

TARTU ÜLIKOOL
LOODUS- JA TEHNOLOOGIATEADUSKOND
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Andrus Dräbtsinski
METSNUGISE (*MARTES MARTES L.*)
TELEMEETRILISED UURINGUD

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Ph.D. Harri Valdmann

Tartu 2015

Sisukord

| | |
|---|-----------|
| Sissejuhatus..... | 3 |
| Kodupiirkonna definitsioonid | 6 |
| Metsnugise (<i>Martes martes</i> L.) bioloogia..... | 8 |
| Toitumine | 8 |
| Sigimine ja järglaste eest hoolitsemine | 11 |
| Metsnugise arvukuse dünaamika Eestis | 15 |
| Gildisisesed suhted | 16 |
| Rebane kui konkurent ja looduslik vaenlane | 16 |
| Telemeetriliste uuringute probleemid ja meetodid metsnugise uurimiseks | 18 |
| Ülevaade telemeetrilistest meetoditest..... | 18 |
| Euroopas läbi viidud uurimused..... | 20 |
| Telemeetria kasutamisest Eestis | 21 |
| VHF raadiotelemeetria..... | 21 |
| GPS telemeetria..... | 22 |
| GPS/GSM | 25 |
| Arutelu..... | 28 |
| Kokkuvõte | 31 |
| Telemetry studies of pine marten (<i>Martes martes</i>) | 32 |
| Kasutatud kirjandus | 33 |

Sissejuhatus

Kodumaist kiskjat, metsnugist on Eestis põhjalikumalt uuritud vaid 1960ndatel ja 1970ndatel (Laanetu & Veenpere 1971). Kuid tänapäevaste meetodite abil oleks võimalik uurida metsnugise territooriumite erinevusi emaste ja isaste isendite vahel, nende kodupiirkondade erinevusi talvel ning suvel, nugiste toitumist (eeskätt nende suhet metsisemängudega) ja ka nende suhteid teiste väikekiskjatega (näiteks rebasega). Taolisi uuringuid metsnugisel on läbi viidud Poolas, Iirimaal, Soomes, Prantsusmaal ja Šotimaal. Selle bakalaureusetöö eesmärgiks on analüüsida selliseid uuringuid ning teha ennustusi Eestis elavate nugiste kohta ja uurida telemeetriliste uuringute võimalusi ning oodatavaid tulemusi Eesti aladel.

Selliste uuringute analüüs aitaks meil paremini mõista nugiste asustustihedust, käitumist ja mõju kohalikele lindudele ning närilistele. Kodupiirkonna põhjaliku uurimise abil oleks meil võimalik teha usaldusväärseid järeldusi nugise sotsiaalse käitumise, liikumise ning territooriumite varieeruvuse kohta läbi aastaegade. Sellest lähtuvalt võime teha paremaid jahindus- ning kaitsealaseid valikuid. Kaitsealustest liikidest, kes metsnugise ohvriks võivad langeda, väärib märkimist metsis (*Tetrao urogallus*). Seepärast tasuks uurida ka nugiste võimaliku kogunemist metsiste mänguplatsidele kevadeti. Nugised toituvad lindudest enamasti kevadel või suvel, põhjapoolsetel aladel ka talviti, kui muud toitu on vähe (Zalewski et al. 1994).

Metsnugise koduterritooriumite suurus varieerub poolest kuni enam kui kolme ruutkilomeetrini (Zalewski et al. 1995; O'Mahony 2013). Taoline varieerumisvahemik lubab meil eeldada, et looma kodupiirkond sõltub väga paljudest teguritest, milleks võivad olla isendi sugu, vanus, naabruses elavad isendid, aastaag, maastiku mosaiiksus ning struktuur, toidu kättesaadavus, konkureerivad väikekiskjad nagu rebane ja kährik ning loomulikult nende mõjurite koosmõju (O'Mahony 2013). Mõnevõrra oluline oleks seepärast valgust heita mõningatele nendele teguritele, mis võiksid eristada eesti nugiste koduterritooriumi teiste uuritute omast. Võib öelda, et metsnugise käitumine, roll näriliste ning kanaliste arvukuses ja koduterritooriumid on Eestis veel uurimata. See töö annab mõned aimdused nendes aspektides ning tulevikus võib nendest kasu olla kui ka Eestis korraldatakse taolisi uuringuid. Kuigi telemeetrilised uuringud on alati olnud raha, aja ja

tööjõu kulukad ettevõtmised, püüan silmas pidada ka meetodite maksuvust nendest saadud tulemuste suhtes. Väga kallitel GPS kaelustel pole mõttet, kui neid saab panna vaid paarile loomale. Pole mõttet kulutada ka raha iganenud tehnoloogiale ja meetoditele, kui nendega on võimalik koguda vähe andmeid, mille põhjal on väga raske teha uusi järeldusi. Nugiste ja samasse suurusjärku jäävate imetajate telemeetriline uurimine pole viimase kahekümne aasta jooksul suurel määral muutunud, kuid lähitulevikus võib oodata muutusi, mida toob endaga kaasa GPS tehnoloogia. Seda on väga edukalt rakendatud suurematel imetajatel. Loodan siinses töös ennustada, mida võib endaga kaasa tuua uue tehnoloogia ja metoodika kasutamine nugiste uurimiseks.

Meetod loomade kaelustamiseks, kui esimene samm eduka uuringa teostamisel, on aastate jooksul püsinud maismaa imetajate puhul laias laastus üpriski sama. Metsnugiste telemeetrilisteks uuringuteks on enamikes töödes VHF raadiosaatjatega kaelustatud 5-7 isendit (nii isaseid kui ka emaseid loomi). Loomade püüdmiseks kasutatakse metallist eluspüügilõkse (suurusega umbes 74×28×25 cm), mis asuvad üksteisest 200-500m kaugusel. Lõksudes on peibutiseks kasutatud näiteks muna ja mett. Lõksudes olevad loomad uinutatakse mõne anesteetikumiga, näiteks ketamiiniga. Telemeetrilistes uuringutes on tähtis, et raadiokaelus ei segaks kuidagi isendi liikumist ega jahipidamist, seepärast kaelustatakse vaid täiskasvanud isendid. Kirjeldatud meetod jääb usutavasti püsima pikaks ajaks. Uurimusi võib läbi viia nii tihedalt metsastunud aladel (mõni riigimets või rahvuspark) kui ka mosaiiksel maastikul, kuid tähtis on siinkohal, et saamaks usaldusväärseid andmeid, oleks loomade inimestepoolne häirimine minimaalne. Käitumuslike erinevusi võib esineda sõltuvalt maastiku mosaiiksusest ning metsade tüübist (okasmets või laiialehine mets). (O'Mahony 2013)

Ka kodupiirkonna suuruse hindamine ja mudeli loomine on aastate jooksul püsinud muutumatuna. Koduterritooriumi suuruse määramiseks on kõige enam kasutatud minimaalse polügooni meetod (ingl. k. minimum convex polygon ehk MCP). See tähendab, et mingi pikema ajaperioodi jooksul registreeritakse isendi asupaik näiteks iga 10 tunni järel. Kaardile tekib punktide muster ning perifeersed punktid ühendatakse. Tekib polügoon, mis on antud isendi koduterritooriumiks. MCP meetodi puuduseks on liialt suur kodupiirkond. Selle vältimiseks kasutatakse enamasti 85-95 protsenti fikseeritud asupaikade üldhulgast. Kasutatakse ka täpsemat Kerneli meetodit. See hõlmab endas aktiivselt kasutatavate polügoonide arvutamist. See on rakendatav raadiotelemeetriliste uuringute statistiliste andmete alusel. (White & Garrot 2012) Kuid kas taoliste meetodite

abil loodud kodupiirkonna mudelid jäävad sarnaselt kaelustamise protseduurile ka tulevikus püsima? MCP ja Kerneli meetod on zooloogide seas armastatud ja tavapäraseks kujunenud, kuid uue GPS tehnoloogia andmete põhjal oleks ehk võimalusi ka teistsuguste kodupiirkonna mudelite loomiseks?

Metsnugise toitumise sõltuvust kindlate saakloomade arvukusest saab uurida, kui võrrelda uuritud saakloomade (näiteks näriliste) asustustihedust sama piirkonna metsnugiste arvukustihedusega. Seda oleks tarvis teha mitme aasta jooksul kuna külmemates piirkondades on näriliste arvukuse dünaamika tsükliline. Seepärast pean oluliseks silmas pidada näriliste kui põhitõidu, ja alternatiivse toidu vahelist suhet. Näiteks sõltub talvel nugiste poolt murtud lindude arv näriliste talvisest arvukusest ning talve karmusest (soojemate ilmadega murtakse rohkem linde). (Jedrzejewski et al. 1993)

Üheks mooduseks loomade asustustiheduse hindamiseks on ka talvine jäljeajamine. Loomulikult eeldab see lumist talve. Selleks on uurimisala jaotatud umbes kahe ruutkilomeetristeks ruutudeks, kus hinnatakse jälgede arvu päeva kohta. Kuid jäljeajamine ei peaks piirduma vaid loomade arvukuse leidmisega vaid seda oleks ehk võimalik integreerida teiste meetoditega teistsuguse informatsiooni saamiseks.

Nagu varemgi mainitud sõltub nugise territoorium paljuski maastiku mosaiiksusest ning metsade puude liigilisest koosseisust. Nende mõjude hindamiseks on vaja kõrvutada okasmetsades ning laialehistes või segametsades tehtud uuringud. Aga on võimalik ka hinnata metsaraie mõju nugiste asustustihedusele ning kodupiirkonna suurusele. Kuigi Eesti inimastutuse aja jooksul pole metsnugis teadaolevalt kunagi välja surnud, on kõnealune liik väga haavatav üleküttimisele nagu teisedki tema perekonna esindajad, nagu näiteks soobel (*Martes zibellina*), oma väärtusliku karusnaha tõttu (Monakhov 2001). Selle parimaks näiteks on Briti saared, kus metsnugis oli varem laialt levinud, kuid üleküttimise tulemusena on asurkonnad killustunud ning jätkusuutlikud populatsioonid on säilinud Šotimaa ja Wales'i mõningates piirkondades. Ka Irimaal on asustus ebaühtlane, kuid olukord on paranemas, sest sealsetes riikides on metsnugis looduskaitse all. (Proulx et al.

