

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Katri Pärna

PRUUNKARU (*URSUS ARCTOS*)
TALVITUSALAD EESTIS:
EELISTUSED JA RUUMILINE MUDEL

Magistritöö

Juhendajad: Egle Tammeleht, PhD

Anne Kull, MSc

TARTU 2015

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	5
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
2.1. Mõisted	7
2.2. Pruunkaru.....	7
2.1.1. Pruunkaru liigi kirjeldus	7
2.1.2. Pruunkaru levik	8
2.1.3. Pruunkaru Eestis	8
2.2. Taliuinak	9
2.3. Talvepesa tüübid	10
2.4. Talvitusala.....	10
2.5. Talvitusala valikut mõjutavad tegurid	11
2.5.1. Inimseoselised tegurid	11
2.5.2. Looduslikud tegurid.....	12
2.6. Karu talvitusalade ruumiline mudel.....	13
2.7. Eesti pruunkaru uuringud.....	14
3. MATERJAL JA METOODIKA.....	15
3.1. Uurimisobjektid ja meetodika	15
3.2. Andmeanalüüs	20
4. TULEMUSED	23
4.1. Talvepesade ja talvitusalade kirjeldus	23
4.2. Tegurite võrdlus pesapunktide ja juhupunktide ümbruses	30
4.2.1. Pesapunktide ja levikualal asuvate juhupunktide võrdlus	30
4.2.2. Pesapunktide ja väljaspool talvitusala asuvate juhupunktide võrdlus	31
4.3. Pruunkaru talvitusalade sobivus	32
4.3.1. Talvitusalade mudeli keskkonnategurite osakaal	32
4.3.2. Talvitusalade sobivuse kaart Eesti mandrialal.....	33

5.	ARUTELU	34
6.	KOKKUVÕTE.....	39
7.	SUMMARY	41
8.	TÄNUAVALDUSED	43
9.	KASUTATUD KIRJANDUS	44

1. SISSEJUHATUS

Taliuinak on pruunkaru spetsiaalne käitumuslik ja füsioloogiline kohastumus keskkonnatingimustega, et taluda külmemat kliimat ja toidu ajutise kättesaadavuse vähenemist talveperioodil (Friebe et al., 2014; Hodder et al., 2014). Pruunkaru veedab üle poole oma elust taliuinakus, vajades selleks sobivat talvitusala (Kingsley et al., 1983; Elfström & Swenson, 2009). Kuna taliuinaku ajal on karu energiavarud piiratud ja sel perioodil sünnivad neil ka pojad, siis karu häirimine taliuinaku ajal võib põhjustada rohkem kahju kui häirimine muul ajal (Grizzly Bear Denning Management Plan, 2014).

Tänapäeval ei leia Euroopas enam suuri maa-alasid, mis oleksid vajalikud suurkiskjate populatsioonide püsimiseks ja karud peavad järjest rohkem inimtegevuse lähedusega harjuma (Pažetnov, 1990; Martin et al., 2010; Ordiz et al., 2011). Inimtegevuse tagajärjel muutub sobivate talvitusalade ühtlane jaotus maastikul. Seal, kus inimtegevus on laialdasem, jääb karule sobivaid talvitusalasid vähemaks (Sahlen et al., 2011). Karu talvituskohta valikut võivad mõjutada mitmed inimseoselised (näiteks hoonete, teede ja liikluse lähedus) ja looduslikud (näiteks metsa ja taimestiku eripära) tegurid (Elfström et al., 2008; Elfström & Swenson, 2009; Kindberg et al., 2011; Sahlen et al., 2011; Pigeon et al., 2014). Varasemate uuringute andmetel on vähene sobivate talvituskohtade esinemine üheks karupopulatsiooni levikut piiravaks teguriks (Pyare, 2010; Pigeon et al., 2014). Sellepärast on vaja üha laieneva inimtegevuse juures pruunkarude talvitumiskäitumist mõista, et tagada populatsiooni piisav kaitse ja jätkusuutlikkus (Seryodkin et al., 2003; Nazeri et al., 2012).

Kui maailmas on pruunkaru talvitusalade eelistusi piisavalt palju uuritud, siis Eesti pruunkaru eelistused on veel täpselt välja selgitamata. Eestis on pruunkaru peamiseks levikualaks Lääne- ja Ida-Virumaa ning Järva- ja Jõgevamaa ning sinne karupopulatsioon on suhteliselt püsiv. Samas on Eesti pruunkaru populatsioon küllaltki erinev paljude teiste riikide karupopulatsioonidest just sellepoolest, et siin on maastik mosaiikne, puuduvad kaitsvad mäestikupiirkonnad ja esineb tugev inimõju (Vulla, 2006). Kuna Eesti pruunkaru pole suutnud mitmekümne aasta jooksul üle-eestilist püeiasurkonda rajada, siis käesolevas töös uuritakse, kas karude praegune levikuala erineb kindlate inimseoseliste ja looduslike tegurite poolest ülejäänud mandriosast Eestis ja missugused on siinse pruunkaru populatsiooni talvitusalade eelistused.

Põhjalikud teadmised karude eelistustest talvituskohta valikul aitavad suunata metsa- majanduse toimimist pruunkarude talvitusalade terviklikkuse säilitamise huvides (Baldwin

& Bender, 2008). Nii võiks käesoleva töö tulemused aidata kaasa Eesti pruunkaru populatsiooni jätkusuutlikkusele.

Käesoleva magistr töö põhieesmärgiks oli uurida pruunkarude talvitusalasid Eestis.

Magistr töö alaeesmärgid olid:

- 1) Kirjeldada talvitusalasid inimseoseliste ja looduslike tegurite järgi.
- 2) Välja selgitada olulised inimseoselised ja looduslikud tegurid karu talvituskohta valikul võrreldes Eesti kaardile genereeritud juhupunktidega.
- 3) Luua Eesti pruunkaru talvitusalade ruumiline mudel.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1. Mõisted

Käesolevas töös kasutati Eesti pruunkarude talvitusalaade uurimises järgmisi põhimõisteid:

Pesapunkt	Talvepesa, mis on märgitud kaardil koordinaatpunktidega;
Talvepesa	Taliuinaku koht;
Talvituskoht	Talvepesa laiemas ja üldsõnalisemas tähenduses kui ainult üks pesapunkt;
Talvitusala	1000 m raadiusega ala pesapunkti ümber, mida kasutatakse käesolevas töös paralleelselt mõistega puhverala (kui on tegemist ArcGIS programmi poolt loodud alaga);
Levikuala	Ala, mille sisse jäävad kõik käesolevas töös uuritud talvepesad ja mis oli lähtekohaks juhupunktide jaotusele (juhupunktid levikualal/ väljaspool levikuala);
Juhupunkt	Talvituskoha valiku väljaselgitamiseks ArcGIS programmiga juhuslikkuse printsiibil genereeritud juhupunktide andmebaas, kuhu kuulusid juhupunktid pruunkarude levikualal ja väljaspool seda;
Puhverala	1000 m raadiusega ala pesapunkti ümber, mis on loodud ArcGIS programmiga. Kasutatakse käesolevas töös paralleelselt mõistega talvitusala;

2.2. Pruunkaru

2.1.1. Pruunkaru liigi kirjeldus

Pruunkaru (*Ursus arctos*) kuulub kiskjaliste (*Carnivora*) seltsi, sugukonda karulased (*Ursidae*) ja perekonda karu (*Ursus*). Ta on tänapäeval üks suurimaid kiskjaliste seltsi esindajaid, kuid ta on omnivoorse toitumisega (Pasitschniak-Arts, 1993; Coogan et al., 2014). Liik pruunkaru (*Ursus arctos*) jaguneb veel omakorda alamliikideks, Eestis elav pruunkaru kuulub alamliiki (*Ursus arctos arctos*) (Garshelis, 2009). Käesolevas töös keskendutakse liigile pruunkaru ja tema talvituskäitumisele.

Pruunkaru kehakaal võib varieeruda 80–600 kg ulatuses. Looduses on nende eluiga 30–35 aastat. Innaaeg on pruunkarudel mai keskpaigast juuni lõpuni. Neil esineb latentsusperiood (puhkeperiood loote arengus), kuna embrüo kinnitub emaka seinale alles siis, kui emane karu on talvepessa sisenenud (Friebe, 2014). Suguküpsuse saavutavad nad küllaltki hilja (3–5-aastaselt) ja viljakus on neil võrreldes teiste maismaa imetajatega madal (Bunnell & Tait, 1980; Friebe, 2014). Pojad sünnivad emakarul üle aasta jaanuaris või veebruaris, nad kaaluvad ligikaudu 300–500 g ja tavapäraselt on pesakonnas kuni kolm poega. Karu toitumine varieerub piirkonniti, kuna see oleneb toidu rohkusest ja kättesaadavusest (Coogan et al., 2014). Kuna karu on omnivoorse toitumisega, siis tema toiduobjektideks on nii taimset kui ka loomset päritolu toit. On leitud, et omnivoorsete imetajate karnivoorsus tõuseb põhjapoolsematel laiuskraadidel (Danilov, 1993; Pasitschniak-Arts, 1993; Hildebrand et al., 1999; Vulla, 2009).

2.1.2. Pruunkaru levik

Pruunkaru on kõige laiema levikuga karulane maailmas. Kui algselt asustas pruunkaru kogu põhjapoolkera metsavööndit, siis tänapäeval on nende levila ja arvukus vähenenud. 100 000 isendit elab Euraasias, kellest 50 000 isendit elab Euroopas ja neist omakorda 14 000 väljaspool Venemaad (Zedrosser et al., 2001). Kanada ja Alaska territooriumil on kokku ligi 30 000 isendit ja alla 1000 isendi on loendatud mujal USA-s (va Alaska) (World Wildlife Foundation, 2015).

2.1.3. Pruunkaru Eestis

Eestis elab pruunkaru alamliik (*Ursus arctos arctos*), mille esindajaid on siin loenduse põhjal ligikaudu 700 isendit. Võrreldes paljude teiste pruunkaru populatsioonidega, on Eesti populatsioon ametlikele andmetele tuginedes suhteliselt kõrge asustustihedusega (Vulla, 2006). Kõige rohkem on karusid Lääne- ja Ida-Virumaal ning Järva- ja Jõgevamaal.

Eesti pruunkarude kehakaal jääb emastel karudel tavaliselt vahemikku 60–200 kg ja isastel 100–315 kg piiresse. Tüvepikkus on neil 150–280 cm (Remm et al., 2015). Eesti pruunkarul pole väga kitsad toidueelistused, peamisteks toiduobjektideks on rohhtaimed, marjad/viljad, teravili, putukad ja imetajad (Vulla, 2006).

Pikemat aega on Eesti pruunkaru arvukus olnud tõusutrendis, kuid paari viimase aasta jooksul on see näidanud kerget langust, mille põhjuseks võib pidada küttemist, mis ulatus mõnes piirkonnas üle kohaliku asurkonna juurdekasvu (Veeroja & Männil, 2014). Käesoleval ajal välditakse Eesti karu ühtlase leviku tagamiseks nende küttemist lõunapoolsetes maakondades (Veeroja & Männil, 2014). Näiteks võib Eesti pruunkarule (välja arvatud emane karu poegadega) jahti pidada ajavahemikus 1. august – 31. oktoober. Eelmisel jahihooajal (2013/2014) oli küttemiskvoodiks 40 isendit, kellest 38 ka kütiti (Keskkonnaagentuur, 2015). Keskkonnaagentuuri seirearuande andmetel vähendati 2013. aasta küttemiskvooti võrreldes eelnevate aastatega, et peatada arvukuse langustrend (Veeroja & Männil, 2014).

Käesoleva töö tulemused püüavad kaasa aidata pruunkaru arvukuse püsimisele lisateadmistega Eesti pruunkaru talvitusala eelistustest.

2.2. Taliuinak

Taliuinak on osade imetajate (sh pruunkaru) spetsiaalne käitumuslik ja füsioloogiline kohastumus keskkonnatingimustega, et taluda külma kliimat ja toidu kättesaadavuse ajutist vähenemist talveperioodil (Friebe et al., 2014). Sel ajal langeb kehatemperatuur, südame löögisagedus ja aeglustub metabolism (Hissa, 1997; Tøien et al., 2011). Pruunkaru veedab üle poole oma elust taliuinakus ja sel ajal ta ei söö, urineeri ega ekskrementeer. Tema kehamass väheneb sel perioodil 250–500 g päevas (Hissa, 1997; Bridges et al., 2004; Ciarniello et al., 2009). Taliuinaku kestus sõltub piirkonna kliimast ja karu soost, vanusest ning emaste karude korral vastsündinud poegade olemasolust. Põhjapoolsetel laiuskraadidel on taliuinaku kestus pikem kui lõunapoolsetel aladel, kuna toiduobjektide kättesaadavus ja elutingimused on kehvemad (Groff et al., 1998; McLoughlin et al., 2002; Ciarniello et al., 2005). Kuna isased karud võivad taliuinakus olles kaotada maksimaalselt 20% ja emased karud kuni 40% oma kehakaalust, siis kaasnevad häirimisega taliuinaku ajal karu liiga suured energiakulud (Kingsley et al., 1983; Linnell et al., 2000; Elfström & Swenson, 2009; Sahlén et al., 2011). Kõige kauem aega veedavad taliuinakus emased karud poegadega, kuna nii on suurem tõenäosus, et pojad jäävad ellu (Linnell et al., 2000; Haroldson et al., 2002; Ciarniello et al., 2005). Mitme uuringu põhjal on kindlaks tehtud, et kui emane karu poegadega hülgab talvepesa, siis on poegade suremus kõrgem kui emaste karude puhul, kes pole pidanud taliuinaku ajal talvepesast häiringu tõttu lahkuma (Linnell et al., 2000; Sahlén et al., 2011). Kõige vähem aega kestab taliuinak vanadel isastel

karudel, kuna nende kehamass on teiste isenditega võrreldes niivõrd palju suurem, et varasema ärkamisega kaasnev suurem energiakulu ei osutu neile saatuslikuks (Craighead & Craighead, 1972; Elfström & Swenson, 2009).

