-western Estonia. 13 adult lynxes were under observation, 4 female and 9 male lynxes. Home range was calculated by MCP 100% method but firstly roaming points were excluded from lynxes location points. The effects of prey and population density were evaluated to determine their influence on home range sizes.

Lynxes home range sizes varied from 133 km² to 1179 km² in males and from 70 km² to 594 km² in females. Prey and population density with sex as an additional factor were taken into account when analyzing the formation of home range size. The variation of home range sizes in Estonia were caused by prey and population fluctuations in abundance in larger space scale. When prey and population densities were low, lynxes home range sizes were larger and vice versa. From prey density, roe deer abundance explained the variations of home range sizes better than hare abundance. The hypothesis was confirmed which stated that population density was the main factor that influenced lynxes home range sizes and that is because of lynxes territorial behavior that sets home range boundaries when prey density is low.

Tänuavaldused

Soovin väga tänada oma juhendajat Raidot, kellelt õppisin palju ning kelle abi, kannatlikkust ja nõuandeid hindan väga kõrgelt. Tänan Jaanus Remmi ja Ragne Oja nõuannete ja statistikaalase abi eest. Soovin veel tänada Anu Pedaja-Ansenit, kes abistas mind teksti korrigeerimisel.

Kasutatud kirjandus

- Andrén, H., Linnell, J.D., Liberg, O., Ahlqvist, P., Andersen, R., Danell, A., Franzén, R., Kvam, T., Odden, J., Segerström, P., 2002. Estimating total lynx *Lynx lynx* population size from censuses of family groups. *Wildlife Biology* 8, 299-306.
- Bailey, T.N., 1974. Social organization in a bobcat population. *The Journal of Wildlife Management*, 435-446.
- Bartoń, K., 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6 1.
- Benson, J.F., Chamberlain, M.J., Leopold, B.D., 2006. Regulation of space use in a solitary felid: population density or prey availability? *Animal Behaviour* 71, 685-693.
- Bivand, R., Lewin-Koh, N., 2016. Tools for Reading and Handling Spatial Objects. R package version 0.8-39.
- Bivand, R.S., Pebesma, E., Gómez-Rubio, V., 2013. *Hello World: Introducing Spatial Data*. Springer.
- Boitani, L., Powell, R.A., 2012. *Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques*. OUP Oxford.
- Bouyer, Y., San Martin, G., Poncin, P., Beudels-Jamar, R.C., Odden, J., Linnell, J.D.C., 2015. Eurasian lynx habitat selection in human-modified landscape in Norway: Effects of different human habitat modifications and behavioral states. *Biological Conservation* 191, 291-299.
- Breitenmoser-Würsten, C., Zimmermann, F., Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Capt, S., Vandel, J.-M., Stahl, P., Breitenmoser, U., 2007. Spatial and social stability of a Eurasian lynx *Lynx lynx* population: an assessment of 10 years of observation in the Jura Mountains. *Wildlife Biology* 13, 365-380.
- Breitenmoser, U., 2000. Action plan for the conservation of the Eurasian lynx in Europe (*Lynx lynx*). Council of Europe.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2003. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*, Second Edition. Springer Science & Business Media.
- Burt, W.H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy* 24, 346-352.
- Buskirk, S.W., McDonald, L.L., 1989. Analysis of Variability in Home-Range Size of the American Marten. *The Journal of Wildlife Management* 53, 997-1004.
- Börger, L., 2016. Stuck in motion? Reconnecting questions and tools in movement ecology. *Journal of Animal Ecology* 85, 5-10.
- Calenge, C., 2006. The package “adehabitat” for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological modelling* 197, 516-519.
- Dahle, B., Swenson, J.E., 2003. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology* 260, 329-335.