Metsnugise eluks on metsade olemasolu kriitilise tähtsusega. Seega võib intensiivne lageraie avaldada negatiivset mõju nugise asurkonnale. „Mets“ on väga laia tähendusega sõna, seepärast oleks mõistlik selgust tuua nugise elupaigavalikule ning talle sobivaimaid ja eelistatuid elupaiku. (Brainerd et al. 1995; Zalewski 1997; Birks et al. 2003)

Kodupiirkonna definitsioonid

Kodupiirkonna mõiste on palju vanem kui selle määramine. Eelkõige on kodupiirkonna mõistet omistatud loomadele, kes mingil viisil eraldavad enda territooriumi, kus toituda ja sigida, teiste loomade omast. Paljudel juhtudel sõltub isendi sigimisedukus tema kodupiirkonnast, kuid see ei anna meile veel täieliku seletust kodupiirkonna olemusest. Üks esimesi kodupiirkonna mõiste kasutajatest oli Darwin (1861). Tema annab meile ähmase ettekujutuse kodupiirkonnast, kui alast mille piires loom liigub korduvalt. Palju täiuslikuma ja tänapäeval üldlevinud definitsiooni annab Burt (1943). Tema järgi on looma koduterritoorium piirkond, mida isend kasutab toidu hankimiseks, sigimiseks ning järglaste üles kasvatamiseks. Kodupiirkonna osaks ei saa nimetada sellega piirnevaid alasid, mida loom läbib väga harva või juhuslikult. Teisisõnu on see kindla eesmärgita liikumine võib-olla uue ressursi leidmiseks. Burt'i (1943) koduterritooriumi mõiste on väga laiahaardeline, lähtudes looma põhilistest vajadustest. Selline definitsioon kehtib nii imetajate, lindude, roomajate, kahepaiksete kohta, kes elavad kindlas piirkonnas pikema aja jooksul. Sellisel juhul on loom oma ümbrusega hästi tuttav ning teab ressurside asukohta ja põgenemisteid. Mõned bioloogid aga peavad taolist definitsiooni aegunuks, sest see ei anna edasi informatsiooni kodupiirkonna suuruse hindamiseks ega mõõtmiseks (White & Garrot 1990).

Palju uuema ja etoloogilisema lähenemise annavad meile Powell ja Mitchell (2012). Kelle järgi on koduterritoorium osa looma kognitiivsest kaardist. Selline kaart on tekkinud ja uueneb pidevalt looma meelte (nägemine, kompimine, haistmine) abil. Taolise kaarti loomine toimub imetajatel suures osas hipokampuses (O'Keefe & Dostrovsky 1971), mis vastutab muuhulgas ka navigatsiooni ja ruumilise mälu eest. O'Keefe ja Dostrovsky (1971) suutsid laboritingimustes näidata kuidas aktiveerus labürinti läbivate hiirte hipokampus. Powell ja Mitchell (2012) ennustasid, et tulevikus võiks võimalik olla ka hipokampuse talitluse uurimine välitingimustes ja suurematel imetajatel. Laanekakuga (*Aegolius funereus*) läbi viidud uuringus selgus, et metsnugised külastavad teadlikult pesi, millest nad on ka aasta eest mune varastanud (Sonerud 1985). See omakorda tõestab, et metsnugisel on pikaajaline mälu, mille tõttu arvatavasti on metsnugisel laiaulatuslik kodupiirkond. Ala, kus omakorda võivad peituda vähem ja tihedamini kasutatud teedevõrgustikud ja toitumiskohad. Kuid mille poolest need kaks peamist koduterritooriumi definitsiooni erinevad?

Burt (1943) paneb erilise rõhu looma elutegevuseks ja sigimiseks vajaminevatele ressursidele ja kohtadele. Tema definitsiooni kohaselt on looma koduterritoorium pigem paik maastikul (metsatukk, põld, rohumaa jne) kust võib suure tõenäosusega looma leida, mitte kindla suurusega (ruutkilomeeter või hektar) ala (Powell & Mitchell 2012). Üksikuid retki peamiselt koduterritooriumilt väljapoole, nõ „seiklusi“— kohtadesse, mis on looma jaoks võõrad, ei saa lugeda koduterritooriumi osaks. Heaks viisiks taoliste retkede välja jätmiseks kodupiirkonnast on 95% ajaga kerneli meetod. Teisisõnu ala, kus looma veedab 95% oma ajast. Burti (1943) järgi on looma koduterritoorium üpriski fikseeritud ning aja jooksul vähe muutuv. Samuti jääb välja territooriumi erinevate piirkondade kasutamise tihedus ehk liikumise seisukohalt on ala üpriski homogeenne. Powell (2012) lisab aga käitumusliku, kohasuse ja prioriteetide aspektid, mis muudavad kodupiirkonna ajas palju dünaamilisemaks ja heterogeensemaks. Piirkond muutub liikide, isendite soo ja staatuse ning aastaegade lõikes. Üheks heaks näiteks kodupiirkondade erineva kasutuse kohta imetajatel on loomarajad. Hirvlased liiguvad mööda enda loodud radasi (Miller et al. 2003). Hundid (*Canis lupus*) liiguvad mööda saakloomade radu ning ka inimese loodud teesi mööda (Paquet and Carbyn 2003). Hiired (*Microtus spp.* ja *Myodes spp.*) uuristavad maa alla käike. Mida mööda omakorda liiguvad hiiri jahtides nirkid (*Mustela erminea*) (King 1989).

Leian, et metsnugise (*Martes martes*) koduterritooriumi suuruse hindamiseks ja mõõtmiseks tuleks tugineda mõlemale definitsioonile. Burt'i käsitus annab meile kodupiirkonna mõistmiseks vundamendi, millel põhinevad kõik koduterritooriumid (toidu hankimine, sigimine ja järglaste üles kasvatamine). Powell'i definitsiooni saab kasutada palju täpsema elupaiga valiku ja kodupiirkonna mehanistliku mudeli loomiseks. Tähtis on siinkohal rõhutada, et mudelid aitavad meil paremini mõista looma käitumist ja ökoloogiat, kuid ei anna meile kunagi täielikult täpset pilti reaalsest koduterritooriumist.

Metsnugise (*Martes martes* L.) bioloogia

Nagu iga looma puhul on ka nugise puhul elukohavaliku ja koduterritooriumi hindamiseks vaja mõista käsitletava liigi bioloogiat. Igasuguste telemeetriliste ja koduterritooriumi uuringute juures on vaja silmas pidada liigile omast käitumist, toitumist ja sigimist. Kuigi Burt'i (1943) definitsioon kodupiirkonnast võib paljude jaoks olla vananenud, annab see meile aluse ja põhilised aspektid, millele iga territoriaalse looma kodupiirkond on üles ehitatud. Igat telemeetrilist ja elukohavalikuga või koduterritooriumiga seotud uurimust läbi viies on minu arvates väga tähtis alati silmas pidada Burt'i (1943) looma elule kolme üliolulist aspekti: toidu hankimine, sigimine ja järglaste üles kasvatamine. Siinkohal peangi sobilikuks välja tuua metsnugise bioloogia olulisimad aspektid, millest sõltub tema elukohavalik ja koduterritoorium.

Toitumine

Seltsivuse alusel võib kisjalisi jagada kaheks: solitaarseteks ja sotsiaalseteks. Solitaarse kiskjana on metsnugis kohastunud jahti pidama varitsedes ning lühikeste sööstudena. Enamik kärplasi peab jahti suletumas ruumis kui näiteks koerlased. Näiteks urgudes, tihnikutes ja puude latvades. Erandiks on poolveelise eluviisiga mingid ja saarmad. (Burton 1979). Metsnugis on kohastunud peamiselt liikumiseks ja jahipidamiseks metsas, kus varitsemine ja lühikeste sööstude abil jahtimine oleks talle kui väikesele kisjale sobivaim. Kuid püüavad saakloomi ka avamaastikul, seda fragmenteerunud maastiku puhul. Kuid siiski on nugis metsaloom ning ei eelista liiguda avamaastikul, näiteks tundras (Ognev 1931).

Arboreaalsele eluviisile on ka vastav anatoomia. Teiste kärplastega võrreldes on nugisel lühike rindmik ning pikenenud nimmepiirkond, et anda kehale piisavalt painduvust. Saba kasutatakse tasakaalu hoidmiseks ning kukkumise korral pöörab nugis end õhus ümber ning maandub neljale jalale sarnaselt kassile. Nugised on võimelised ka ühelt puult teisele hüppama. Kõige enam libisevad nende küünised kase (*Betula sp.*) ja saare (*Fraxinus excelsior*) siledatel tüvedel, mis võib mõjutada tema elukohavalikut ja jahiedukust põhjapoolsematel aladel. (Burton 1979) Võrreldes teiste kärplastega on nende jäsemed pikemad ja osavust puulatvades võimaldavad selleks diferentseerunud lihased (Sokolov & Sokolov 1971). Saagi otsimiseks kasutab ta haistmismeelt, kuigi võrdlemisi hästi on arenenud ka kuulmine ja nägemine (Spencer & Zielinski 1983; Laanetu 1971).