2.3. Talvepesa tüübid

Talvepesa eesmärkideks on vähendada karu talvist energiakulu ja pakkuda kaitset häiringute eest (Manchi & Swenson, 2005). Nii on leitud, et karud eelistavad talvepesi, kus on parem soojusisolatsioon (Hayes & Pelton, 1994; McLoughlin et al., 2002; Seryodkin et al., 2003; Elfström et al., 2008; Elfström & Swenson, 2009). Näiteks pealt suletud pesa tagab parema soojusisolatsiooni ja energeetilised kulud on väiksemad kui teistel pesatüüpidel (Groff et al., 1998; Pigeon et al., 2014). Seda kinnitavad erinevad uuringud, kus karud eelistasid kõige rohkem talvepesa tüübilt looduslikke koopaid (Vroom et al., 1980; Groff et al., 1998; Seryodkin et al., 2003). Rootsi pruunkarud eelistasid sipelgapesa alla kaevatud talvepesi, mis pakkusid head soojusisolatsiooni (Manchi & Swenson, 2005). Samuti eelistasid poegade emased karud sipelgapesa alla kaevatud pesi võrreldes isastega, kes eelistasid süvendeid (Elfström & Swenson, 2009). See näitab, et kinnist tüüpi pesad tagavad parema soojusisolatsiooni ja väiksema energiakulu, sest just emane karu poegadega on see, kes peab oma energiavarusid säästma (Elfström & Swenson, 2009). Kanada uuringus leiti, et mägisel territooriumil elavad pruunkarud eelistasid talvepesatüübina süvendeid (74%) ja koopaid (26%) (Ciarniello et al., 2005). Samamoodi eelistasid pruunkarud Alaskal talvepesadena süvendeid (Goldstein et al., 2010).

On leitud, et karud eelistasid pesi, mille nad olid samal aastal enne taliuinakut valmistanud, mitte varasematel aastatel kasutatud pesi (Ciarniello et al., 2005). Mitmete uuringute kohaselt oli pesade korduvkasutus madal: näiteks Rootsis oli 18% ja Kanadas 30% uuritud pesadest korduvalt kasutuses (Linnell et al., 2000; Ciarniello et al., 2005). Enamasti olid nendeks pesad, mille konstruktsioonid olid püsivad, tänu millele oli neid võimalik järgmisel aastal uuesti kasutada (Linnell et al., 2000; Ciarniello et al., 2005).

2.4. Talvitusala

Pruunkaru elupaiga sobivuse juures on väga oluline talvitusala suurus ja omadused, kuna poole oma elust veedab karu taliuinakus ja enamasti asub talvitusala kodupiirkonna sees (Friebe et al., 2001; Ciarniello et al., 2009; Elfström & Swenson, 2009; Grizzly Bear

Denning Management Plan, 2014). Karu elupaiga suurus võib varieeruda sõltuvalt karu vanusest, soost, pesakonna olemasolust, toidu kättesaadavusest, populatsiooni tihedusest ja inimtegevuse lähedusest vahemikus 40 km² kuni 1300 km², aga sellest oleneb ka talvitusala valik (Nielsen et al., 2002; Dahle & Swenson, 2003; Mertzanis, 2005). Karu elupaiga suurus võib varieeruda selles vahemikus sõltuvalt eelnevalt loetletud teguritest (Collins et al., 2005; Vulla et al., 2006).

Arvatavasti valib karu talvitusala liikudes oma elupaigas ringi juba varakult enne talvepessa sisenemist (Friebe et al., 2001). Rootsis tehtud uuringu põhjal võiks talvitusalaks nimetada maa-ala karu talvepesa ümber, mille raadiuseks on vähemalt 1000 meetrit, kuna inimtegevus kaugemal kui 1000 m oli karu jaoks tolereeritav, aga lähemal kui 1000 m põhjustas karu ärkamise taliuinakust (Linnell et al., 2000). Lisaks sõltub karu elupaiga suurus ja talvitusala valik toidu olemasolust ja kättesaadavusest (Dahle & Swenson, 2003). Tavapäraselt on emased karud talvitusala osas valivamad kui isased, kuna varajane ärkamine taliuinakust on neile energiakulukam (Elfström & Swenson, 2009).

2.5. Talvitusala valikut mõjutavad tegurid

Pruunkaru talvitusala eelistused on seotud mitmete teguritega. Tinglikult võib talvitusala mõjutavad tegurid jagada kahte rühma:

- inimseoselised tegurid (hoonete kaugus ja arv, väikeste ja suurte teede kaugus, liiklussagedus teedel, liikluse mõju ning teede tihedus)
- looduslikud tegurid (metsa vanus, kuuse ja metsa osakaal, metsa- ja elupaigatüüp)

2.5.1. Inimseoselised tegurid

Üks peamisi põhjuseid talvepesade hülgamisel on inimtegevuse lähedus. Rootsis läbi viidud uuringu põhjal oli 67% hüljatud pesadest maha jäetud inimtegevuse tagajärjel (Elfström et al., 2008). See näitab, et inimtegevuse lähedus on väga oluline talvituskohta valikut mõjutav tegur. Pruunkaru on varjatud eluviisiga, liikudes vaid videvikutundidel ja sombuste ilmadega päevadel, eesmärgiga vältida kokkupuudet inimtegevusega (Sahlén et al., 2011). Samas ei leia tänapäeval inimtegevusest puutumata suuri maa-alasid Euroopas, mis oleksid suurkiskjate populatsioonide püsimiseks vajalikud (Pažetnov, 1990; Martin et al., 2010; Ordiz et al., 2011). Kuigi karu eelistab talvituskohta, mis asub inimtegevusest

eemal (Pigeon et al., 2014), ei ole võimalik tal alati vältida kokkupuudet inimseoseliste teguritega (Ciarniello et al., 2005).

Rootsi ja Kanada uuringute kohaselt talvitusid pruunkarud võimalikult palju raskemini ligipääsetavates kohtades kui nad olid valinud talvituskohaks ala inimasustuse lähedal (Ciarniello et al., 2005; Sahlén et al., 2011). Ka Swenson et al. (1997) leidsid, et karud vältisid rohkem külasid kui üksikuid maju. Leiti, et pigem vältisid karud just rohke inimtegevusega kohti, mitte tiheda hoonestusega alasid. Kõige vähem tolerantsed asustuse läheduse osas olid täiskasvanud isased pruunkarud (Elfström & Swenson, 2009). Kirjanduse andmetel leiti, et karud taluvad tööstusettevõtete lähedust vaid siis, kui need pole talvepesale lähemal kui paar kilomeetrit (Linnell et al., 2000).

Erinevate uuringute kohaselt on leitud, et pruunkarud vältisid just kohaliku tähtsusega maanteed lähedust, kus inimtegevus oli tihedam kui väikeste metsateede ja kiirteede korral (Elfström et al., 2008; Carere & Maestripieri, 2013). Erinevalt kiirteedest võib kohaliku tähtsusega maanteed ääres peatuda ja parkida, mis suurendab inimeste rekreatsioonilist tegevust selles piirkonnas. Väikeste teede lähedus karude talvituskohta valikut ei mõjutanud, kuna talvisel ajal nendelt teedelt lund ei koristatud ja seetõttu oli inimesepoolne häirimine minimaalne (Elfström & Swenson, 2009). Rootsi uuring kinnitas, et kõige sagedamini hüljatud talvepesad asusid teede ääres, mida puhastati lumest ka talvel (Elfström & Swenson, 2009). Isegi talvituskohtade paiknemine raudteeliinide läheduses ei häirinud karusid, kuna sellega kaasnes vaid kaubavedu, mitte otsene suurenenud inimtegevus. Siiski vältisid karud suure liiklustihedusega teid (Elfström et al., 2008; Sahlén et al., 2011). Kanada pruunkarud eelistasid talvitusalasid, kus teede tihedus oli madal ja inimasustus talvepesast kaugel (Pigeon et al., 2014).

Põhja-Ameerika ja Skandinaaviamaade uuringute kohaselt talusid pruunkarud inimtegevust, mis asus vähemalt 1 km kaugusel (Linnell et al., 2000; Ciarniello et al., 2005). Kaks Rootsi uuringut kirjeldasid, et pruunkaru talub inimtegevust vaid siis, kui külade keskmine kaugus talvepesast oli keskmiselt rohkem kui 3 km ja teede kaugus rohkem kui 1 km (Swenson et al., 1997; Linnell et al., 2000).

2.5.2. Looduslikud tegurid

Suurel määral mõjutavad pruunkarude talvituskohta valikut looduslikud tegurid. Sageli valivad karud talvepesa jaoks sobiva koha maastikutunnuste ja taimestiku põhjal, mitte

lumekatte järgi, kuna tihti pole talvepessa sisenedes veel lund maha tulnud või on seda vähem kui taliuinaku ajal (Friebe et al., 2001; Elfström et al., 2008).

Karu eelistab talvitusala suuri metsaalasid. Venemaa uuringus leiti, et pruunkarud eelistasid metsi, mille pindala ei jää alla 10 000 ha (Pažetnov, 1980). Selline eelistus oli loomulikult võimalik vaid suurte metsa-aladega territooriumidel. Metsatüübina eelistasid pruunkarud talvitumiseks enamasti okasmetsa (Dahle & Swenson, 2003; Kindberg, 2011; Pigeon et al., 2014). Rootsi uuringus leiti, et just noored emased ja isased karud eelistasid männikuid kuusikutele, kuid täiskasvanud isaste karude talvituskohas oli suurem kuuskede osakaal (Elfström & Swenson, 2009). Leiti, et karud vältisid talvitumiseks lehtmetsi, soid ja muid liigniiskeid piirkondi (Elfström & Swenson, 2009). Samuti vältisid Rootsi karud talvituskoha valikul veekogude lähedust, aga leiti, et sellist seost tuleks veel põhjalikumalt uurida (Elfström et al., 2008). Itaalia uuringus leiti, et 52% talvepesadest asusid okasmetsas (Groff et al., 1998). Kanada pruunkarud eelistasid samuti okasmetsa, kuid lisaks oli oluline piisav kevadise toidu olemasolu, et võimalikult kiiresti talve jooksul kaotatud energiahulk taastada (Pigeon et al., 2014). Kanada pruunkarudest 40% eelistasid talvitumiseks okasmetsa, mille vanus oli vahemikus 45–99 aastat ja üle poolte karudest eelistasid rohkem kui 100 aasta vanuseid metsi (Ciarniello et al., 2005). Rootsi uuringus asusid pesad nii raiesmikel kui ka 90–100 aasta vanuses metsas (Martin et al., 2010).

2.6. Karu talvitusala ruumiline mudel

Ruumilist mudelit on kasutatud erinevate loomade elupaiga kasutuse uuringutes, et välja selgitada loomade eelistused seoses teatud maa-alal esinevate keskkonnateguritega ja tagada seeläbi nende parem kaitse (Nazeri *et al.*, 2012; Chunco et al., 2013; Bosch et al., 2014; Nawaz, et al., 2014). Eriti levinud on mudeli koostamine haruldaste liikide uurimiseks nii taime- kui ka loomariigis (Ray et al., 2011; Chunco et al., 2013). Näiteks on elupaiga sobivuse ruumilisi mudeleid koostatud karu (Nazeri et al., 2012), metssea (Bosch et al., 2014) ja hundi (Ahmadi et al., 2013) elupaiga eelistuste paremaks tundmiseks. Ruumilise mudeli koostamiseks kasutatakse programmi MaxEnt (maksimum entroopia, ingl *maximum entropy*) (Nazeri et al., 2012). Selle mudeli põhjal on võimalik määrata elupaiga sobivust ja planeerida selle abil liigi paremat kaitsetegevust ning ennustada uuritava liigi levikut tulevikus.

Eestis on ruumiline mudel koostatud näiteks lendorava (*Pteromys volans*) elupaiga kasutuse kohta, et tagada lendorava populatsiooni püsimine ja nende elukohtade säilimine (Absalon, 2013). Eesti pruunkaru kohta ruumilist mudelit varem koostatud pole.

2.7. Eesti pruunkaru uuringud

Eestis on läbi viidud mitmeid pruunkaru-alaseid uuringuid, näiteks karu toitumisest (Keis, 2006; Vulla, 2006), populatsiooni kaitsekorraldusest (Valdmann, 2001) ja pruunkaru poolt tekitatud kahjustustest (Veske, 2014), kuid vähe on uuritud pruunkaru talvitusala valikut mõjutavaid tegureid ja eelistusi. Pruunkarude talvituskohti ja -alaid on Eestis küll mõnevõrra uuritud (Saealle, 2002; Ermel, 2007), kuid põhjalikum talvitusalade valikute eelistuste analüüs koos karude elupaiga ruumilise mudeli koostamisega on veel tegemata.