- Downs, J.A., Horner, M.W., Tucker, A.D., 2011. Time-geographic density estimation for home range analysis. *Annals of GIS* 17, 163-171.
- Edwards, M.A., Derocher, A.E., Nagy, J.A., 2013. Home range size variation in female Arctic grizzly bears relative to reproductive status and resource availability.
- Eide, N.E., Jepsen, J.U., Prestrud, P., 2004. Spatial organization of reproductive Arctic foxes *Alopex lagopus*: responses to changes in spatial and temporal availability of prey. *Journal of Animal Ecology* 73, 1056-1068.
- Ferguson, A.W., Currit, N.A., Weckerly, F.W., 2009. Isometric scaling in home-range size of male and female bobcats (*Lynx rufus*). *Canadian Journal of Zoology* 87, 1052-1060.
- Fèvre, E.M., Bronsvoort, B.M.d.C., Hamilton, K.A., Cleaveland, S., 2006. Animal movements and the spread of infectious diseases. *Trends in microbiology* 14, 125-131.
- Fieberg, J., Börger, L., 2012. Could you please phrase “home range” as a question? *Journal of Mammalogy* 93, 890-902.
- Ginsberg, J.R., Young, T.P., 1992. Measuring association between individuals or groups in behavioural studies. *Animal Behaviour* 44, 377-379.
- Gittleman, J.L., Harvey, P.H., 1982. Carnivore Home-Range Size, Metabolic Needs and Ecology. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 10, 57-63.
- Grigione, M.M., Beier, P., Hopkins, R.A., Neal, D., Padley, W.D., Schonewald, C.M., Johnson, M.L., 2002. Ecological and allometric determinants of home-range size for mountain lions (*Puma concolor*). *Animal Conservation* 5, 317-324.
- Harestad, A.S., Bunnell, F.L., 1979. Home Range and Body Weight--A Reevaluation. *Ecology* 60, 389-402.
- Henry, C., Poulle, M.-L., Roeder, J.-J., 2005. Effect of sex and female reproductive status on seasonal home range size and stability in rural red foxes (*Vulpes vulpes*). *Ecoscience* 12, 202-209.
- Herfindal, I., Linnell, J.D.C., Odden, J., Nilsen, E.B., Andersen, R., 2005. Prey density, environmental productivity and home-range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Journal of Zoology* 265, 63-71.
- Jędrzejewski, W., Schmidt, K., Theuerkauf, J., Jędrzejewska, B., Kowalczyk, R., 2007. Territory size of wolves *Canis lupus*: linking local (Białowieża Primeval Forest, Poland) and Holarctic-scale patterns. *Ecography* 30, 66-76.
- Keskkonnaministeerium, 2012. Suurkiskjate (hunt *Canis lupus*, ilves *Lynx lynx*, pruunkaru *Ursus arctos*) kaitse- ja ohjamise tegevuskava aastateks 2012–2021.
- Kie, J.G., Matthiopoulos, J., Fieberg, J., Powell, R.A., Cagnacci, F., Mitchell, M.S., Gaillard, J.-M., Moorcroft, P.R., 2010. The home-range concept: are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365, 2221-2231.
- Kullerkupp, A., 2007. Euroopa ilvese (*Lynx lynx*) raadiotelemeetrilised uuringud Eestis ja Lätis. Tartu Ülikool, Zooloogia osakond.

- Leinberg, M., 2014. Ilvese (*Lynx lynx*) kodupiirkonna suurus Euroopas ja seda mõjutavad tegurid. Bakalaureusetöö, Tartu Ülikool, Zooloogia osakond, Terioloogia õppetool
- Lindstedt, S.L., Miller, B.J., Buskirk, S.W., 1986. Home Range, Time, and Body Size in Mammals. *Ecology* 67, 413-418.
- Linnell, J.D., Andersen, R., Kvam, T., Andren, H., Liberg, O., Odden, J., Moa, P., 2001. Home range size and choice of management strategy for lynx in Scandinavia. *Environmental Management* 27, 869-879.
- López-Bao, J.V., Rodríguez, A., Delibes, M., Fedriani, J.M., Calzada, J., Ferreras, P., Palomares, F., 2014. Revisiting food-based models of territoriality in solitary predators. *Journal of Animal Ecology* 83, 934-942.
- Lovallo, M.J., Anderson, E.M., 1995. Range shift by a female bobcat (*Lynx rufus*) after removal of neighboring female. *American Midland Naturalist*, 409-412.
- Loveridge, A.J., Valeix, M., Davidson, Z., Murindagomo, F., Fritz, H., Macdonald, D.W., 2009. Changes in home range size of African lions in relation to pride size and prey biomass in a semi-arid savanna. *Ecography* 32, 953-962.
- Macdonald, D.W., 1983. The ecology of carnivore social behaviour. *Nature* 301, 379-384.
- Mattisson, J., Sand, H., Wabakken, P., Gervasi, V., Liberg, O., Linnell, J.D., Rauset, G.R., Pedersen, H.C., 2013a. Home range size variation in a recovering wolf population: evaluating the effect of environmental, demographic, and social factors. *Oecologia* 173, 813-825.
- Mattisson, J., Segerström, P., Persson, J., Aronsson, M., Rauset, G.R., Samelius, G., Andrén, H., 2013b. Lethal male–male interactions in Eurasian lynx. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 78, 304-308.
- McLoughlin, P.D., Ferguson, S.H., 2000. A hierarchical pattern of limiting factors helps explain variation in home range size. *Ecoscience*, 123-130.
- McLoughlin, P.D., Ferguson, S.H., Messier, F., 2000. Intraspecific variation in home range overlap with habitat quality: a comparison among brown bear populations. *Evolutionary Ecology* 14, 39-60.
- Moa, P.F., Herfindal, I., Linnell, J.D., Overskaug, K., Kvam, T., Andersen, R., 2006. Does the spatiotemporal distribution of livestock influence forage patch selection in Eurasian lynx *Lynx lynx*? *Wildlife Biology* 12, 63-70.
- Molinari-Jobin, A., Zimmermann, F., Ryser, A., Breitenmoser-Würsten, C., Capt, S., Breitenmoser, U., Molinari, P., Haller, H., Eyholzer, R., 2007. Variation in diet, prey selectivity and home-range size of Eurasian lynx *Lynx lynx* in Switzerland. *Wildlife Biology* 13, 393-405.
- Moorcroft, P.R., Lewis, M.A., Crabtree, R.L., 2006. Mechanistic home range models capture spatial patterns and dynamics of coyote territories in Yellowstone. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 273, 1651-1659.
- Nilsen, E.B., Pedersen, S., Linnell, J.D., 2008. Can minimum convex polygon home ranges be used to draw biologically meaningful conclusions? *Ecological Research* 23, 635-639.