Hoolimata oma akrobaatilistest oskustest ei ole metsnugis spetsialiseerunud puulatvades elavate loomade (oravad, lendoravad ja linnud) jahtimiseks. Metsnugis on generalist, mis tähendab, et ta murrab kõiki, kellest ta jõud üle käib. Samuti võib teda lugeda ka omnivoorseks kiskjaks, kuna toitub mariadest ja puuviljadest (seda eriti jooksuajal). (Lockie 1964 & Yurgenson 1947) Kuna metsnugis on oportunistlik kiskja siis sõltub tema toitumine saakloomade (eriti pisinäriliste) rohkusest ja kättesaadavusest. See tähendab ka, et toitumine võib erineda aastate lõikes, sõltuvalt saakloomade rohkusest. Kolmeks peamiseks toiduallikaks nii metsnugise kui ka kivinugise (*Martes foina*) võib lugeda pisinärilisi, linde ja taimset toitu (puuviljad, seemned, marjad jne) (Posluszny et al. 2007). Märksa väiksema ja vähemtähtsa osa nugise dieedist moodustavad loomakorjused, roomajad, kahepaiksed, putuktoidulised, putukad ja mõnedes tihedama inimasustusega piirkondades ka prügi (De Marinis & Masseti 1995).

Suurima ja tähtsaima osa toidus moodustavad siiski närilised. Karmidel talvedel, kui linde on vähe, on eriti suur tähtsus närilistel ja loomakorjustel metsnugise toidus (Posluszny et al. 2007) Peamise osa murtud närilistest moodustavad leethiired (*Myodes sp.*), kaelushiired (*Apodemus flavicollis*) ja uruhiired (*Microtus sp.*), mis tõestab ka, et metsnugis peab jahti nii avamaastikul kui ka metsas. Kuna leethiired eelistavad elupaiku metsas ja uruhiired avamaastikul. Orav (*Sciurus vulgaris*) ei moodusta toidust märkimisväärset osa. Arvatavasti tema püüdmise keerukuse tõttu. (De Marinis & Masseti 1995) Orav on metsnugise jaoks tähtsam saakloom põhjapoolsetes okas- ja segametsades kui Kesk-Euroopas (Zalewski et al. 2004). Rootsisis asendatakse külmadel talvedel oravate püüdmine karihiirte (*Sorex sp.*) murdmisega ning toitumisega loomakorjustest (Storch et al. 1990). Selline tähelepanek tõestab meile veel, et nugiste jaoks on oravate murdmine keeruline ja energia kulukas. Arvatavasti seetõttu lepitakse energia säästmise huvides ka karihiirte ja korjustega. Nagu varem mainitud, siis nugise toit sõltub suures osas aasta-ajast ja saakloomade kättesaadavusest. Kesk-Euroopas moodustavad pisinärilised nugise toidust enamiku, kuid näiteks paksu lumikatte korral, kui närilisi on lume alt raskem püüda, asendatakse puudujääd lindude (kanalised) ja oravatega, võimalusel ka korjustega (Zalewski et al. 2004). Poolas on näriliste osakaal on suurim sügisel, pärast nende sigimishooaja lõppu ning väiksem suvel (lindude, marjade ja muu taimse toidu osakaalu tõus).

Tähtsuselt teise toiduallika moodustavad linnud, kelle osakaal nugise toidust moodustab umbes veerandi või veidi alla selle. Kesk-Euroopas (Poolas) maist septembrini, kui näriliste osatähtsus on kõige väiksem (u 50%) moodustavad linnud ja taimne toit suure osa nugise

toidust. Leedus (Baltrunaite 2001) on lindude osatähtsus suurim kevadel ja talvel, sõltudes eelkõige näriliste ja taimse toidu kättesaadavusest. Lindudest murtakse kõige enam kanalisi (*Galliformes*) ja värvulisi (*Passeriformes*). (Jedrzejewski et al. 1993) Põhjapoolsetel aladel, näiteks Põhja-Venemaal moodustavad tedred ja metsised märkimisväärse osa metsnugise toidust (25–30% talviti) (Yurgenson 1947; Yasan 1970). Skandinaavias on talviti tetredest ja metsistest toitumine veidi madalam, kuid siiski märkimisväärne (De Marinis & Masseti 1995). Ka Eestis murrab nugis kõige rohkem metsiseid ja tetresi just talvel ning sügisel (Laanetu & Veenpere 1971).

Nagu ka varem märgitud siis omandatavad loomaraiped suure tähtsuse nugise alternatiivsest toidust just tema leviku põhjapoolsematel aladel. Ta toitub just suuremate kiskjate, näiteks huntide ja ilveste murtud loomade (peamiselt sõraliste) jäänustest, kuid väldib haigusesse või nälga surnud loomade raipeid. Rebase järel on metsnugis enim sõraliste korjustest toituv loom. Seega esineb külmal aastaajal konkurents rebasega loomakorjuste juures. (Jedrzejewski et al. 1993) Soomes on tähtsal kohal ka põhjapõdra (*Rangifer Tarandus*) korjused (Pulliainen 1981). Erinevalt Kesk- ja Lõuna-Euroopas elavatest nugistest, on ka Eestis loomaraibetel suur tähtsus just külmal ajal (Kirk 1990; Laanetu & Veenpere 1971)

Putuktoiduliste (*Sorex sp.*, *Talpa sp.* & *Erinaceus sp.*) osa metsnugise toidust võib kõikuda, kuid moodustab siiski väikese osa, nagu enamike kiskjaliste puhul (De Marinis & Masseti 1995). Tavaliselt ei ületa putuktoiduliste osakaal nugise toidust üle 2% Kesk-Euroopas (Goszczyński 1984). Poolas läbi viidud uurimuse (Zalewski et al. 1995) kohaselt jäeti 25% talvel murtud karihiirtest (*Sorex sp.*) söömata. Võib oletada, et putuktoidulisi süüakse viimases hädas talviti, kui on kõige vähem närilisi. Söömata jäetud karihiired võivad viidata nende halvale maitsele, mis tulenevad haisunäärmetest. Erinevalt röövlindudest väldivad ka paljud teised imetajad karihiirte söömist nende halva maitse tõttu (Korpimäki & Norrdahl 1989).

Roomajate ja kahepaiksete osatähtsus nugise toidust jääb sarnaselt putuktoidulistega väga väikeseks või koguni tähtsusetuks, seda eriti nugise leviku põhjapoolsematel aladel. Eeskätt suvel ja võimalusel sügiseti või ka talviti (muude toiduallikate puudumisel) toitub metsnugis ka marjadest, nagu pohlad, mustikad, vaarikad ja pihlakad, väga väikesel määral ka seentest. Teise väga väikese toiduosa võivad moodustada selgrootud, kellest omakorda lõviosa moodustavad mardikalised (*Coleoptera*) või kiletiivalised

(*Hymenoptera*) (Jedrzejewski et al. 1993).

On tähtis silmas pidada, et eelpool toodud andmed ning suhted kõiguvad suuresti aasta-aegade, saakloomade rohkuse ja ümbritseva keskkonna lõikes. Nugise areaal on ida-lääne suunas Uuralitest Portugalini ning põhja-lõuna suunas Balkanilt Põhja-Soomesse ja – Rootsi. Sellise generalistliku kiskja puhul võib toitumine varieeruda üpris suurel määral regioonide piires. Näiteks võib ka tuua juba varem mainitud loomakorjused, oravad ja kanalised, kes on eluliselt tähtsad nugistele, kui lumikate on liialt paks näriliste püüdmiseks. Aga siiski on kõikjal tähtsaimaks toiduallikaks just närilised ning toitumine alterantiivsetest toiduallikatest (linnud, korjused, roomajad, kahepaiksed, marjad jne) sõltub eelkõige näriliste arvukusest ja kättesaadavusest. Oluline koht on ka pisinäriliste ja karihiirte populatsioonide tsüklilisusel, mis muutub põhjapoolsetel aladel 3 kuni 5 aastastes tsüklites. Siis võib näriliste osatähtsus metsnugise ekskrementides kõikuda suurel määral- koguni 4 kuni 100%. (Pulliainen 1980) Metsnugis saab generalistina madala näriliste arvukusega aastatel toetuda alternatiivsele toidule ning nende arvukus ei muutu olulisel määral peamise saaklooma puudusel (Jedrzejewski et al. 1993). Ka ei muutu nugiste mass ega sigimisedukus olulisel määral, näriliste arvukuse muutudes (Helldin 1999). Samas kui spetsialistide (näiteks nirgi) populatsioon peaks näriliste puuduse all kannatama. On leitud, et nirgi (*Mustela nivalis*) arvukus võib kõikuda 10 korda rohkem näriliste arvukuse tsüklite tõttu (King 1989) kui generalistil Ameerika nugisel (*Martes americana*) (Thompson & Colgan 1987). Lõunapoolsetel aladel taolisi tsükleid ei esine või on kõikumised arvukuses väiksema amplituudiga, seega on sealsetel nugistel stabiilne näriliste populatsioon, millest toituda (Hansson & Henttonen 1985). Kivinugise toitumine on vägagi sarnane metsnugise omale, kuid erineb ka mõningaid erinevusi. Kui metsnugise ekskrementidest leidub rohkem pisinäriliste ja lindude jäänuseid, siis kivinugise väljaheidetes on rohkem leitud taimse toidu ja putukate jääke (Posluszny et al. 2007).

Sigimine ja järglaste eest hoolitsemine

Telemeetrilisi uuringuid läbi viies, koduterritooriumi pindala mõõtmisel ja elupaiga valiku hindamisel on väga tähtis koht ka looma sool, sigimishooajal ning järglaste eest hoolitsemisel. Nugisel kestab jooksuaeg juulist augustini. Tiinus vältab koos latentsusperioodiga 8 kuni 10 kuud (aprillis-mais tulevad ilmale järglased) ning pesakonna suurus jääb enamasti vahemikku 2 kuni 4 järglast (harva kuni 8 järglast). Kuna emasel nugisel on vaid neli nisa siis on suurematest pesakondadest pärit nugised tavaliselt nõrgemad. Imetamine kestab 2 kuud ning pesakond püsib koos sügiseni. Seega on emane

nugis võimeline sigima iga 2 aasta tagant (Kirk 1990; Laanetu & Veenpere 1971).