Varasematest Eesti uuringutest on selgunud, et siinsed karud kasutasid talvitumiseks kõige rohkem lahtisi ja poolkinniseid pesi, millest viimased jagunesid poolkoobasteks ja tuulemurrualusteks. Ida-Virumaal uuritud talvepesadest peaaegu pooled olid lahtised, 41% oli poolkoopaid ja 12% tuulemurrualuseid (Saealle, 2002).

Pruunkaru talvituskohti uurivas töös kirjeldati karude talvituskohtade kaugust inimtegevusega seotud objektidest ja anti ülevaade karu talvituskohtade levikust erinevates maakatte- ja kasvukohatüüpides (Ermel, 2007).

Inimseoselistest teguritest on leitud, et karupesadest 68% asub linnadest kaugemal kui 10 km (Ermel, 2007). Riigimaanteed jäid talvituskohtadest 1–10 km, kohaliku tähtsusega teed 0,4–6 km ja väikesed teed 0,2–2 km kaugusele. Tehti kindlaks, et 300–400 m kaugusel talvepesast toimus märgatav talude ja teede arvu suurenemine ning leiti, et karude inimõju läheduse talvituspiiriks on minimaalselt 300 m (Ermel, 2007).

Looduslikest teguritest on leitud, et üksikud karud talvitusid sagedamini okasmetsades, kuid emakarud pesakonnaga segametsades. Kõige kasutatamad olid angervaksa, karusambla, siirdesoo, sinilille, naadi, jänsekapsa ja mustika kasvukohatüübid. Elupaigatüüpidest esinesid karude talvitumiskohtades rohkem sega-, okasmets ning üleminekulised metsaalad (Ermel, 2007).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1. Uurimisobjektid ja metoodika

Talvepesad

Eesti pruunkaru talvepesade ja talvituskohtade andmeid koguti ajavahemikul 2003–2015. Suurem osa talvepesadest leiti juhuslikult metsa raietööde ja jahi käigus. Andmed edastati Keskkonnateabe Keskuse ulukiseireosakonda või käesoleva uurimistöö juhendajale. Lisaks koguti pruunkarude talvituskohtade andmeid Ida-Virumaal KESTA programmi LOORA projekti raames 2013. aastal, kus välitöödel osales ka käesoleva töö autor. Üksikud talvepesad leiti juhuslikult muude tegevuste käigus metsas. Kokku tehti kindlaks 98 talvepesa koordinaadid.

Leitud 98 talvepesast jäeti käesoleva töö andmeanalüüsist välja järgmised:

- 1) Üks talvepesa igast teineteise suhtes vähem kui kahe kilomeetri kaugusel asuvast talvepesa paarist, et vältida topeltloenduse võimalikkust. Kokku jäeti välja 14 talvepesa. Põhjenduseks oli väikesel alal ühe karu poolt mitme talvepesa võimalik kasutamine talve jooksul.
- 2) Talvepesad, mille puhul oli talvitumine aset leidnud 1990ndatel, mistõttu puudusid nende talvepesade kohta käesolevaks tööks vajalikud ruumilised andmed. Sel põhjusel jäi välja 1 talvepesa.
- 3) Talvepesad, mille puhul oli tegemist ilmse veaga koordinaatides. Andmed ankeedis ei vastanud digitaalse kaardi andmetele. Selliseid talvepesasid oli 6.

Pärast andmestiku korrastamist jäi magistritöös kasutatud andmebaasi 79 talvepesa andmed.

Juhupunktid

Talvituskoha valiku väljaselgitamiseks loodi juhupunktide andmebaas, kuhu kuulusid juhupunktid pruunkarude levikualal ja väljaspool seda.

Juhupunktid pruunkaru levikualal. GIS programmis loodi juhupunktid talvepesade levikualale, et võrdluses talvepesade ja juhupunktide vahel teha kindlaks, missugused on karu eelistused maastiku tasemel. Päraste nende punktide väljajätmist, mis olid sattunud

ebasobivatesse elupaikadesse (asulad, veekogud märgalad, teed, põllud) jäi sellesse andmebaasi 100 juhupunkti.

Juhupunktid väljaspool pruunkarude levikuala. GIS programmis loodi juhupunktid väljaspool karu talvepesade levikuala, et teha kindlaks, kas tegurid, mis võiksid mõjutada karu talvituskoha valikut, on levikualal ja väljaspool seda erinevad. Pärast ebasobivate punktide väljajätmist jäi sellesse andmebaasi 71 juhupunkti.

Talvepesasid kirjeldavad tunnused

Enamike talvepesade kohta olid olemas järgmised andmed:

- talvepesa tüüp (n=60): koobas, risuhunniku alune, süvend, tormimurru alune;
- andmed talvituja kohta (n=57): üksikisend / pesakond;
- pesa kasutuse kordade arv (n=66): üks / kaks ja rohkem;
- talvepesa olemasolust teadasaamise põhjused (n=60): leidmine karu häirimisega / leidmine ilma häirimiseta;

Pesa- ja juhupunktide lähiümbrust kirjeldavad tegurid

Pesapunktide, pruunkaru levikualal ja väljaspool seda asuvate juhupunktide ümber loodi GIS programmi kasutades puhverala, mille raadiuseks oli 1000 m, kuna kirjanduse andmetel on karu talvituskoha raadiuseks vähemalt 1000 m (Linnell et al., 2000). Sellest territooriumist väljaspool lepib karu vähese, aga mitte pideva inimtegevusega, kuid mõningane inimtegevus 1000 m raadiusega ala sees võib põhjustada karu ärkamise (Linnell et al., 2000). Programmi ArcGIS abil leiti kõiki punkte ja nende lähiümbrust kirjeldavad tegurid nii puhveralas kui ka sellest välja ulatuvalt (Tabel 1). Uuritavad tegurid valiti kirjandusepõhiselt (Linnell et al., 2000; Friebe et al., 2001; Manchi & Swenson, 2005; Elfström et al., 2008; Elfström & Swenson, 2009). Inimseoselisteks teguriteks olid hoone kaugus, hoonete arv, lähima väikese tee kaugus, lähima suure tee kaugus, liiklussagedus lähimal suurel teel, liikluse mõju, teede tihedus. Looduslikeks teguriteks olid kaugus metsa servast, metsaserva pikkus, metsa fragmenteeritus, puistu vanus, kuuse osakaal, kaugus vooluveest, metsatüüp, kasvukohatüüp, elupaigatüüp. Kaugus hoonetest, hoonete arv, kaugus teedest ja vooluveest, teede tihedus, metsatüüp, metsa pindala, punkti kaugus elupaigalaigu servani ning metsa serva pikkus puhvris leiti kasutades Eesti Topograafilise Andmekogu andmeid (Maa-amet, 2011). Suurte teede hulka arvati erinevate pinnasekatetega põhi-, kõrval ja tugimaanteed ja väiksemate teede hulka kõik väiksemad teed kuni metsaradadeni välja.

Tabel 1. Pruunkarude talvitusala ja kõiki juhupunkte ning neid ümbritsevaid alasid iseloomustavad tegurid

Tegur	Ühik	Selgitus
Hoone kaugus	m	Pesapunkti kaugus lähimast hoonest Eesti Topograafilise Andmekogu (ETAK) alusel
Hoonete arv	tk	Hoonete arv 1000m raadiuses pesapunktist (ETAK)
Lähim väike tee	m	Lähima väikse tee kaugus pesapunktini (ETAK)
Lähim suur tee	m	Lähima suure tee kaugus pesapunktist (ETAK)
Liiklussagedus lähimal suurel teel	autot/ ööpäevas	Keskmine aastane liiklussagedus (ETAK) lähimal riigimaanteel Maanteeameti Teederegistri andmetel
Liikluse mõju	autot ööpäevas/m	Liiklussageduse mõju tugevus pesapunktile arvatuna liiklussagedus/ liiklussagedusega tee kaugus pesapunktist
Teede tihedus (km/km ²)	km/km ²	Teede tihedus kilomeetrites ühe ruutkilomeetrise alal (ETAK)
Kaugus metsa servast	m	Pesapunkti kaugus metsa servani (ETAK) põhjal
Metsa serva pikkus	m	Metsa serva ümbermõõt meetrites 1000 m raadiusega puhvris (ETAK)
Metsa fragmenteeritus	m/ha	Metsa piirjoone pikkuse ja metsa pindala suhe (P/S) 1000m raadiusega puhvris
Kaugus vooluveest	m	Lähima kraavi, kanali, jõe kaugus pesapunktist (ETAK)
Puistu vanus	a	Puistu vanus Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Kuuse osakaal	%	Kuuse osakaal puistus Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Metsa osakaal	%	Metsa osakaal 1000m raadiusega puhvris ETAK põhjal
Metsatüüp	-	E. Lõhmuse (1984) süsteemi järgi
Elupaigatüüp	-	Maakattetüüp Corine andmebaasis
Kasvukohatüüp	-	Metsaeraldiste takseerandmebaasist

Elupaigatüüp leiti Corine andmebaasi abil ja andmed kasvukohatüübi, kuuse osakaalu ja puistu vanuse kohta Metsaregistrist (Metsaregister, 2015), teede liiklussageduse andmed saadi Teederegistrist (Maanteeamet, 2009). Lisaks tuletati saadud väärtusi kasutades liikluse mõju punktile (liiklussageduse ja tee kauguse suhe) ning fragmenteeritus (metsa ümbermõõdu ja pindala suhe).

Tegurite metsatüüp, elupaigatüüp ja kasvukohatüüp variandid olid järgmised:

- metsatüüp: sooviku, kõdusoo, laane, palu, salu, samblasoo, rohusoo, rabastuv mets, mineraalne puistang, mittemets, nõmme. Väheste väärtuste tõttu liideti enne logistilist regressioonanalüüsi neli viimast varianti ja nimetati see metsatüübiks 'muu'.
- Elupaigatüüp: segamets, okaspuumets, üleminekulised metsaalad, lehtmets, kasutamata põllumaa, turbaväli.
- Kasvukoht: angervaksa, sinilille, mustika-kõdusoo, jänsekapsa, jänsekapsa-kõdusoo, jänsekapsa-mustika, karusambla, kõdusoo, lodu, madal soo, mineraalne puistang, mustika, naadi, pohla, raba, sambliku, siirdesoo, sinika, tarna.

Talvepesad ja keskkonnategurid talvitusala ruumilise mudeli modelleerimisel

Talvitusala mudeli loomiseks koostati erinevate keskkonnateguritega GIS-andmekihid ja pruunkaru talvepesade koordinaatidega kiht.

Pruunkaru talvepesad. Talvitusala mudelis kasutati talvepesade (n=79) kihi loomiseks koordinaate, mis vastasid 1997 *Estonia National Grid* koordinaatsüsteemile.

Talvitusala valikut mõjutavad keskkonnategurid. Talvitusala ruumilise mudeli koostamiseks valiti välja tegurid (n=9) eeldusel, et nende kohta olid Eesti mandriosa katvad GIS-andmekihid eelnevalt olemas. Mudelisse kaasatud tegurid põhinesid järgnevalt:

- 1) Antud töös eelnevalt uuritud tegurid
- 2) Kirjanduse põhjal potentsiaalselt karu talvitusala valikut mõjutavad tegurid

Mudelisse kaasatud tegurid olid järgmised (Tabel 2):

- hoonete tihedus
- liikluskoormus teel
- metsa osakaal
- kuuse osakaal
- lehtpuude osakaal
- metsa vanus
- kuuse vanus
- elupaigatüüp (sega-, okas- ja lehtmets)
- kraavide tihedus

Neist kolme teguri (kuuse osakaal ja vanus ning elupaigatüüp) kohta koostati GIS rasterkihid pikslisuurusega 100×100 meetrit. Teiste tegurite kohta olid juba ruumipunktide võrgustiku GIS-kihid sama pikslisuurusega eelnevalt olemas (Absalon, 2013; Kont et al., 2015).

Keskkonnategurid esitati võrgustikuna ehk rasterkujul, mida kasutati hilisemas üle-eestilises talvitusvalade mudeli koostamises programmiga MaxEnt ja selle põhjal kaardi kujundamiseks ArcGIS 10.2-ga.

Tabel 2. Potentsiaalsed talvitusala valikut mõjutavad tegurid, mida kasutati Eesti pruunkaru talvitusalade modelleerimiseks kogu Eesti mandrialal. Arvutustes kasutatud keskkonnategurite kihid olid rasterkujul (100×100 m suuruse piksliga)

Tegur	Ühik	Selgitus
Metsa osakaal	%	Puistude, sealhulgas metsa ja põõsastike osakaal maastikul Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Kuuse osakaal	%	I rinde kuuskede puidu tagavara osakaal Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Lehtpuude osakaal	%	I rinde lehtpuude puidu tagavara osakaal Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Metsa vanus	a	Pindalaga kaalutud keskmine puistu vanus maastikus Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Kuuse vanus	a	Kuuse vanus Metsaregistri takseerandmebaasi andmetel
Elupaigatüüp	-	Maakattetüüp Corine andmebaasis
Kraavide tihedus	km/km ²	Kraavide tihedus maastikus Eesti topograafilise Andmekogu (ETAK) alusel
Hoonete tihedus	arv/km ²	Eluhoonete tihedus maastikus ETAK alusel
Liikluskoormus	autode arv x km/ööpäev	Kõvakattega teede 1 km lõikusid ööpäevas läbinud autode arv korrutatud kogu puhvrise jääva tee pikkusega Maanteeameti andmetel

3.2. Andmeanalüüs

Kirjeldav analüüs. Pesapunkte, juhupunkte ja nende ümbrust iseloomustavaid tegureid kirjeldati järgmiste statistikutega: miinimumväärtus, alumine kvartiil, mediaan, ülemine kvartiil, maksimumväärtus, keskmine väärtus. Pesapunktide, juhupunktide ja nende ümbrust (talvitusala) iseloomustavate tegurite kirjeldamiseks kasutati lihtsaid sagedustabeleid.