- Nowell, K., Jackson, P., 1996. Wild cats: status survey and conservation action plan. Part I, Eurasian lynx. IUCN Gland.
- Okarma, H., Sniezko, S., Smietana, W., 2007. Home ranges of Eurasian lynx *Lynx lynx* in the Polish Carpathian Mountains. *Wildlife Biology* 13, 481-487.
- Pebesma, E., Bivand, R. 2005. Classes and methods for spatial data in R. *R News* 5 (2).
- Powell, R.A., 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences* 442.
- Powell, R.A., Mitchell, M.S., 2012. What is a home range? *Journal of Mammalogy* 93, 948-958.
- RCoreTeam, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Schmidt, K., 2008. Behavioural and spatial adaptation of the Eurasian lynx to a decline in prey availability. *Acta Theriol* 53, 1-16.
- Schmidt, K., Jędrzejewski, W., Okarma, H., 1997. Spatial organization and social relations in the Eurasian lynx population in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Acta Theriol* 42, 289-312.
- Spencer, W.D., 2012. Home ranges and the value of spatial information. *Journal of Mammalogy* 93, 929-947.
- Sunde, P., Kvam, T., Moa, P., Negard, A., Overskaug, K., 2000. Space use by Eurasian lynxes *Lynx lynx* in central Norway. *Acta Theriol* 45, 507-524.
- Trewhella, W.J., Harris, S., McAllister, F.E., 1988. Dispersal Distance, Home-Range Size and Population Density in the Red Fox (*Vulpes vulpes*): A Quantitative Analysis. *Journal of Applied Ecology* 25, 423-434.
- Valdmann, H., Andersone-Lilley, Z., Koppa, O., Ozolins, J., Bagrade, G., 2005. Winter diets of wolf *Canis lupus* and lynx *Lynx lynx* in Estonia and Latvia. *Acta Theriol* 50, 521-527.
- Vashon, J.H., Meehan, A.L., Jakubas, W.J., Organ, J.F., Vashon, A.D., McLaughlin, C.R., Matula, G.J., Crowley, S.M., 2008. Spatial ecology of a Canada lynx population in northern Maine. *The Journal of Wildlife Management* 72, 1479-1487.
- Veeroja, R., Männil, P. 2015. Ulukiasurkondade seisund ja küttimissoovitus. In *Keskkonnaagentuur 2015*.
- Walter, W.D., Fischer, J.W., Baruch-Mordo, S., VerCauteren, K.C., 2011. What is the proper method to delineate home range of an animal using today's advanced GPS telemetry systems: the initial step.
- Wickham, H., 2009. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer Science & Business Media.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Marii Leinberg,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Liigikaaslaste ja saakloomade arvukuse mõju ilvese (*Lynx lynx*) kodupiirkonna suurusele Eestis“, mille juhendaja on Raido Kont.
 - 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**