Metsnugis ei ole rangelt territoriaalne loom, mis tähendab, et kodupiirkond võib väiksel määral (alla 10%) kattuda samast soost või vastassoost isendi omaga. Kõige levinum on emase ja isase isendi koduterritooriumite kattumine, veidi vähesemal määral isaste loomade koduterritooriumite kattumine ning kõige vähesemal määral kattuvad emaste loomade territooriumid. See on ka mõneti mõistetav kuna isaste loomade koduterritooriumid on 1,5 kuni 2 korda suuremad emaste omast. (Zalewski & Jędrzejewski 2006) Solitaarse loomadena puudub neil soov kokku puutuda teiste isastega, kuid territooriumid võivad sellest hoolimata kattuda kuna isased suudavad oma kodupiirkonna äärealasi vähem külastada kui väiksema kodupiirkonnaga emased. Oma territooriumi äärealadele kogunevad isased tavaliselt suvel, kui on jooksuaeg. Seda on näidanud Zalewski (1997) oma uurimuses nugise puhkekohtadest, mille kohaselt isased nugised kasutavad oma piirkonnas tihedamini pesakohti, mis piirnevad emaste territooriumitega. Sellise käitumise läbi suureneb tõenäosus kokku puutuda mõne emasega ning seeläbi ka sigimisedukus. Jooksuajal kattuvad emaste ja isaste territooriumid suuremal määral ja tihedamini (Zalewski & Jędrzejewski 2006). Samuti muutuvad sigimishooajal ka teise nugise perekonna esindaja, pekani (*Martes pennanti*) isaste territooriumid vastavalt, samas kui emaste territooriumid jäävad samaks, kuid mitte ameerika nugiste (*Martes americana*) puhul (Phillips et al. 1998). Lindstedt'i (1986) ja Sandelli'i (1989) hüpoteesi kohaselt sõltub isaste solitaarse kiskjaliste kodupiirkonna suurus ja paiknemine sigivate emaste kodupiirkondadest. Kärplased on polügüünsed loomad, mis tähendab, et isase sigimisedukus sõltub emaste isendite arvust, kellega ta paarituda suudab. Seega paiknevad isased viisil, et nendel oleks ligipääs võimalikult paljudele emastele. Ka on oluline isase vanus, mis on positiivses korrelatsioonis sigimisedukusega (Genovesi et al. 1997). Tähelepanu väärib ka asjaolu, et vanemate isaste metsnugiste koduterritoorium suurem nooremate isaste omast (Balharry 1993). See võib viidata isaste nugiste hierarhiale, mille puhul oleks vanus ja sigimisedukus korrelatsioonis kodupiirkonnaga. Kuigi seda pole täpsemalt uuritud ega teistes uurimustes välja toodud. Arvan, et juhul kui selline korrelatsioon ka on, siis leidub seda vaid kõrge nugiste asustustihedusega aladel. Lindstedt'i ja Sandelli hüpoteesile on sarnane ka Powell'i (1979) teooria, mille kohaselt sõltuvad emaste kärplaste territooriumid ressurside olemasolust ja kättesaadavusest ning isaste kodupiirkonnad suure osas emaste paiknemisest. Kivinugise puhul ei erine isaste ja emaste koduterritooriumi suurus märgatavalt, samuti pole täheldatud ka isaste aktiivsuse ja

kodupiirkonna olulist muutumist jooksuajal, kuid kodupiirkondade kattumise põhimõte on sama mis metsnugisel. (Genovesi et al. 1997).

Kiskjaliste pojad on ilmale tulles pimedad ja paljad. Seetõttu on ka periood mille jooksul nende eest hoolitsetakse võrdlemisi pikk. Nugis poegib enamasti mõnes varjulises paigas, eelistatult puuõõnes, mille ta vooderdab samblike ja puulehtedega. Alles kaheksa nädala vanuselt hakkavad pojad pesast väljas käima (Laanetu & Veenpere 1971). Seepärast on poegade emaste isendite jaoks eriliselt tähtis pesakoht ning selle paiknemine. Ka on erineb poegade nugise käitumine emasest, kellel pole poegi nii keskmise liikumiskiiruse kui ka toiduhankimise käitumise poolest. Näiteks liiguvad kevadeti imetavad nugised toidu otsingutel kiiremini (0,77 km/h) isastest (0,63 km/h) ja mitteimetavatest emastest (0,59 km/h). Kõige pikema vahemaa ööpäeva jooksul läbivad nugised kevadel ja suvel. Reeglina läbivad isased emastest pikema vahemaa. See on seletatav sugulise dimorfismiga keha suuruse osas, millest tulenevalt on isastel ka suuremad kodupiirkonnad mida läbida. Isaste suurem kodupiirkond võib tuleneda ka isaste ja emaste loomade erinevast liikumisest toiduotsingutel. Emased otsivad kindla maalapi põhjalikumalt läbi, tehes seejuures järske pöördeid ja ringe, mistõttu näeb nende päevane trajektoor välja sik-sakiline. Isased eelistavad seejuures liikuda sirgjoonelisemalt, mistõttu läbivad nad lineaarsed mõõtkaval ka pikema vahemaa. Kevadeti läbivad järglastega emased mitteimetavatest emastest ja isastest oluliselt pikema vahemaa (Zalewski et al. 2004). Järglased ilmale toonud emase kivinugise päevane aktiivsus tõuseb olulisel määral, kuni isendi öine ja päevane aktiivsus on enam- vähem võrdsed (Possillico et al. 1995). Selline emase käitumise kardinaalne muutus viitab aktiivsemale toiduotsingule, mis omakorda viitab suurenenud energia kulule järglastele vajaliku piima eritamise tõttu. Vastava karvastiku puudumise tõttu on ka vastsündinute termoisolatsioon ebapiisav, mistõttu peab oma ööpäevast aktiivsust muutma, et tal oleks võimalik oma järglasi tihti külastada (Eisenberg 1981; King 1989). Uuringud metsnugise kohta tõestavad samasugust seisukohta. Zalewski (1997) poolt läbi viidud uurimuse kohaselt kasutavad järglastega isendid kauem ühti ja samu puhkekohti ning vahetavad puhkekohti märgatavalt harvem võrreldes emastega, kellel polnud järglasi. Imetavad emased eelistavad puuõõnsusi teistele pesapaikadele oma järglaste eest hoolitsemisel, iseäranis mustrahni (*Dryocopus martius*) või orava vanu pesi (Brainerd et al. 1995). Kokkuvõtvalt võib ütelda, et järglastega emaste toitumiskäitumine on hoopis erinev teistest emastest ja isastest. See on nähtus, mida tuleks silmas pidada, kui telemeetriliste uuringute käigus on isend vahepeal poeginud ning tema päevane liikumine ning ööpäevane

aktiivsus erinevad mõningal määral teiste uuritavate loomade andmetest. Pean ka oluliseks nügiste tiinuse kontrollimist juhul kui isendid kaelustatakse enne aprilli. Euroopas läbi viidud uuringutes pole taolist protseduuri tavaliselt kunagi märgitud.

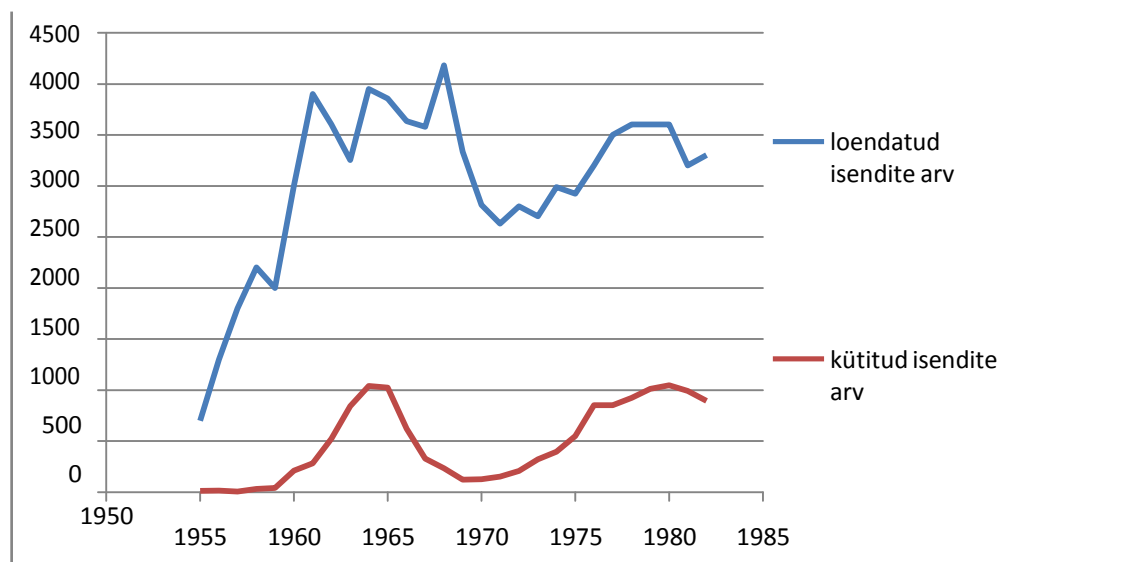
Siinkohal olen kokkuvõtvalt välja toonud kõige olulisimad aspektid, mis võiksid Burt'i teooria järgi mõjutada nügise kui ka teiste territooriaalsete imetajate elukohavalikut ja koduterritooriume. Selle peatüki kokkuvõtteks võib ütelda, et nügis on oma laia ökoloogilise nišši tõttu üpriski kohanemisvõimeline, painduva toitumisega ja dünaamilise kodupiirkonnaga loom. Suurel määral ei erine tema territooriaalne käitumine ka teiste kärplaste sugukonna esindajate omast. Samade sugude vahelist (intrasoolist) territooriumide laialdast kattuvust esineb peaaegu kõigil kärplastel palju ulatuslikumalt kui erinevate sugude vahelist (intersoolist) kodupiirkondade kattuvust. Eranditeks võib lugeda saarmaid (*Lutra sp.*) ja mäkra (*meles meles*), kelle kodupiirkondade sooline segregatsioon ja kehamassi ning kodupiirkonna suuruse vahe erinevad olulisel määral teiste kärplaste omast. (Powell 1979) Selle põhjuseks võib lugenda nende loomade iseäraliku eluviisi.