Logistiline regressioon. Seoseid pesapunkti ja levikuala juhupunktide (I mudel) ning pesapunkti ja väljaspool levikuala asuvate juhupunktide vahel (II mudel) analüüsiti logistilise regressiooniga. Logistilisest regressioonimudelid jäid välja talvepesa kirjeldavad tegurid, mida ei olnud juhupunktide kohta võimalik määrata (pesatüüp, korduvkasutamine,

talvituva karu andmed, pesa leidmise põhjus); kasvukohatüüp, mille 20 variandis esines vähe väärtusi ja sisulistel põhjustel polnud neid mõttekas omavahel kombineerida. Logistilisse regressioonist kaasati kahest tunnusest vaid üks (rohkem informatsiooni sisaldav) kui neist ühte tunnust kasutati teise leidmiseks (metsa fragmenteeritus vs metsaserva pikkus, liiklusmõju vs liiklussagedus).

Logistilise regressioonanalüüsi I mudelis kasutati binaarse sõltuva tunnusena pesapunkte ja juhupunkte koos nende lähiümbrusega levikualal, II mudelis aga pesapunkte ja juhupunkte koos nende lähiümbrusega väljaspool levikuala. Kirjeldavateks tunnusteks olid mõlemas mudelis inimseoselistest teguritest hoone kaugus, hoonete arv, lähima väikese tee kaugus, lähima suure tee kaugus, teede tihedus, liikluse mõju lähimal suurel teel ning looduslikest teguritest kaugus metsa servast, metsa fragmenteeritus, kaugus kraavist, puistu vanus, kuuse osakaal, metsa osakaal ja metsa tüüp. Tulemuste paremaks interpreteerimiseks suurendati logistilises regressioonis järgmiste kirjeldavate tunnuste mõõdetühikuid (sulgudes uus mõõdetühik): hoone kaugus (10 m), lähima väikese tee kaugus (10 m), lähima suure tee kaugus (10 m), kaugus metsa servast (10 m), kaugus kraavist (10 m), puistu vanus (10 a) kuuse osakaal (10%) ja metsa osakaal (10%). Välja arutati šansisuhted (OR) koos 95% usaldusvahemikuga (95% CI). Mõlemas logistilise regressiooni mudelis kohandati šansisuhted kõikidele mudelis kasutatud tunnustele.

Andmete analüüsiks kasutati statistikaprogrammi STATA 10.0.

Mudeli modelleerimine. Pruunkaru talvitusvalade ruumilise mudeli koostamiseks kasutati programmi MaxEnt (Young et al., 2011; Phillips & Dudik, 2008; Phillips, 2006; Phillips et al., 2006). Talvitusvalade leviku ennustamiseks kasutati meetodit, mis vajab vaid liigi esinemiskohtade (pesapunktide) koordinaate, sest pruunkaru mitteesinemise kohtade koordinaate ei olnud. Selleks, et näidata iga teguri osakaalu ruumilise mudeli tugevuses, viidi läbi *Jackknife resampling* analüüs.

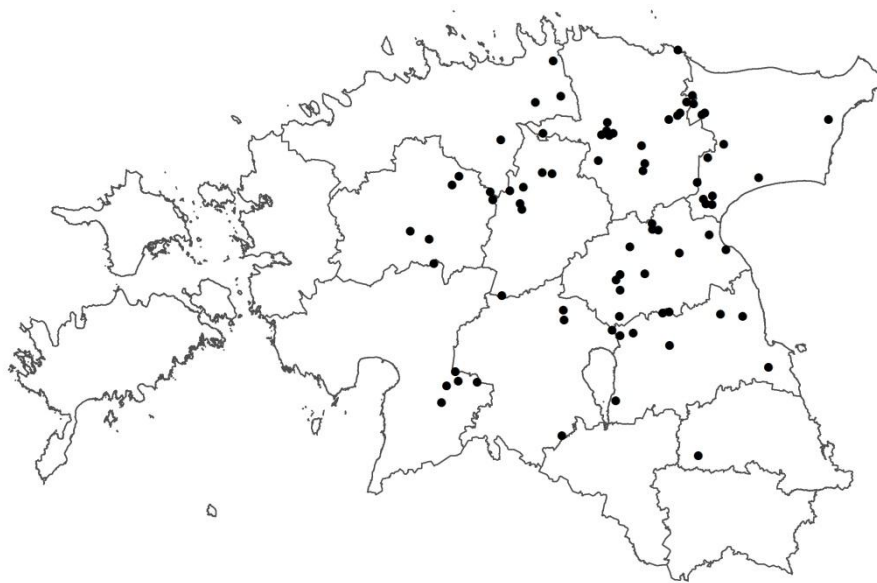
Mudeli ennustusvõime hindamine. Talvitusvalade mudeli ennustusvõime hindamiseks kasutati ROC-kõvera analüüsi (ingl *Receiver Operating Characteristic Curve Analysis*), mida iseloomustab näitaja AUC (ingl *area under the curve*) mõõtis tõenäosust, et liigi esinemiskoht on kõrgema esinemistõenäosusega kui juhuslikult valitud mitte-esinemiskoht. Väärtus 0,5 tähendas, et mudel ei erinenud juhuslikust ennustusest ja sellest kõrgem väärtus näitas, et mudelil oli juhuslikust parem ennustusvõime. Selleks, et hinnata talvitusvalade mudeli ennustusvõimet viidi MaxEnt programmi abil läbi ristvalideerimise

(ingl *crossvalidate*) protsess, kus olemasolevad talvepesade koordinaadid jagati kahte gruppi: kontrollandmed (25% koordinaatidest) ja testandmed (75% koordinaatidest). Treeningandmeid kasutati talvepesade ruumilise mudeli koostamisel ja kontrollandmete põhjal vaadati, kui hästi prognoosis koostatud mudel keskkonnategurite põhjal välja jäetud kontrollpunktide sobivust karu talvitumiseks. Kogu arvutusprotsess toimus MaxEnt programmis 15 korda ja igal korral erinevate punktidega ning lõpuks leiti mudeli keskmine ennustusvõime. Ruumilise mudeli põhjal projitseeriti talvitusala kaart Eesti mandrialale, mille piksli suuruseks oli 100×100 m. Talvitusala sobivust hinnati keskkonna sobivusindeksiga, mille väärtused ulatusid nullist kuni üheni. Mida suurem oli indeksi väärtus 100x100 m kaardipiksli korral, seda sobilikum oli see ala karu talvitusaalana.

4. TULEMUSED

4.1. Talvepesade ja talvitusvalade kirjeldus

Uuritud talvepesad (n=79) asusid peamiselt Kirde-, Ida- ja Kesk-Eestis. Kõige rohkem asus talvepesasid Lääne-Virumaal (21,5%) ja sellele järgnevad Jõgevamaa (16,5%), Ida-Virumaa (15,2%), Tartumaa (10,1%) ning Raplammaa (10,1%). Vähem talvepesasid asus Järva-, Viljandi-, Harju-, Pärnu- ja Põlvamaal.



Joonis 1. Pruunkarude talvepesade (n=79) asukohad Eestis, 2003–2015.

Talvipesa tüübilt kasutasid pruunkarud kõige rohkem süvendeid (71,7%), oluliselt vähem kasutati tormimurru aluseid ja koopaid. Leitud talvipesadest oli 60,3% talvitujateks pesakond ja 39,7% üksik isend. Pesadest oli ühekordselt kasutatud 78,8% ning pesadest 56,5% leiti koos karu häirimisega (Tabel 3).

Tabel 3. Pruunkarude talvipesasid iseloomustavad tunnused

Tunnus	n	%
Pesatüüp (n=60)		
Koobas	6	10,0
Risuhunniku alune	2	3,3
Süvend	43	71,7
Tormimurru alune	9	15,0
Pesa kasutanud karude andmed (n=58)		
Üksik	23	39,7
Pesakond	35	60,3
Pesa korduvkasutus (n=66)		
1 kord	52	78,8
2+ korda	14	21,2
Pesa leidmise põhjus (n=62)		
Leidmine häirimisega	35	56,5
Leidmine häirimiseta	27	43,5

Leitud pesapunktid (n=79) asusid hoonetest keskmiselt 964 m, väikestest teedest 301 m ja suurtest teedest 2385 m kaugusel (Tabel 4). Teede tiheduseks talvipesa ümbritseval alal (1000 m raadius) oli keskmiselt 1,5 km/km².

Tabel 4. Talvituskohta ning juhupunkte talvitusosalal ja väljaspool seda iseloomustavate inimseoseliste tegurite kirjeldus (miinimumväärtus, alumine kvartiil (Q1), mediaan, ülemine kvartiil (Q3), maksimumväärtus, keskmine väärtus)

Inimseoseline tegur	Min	Q1	Mediaan	Q3	Max	Keskmine
Hoone kaugus (m)						
Pesapunkt	64	435	778	1284	4030	964
Juhupunkt talvitusosalal	43	445,5	746,5	1130,5	3874	898,0
Juhupunkt väljaspool talvitusala	27,5	311,0	565,3	872,1	4711,3	706,8
Hoonete arv (tk)						
Pesapunkt	0	0	2	14	61	9
Juhupunkt talvitusosalal	0	0	4	12	73	9
Juhupunkt väljaspool talvitusala	0	2	10	28	102	19,1
Lähim väike tee (m)						
Pesapunkt	1	159	233	1005	1646	301
Juhupunkt talvitusosalal	3	105,5	194	405,5	1527	292,0
Juhupunkt väljaspool talvitusala	4,2	86,5	146,4	255,3	713,7	193,4
Lähim suur tee (m)						
Pesapunkt	172	1060	1770	3035	10 007	2385
Juhupunkt talvitusosalal	302	999	1741,5	3121	7422	2154,0
Juhupunkt väljaspool talvitusala	42,9	822,1	1144,4	1933,5	5381,8	1451,5
Liiklussagedus lähimal suurel teel (KAL)						
Pesapunkt	164	746	1269	2405	7177	2085
Juhupunkt talvitusosalal	199	654	1257	2107	7144	1817,0
Juhupunkt väljaspool talvitusala	5	63	155	699	6179	691,5
Liikluse mõju (KAL/m)						
Pesapunkt	1,4	16,3	33,2	87,0	841,9	90,6
Juhupunkt talvitusosalal	4,6	16,5	29,8	87,0	537,1	65,6
Juhupunkt väljaspool talvitusala	0,6	5,6	16,3	66,2	1697,9	80,2
Teede tihedus (km/km²)						
Pesapunkt	0	0,8	1,5	2,0	4,8	1,5
Juhupunkt talvitusosalal	0	0,8	1,4	2,2	5,0	1,6
Juhupunkt väljaspool talvitusala	0,2	1,4	2,0	3,0	5,3	2,2

Talvepesade mediaankaugus metsaservast oli 434 meetrit (Tabel 5). Kuuse osakaal pesapunkti ümbritseval talvitusosal oli keskmiselt 42% ja metsa osakaal 82%.

Tabel 5. Talvituskohta ning juhupunkte talvitusosal ja väljaspool seda iseloomustavate looduslike tegurite kirjeldus (miinimumväärtus, alumine kvartiil (Q1), mediaan, ülemine kvartiil (Q3), maksimumväärtus, keskmine väärtus)

Looduslik tegur	Min	Q1	Mediaan	Q3	Max	Keskmine
Kaugus metsa servast (m)						
Pesapunkt	13	198	434	830	5727	633
Juhupunkt levialal	4,8	104,5	294,7	635,5	2351	441,0
Juhupunkt väljaspool leviala	3	63	225	489	1768	328,7
Metsaserva pikkus (m)						
Pesapunkt	6213	11311	15745	18685	34174	15992
Juhupunkt levialal	3028	11258,5	15345	18149	48971	15484,4
Juhupunkt väljaspool leviala	7675	13033	17704	24597	44279	19549,3
Metsa fragmenteeritus (m/m²)						
Pesapunkt	20,5	42	62	91	163	68
Juhupunkt levialal	20,0	48,1	61,3	98,9	357,0	79,7
Juhupunkt väljaspool leviala	24,6	58,1	85,9	142,6	256,8	101,0
Kaugus vooluveest (m)						
Pesapunkt	4	54	106	326	5394	390
Juhupunkt levialal	3,9	43,3	89,9	225,7	2569	213,4
Juhupunkt väljaspool leviala	30	550	918	1703	5081	1222,6
Puistu vanus (a)						
Pesapunkt	7	21	40	50	130	43
Juhupunkt levialal	1	22	52,5	69	190	50,8
Juhupunkt väljaspool leviala	1	15	42	70	115	47,2
Kuuse osakaal (%)						
Pesapunkt	0	10	30	80	100	42,2
Juhupunkt levialal	0	0	8	50	100	27,3
Juhupunkt väljaspool leviala	0	0	5	39	100	25,0
Metsa osakaal (%)						
Pesapunkt	27	73	90	96	100	81,8
Juhupunkt levialal	4,3	62,3	81,3	93,7	100	74,4
Juhupunkt väljaspool leviala	13,4	57,0	75,6	88,6	99,5	70,5

Metsatüübilt asus kõige rohkem pesapunkte soovikus (24,1%), kõdusooos (20,2%), laane- (17,7%) ja palumetsas (11,4%) (Tabel 6). Mineraalset puistangut, mittemetsa ega nõmmemetsa ei esinenud metsatüübina väljaspool levikuala asuvate juhupunktide ümbruses.

Tabel 6. Metsatüüpide esinemine (n, %) pesapunktides, levikualal ja väljaspool seda asuvates juhupunktides

Metsatüüp	Pesapunkt		Juhupunkt talvitusaalal		Juhupunkt väljaspool talvitusala	
	n	%	n	%	n	%
Sooviku	19	24,1	18	18,0	17	23,9
Kõdusoo	16	20,2	15	15,0	7	9,9
Laane	14	17,7	11	11,0	16	22,5
Palu	9	11,4	16	16,0	19	26,8
Salu	6	7,6	11	11,0	3	4,2
Samblasoo	5	6,3	18	18,0	6	8,5
Rohusoo	4	5,1	5	5,0	1	1,4
Rabastuv mets	3	3,7	3	3,0	2	2,8
Mineraalne puistang	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Mittemets	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Nõmme	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Kokku	79	100,0	100	100,0	71	100,0

Elupaigatüübilt asus kõige rohkem talvepesapunkte segametsas (39,2%), okasmetsas (24,1%) ja üleminekulistel metsaaladel (21,5%) (Tabel 7). Segamets, okasmets ja üleminekulised metsaalad olid enamlevinud nii levikualal kui väljaspool seda asuvate juhupunktide puhveraladel. Turbaväljal ei paiknenud ühtegi väljaspool levikuala paiknevat juhupunkti.

Tabel 7. Elupaigatüüpide esinemine (n, %) talvepesapunktides, levikualal ja väljaspool seda asuvates juhupunktides

Elupaigatüüp	Pesapunkt		Juhupunkt talvitusaalal		Juhupunkt väljaspool talvitusala	
	n	%	n	%	n	%
Segamets	31	39,2	35	35,0	31	43,7
Okasmets	19	24,1	21	21,0	16	22,5
Üleminekulised metsaalad	17	21,5	22	22,0	12	16,9
Lehtmets	8	10,1	13	13,0	10	14,1
Kasutamata põllumaa	3	3,8	3	3,0	2	2,8
Turbaväli	1	1,3	6	6,0	0	0,0
Kokku	79	100,0	100	100,0	71	100,0

Talvepesapunktide kasvukohatüüpideks olid kõige enam angervaksa (21,5%), sinilille (12,7%) ja mustika-kõdusoo (11,4%) (Tabel 8). Teiste kasvukohatüüpide kasutamise osakaal varieerus vahemikus 1,3%–7,6%.

Talvepesapunktide ümbruses ei olnud jänsekapsa-pohla, karusambla-mustika, sõnajala ja tarna-angervaksa ning levikuala juhupunktide ümbruses tarna ja karusambla kasvukohta. Väljaspool levikuala asuvate juhupunktide puhveralal ei esinenud kasvukohtadest järgmisi: lodu, pohla, sambliku, mineraalne puistang, heinamaa ja sõnajala.

Tabel 8. Kasvukohatüübi esinemine (n, %) talvepesapunktides, levikualal ja väljaspool seda asuvates juhupunktides

Kasvukoht	Pesapunkt		Juhupunkt talvitusaalal		Juhupunkt väljaspool talvitusala	
	n	%	n	%	n	%
Angervaksa	17	21,5	15	15,0	11	15,5
Sinilille	10	12,7	6	6,0	5	7,1
Mustika-kõdusoo	9	11,4	7	7,0	1	1,4
Jänesekapsa-kõdusoo	6	7,6	7	7,0	3	4,2
Naadi	6	7,6	10	10,0	3	4,2
Jänesekapsa	4	5,1	5	5,0	11	15,5
Jänesekapsa-mustika	4	5,1	7	7,0	12	16,9
Siirdesoo	4	5,1	7	7,0	4	5,7
Mustika	3	3,8	2	2,0	1	1,4
Sinika	3	3,8	3	3,0	1	1,4
Lodu	2	2,5	1	1,0	0	0,0
Madalsoo	2	2,5	4	4,0	1	1,4
Tarna	2	2,5	0	0,0	1	1,4
Karusambla	1	1,3	0	0,0	1	1,4
Kõdusoo	1	1,3	1	1,0	3	4,2
Pohla	1	1,3	2	2,0	0	0,0
Raba	1	1,3	11	11,0	2	2,9
Sambliku	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Mineraalne puistang	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Heinamaa	1	1,3	1	1,0	0	0,0
Jänesekapsa-pohla	0	0,0	1	1,0	3	4,2
Karusambla-mustika	0	0,0	4	4,0	3	4,2
Sõnajala	0	0,0	1	1,0	0	0,0
Tarna-angervaksa	0	0,0	3	3,0	5	7,0
Kokku	79	0,0	100	100,0	71	100,0

4.2. Tegurite võrdlus pesapunktide ja juhupunktide ümbruses

4.2.1. Pesapunktide ja levikualal asuvate juhupunktide võrdlus

Tõenäosus talvepesa koha valikuks võrreldes levikualal olevate juhupunktide ja selle lähiümbrusega on suurem seal, kus on suurem kuuse osakaal ja noorem puistu (Tabel 9). Võrreldes juhupunktidega levikualal suurenes kuuse osakaalu kasvades talvepesa koha valiku eelistus sellel alal 1,143 korda.

Olulist seost ei leitud inimseoseliste teguritega nagu hoonete kaugus ja arv, lähima väikese ja suure tee kaugus, teede tihedus ja liikluse mõju. Looduslikest teguritest ei leitud seost talvepesa kaugusega metsaservast, metsa fragmenteeritusega, kaugusega vooluveest, metsa osakaalu ja metsa tüübiga.

Tabel 9. Talvepesapunkti šansisuhe (vs juhupunkt talvitusaalal) p-väärtuse ja 95% usaldusvahemikuga (95% CI)

Tunnus (mõõtühik)	OR	95% CI	p-väärtus
Hoonete kaugus (10 m)	1,001	0,995–1,007	0,745
Hoonete arv (1 tk)	1,024	0,995–1,055	0,107
Lähim väike tee (10 m)	1,010	0,995–1,025	0,182
Lähim suur tee (10 m)	1,001	0,999–1,004	0,379
Teede tihedus (km/km ²)	1,002	0,687–1,461	0,992
Liikluse mõju	1,002	0,999–1,004	0,257
Kaugus metsa servast (10 m)	1,003	0,996–1,010	0,357
Metsa fragmenteeritus (m/ha)	1,001	0,989–1,013	0,887
Kaugus vooluveest (10m)	1,002	0,996–1,008	0,455
Puistu vanus (10 a)	0,888	0,792–0,995	0,041
Kuuse osakaal (10%)	1,143	1,035–1,262	0,009
Metsa osakaal (10%)	1,247	0,942–1,651	0,123
Metsatüüp			
sooviku	1		
kõdusoo	0,867	0,293–2,564	0,797
laane	0,621	0,171–2,255	0,469
palu	0,384	0,119–1,236	0,109
salu	0,247	0,063–1,001	0,051
samblasoo	0,346	0,074–1,615	0,177
Muu	0,721	0,211–2,469	0,603

4.2.2. Pesapunktide ja väljaspool talvitusala asuvate juhupunktide võrdlus

Võrreldes pesapunkte ja juhupunkte väljaspool pruunkaru levikuala, oli tõenäosus talvipesa koha valikuks oluliselt suurem seal, kus teede tihedus oli väiksem ja vooluveekogu kaugemal ning kuuse ja metsa osakaal suurem (Tabel 10). Võrreldes juhupunktidega väljaspool levikuala oli metsa osakaalu suurenemisel 10% võrra tõenäosus talvipesa kohavalikuks 1,394 korda suurem.

Olulist seost ei leitud inimseoseliste teguritega nagu hoonete kaugus ja arv, lähima väikese ja suure tee kaugus ja liikluse mõju. Looduslikest teguritest ei leitud seost talvipesa kaugusega metsaservast, metsa fragmenteerituse, puistu vanuse ja metsatüübiga.

Tabel 10. Talvipesa šansisuhe (vs juhupunkt väljaspool levikuala) p-väärtuse ja 95% usaldusvahemikuga (95%UV)

Tunnus (mõõtühik)	OR	95% UV	p-väärtus
Hoone kaugus (10 m)	0,995	0,986–1,003	0,267
Hoonete arv (1 tk)	1,015	0,984–1,047	0,357
Lähim väike tee (10 m)	1,026	0,999–1,054	0,061
Lähim suur tee (10 m)	1,003	0,998–1,008	0,194
Teede tihedus (km/km²)	0,515	0,322–0,823	0,006
Liikluse mõju	1,002	0,999–1,004	0,147
Kaugus metsa servast (10 m)	1,001	0,986–1,014	0,974
Metsa fragmenteeritus (m/ha)	0,991	0,977–1,006	0,233
Kaugus kraavist (10m)	1,030	1,009–1,051	0,004
Puistu vanus (10 a)	0,960	0,820–1,123	0,607
Kuuse osakaal (10%)	1,175	1,025–1,348	0,021
Metsa osakaal (10%)	1,394	1,065–1,824	0,015
Metsatüüp			
Sooviku	1		
Kõdusoo	2,192	0,539–8,919	0,273
Laane	0,233	0,043–1,255	0,090
Palu	0,307	0,785–1,203	0,090
Salu	1,135	0,155–8,284	0,901
Samblasoo	0,631	0,099–4,033	0,627
Muu	2,174	0,297–15,892	0,444

4.3. Pruunkaru talvitusosalade sobivus

4.3.1. Talvitusosalade mudeli keskkonnategurite osakaal

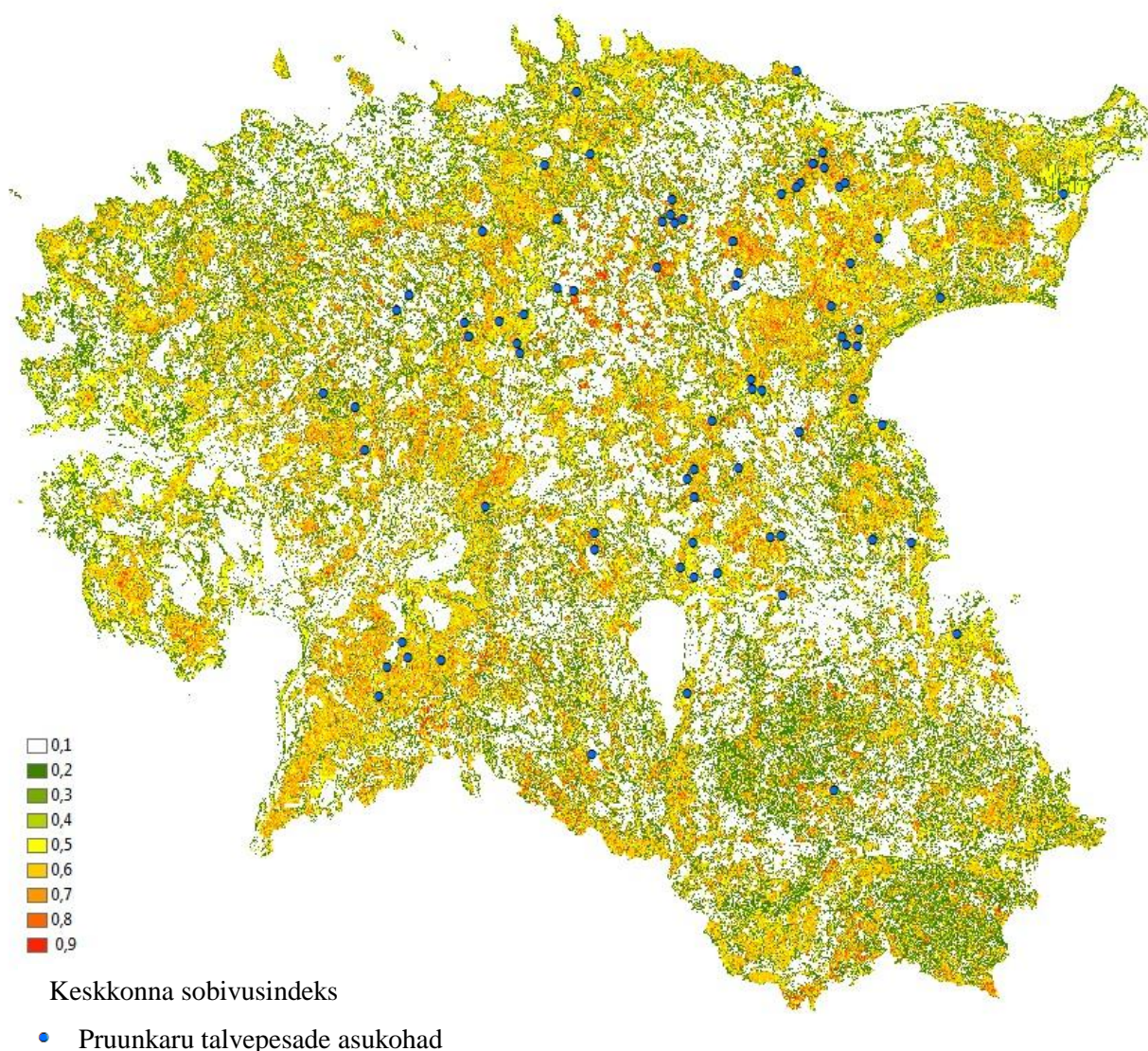
Talvitusosalade mudeli ennustusvõimet mõõdeti näitajaga AUC, mille väärtuseks oli $0,86 \pm 0,035$. Mudelisse kaasatud 9 erinevat keskkonnategurit (metsa, kuuse ja lehtpuude osakaal, metsa ja kuuse vanus, elupaigatüüp, kraavide ja hoonete tihedus ning liikluskoormus) võeti arvesse mudeli koostamisel erineva osakaaluga (Tabel 11). Pruunkaru talvituskooha valikul oli kõige suurema osakaaluga mets (85,7%), millele järgnesid kuusk (5,3%) ja elupaigatüüp (3,6%). Kuuse vanuse, kraavide tiheduse, metsa vanuse ja lehtpuude osakaalud varieerusid vahemikus 0,5–2,2%. Mudelile ei olnud mingit mõju hoonete liikluskoormusel ega hoonete tihedusel.