Kuigi ökoloogilise nišši laius tundub olevat korrelatsioonis looma keha suurusega (Gittleman 1985), on toitumise poolest metsnügis sarnasem nirgile (*Mustela nivalis*) kui tuhkrule (*mustela putorius*) või mingile (*Neovison vison*) (McDonald & Harris 2002, Lode 2008).

Metsnugise arvukuse dünaamika Eestis

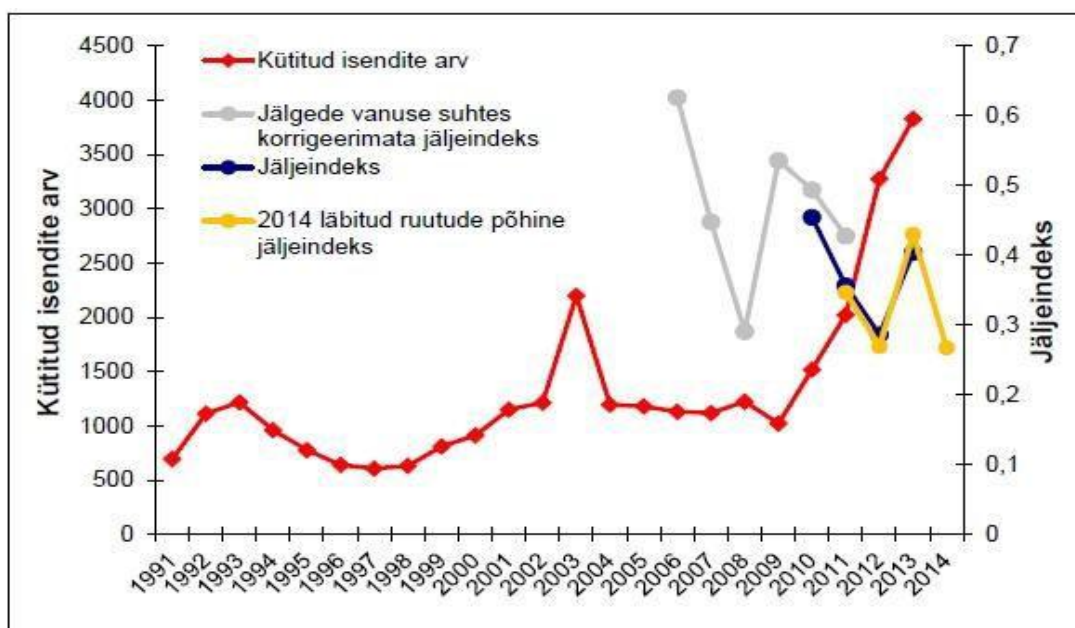
Eestis on metsnugis laialt levinud nii mandril kui ka saartel. Kuigi arvukus on eelmise sajandi jooksul tugevasti kõikunud, ei ole ta Eesti metsadest kunagi täielikult kadunud olnud. Vähesel määral võib tema arvukus sõltuda näriliste aastasest arvukusest ja rebaste arvukusest, kuid siiski on suurima mõjuga nugise arvukusele siiski jahipidamine.

Väärtusliku karusnaha tõttu on talle jahti peetud alates 19. sajandist ja tõenäoliselt varemgi. Jahipidamise intensiivsus on sõltunud karusnahakade hindadest. Kuigi metsnugis on võimeline murdma kodulinde, ei ole ta kunagi toonud suuremat kahju, seega on talle jahti peetud siiski vaid karusnaha pärast. Järsult hakkas tema arvukus Eestis langema 1920ndatel, kui karusnahkade hinna tõusust tõttu algas väga intensiivne kütmine, mis viis metsnugise Eestis väljasuremise äärel, kui 1929. aastal loendati kõigest 81 isendit (Teino 1931). Tollal võis teda leida vaid suurimatest metsamassiividest. Nugise arvukuse päästis 1935. aastal vastuvõetud seadus, mille kohaselt jaht talle keelati. Pärast seda hakkas arvukus taastuma. 1954. aastal, kui nugiseid hakkati regulaarselt loendama, elas Eestis hinnanguliselt 1000 isendit (Laanetu 1984). Alltoodud graafikul on kujutatud nugise arvukuse tõusu pärast Teist Maailmasõda ning stabiliseerumist. Võib märgata nõrka korrelatsiooni arvukuse ja küttemahuga vahel, mis tõestab veelkord, et metsnugise arvukuse tugevaim mõjutaja on jahindus.



Joonis 1; Allikas: Laanetu (1984)

Sellest ajast saadik on arvukus jäänud 3000 kuni 4000 isendi kanti. 2014. aastal keskkonnaagentuuri avaldatud seirearuande järgi on arvukus veidi langenud ning seda ka parandunud olukorra tõttu karusnahaturul. Samas aruandes viidatakse ka arvukuse suurele muutlikusele valdade ja maakondade piires.



Joonis 2; Allikas: Keskkonnaagentuur

Ülaltoodud graafikult võib märgata, et alates 2010. aastast on küttimismaht tõusnud väga järsult. Selle põhjuseks, nagu ka eelpool mainitud on karusnaha hindade tõus ja karusnahaturu väärtuse tõus. 2012 – 2013. aastal Rahvusvahelise Karusnaha Föderatsiooni poolt läbiviidud uurimuse kohaselt hinnatakse karusnahaturu väärtuseks enam kui 40 miljardit USA dollarit, mis on samas mahus traadita interneti turu väärtusega.

Gildisised suhted

Rebane kui konkurent ja looduslik vaenlane

Rebane on generalistlik kiskja, kes elab tihti metsnugisega samadel aladel, kuigi eelistab avamaastiku rohkem kui nugis. Ka toidu liigiline koosseis on mõlemal kiskjal väga sarnane, koosnendes suures enamikus pisinärlisest ja lindudest. Metsnugise toidu nišši laius on siiski veidi suurem rebase omast, kuid mõlema liigi nišid kattuvad suurel määral (Baltrunaite 2001; Jedrzejewski et al. 1993). Seega võib eeldada nende kahe kiskja pingelist konkurentsi saakloomade osas, sellest tingituna peaks ka nende arvukus olema negatiivses korrelatsioonis. Aga kas ja kui palju üldse sõltub nugise arvukus rebase arvukusest? Toidu nišš kattub mõlemal liigil kõige enam talvel, kui toitutakse loomakorjusest, lindudest (eeskätt kanalitest) ja pisiimetajatest (Baltrunaite 2012). Suurim on konkurents loomakorjuste pärast, sest metsnugis on rebase järel suurim talvine korjustest toitaja (Jedrzejewski et al. 1993). Kuigi paksu lumikatte korral on rebane pisinärliste küttimises edukam, kuuldes saaklooma läbi õhu hüppab ta saagile otse peale, nugised seevastu pole selliseks jahipidamiseks kohastunud ning

murravad talvel rohkem linde ja oravaid kui rebased (Storch et al. 1990). Kõige väiksem on nišside kattuvus suvel, kui rebane murrab rohkem jäneseid kui nugis, kes toitub suuremal määral marjadest ja seemnetest kui rebane (Baltrunaite 2012). Mis puudutab nugist, kui saaklooma rebasele, on kõige rohkem ohustatud nugisekutsikad oma elu esimestel elukuudel, kõige suurem oht rebase saagiks langeda on juhul kui pesitsetakse maas või väga madalal asuvas pesitsuskohas. Seetõttu on nugisele oluline puuõõnsuste olemasolu, et vältida rebase saagiks langemist. (Brainerd et al. 1995) Nugiste arvukuse tõusu märgati 1980ndate keskel Rootsis, kui rebaste arvukust rasis kärntõbi (Lindström et al. 1995), mis viitab nugiste murdmisele rebaste poolt, samas uurimuses märgitakse, et peamisteks ohvriteks langesid talvel ka täiskasvanud nugised, keda oli suurema keha tõttu lumel lihtsam märgata. Siiski ei pea kõnealuse uurimuse autorid rebase mõju nugiste arvukusele märkimisväärseks. Teisisõnu ei ole nende kahe looma gildisisene kisklus väga harv nähtus, kuid samas ka mitte levinud. Ka Soomes on taolised juhtumid harvad, sest nugis väldib sihilikult avamaastiku ning kuna okas- ja segametsadest pole Skandinaavias ega terves Põhja-Euroopas puudust, siis ei saa rebane avaldada märgatavat mõju nugiste arvukusele (Kurki et al. 1998).

Telemeetriliste uuringute probleemid ja meetodid metsnugise uurimiseks

Ülevaade telemetrilistest meetoditest

Raadiotelemeetrilised vahendid on suurepäraseks mooduseks loomade kodupiirkonna, suremuse, rände ja elupaigavaliku uurimiseks. Väljaheidete korjamine on hea mitte-invasiivne viis, mis võib küll meile anda väärtusliku informatsiooni looma toitumise, füsioloogilise seisundi ja genoomi kohta, kuid ennustada looma kodupiirkonna suurust ja päevast teekonda väljaheidete kaudu oleks väga aja- ja tööjõukulukas ning pealegi võib osutada väga ebatäpseks (Birks et al. 2005). Jäljeajamine lumel on kõige täpsem viis looma asukoha leidmiseks, kodupiirkonna suuruse hindamiseks ja ööpäevase teekonna pikkuse leidmiseks, kuid see võimalus langeb ära lume puudumisel ja arusaadavalt ka soojal aastaajal. Meres elavate loomade uurimiseks on kasutatud akustilist telemetriat ning lindude puhul ka radareid ja geolokaatoreid, kuid maismaaloomade (sealhuglas imetajate) liikumise uurimiseks need meetodid ei sobi.