Tabel 11. Ruumilise mudeli kasutatud keskkonnategurite osakaalud mudelis (%)

Tegur	Osakaal mudelis (%)
Mets	85,8
Kuusk	5,3
Elupaigatüüp	3,6
Lehtpuu	2,2
Metsa vanus	1,5
Kraavide tihedus	1,1
Kuuse vanus	0,5
Liikluskoormus	0,0
Hoonete tihedus	0,0

4.3.2. Talvitusvalade sobivuse kaart Eesti mandrialal

Pruunkaru talvitusvalade projitseerimise tulemusel leiti, et pruunkarule sobilikud talvitusvalad keskkonna sobivusindeksiga vahemikus 0,5–0,8 paiknesid ühtlaselt kogu Mandri-Eesti alal (Joonis 2). Selle kaardi järgi asus kõige kõrgema keskkonna sobivusindeksiga (0,7–0,9) kohti Lääne- ja Ida-Virumaal. Mõnevõrra hõredamalt (sobivusindeks 0,5–0,6) paiknesid sobivad talvitusvalad kogu Mandri-Eestis. Kõige vähem sobivaid talvitusvalasid paiknes Läänemaa lääneosas, Harju- ja Võrumaal (sobivusindeks 0,2–0,4) ning linnade ümbruses (sobivusindeks 0,1).



Joonis 2. Eesti pruunkaru talvitusvalade kaart koos teadaolevate pesapunktidega, mis on projitseeritud MaxEnt talvitusvalade mudeli põhjal Eesti mandrialal.

5. ARUTELU

Käesoleva magistritöö põhieesmärgiks oli uurida pruunkarude talvitusalasid Eestis. Töö tulemuste põhjal asus kõige rohkem talvepesasid maapinna süvendites. Pruunkaru talvitusasad erinesid mõnevõrra levikualal asuvatest juhupunktidest ja nende ümbrusest (kuuse osakaal, puistu vanus), kuid rohkem väljaspool pruunkaru levikuala asuvatest juhupunktidest ja nende ümbrusest (teede tihedus, kaugus kraavist, kuuse ja metsa osakaal). Pruunkaru talvitusalade ruumilise mudeli põhjal paiknesid talvitumiseks sobilikud alad ühtlaselt kogu Eesti mandrialal, olles kõige sobilikumad Lääne ja Ida-Virumaal.

Talvepesade ja talvitusalade kirjeldus. Talvepesa tüübilt kasutasid Eesti pruunkarud kõige rohkem maapinna süvendeid, millele järgnesid tormimurrualune ja koobas. Varem läbi viidud Eesti pruunkarude uuringu põhjal olid ligi poolte karude talvepesadeks süvendid (Saealle, 2002). Rootsi, Venemaa, Kanada ja USA uuringute põhjal eelistasid karud talvepesi, kus energeetilised kulud olid minimaalsed (Hayes & Pelton, 1994; McLoughlin et al., 2002; Seryodkin et al., 2003; Elfström et al., 2008; Elfström & Swenson 2009). Soojusisolatsiooni ja karu kõige väiksema energiakulu taliuinaku ajal tagab pealt kinnine pesa (Vroom, 1980; Groff et al., 1998; Seryodkin et al., 2003). Samas on leitud, et pruunkarud eelistasid talvepesatüübina ka süvendeid (Ciarniello et al., 2005; Goldstein et al., 2010). Eesti karude poolt olid koopad vähem eelistatud, mida võib seletada geograafiliste iseärasustega karude levikualal ja võib-olla Eesti mõnevõrra soojema kliimaga võrreldes näiteks koopaid eelistanud karudega Venemaal Kaug-Ida piirkonnas (Seryodkin et al., 2003) või Kanada põhjaosas (McLoughlin et al., 2002). Seega võivad talvepesa eelistused piirkonniti erineda ja sõltuda olemasolevate talvitusalade eripäradest.

Käesolevas töös leiti, et Eesti pruunkarud kasutasid sama talvepesa enamasti vaid ühe korra (78,8%). Kirjanduse andmetel oli pesade korduvkasutus korrelatsioonis inimeste raske ligipääsuga talvepesadele (Linnell et al., 2000). Nii võiks järeldada, et sinne maastik on küllaltki fragmenteerunud ja pole palju kohti, mis oleksid inimesele raskesti juurdepääsetavad ja seetõttu valib karu talvitumiseks igal aastal uue koha. Ka mitmete mujal tehtud uuringute kohaselt oli pesade korduvkasutus madal: näiteks Rootsis olid 18% (Linnell et al., 2000) ja Kanadas olid 30% uuritud pesadest korduvalt kasutatud (Ciarniello et al., 2005). Talvepesa korduvkasutamist esines enamasti siis, kui pesatüübiks oli koobas,

kuna need on püsiva struktuuri ja parema soojusisolatsiooniga (Ciarniello et al., 2005; Pigeon et al., 2014). Samuti on seletuseks see, et kui karude levikualal koopaid piisavalt pole ja karu kasutab talvepesana tormimurru aluseid, mis ei pruugi olla püsivad, siis vahetab ta talvepesa igal aastal.

Eestis leiti 56,5% talvepesadest karu häirimisega. Ilmselt on see seotud Eesti väikeste mõõtmatega, mistõttu inimtegevusest väga kaugel asuvaid alasid on vähe. Samuti näitab see, et inimtegevus potentsiaalsel pruunkaru talvituslalal võiks olla paremini reguleeritud, eesmärgiga kaitsta karu taliuinaku ajal häirimise eest, kuna taliuinakust ärkamisega võib kaasneda karu suur energiakaotus ja karupoegade ellujäämise tõenäosus väheneb (Kingsley et al., 1983; Linnell et al., 2000; Elfström & Swenson, 2009; Sahlén et al., 2011).

Antud töö tulemusena leiti, et metsatüübilt asus kõige rohkem talvepesasid sooviku- ja kõdusoometsas. Taolist eelistust võib põhjendada sellega, et vähemsoostunud kohtades on soovikumetsas valitsevaks puuliigiks kuusk, mis pakub karule varju ja sobivat talvepesa tegemise võimalust. Samas on soovikumetsa niiskematel aladel domineerivaks puuliigiks sanglepp ja kask (Velström, 2008). Nii leht- kui okaspuude esindatus karu poolt eelistatud metsatüübis on kooskõlas saadud tulemusega, et Eesti pruunkaru eelistab talvituspaigana segametsi. Lisaks on soovikumetsades karule olulised kevadised toidutaimed nagu seaohakas ja soo-koeratubakas (Vulla et al., 2006). Ka mujal uuringutes on leitud, et karu eelistab sügisesele toidurohkusele (nt. palumetsas) kevadist toidurohkust (nt. soovikumetsas) (Martin et al., 2010; Pigeon et al., 2014; Tammeleht & Pärna, 2015). Teise metsatüübina eelistas karu talvitumiseks kõdusoometsa. Sealsetel niisketel aladel on peapuuliigiks samuti kuusk, mille esinemine talvituslalal on karu jaoks oluline (Dahle & Swenson, 2003; Kindberg, 2011; Pigeon et al., 2014). Lisaks on sealne puude juurestik vaid mulla pindmises osas, mis on põhjuseks rohkele tuulemurru tekkele (Bioloogilise mitmekesisuse teabevõrgustik, 2015), mis on karule heaks talvituskohaks.

Antud uuringus leiti, et kõige vähem karu poolt valitud metsatüübid talvituslalal olid nõmmemets ja rabastuv mets. Kuna nõmmemetsas on domineerivaks puuliigiks mänd, mis ei paku karule piisavalt varju ja seal kasvavad kuivust taluvad taimed, mis pole arvatavasti vähese toitainesalduse tõttu karu poolt just kõige eelistatumad. Seega eelistab karu nõmmemetsale varjulisemaid metsatüüpe. Rabastuva metsa vähese eelistuse seletuseks võiks olla liiga niiske küljealune, mis on karu taliuinakul segavaks teguriks (Elfström et al., 2008; Tammeleht & Pärna, 2015).

Eestis eelistasid karud talvituslal elupaigatüübina segametsa, millele järgnes okasmets. Muudes uuringutes on leitud, et karud eelistavad eelkõige okasmetsa (Dahle & Swenson, 2003; Kindberg et al., 2011; Pigeon et al., 2014). Segametsa võivad pruunkarud eelistada, kuna seal leidub nende jaoks nii sobivaid talvituskohti kui toitu.

Talvituslade kasvukohatüüpideks olid kõige enam angervaksa, sinilille ja mustika-kõdusoo. See tulemus sobitub karude poolt eelistatud elupaigatüüpidega, milleks olid soovikumets ja kõdusoomets. Angervaksa rohke esinemine iseloomustab soovikumetsi ning mustika-kõdusoo kasvukohatüüp esineb just kõdusooos (Bioloogilise mitmekesisuse võrgustik, 2015). Mõlemas kasvukohatüübis esineb karu toidus olulisi taimi. Ka varasemas Eesti pruunkaru talvitumiskäitumise uuringus leiti, et angervaksa kasvukohatüüp on karude poolt kõige eelistatum (Ermel, 2007). Põhjendusena toodi angervaksa kasvukoha sagedast esinemist Ida-Virumaal, kus asub suurem osa karu talvepesadest (Ermel, 2007).

Käesoleva töö tulemustel asus pesapunkt väikesest teest keskmiselt 300 m ja suurimast teest 2,4 km ja hoonest ligi kilomeetri kaugusel. Mitmed uuringud on kinnitanud väidet, et pruunkarud taluvad inimtegevust, mis asus vähemalt 1 km kaugusel (Linnell et al., 2000; Ciarniello et al., 2005). Samas pesapunktile lähim hoone asus 60 m kaugusel ja lähim suur tee ligi 200 m kaugusel. See näitab, et karu valib talvitumiseks koha pigem inimtegevusest kaugel, kuid samas talub ta ka mõnevõrra inimasustuse lähedust. Inimasustuse läheduse seletuseks võib-olla see, et talvepesa ümbruses asuvad küll hooned, aga inimtegevus on seal hõre. Samuti võivad inimasustuse lähedusse teha talvepesa just kogenematud noored karud.

Pesapunktide ja juhupunktide ning nende lähiümbruse võrdlus. Võrreldes juhupunktidega karu levikualal oli pruunkaru tõenäosus talvepesa koha valikuks oluliselt suurem aladel, kus oli suurem kuuse osakaal ja mõnevõrra noorem puistu. Erinevate uuringute tulemused kinnitavad, et karud eelistavad talvitumiseks okasmetsi (Dahle & Swenson, 2003; Kindberg, 2011; Pigeon et al., 2014). On leitud, et isased ja noored emased karud eelistavad küll pigem männikuid kui kuusikuid, aga vanemad karud kuuse noorendikke, kus on varjulisem pesa ehitada (Elfström & Swenson, 2009).

Võrreldes juhupunktidega väljaspool karu levikuala, oli tõenäosus talvepesa koha valikuks oluliselt suurem seal, kus oli teede tihedus väiksem, vooluvesi kaugemal ning kuuse ja metsa osakaal suurem. Mitmetes uuringutes on leitud, et karu väldib liigniiskeid metsaaluseid (Elfström et al., 2008; Elfström & Swenson, 2009), mis on kooskõlas antud

uuringu tulemustega. Lisaks leiti käesolevas töös, et karu eelistas talvepesa tegemist sinna, kus teede tihedus oli väiksem. Teede tihedus oli ainuke inimseoseline tegur, mis oli seotud karu talvituskoha valiku eelistustega. Seda võib põhjendada nii, et teede tiheduse kasvades suureneb ka inimtegevus (Pigeon et al., 2014). Näiteks Kanadas kehtestati karupopulatsiooni kaitseks teatud aladel inimtegevusele piirangud. Näiteks lubatud teede tihedus karu levikualadel oli 0,6–1,2 km/km² (Pigeon et al., 2014). Käesolevas töös leiti, et keskmine teede tihedus karu talvituskohas oli 1,5 km/km². Kuigi siiani on Eesti karupopulatsioon arvukus püsinud enam-vähem stabiilsena, võib teedevõrgustiku laienemine saada üheks karu levikut oluliselt piiravaks teguriks. Antud töös leiti, et karu eelistas talvituskohana ala, kus oli kuuse ja metsa osakaal suurem. Kuuse olulisust karude talvepesade ümbruses on Eestis ka varem uuritud, tuues esile kuuseokste kasutamist talvepesa vooderdamisel (Ermel, 2007). Rootsi ja Kanada karuteadlased põhjendasid kuuse olulisust selle laia võraga, mis pakub karule head varju ja kaitset (Elfström et al., 2008; Libal et al., 2012). Metsa osakaalu olulisus Eesti karu talvepesa valikul näitab, et karud on siiski inimpelglikud ja nad vajavad taliuinaku ajaks kaitset ning seetõttu eelistavad nad talvitumiseks suure metsa osakaaluga kohti.

Pruunkarude talvitusvalade mudel ja selle põhjal projitseeritud talvitusvalade kaart Eesti mandrialal. Koostatud ruumilise mudeli põhjal saadi kinnitust, et karule sobival talvitusvalal on kõige tähtsamateks teguriteks metsa ja kuuse osakaal, millele järgnes osakaalult mudelis elupaigatüüp.

Eesti pruunkaru talvitusvalade mudeli ja selle põhjal projitseeritud kaardi alusel võiks järeldada, et karu jaoks sobilikud talvituskohad paiknevad küllaltki ühtlaselt üle kogu Eesti mandrialal. Kõrgema keskkonna sobivusindeksiga alad paiknesid Lääne- ja Ida-Virumaal (täpsemalt Vahe-Eestis ja Alutagusel), kus asuvad ka suuremad metsaalad. Seega suures osas kattub pruunkaru talvitusvalade mudel praeguse Eesti pruunkaru populatsiooni levikukaardiga, kus kõige eelistatumad maakonnad on samuti Lääne- ja Ida-Virumaa ning Järvamaa. Samas on Ida-Virumaal kõrge keskkonna sobivusindeksiga alad ümbritsetud soodega, kus sobivusindeks on kõige madalam, kuna karud väldivad liigniiskeid piirkondi (Elfström ja Swenson, 2009). Seletuseks sobivate talvitusvalade puudumisele Võrumaal ja selle ümbruses on männimetsade kõrge esindatus, kus pole karule piisavalt varju pakkuvaid kohti. Kõige rohkem madala keskkonna sobivusindeksiga alasid asus linnade ümbruses, mida kinnitab fakt, et karud püüavad vältida rohke inimtegevusega alasid (Sahlén et al., 2011; Pigeon et al., 2014).

Karude levikuala laienemist piiravaks teguriks võib olla ka varasem emakarude üleküütimine pruunkaru levikuala servaaladel (nt Lõuna-Eestis), mida nüüdseks proovitakse piirata (Veeroja & Männil, 2014). Järgnevad aastad näitavad, kuidas võib muutuda karude levik tänu sellisele muudatusele. Kuid kindlasti jääb alles karude talvituskoha valikut mõjutavate inimseoseliste ja looduslike tegurite roll.

Töö nõrgaks küljeks võib olla see, et kindlasti ei sisaldanud käesolev töö kõiki Eestis asuvaid talvipesade andmeid, kuna väga keeruline on leida meetodit kõikide karu talvipesade leidmiseks. Teiseks jäid kahjuks antud tööst välja ka esialgselt 98-st talvipesast 19 puudulike andmete tõttu. See vähendas antud uuringu valimit veelgi, mistõttu võisid mõned olulised seosed (nt pesapunktide ja juhupunktide vahel) jääda leidmata.

Käesolev töö on oluline seetõttu, et töös koostati esmakordselt Eesti pruunkaru talvitusalaade mudel koos projitseeritud kaardiga ja teostati pruunkarude talvitusalaade uurimine pesapunktide võrdlemise teel juhupunktidega, et põhjalikumalt ja täpsemalt välja selgitada karu jaoks olulisemad talvipesa valikut mõjutavad tegurid Eestis. Antud töö tulemusena valminud karu talvitusalaade mudel aitab säilitada Eesti pruunkaru populatsiooni, parandades Eesti metsamajanduskava ja säilitades suuremaid metsaalasid lähtuvalt karu eelistustest. Ruumilise mudeli edasine detailsem analüüs võimaldaks teha veelgi täpsemaid järeldusi Eesti pruunkarule kõige sobilikumate talvitusalaade kohta.

6. KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö põhieesmärgiks oli uurida pruunkarude talvitusalasid Eestis. Töö alaeesmärkideks olid (1) kirjeldada talvituskohti ning genereeritud juhupunkte inimseoseliste ja looduslike tegurite järgi, (2) uurida inimseoseliste ja looduslike tegurite esinemist pruunkarude levikualal pesapunktide ümbruses võrreldes juhupunktide ümbrusega pruunkaru levikualal ja väljaspool seda, (3) luua karu talvitusalade sobivuse ruumiline mudel. Töö põhines Eesti pruunkaru talvituskohtade andmetel, mis koguti ajavahemikul 2003–2015.

Uuringuobjektideks olid talvepesad ($n=79$) ning genereeritud juhupunktid pruunkaru levikualal ($n=100$) ja väljaspool seda ($n=71$). Nii pesa- kui ka juhupunktide ümber loodi 1000 m puhverala, kus uuriti teatud talvepesa kohavalikut mõjutavaid inimseoselisi ja looduslike tegureid. Inimseoselisteks teguriteks olid hoone kaugus, hoonete arv, lähima väikese ja suure tee kaugus, liiklussagedus lähimal suurel teel, liikluse mõju, teede tihedus ja looduslikeks teguriteks kaugus metsa servast, metsaserva pikkus, metsa fragmenteeritus, kaugus vooluveest, puistu vanus, kuuse ja metsa osakaal, metsa-, elupaiga- ja kasvukohatüüp. Juhupunktid ja talvituskoha valikut mõjutavate tegurite parameetrid leiti programmi ArcGIS 10.2 abil. Eesti pruunkaru talvitusalade ruumilise mudelis kasutatud teguriteks olid metsa-, kuuse- ja lehtpuu osakaal, metsa ja kuuse vanus, elupaigatüüp, kraavide- ja hoonete tihedus, liikluskoormus ja mudeli koostamiseks kasutati programmi MaxEnt. Talvituskohtade ja juhupunktide parameetrite kirjeldamiseks kasutati sagedustabeleid. Seoseid pesapunktide ja karu levikualal asuvate juhupunktide (I mudel) ning pesapunktide ja väljaspool levikuala asuvate juhupunktide (II mudel) vahel hinnati logistilise regressioonanalüüsiga. Mõlemas mudelis olid kirjeldavateks tunnusteks inimseoselised ja looduslikud tegurid. Arvutati välja šansisuhted ja 95% usaldusvahemikud (CI). Šansisuhted kohandati kõigile mudelis kasutatud teguritele. Parima ruumilise mudeli leidmiseks hinnati mudeli ennustusvõimet ja leiti mudelis kasutatud tegurite osakaalud. Mudeli põhjal koostati karu talvitusalade sobivuse kaart Eesti mandrialal.

Töö tulemusena leiti, et elupaigatüübina oli pruunkaru talvitusalasid kõige rohkem sega- ja okasmetsas, pesatüüpidest oli kõige enam süvendeid ja tormimurru aluseid. Kasvukohatüübina esines karu talvituslal kõige sagedamini angervaksa, sinilille ja mustika-kõdusood.

Võrreldes juhupunktidega pruunkaru levikualal eelistas karu talvitumiseks kohta, kus oli suurem kuuse osakaal ja mõnevõrra noorem puistu. Võrreldes juhupunktidega väljaspool levikuala eelistas karu talvitumiseks suurema kuuse ja metsa osakaaluga alasid, mis asusid vooluveest kaugemal ja kus oli teede tihedus väiksem.

Ruumiline mudel kinnitas, et talvitusalaade eelistuses oli kõige suurem metsa ja kuuse osakaal. Ruumilise mudeli põhjal selgus, et karule sobilikud talvitusalaad asusid ühtlaselt kogu Eesti mandrialal. Kõige kõrgema keskkonna sobivusindeksiga alad jäid Lääne- ja Virumaale ning kõige madalama indeksiga alad asusid Lõuna-Eestis peamiselt Võrumaal ja samuti linnade läheduses.

Kokkuvõttes selgus käesoleva töö tulemuste põhjal, et pesapunktide ja väljaspool pruunkaru levikuala asuvate juhupunktide vahel esines rohkem erinevusi kui pesapunktide ja levikualal asuvate juhupunktide vahel. See kinnitab, et pruunkarul on kindlad eelistused talvitusala osas. Ruumilise mudeli põhjal asusid sobilikud talvitusalaad ühtlaselt Eesti mandrialal olles kõige sobilikumad Lääne- ja Ida-Virumaal ning kinnitades metsa ja kuuse osakaalu olulisust talvitusala valikul. Talvitusalaade ruumilise mudeli põhjal oleks võimalik paremini planeerida metsamajanduskava ja karu kaitset, et tagada Eesti karupopulatsiooni säilimine arvestades karu eelistusi talvitusala valikul. Mudeli edasine detailsem analüüs võimaldaks teha veelgi täpsemaid järeldusi Eesti pruunkarule kõige sobilikumate talvitusalaade kohta.

7. SUMMARY

Brown bear (*Ursus arctos*) denning areas in Estonia: preferences and the spatial model

Estonia has high level of research conducted in the field of brown bears. However, brown bear denning areas still lacks an in-depth overview. As brown bear spends more than half of it's life in hibernation, den site selection has a very important role in protection of the species.

The main aim of this study was to give a comprehensive overview of brown bear denning areas in Estonia. The objectives were (1) to describe den sites and denning areas, (2) to explore abiotic and biotic factors of den sites in comparison to random points generated inside and outside the core area of brown bears, (3) to create spatial model of denning areas of brown bears.

The study was based on the data of den site coordinates (n=79) collected in 2003–2015. The GIS analyses were performed in ArcGIS 10.2. Random points were generated within the core area (n=100) of brown bears and outside of it (n=71) for comparison with den sites. Buffer zones with 1000 m radius were generated around dens and random points, where abiotic factors affecting site selection (number of houses, traffic volume, length of forest edge, forest fragmentation and age, spruce and forest proportion, forest and habitat type) were found. Biotic factors, such as the distance from infrastructure and flowing water, closest small road, closest main road and its traffic density and impact of traffic, were found for the den site and random points (at times even further than 1000 m if necessary). The spatial model included environmental factors as forest, spruce and deciduous forest proportion, forest and spruce age, forest type, density of roads and ditches, traffic load.

Factors describing den sites were presented in frequency tables. Logistic regression analysis was applied to assess the associations between den sites and factors affecting selection of den sites. The dependent variable in logistic regression analysis was den site vs random point in the core area (I model) and den site vs random point outside the core area (II model). For both logistic regression models the descriptive statistics were abiotic and biotic factors. Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) were calculated. Odds ratios were adjusted for all factors in the logistic regression models. The best spatial model

was found in the process of evaluation of predictive value. Proportions of environmental factors in the model were calculated.

This study found that brown bears prefer mixed forest, coniferous forest and ground excavation for denning. The most common habitat types in denning area were meadowsweet, hepatica and blueberry-drained swamp.

The adjusted ORs showed that compared to random points within the core area brown bear preferred denning areas with higher proportion of spruce and slightly younger forest. In comparison to random points outside the core area, brown bear preferred denning areas with higher proportion of spruce and forest, which are further away from flowing water and where road density is smaller. The main part of the model prediction belonged to forest and spruce proportion.

The suitable areas in spatial model were distributed over the whole continental part of Estonia. The best environmental suitability index for winter dens were in Lääne-Virumaa and Ida-Virumaa, the worst indexes were in Võrumaa and around human settlements.

In conclusion, there were more differences between den sites and random points outside the core area than between den sites and random points within the same area. This confirms that brown bear has confident preferences for den site selection. Also the spatial model of denning areas shows that brown bear prefers sites with bigger proportion of forest and more specifically spruce.

The spatial model of denning areas is a great start for better forestry planning considering brown bear preferences for most suitable denning areas.

8. TÄNUAVALDUSED

Minu südamlik tänu:

- Töö juhendajale Egle Tammelehele, kes oli abiks väga toetava suhtumise ja heade nõuannetega;
- Töö juhendajale Anne Kullile, kelle abita poleks antud töö autori teadmised ArcGis´i ja MaxEnt´i osas täienenud;
- Inge Ringmetsale, kelle statistikaalased õpetused olid suureks abiks;
- Jaanus Remmile ja Martin Absalonile, kelle käest sain ruumilise mudeli koostamisel ning mudeli koostamiseks vajalikud puuduolevad rasterkihid;
- Mihkel Pindusele ArcGIS nõustamise eest;
- Karin De Giorgi´le inglise keele korrektuuri eest;
- Kõikidele õppejõududele, tänu kellele täienesid minu erialalised teadmised ülikooli aastate jooksul
- Kõikidele üliõpilastele, kes aitasid mind välitöödel
- Oma perekonnale, kelle toetuse ja panuseta poleks see töö valminud
- Sõpradele ja kursusekaaslastele mõistva suhtumise ja toetuse eest

Töö valmimisele aitas kaasa programm KESTA (01.01.2012–28.02.2015) LOORA taotlus, mida rahastas Euroopa Regionaalarengu Fond.