Pärast Teist Maailmasõda hakkasid laiemalt levima ülikõrgsagedusalaga (VHF ing. k. *very high frequency*) raadiovahendid, mis leidsid kasutust nii televisioonis, ringhäälingus, laevade ja lennukite sides. Need raadiod opereerivad vahemikus 30 – 300 Mhz, mis teeb need vähem vastuvõtlikuks atmosfäärilisele ja teiste elektrooniliste vahendite poolt emiteeritud mürale kui madalamad sagedused. Pärast transistorite leiutamist leidsid raadiod esimest korda kasutust füsioloogias juba 1950ndatel (Barr 1954). Järgnevatel aastatel kirjeldati miniatuursete raadiote kasutamist esmakordselt vabalt elavatel loomadel (LeMunyan et al. 1959). VHF raadiokaeluseid kasutati esimest korda 1960ndatel pruunkarudel Yellowstone'i rahvuspargis vendade Craighead'ide poolt (Craighead et al. 1995; Craighead 1982). Sellega oli alus pandud raadiotelemeetria, mis muutus järgnevatel aastakümnetel aina populaarsemaks. Esimest korda kaelustati perekonna *Martes* esindaja 1972. aastal, kui püüti ja märgistati raadiotelemeetriliselt viis ameerika nugist (*Martes americana*). Ka tänapäeval on VHF raadiokaeluste kasutamine kõige levinum viis telemetriliste uuringute teostamiseks.

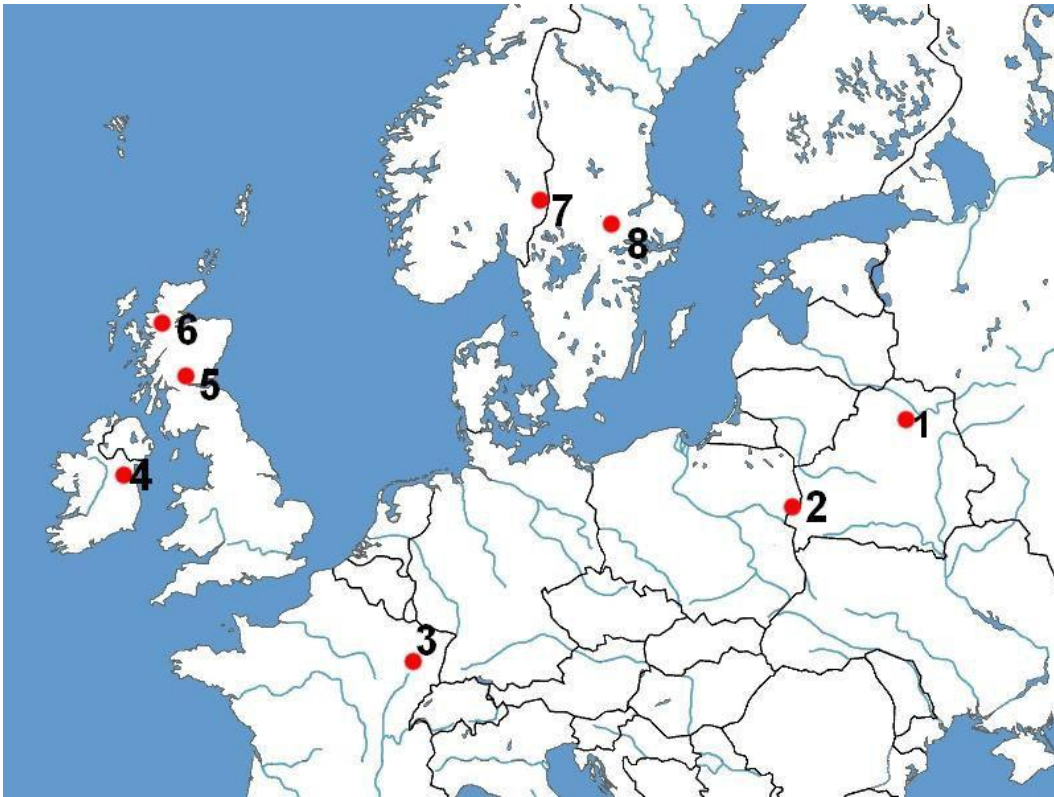
1990ndate aastate alguseks jõudis algselt sõjaväele loodud GPS tehnoloogia tsiviilkasutusse, mis avas võimaluse kasutada seda uut tehnoloogiat loomade efektiivsemaks ja täpsemaks reaalajas jälgimiseks peale pikki aastaid kasutuses olnud VHF vastuvõtjaid.

Esmakordselt hakati GPS tehnoloogiat kasutama imetajate telemeetriliste uuringute tarvis 1990ndate teisel poolel. Esimesteks liikideks, keda uuriti kasutades seda tehnoloogiat, olid elevant (Douglas- Hamilton 1998), karu (Schwartz & Arthur 1999) ja põder (Edenius 1997). Ka tänaseni saab GPS kaeluseid kasutada oma massi tõttu vaid suurimatel imetajatel, mis on selle tehnoloogia üheks suurimaks puuduseks, millest ma räägin täpsemalt järgnevas peatükis. GPS süsteemiga paralleelselt hakkas 1990ndatel kommertsialiseeruma ja populaarsust koguma Argos süsteem, mille abil tänaseks päevaks jälgitakse 2000 imetajat maismaa imetajat üle maailma. GPS kaelustesse on võimalik ühendada ka PTT-d (*platform transmitter terminal*), mis oleks ühenduslüliks GPS-i ja Argose süsteemi vahel. Vajadusel võib PTT kaeluse ka lokaliseerida, juhul kui GPS seda ei suuda, kuigi peamine eesmärk on sellel informatsiooni edastamine Argose Trios-N satelliitidele (Schwartz & Arthur 1999). Ka on kasutatud vaid Argose PTT-del põhinevaid seadmeid, kuid need on leidnud kasutamust peamiselt suure kodupiirkonna ja migratoorsete loomade nagu merekilpkonnade, hüljeste ja lindude uurimiseks kuna ainult Argosel põhinev jälitamine on ebatäpsem GPS-i omast (Tomkiewicz et al. 2010).

Ühe uusima meetodina on katsetatud loomade jälitamist ka GSM (*Global systems for mobile communication*), mis on GPS seadmetest ja Argose süsteemi kasutamisest märksa odavam ning vähem aeganõudvam kui VHF raadiote kasutamine. See põhineb looma külge paigaldatud transmitteri SMS-idel, mis saadetakse kindla aja tagant ning efektiivsus võib sõltuda mobiilsideoperaatorist ja selle levist. Taolist süsteemi kasutatud näiteks mereimetajatel (Cronin & McConnel 2008). Kuid Portugalis (Quaglietta et al. 2012) on katsetatud ka erinevate telemeetriliste meetodite kompleksi saarmal (*Lutra lutra*), mis põhineb GPS GSM/GPRS sidel ja on odavam (ühe seadme hind u 800€) kui standartne GPS meetod. Arvan, et taolist meetodit oleks tulevikus võimalik kasutada ka metsnugise uurimisel.

Euroopas läbi viidud uurimused

Allpool toodud kaardil on välja toodud kõik Euroopas metsnugistega teostatud raadiotelemeetiliste uurimuste asukohad.



Joonis 3;1 – Sidorovich et al. 2005; 2 – Zalewski et al. 1995, 1997, 2000, 2004; 3 – Pereboom et al. 2008; Mergey et al. 2011; 4 – O’Mahony 2013; 5 & 6 – Balharry 1993; 7 & 8 Brainerd et al. 1995

Eestile ja meie tingimustele lähim uurimus viidi läbi Grimsös Rootsis (kaardil nr. 8), mis asub boreaalse metsavööndi lõunapiiril samas kui Eesti asub hemiboreaalses vööndis (Ahti et al. 1968). See tähendab vaid seda, et Grimsö ja Eesti metsade liigiline koosseis on küll sama, kuid erinevad okaspuude osakaalu poolest, mis Kesk-Rootsis on veidi kõrgem. Ka Valgevenes Polotski lähedal (kaardil nr 1) läbi viidud uurimus nugiste toitumis ja paiknemise sõltumisest maastikust, on läbi viidud Eesti kliimale ja puistutele lähedastes tingimustes. Need kaks kõnealust uurimust oleks heaks toetus- ja võrdluspunktiks, kui metsnugiseid uuritaks Eestis ka raadiotelemeetiliselt. Väljaheidete ja talvise jälleajamise põhjal on läbi viidud uurimusi ka Soomes (Shorrocks et al. 1998; Pulliainen 1996 & 1981) ja Leedus (Baltrunaite 2002 & 2006), mis oleks samuti sobivad andmete võrdluseks. Kaardil toodud raadiotelemeetiliste uurimuste abil on siiski enamasti uuritud nugiste paiknemist, kodupiirkonna suurust, puhkepaikade tüüpe ja kasutustihedust ning elupaiga eelistusi.

Telemeetria kasutamisest Eestis

Praeguse seisuga on Eestis jälgimiseadmega kaelustatud ja uuritud kaheksat imetajaliiki – karu (Valdmann et al. 2008); põder (Valdmann et al. 2008); kährrik (Süld 2010; Abner 2013); lendorav (Absalon 2013); ilves (Kont et al. 2008 & 2009) ja hunt (Kübarsepp 2007). Tipu uurimisel õnnestus kaelustada metssea emis (2010) ning kolm metskitse (2009), kuid nende kohta täpsemaid artikleid pole ilmunud. VHF kaelustega on uuritud vaid karu ja väiksemaid loomi nagu kährrik ja lendorav. Ülejäänud liike on eesti teadlastel õnnestunud kaelustada GPS seadmetega või ilvese puhul GPS/GSM seadmega. Ka on kolm kährrikut suudetud kaelustada GPS seadmega (Abner 2013). See tõestab, et Eestis on mõistetud uusima tehnoloogia kasutamisega kaasnevaid võimalusi, nagu täpsem ja tihedam asukoha määramine, erinevate ressurside prioriteedi määramine ning sellega kaasnevad mehhanistlikud kodupiirkonna mudelid, mida võimaldab GPS tehnoloogia (Cagnacci et al. 2010). Oma massilt ja suuruselt jääb metsnugis kährriku ja lendorava vahele, mis tähendab, et suure tõenäosusega tuleb metsnugise telemeetrilisel uurimisel siiski toetuda VHF tehnoloogiale, kuid seda mitte kindlasti lähitulevikus. Kuna GPS seadmete hind, kättesaadavus ja mass on aastate jooksul pidevalt langenud.