9. KASUTATUD KIRJANDUS

- Absalon, M. (2013). Lendorava (*Pteromys volans*) ruumikasutus ja populatsiooni sidusus Virumaa metsamassiivis. Magistritöö. Tartu, Tartu Ülikool.
- Ahmadi, M., Kaboli, M., Nourani, E., Alizadeh Shabani, A. & Ashrafi, S. (2013). A predictive spatial model for gray wolf (*Canis lupus*) denning sites in a human-dominated landscape in western Iran. *Ecological Research*, 28, 513–521.
- Baldwin, R.A. & Bender, L.C. (2008). Den-site characteristics of black bears in Rocky Mountain National Park, Colorado. *Journal of Wildlife Management*, 72, 1717–1724.
- Bioloogilise mitmekesisuse teabevõrgustik. (2015). Metsatüübid.
<http://loodus.keskkonnainfo.ee:88/ecological/forests/F1171904677>
- Bosch, J., Mardones, F., Pérez, A., Torre, A. & Muñoz. (2014). A maximum entropy model for predicting wild boar distribution in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12, 984–999.
- Bridges, A.S., Fox, J.A., Olfenbuttel, C. & Vaughan (2004). American black bear denning behaviour: observations and applications using remote photography. – *Wildlife Society Bulletin*, 32, 188–193.
- Bunnell, F.L. & Tait, D.E.N. (1980). Bears in models and in reality implications. *Ursus*, 4, 15–23.
- Carere, C. & Maestriperi, D. (2013). *Animal personalities: behavior, physiology, and evolution*. Chicago, the University of Chicago Press.
- Chunco, A.J., Phimmachak, S., Sivongxay, N. & Stuart, B.L. (2013). Predicting environmental suitability for a rare and threatened species (Lao Newt, *Laotriton laoensis*) using validated species distribution models. *PLoS ONE*, 1–13.
- Ciarniello, L.M., Boyce, M.S., Heard, D.C. & Seip, D.R. (2005). Denning behavior and den site selection of grizzly bears along the Parsnip river, British Columbia, Canada. *Ursus*, 16, 47–58.

- Ciarniello, L.M., Boyce, M.S., Seip, D.R. & Heard, D.C. (2009). Demographics in wilderness mountains versus a plateau with resource development. *Wildlife Biology*, 15, 247–265.
- Collins, G.H., Kovach, S.D. & Hinkes, M.T. (2005). Home range and movements of female brown bears in southwestern Alaska study area. *Ursus*, 16, 181–189.
- Coogan, S.C.P., Raubenheimer, D., Stenhouse, G.B. & Nielsen, S.E. (2014). Macronutrient optimization and seasonal diet mixing in a large omnivore, the grizzly bear: A geometric analysis. *PLoS ONE*, 9.
- Craighead (Jr), F.C. & Craighead, J.J. (1972). Data on grizzly bear denning activities and behavior obtained by using wildlife telemetry. *International Conference on Bear Research and Management*, 84–106.
- 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.
- Danilov, P.I. (1993). The brown bear of northwest Russia. *Bears – Their Biology and Management*, 9, 199–203.
- Elfström, M., Swenson, J.E. & Ball, J.P. (2008). Selection of denning habitats by Scandinavian brown bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biology*, 14, 176–187.
- Elfström, M. & Swenson, J.E. (2009). Effects of sex and age on den site use by Scandinavian brown bears. *Ursus*, 20, 85–93.
- Ermel, T. (2007) Pruunkaru talvituskohad Eestis. Bakalaureusetöö. Tartu, Tartu Ülikool.
- Friebe, A., Evans, A.L., Arnemo, J.M., Blanc, S., Brunberg, S., Fleissner, G., Swenson, J.E. & Zedrosser, A. (2014). Factors affecting date of implantation, parturition, and den entry estimated from activity and body temperature in free-ranging brown bears. *PLoS ONE*, 9.
- Friebe, A., Swenson, J.E. & Sandegren, F. (2001). Denning chronology of female brown bears in central Sweden. *Ursus* 12, 37–45.

- Garshelis, D.L. (2009). Family *Ursidae* (Bears). In: D.E. Wilson & R.A. Mittermeier, editors. Handbook of the mammals of the world. Vol. 1. Carnivores. Spain, Barcelona, Lynx Edicions.
- Goldstein, M.I., Poe, A.J., Suring, L.H., Nielson, R.M. & McDonald. (2010). Brown bear den habitat and winter recreation in south-central Alaska. *The Journal of Wildlife Management*, 74: 35–42.
- Grizzly bear denning management plan. (2014) Fording river operations swift project environmental assessment certificate application.
- Groff, C., Caliani, A., Dorigatti, E. & Gozzi, A. (1998). Selection of denning caves by brown bears in Trentino, Italy. *Ursus*, 10, 275–279.
- Haroldson, M., Ternent, M., Gunther, K. & Schwartz, C. (2002). Grizzly bear denning chronology and movements in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Ursus*, 13, 29–37.
- Hayes, G. & Pelton, R. (1994). Habitat characteristics of female bear dens in Northwestern Arkansas. *Bears – Their Biology and Management*, 9, 411–419.
- Hildebrand, G.V., Schwartz, C.C., Robbins, C.T., Jacoby, M.E., Hanley, T.A., Arthur, S.M. & Servheen, C. (1999). The importance of meat, particularly salmon, to body size, population productivity, and conservation of North American brown bears, 77, 132–138.
- Hissa, R. (1997). Physiology of the European brown bear (*Ursus arctos arctos*). *Annales Zoologici Fennici*, 34, 267–287.
- Hodder, D.P., Johnson, C.J., Rea, R.V & Zedrosser, A. (2014). Application of species distribution model to identify and manage bear den habitat in central British Columbia, Canada. *Wildlife Biology*, 20, 238–245.
- Keis, M. (2006). Sipelgad pruunkaru (*Ursus arctos*) toidus Eestis. Magistritöö. Tartu, Tartu Ülikool.
- Keskkonnaagentuur. (2015). Jahiulukite küttime Eestis 2014/2015 jahihooajal. http://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/jahiulukite_kuttimine_2014_2015_jahihooajal.pdf

- Kindberg, J., Swenson, J.E., Ericsson, G., Bellemain, E., Miquel, C. & Taberlet, P. (2011). Estimating population size and trends of the Swedish brown bear *Ursus arctos* population. *Wildlife Biology*, 17:114–123.
- Kingsley, M.C.S., Nagy, J.A. & Russel, R.H. (1983). Interpopulation applicability of equations to predict live weight in black bears. *Bears – Their Biology and Management*, 7, 352–357.
- Kont, R., Kull, A., Absalon, M. & Remm, J. (2015). Eesti kaitstavate alade võrgustiku sobivus ilvese (*Lynx lynx*) elupaiga- ja maastikukasutusega. Projekti LOORA lõpparuanne. Tartu, Tartu Ülikool, Eesti Maaülikool.
- Libal, N.S., Belant, J.L., Maraj, R., Leopold, B.D., Wang, G. & Marshall, S. (2012) Micro-scale den-site selection of grizzly bears in southwestern Yukon. *Ursus*, 23, 226–230.
- Linnell, J.D.C., Swenson, J.E., Andersen, R. & Barnes, B. (2000). How vulnerable are denning bears to disturbance? *Wildlife Society Bulletin*, 400–413.
- Maa-amet. (2011). Põhikaart. <https://www.maaamet.ee>
- Maanteeamet. (2009). Teedeinfo. <http://www.mnt.ee>
- Manchi, S. & Swenson, J.E. (2005). Denning behaviour of Scandinavian brown bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biology*, 11, 123–132.
- Martin, J., Basille, M., Van Moorter, B., Kindberg, J. & Swenson, J.E. (2010). Coping with human disturbance: spatial and temporal tactics of the brown bear (*Ursus arctos*). *Canadian Journal of Zoology*, 88, 875–883.
- McLoughlin, P.D., Cluff, H.D. & Messier, F. (2002). Denning ecology of barren-ground grizzly bears in the Central Arctic. *Journal of Mammalogy*, 83, 188–198.
- Mertzanis, G., Isaak, I., Mavridis, A., Nikolaou, O., Riegler, S., Riegler, A. & Tragos, A. (2005). Movements, activity patterns and home range of the brown bear (*Ursus arctos* L.) in Rodopi mountain range, Greece. *Belgian Journal of Zoology*, 135, 217–221.
- Metsaregister. (2015). <http://register.metsad.ee/avalik/>

- Nazeri, M., Jusoff, K., Madani, N., Mahmud, A.R., Bahman, A.R. & Kumar, L. (2012). Predictive modeling and mapping of Malayan sun bear (*Helarctos malayanus*) distribution using maximum entropy. PLoS ONE, 7.
- Nawaz, M.A., Martin, J. & Swenson, J.E. (2014). Identifying key habitats to conserve the threatened brown bear in the Himalaya. Biological Conservation, 170, 198–206.
- Nielsen, S.E., Boyce, M.S., Stenhouse, G.B. & Munro, R.H. (2002). Modeling grizzly bear habitats in the Yellowhead ecosystem of Alberta: Taking autocorrelation seriously. Ursus, 13, 45–56.
- Ordiz, A., Støen, O.G., Delibes, M. ja Swenson, J.E. (2011). Predators or prey? Spatio-temporal discrimination of human-derived risk by brown bears. Oecologia, 166, 59–67.
- Pasitschniak-Arts, M. (1993). *Ursus arctos*. Mammalian Species, 439, 1–9.
- Pažetnov, V.S. (1990). Pruunkaru. (vene keeles). Moskva, Agropromizdat.
- Phillips, S. (2006). A brief tutorial of MaxEnt. USA; Princeton University.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190, 231–259.
- Phillips, S. & Dudik, M. (2008). Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. EcoGraphy, 31, 161–175.
- Pigeon, K.E., Nielsen, S.E., Stenhouse, G.B. & Côté, S.D. (2014). Den selection by grizzly bears on a managed landscape. Journal of Mammalogy, 95, 559–571.
- Pyare, S., Smith, W.P., Shanley, C.S. (2010). Den use and selection by northern flying squirrels in fragmented landscapes. Journal of Mammalogy, 91, 886–896.
- Ray, R., Gururaja K.V. & Ramchandra T.V. (2011). Predictive distribution modeling for rare Himalayan medicinal plant *Berberis aristata* DC. Journal of Environmental Biology, 32, 725–730.
- Remm, J., Kalda, O., Valdmann, H. & Moks, E. (2015) Eesti imetajad. Liikide tundmaõppimise teejuht. Tartu, Tartu Ülikooli ökoloogia- ja maateaduste instituut.

- Saealle, J. (2002). Karude talvituspaigad. Eesti Jahimees, 2, 22–23.
- Sahlén, E., Støen, O.-G. & Swenson, J.E. (2011). Brown bear den site concealment in relation to human activity in Sweden. *Ursus*, 22, 152–158.
- Seryodkin, I.V, Kostyria, A.V, Goodrich, J.M., Miquelle, D.G., Smirnov, E.N., Kerley, L.L., Quigley, H.B. & Hornocker, M.G. (2003). Denning ecology of brown bears and Asiatic black bears in the Russian Far East. *Ursus*, 14, 153–161.
- Swenson, J.E., Sandegren, F., Brunberg, S. & Wabakken, P. (1997). Winter den abandonment by brown bears *Ursus arctos*: causes and consequences. *Wildlife Biology*, 35–38.
- Zedrosser, A., Dahle, B., Swenson, J.E. & Gerstl, N. (2001). Status and management of the brown bear in Europe. *Ursus* 12, 9–20.
- Tammeleht, E. & Pärna, K. (2015). Pruunkarude talvituskohta valikut mõjutavad tegurid Eestis. LOORA lõpparuanne. Tartu, Tartu Ülikool.
- Tøien, Ø., Blake, J., Edgar, D.M., Grahn, D.A., Heller, H.C. & Barnes, B.M. (2011). Hibernation in black bears: independence of metabolic suppression from body temperature. *Science*, 331: 906–909.
- Valdmann, H., Saarma, U. & Karis, A. (2001). The brown bear population in Estonia: current status and requirements for management. *Ursus*, 12, 31–36.
- Veeroja, R & Männil, P. (2014). Ulukiasurkondade seisund ja kütmissooovitus. Tallinn, Keskkonnaagentuur. http://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/seirearuanne_2014.pdf
- Velström, J. (2008). Metsa kasvukohatüübid. Metsa õppeleht „Sinu mets“, 3, 8-10.
- Veske, L. (2014). Pruunkaru tekitatud kahjustuste ajaline ja ruumiline jaotumine ning nende seos karude arvukuse ja kütmissõuga. Magistritöö. Tartu, Tartu Ülikool.
- Vroom, G.W., Herrero, S., Ogilvie, R.T. (1980). The ecology of inter den sites of grizzly bears in Banff National park, Alberta. *Bears – Their Biology and Management*, 321–330.
- Vulla, E. (2006). Pruunkaru (*Ursus arctos*) sügisene elupaigakasutus Eestis. Magistritöö. Tartu, Tartu Ülikool.

Vulla, E., Hobson, K.A., Korsten, M., Leht, M., Martin, A.-J., Lind, A., Männil, P., Valdmann, H. & Saarma, U. (2009). Carnivory is positively correlated with latitude among omnivorous mammals: evidence from brown bears, badgers and pine martens. *Annales Zoologici Fennici*, 46, 395–415.

World Wildlife Foundation. (2015). Brown bear – population and distribution. <https://www.worldwildlife.org/>

Young, N., Carter, L. & Evangelista, P. (2011). A MaxEnt Model v.3.3.3e Tutorial (ArcGIS v10).

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Katri Pärna

sünnikuupäev: 23.04.1989

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **„Pruunkaru (*Ursus arctos*) talvitusala Eestis: eelistused ja ruumiline mudel“**, mille juhendajad on Egle Tammeleht ja Anne Kull.
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil alates 04.11.2017 kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu alates 04.01.2017 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, 25.05.2015