VHF raadiotelemeetria

Tänapäeval on imetajate raadiotelemeetrilisteks uuringuteks kõige laiemalt kasutusel VHF raadiokaelused. Saja kolmekümne ühest telemeetrilisest uuringutest, millega on uuritud nugise perekonna esindajaid, on kogunisti 92% juhtudest kasutatud VHF kaelust (Thompson et al. 2012). Sellel on mitmeid põhjuseid. Esiteks on see odavaimaks viisiks maismaa imetajate telemeetriliseks uurimiseks. VHF kaelus on keskmiselt kümme korda odavam kui GPS kaelus. Teiseks on see piisavalt vastupidav ja usaldusväärne, et olla eelistatud tehnoloogia zooloogide poolt juba 40 aastat. Kolmandaks on see piisavalt pika aku kestvusega, et koguda informatsiooni looma kohta, ilma et isendi peaks uuesti püüdma ja teda selle käigus häirima. Raadiokaeluse asukoha määramise täpsus võib varieeruda väga suurel määral, sest see sõltub looma kaugusest, ilmastikust, maastikust, varustuse kvaliteedist ja uurija oskustest (Bissonette et al. 1994). Tavaliselt jälitatakse looma raadiosignaali tugevuse järgi kuni looma on näha või mingil kindlal distantil. Raadiohorisondi tõttu on VHF lainete tegevusraadius piiratud, mistõttu tuleb loomi jälitada pidevalt raadiovastuvõtjate mobiilsuse abil. Suuremate loomade ja nende migratsiooni uurimiseks kasutatakse lennukeid või mootorsõidukeid raadiosignaali püüdmiseks. Väiksemate ja vähem liikuvaid loomi tuleb jälitada jalgsi ning loomale tuleb püsida

võrdlemisi lähedal kuna nende kaeluste saateraadius on väiksem ning käes hoitavad antennid suudavad signaale tavaliselt vastu võtta väiksema vahemaa tagant. Probleemiks võib osutuda looma liigne häirimine ning sellest tulenevalt ka muutunud andmed. Käes hoitavateks antennideks sobivad tavaliselt kahest kuni viiest elemendist koosnevad yagi antennid või veel lähedamalt jälitamiseks dipoolantennid, mille maksimaalne raadius on umbes 1 km. Zalewski (1995) ja O'Mahony (2013) on oma uuringutes püsinud metsnugisest umbes 300 meetri kaugusel. Looma häirimise vältimiseks või looma jälitamiseks öösel suure vahemaa tagant on võimalik ka raadiosignaali triangulatsioon, mille puhul on oluline, et täpseima asukoha määramiseks oleksid raadiovastuvõtjad (neid on kaks või enam) üksteise suhtes 90° nurga all. Loomulikult sõltub täpsus veel raadiovastuvõtjate omavahelisest kaugusest ning transmitteri (kaelus) ja vastuvõtja vahelisest kaugusest. Kui looma asukoha määramiseks kasutatakse triangulatsiooni siis oleks mõistlik arvutada mõõtevea polügoon (*error polygon*), standardhälve ja mõõteviga ning lisada see uuringusse. (Otis & White 1999; Springer 1979; Schmutz & White 1990; Saltz & Alkon 1985; Saltz & White 1990) Olgu võrdluste tõmbamiseks märgitud, et tavaliselt jääb raadiotelemeetria triangulatsiooni mõõteviga 70 – 100m piiresse (Springer 1979).

GPS telemeetria

Nagu eelpool mainitud, on GPS-i kasutamine loomade asukoha määramiseks vägagi uus meetod, mida katsetati algselt vaid suurtel imetajatel. Tsiviiltarbes on GPS seadmed muutunud iga aastaga aina odavamaks, väiksemaks ja vastupidavamaks. Seetõttu on kõnealuse tehnoloogia kasutamine telemeetrilisteks uuringuteks aina levinum meetod, mis tulevikus võib asendada täielikult VHF raadiotelemeetriat. Selle suurimaks eeliseks traditsioonilise raadiotelemeetria ees on asukohapunktide rohkus ja nende kogumise järjepidevus, mis võimaldab luua palju täpsemat ja tõepärasemat mudelit looma kodupiirkonnast (Girard et al. 2002). Näitena võib tuua 2009. aastal GPS seadmetega kaelustatud pekanid Ameerika Ühendriikides (ja üks ameerika nugis), kelle keskmiseks oli 152 asukohapunkti looma kohta kahe kuu jooksul. Samas kui nugiste VHF telemeetria korral on vastavad näitajad keskmiselt 132 asukohapunkti looma kohta terve uuringu vältel (tavaliselt 1-2 aastat). (Thompson et al. 2012) Selline 20 asukohapunkti suurune erinevus ei tundu küll suurena, kuid tuleb meele pidada, et GPS kaeluste korral sai piiravaks teguriks vähene aku kestvus ning sellest sõltuvalt ka kaeluse tööiga. Suurema fikseerimissageduse abil on koduterritooriumil võimalik märgata koridore ja liikumisteid

näiteks toitumisalade ja pesakohtade vahel, mis väiksema fikseerimissagedusega VHF raadiotelemeetria puhul jääksid märkamata (Kochanny et al. 2009). Suurem asukohapunktide arv võimaldab hinnata täpsemalt ka kodupiirkonna erinevate osade ja ressurside kasutamistihedust. (Kie et al. 2010) Üldkokkuvõttes võib kodupiirkonna mudelid jagada kahte: empiiristel andmetel põhinevad statistilised mudelid (Kerneli meetod, MCP) ja mehhanistlikud mudelid, mis samuti põhinevad empiirilistel vaatlusandmetel, kuid võtavad arvesse ka teoreetilise lähenemise, mis arvestab territooriumil paiknevaid ressursse, maastike, elupaiku ning nende kasutamistihedust looma poolt (Kie et al. 2010; Moorcroft & Lewis 2013). Teisisõnu on mehhanistlik mudel märksa dünaamilisem ja ökoloogilisest ning etoloogilisest aspektist tähendusrikkam. Samuti võimaldab mehhanistlik mudel näha loomade ruumikasutuse muutumist maastiku või loomapopulatsiooni muutumise korral (Kie et al. 2010). Näiteks näitasid Moorcroft & Lewis (2006) ja Moorcroft et al. (2006), kuidas nende loodud mudeliga oli võimalik ennustada koiotikarja ruumikasutuse muutust kui naaberkari juhtus lagunema. Enamik andmetöötluse meetodeid on välja töötatud pidades silmas VHF telemeetriaga saadavaid andmemahte (Otis & White 1999; Springer 1979; Schmutz & White 1990). Oma uudsuse tõttu on jõutud vähe uurida ja välja töötada meetodeid mõõtevea leidmiseks (Frair et al. 2010) ja suure andmemahu töötlemiseks. Kuid Kie et al. (2010) julgeb soovitada mõningaid meetodeid sellise mudeli loomiseks. Üheks selliseks on näiteks *kriging* (Krige 1951), mis on mõeldud küll geofüüsikaliste näitajate jaoks, kuid mida kasutades saab leida kindla sektori kasutamistiheduse looma või loomakarja poolt (Stewart et al. 2006). Krigingule sarnane meetod mehhanistliku mudeli loomiseks on mittelineaarse regressiooni mudel, mida saab kasutada elupaiga kasutamise tõenäosuse analüüsimiseks (Boyce & McDonald 1999; Guisan et al. 2002). Pean mehhanistliku mudeli kasutamist metsnugiseid uurides äärmiselt tähtsaks kuna see aitab meil paremini mõista metsnugise käitumist ja ruumilist paiknemist näiteks metsiseid (*tetrao urogallus*) murdes, kes on Eestis kaitse all ning väheneva arvukusega. Usun, et vanad kodupiirkonna mudelid ei suudaks iseloomustada metsnugise ja metsise vahelist kisja – saaklooma suhet nagu mehhanistlik mudel. Pealegi on metsnugis rebase ja kähriku järel üks peamisi looduslike vaenlasi metsisele (Salla 2014; Susi 2014). Samuti aitab see meil paremini jälgida fragmenteerunud maastiku sobivust elupaigaks nugisele ja sellise kultuurmaastiku ohtu nugise arvukusele kuna suured metsamassiivid on tema jaoks eelistatumaid elupaiku (Kurki et al. 1998; Pereboom et al. 2008).

Teiseks suureks eeliseks VHF telemeetria ees on kogutavate andmete sõltumatus ilmastikuoludest ja uurimuse teostaja oskustest ja kogemusest. Raadiolaineid segavad mitmed ilmastikuolud (näiteks sademed) ja maastiku reljeef nagu näiteks mäed ja nendevahelised orud, millelt lained peegelduvad ning tekitavad suuri vigasi isendi lokaliseerimisel.

Satelliitside on selles osas sõltumatu, võimaldades loomi jälgida ka väga raskesti ligipääsetavates kohtades. Alati on võimaluseks ka areaalne ehk lennukilt teostatud VHF telemeetria, kuid lennutunnid on äärmiselt kallid. Kuid satelliidi signaalidele võivad probleemiks osutada tihe puude võrastik metsades, mis võib eduka lokaliseerimise tõenäosust vähendada 37% võrra ja asukohapunkti viga võib muutuda keskmiselt 12 – 17 m võrra (Frair et al. 2010). See osutub probleemiks, kui kaelustada metsnugiseid GPS kaelustega kuna enamiku ajast tegutsevad metsnugised tiheda puurindega metsades ja kasutavad väga tihti puuõõnsusi puhkamiseks ja pääsemieks rebaste eest (Brainerd 1995; Zalewski 1997). Olgu võrdluseks toodud et, avamaastikul elavate rohusööjate puhul on asukohapunkti viga jäänud 10 – 20m piiresse (Turner et al. 2000), ning kui metsnugise puhul lisada veel võrastiku poolt tekitatud mõõteviga, on GPS endiselt täpsem tööriist nugise lokaliseerimiseks kui VHF telemeetria.

GPS seadmete suurimaks puuduseks on seni peetud selle hinda, mis on keskeltläbi kümme korda kallim VHF kaeluste omast. Sel juhul kaelustatakse uurimuse käigus võrdlemisi vähe loomi GPS kaelustega ning sellest tulenevalt on võrreldavate andmete hulgad väikesed ning tulemused väheusutavad. Kuid 2011. aastal avaldatud artikkel märgib, et pikema (≥ 1 aastat) vältusega uuringute puhul võib GPS tehnoloogia kasutamine kujuneda hoopis odavamaks traditsioonilisest raadiotelemeetriast, mis on väga aja- ja tööjõukulukas (Recio et al. 2011). Kuid GPS kiipide ja seadmete hind on langustrendis ning üha enam zoolooge kasutab telemeetriaks just kõnealust tehnoloogiat, mis omakorda tähendab, et eeldatavasti peaks GPS kaeluste tootjaid turule tulema rohkem ning konkurentsi tulemusena langeks ka hind.

Pidev andmete edastamine serveritele on energiakulukas ning seetõttu tühjeneb GPS kaeluse aku märksa kiiremini raadiokaeluse omast. Seetõttu on ka nende kaeluste töö- või kasutusiga kordi lühem: 2 – 3 kuud võrreldes raadiokaeluste omaga, mis ulatuvad paari aastani. Kiiresti tühjenevate akude tõttu on need ka suuremad ja sellest tulenevalt on GPS kaeluse mass ka märksa suurem. Näiteks kaalus esimene, 1994. aastal turule tulnud, kaelus 1,8kg (Rodgers et al. 1997). Praegused kaelused, mis sobiksid vaid suurimate nugiste (≥ 2 kg) jälitamiseks ja kaaluvad 40 – 75 g (Aubry 2012). On juba reegliski kujunenud, et

kaelus peaks moodustama 1– 5 % looma massist (Kenward 1987; White & Garrott 2012) ning arvestades, et metsnugised kaaluvad keskmiselt 1,5kg siis selgub, et GPS tehnoloogia abil metsnugiste uurimine on veel väga raskendatud. Seda eriti emaste isendite puhul, kes kaaluvad isastest vähem. Kuid nagu varemgi mainitud, langevad GPS seadmete hinnad pidevalt ja sellega koos ka seadmete suurus ja mass. Seetõttu usun, et on vaid aja küsimus, millal metsnugiseid oleks võimalik väga edukalt uurida ka kõnealuse tehnoloogia abil, ilma et peaks aega ja raha kulutama VHF kaelustega uurimisele, mille abil ei ole võimalik kujutada looma kodupiirkonda ja elupaiga valikut nii detailselt nagu seda võimaldab GPS.

GPS/GSM

Hoolimata faktist, et satelliitide abil on võimalik koguda tohututes kogustes andmeid loomade asukoha kohta, kujuneb üheks suurimaks väljakutseks nende andmete jõudmine uurijate kätte. See protsess on aeganõudev, mis kujutab endast suurt probleemi GPS-i kasutamisele. Maksimaalselt on uurijatel satelliitide vahendusel alla laadida vaid 7 asukohapunkti päeva jooksul (Rodgers 2001). Seepärast on tänapäeval üha enam hakatud GPS kaeluseid integreerima mõne andmeedastussüsteemiga, näiteks ARGOS süsteemiga (Biggs et al. 2001; Hulbert 2001) või GSM võrguga (Rodgers 2001). Mõlemad võimaldavad saada infot looma asukoha kohta peaaegu reaalajas, mis oleks äärmiselt tähtis looma ööpäevase aktiivsuse uurimisel. Õnneks on Eesti GSM levialaga väga hästi kaetud, mis teeb GPS/GSM põhised telemeetrilised uuringud mugavaks. Nagu eelpool mainitud, on seda võimalust kasutatud ilvestel (Kont et al. 2008 & 2009). Info looma asukohapunktidest edastatakse enamasti SMS-ide näol, mis omakorda eeldab head GSM leviala. See osutub probleemiks, kui loom juhtub liikuma kohtadesse, kus levi on väga nõrk või puudub. Selle probleemi ületamiseks on paljudel GPS/GSM kaelustel võimalus salvestada vahepealsed asukohapunktid ning edastada need SMS-iga kohe, kui isend naaseb piisava leviga alale. Tänapäevane GSM-ile tuginev telemeetria on end õigustanud mitmetes uurimustes tänu oma väga heale täpsusele (mõõteveaga 2,5m – 9m) ja lokaliseerimise efektiivsusele ($\geq 68\%$) (Sundell et al. 2006; Quaglietta et al. 2012). GPS- i täpsus on aja jooksul pidevalt paranenud ja teeb seda suure tõenäosusega ka tulevikus tänu suuremale tsiviilkasutuses olevate satelliitide arvule (Rahimi & Owen-Smith 2007). Suure andmemahu spetsiifiliseks töötlemiseks on võimalik kasutada geoinfosüsteemi (GIS) mehhanistliku kodupiirkonna mudeli loomisel. Vanemate asukohapunktidega kaardi võib teha interneti kaudu avalikkusele kättesaadavaks nagu tehti GPS/GSM kaelustatud põtrade puhul Roots 2003. aastal (Dettki et al. 2004). See osutus inimeste seas väga populaarseks, pakkudes huvi nii

õpetajatele hariduse eesmärgil, liiklejatele, väikeasulate elanikele, kelle ümbrusesse sattusid tihti põdrad ja loomulikult jahimeestele. Kui ka metsnugise puhul teha informatsioon uurimuse jooksul avalikuks, on tähtis silmas pidada, et informatsioon oleks vähemalt nädal või kaks vana, vältimaks loomade häirimist inimeste poolt. Kuigi metsnugis on avalikkusele vähem tuntud ega satu tihti asustatud aladele nagu põder, võib taoline metsnugise liikumise alane informatsioon huvi pakkuda jahimeestele. Arvatavasti tõuseks seeläbi ka kütamise efektiivsus kohtades, kus metsnugist on suurel arvul (loomulikult siis, kui uurimus on läbi). Välistada ei saa ka sellise avaliku informatsiooni tähtsust loodushariduse vallas.

Kahjuks peab tõdema, et GPS/GSM telemeetria jääb metsnugise puhul tulevikku, sest sellised kaelused on endiselt liialt rasked nugiste jaoks. GPS telemeetria on veel sobilik vaid keskmistele ja suurtele imetajaliikidele. Kuid Portugalis (Quaglietta et al. 2012) kaelustatud saarmate seadmed kaalusid 84g, mis annab alust arvata, et varsti muutuvad kaelused veelgi kergemaks ja sobilikuks ka metsnugisele. Kõnealuses uurimuses on toonitatud ka, et hoolimata saarma poolveelisele eluviisile ja elupaiga tihedale puuvõrastikule olid saadud andmed sobilikud tänu piisavalt väikesele mõõteveale.

Oma lühikese tööea tõttu kujuneksid GPS-i abil teostatud uuringud võrdlemisi lühikeseks (1 – 2 kuud). Selle aja jooksul saab teha järeldusi vaid nugise ööpäevase aktiivsuse, kodupiirkonna suuruse ja liikumise eripärade kohta. Kuid pikema vältavusega uuringute jaoks tuleb siiski toetuda VHF telemeetriale, et uurida ka nugiste kodupiirkonna suuruse, ööpäevase aktiivsuse ja puhkepaikade külastamise intensiivsust aastaegade muutudes. Nagu on metsnugiste toitumine talvel erinev (Pulliainen & Ollinmäki 1996; Helldin 2000), erineb ka kodupiirkonna suurus (Zalewski et al. 1995), puhkepaikade kasutamine (Brainerd et al. 1995; Zalewski 1997) ja ööpäevane aktiivsus (Clevenger 1993; Zalewski et al. 2004).

Nugiste asurkonna ja arvukuse tendentside hindamiseks võiks põhimõtteliselt sobida väljaheidete kogumine, kuna usutavasti jätavad nugised oma väljaheidet just oma liikumisradadele (Lockie 1964; Pulliainen 1982). Kuid sellisel juhul on äärmiselt oluline, et väljaheidet eristataks geneetiliselt, sest vastasel juhul poleks tulemused usaldusväärsed (Birks et al. 2005). Eesti oludes ei oleks selline meetod kuigi praktiline kuna väljaheidete paiknevus ja tihedus võivad väga suurel määral varieeruda talvel võrreldes suvega (Velandar 1986; Birks et al. 2005), mis võiksid viia valedele järeldustele. Piisavalt lumerohketel talvedel oleks parimaks võimaluseks arvukuse muutuse hindamiseks

jäljeajamine. Erinevalt telemeetrilistest meetoditest on see täiesti mitte- invasiivne uurimismeetod ning ka kõige täpsem (isendi lokaliseerimise seisukohalt). Selline täpsus võimaldab uurida metsnugise elupaigavalikut väga ebaühtlaselt fragmenteerunud maastikul, kus erinevate elupaigatüüpide pindalad võivad olla väiksemad raadiotelemeetria mõõteveast. Suurimaks puuduseks jäljeajamisel lumikatte kestvuse kõrval on isendite identifitseerimine ja soo määramine, mis on jälgede põhjal peaaegu võimatu. Seega oleks tavist jäljeajamist mõttekas siduda ka teiste meetoditega. Olgu nendeks rajakaamerad (Zielinski & Kucera 1998), raadiotelemeetria või karvade kogumine geneetilise materjali uurimiseks (Mowat & Paetkau 2002). Samuti oleks jäljeajamisega võimalik ka koguda talviseid väljaheiteid toitumise uurimiseks. (Proulx & O'Doherty 2006) Kokkuvõtteks võib öelda, et meetodeid metsnugise telemeetriliseks uurimiseks on praegusel hetkel vaid üks, kuid loodetavasti juba peatselt kaks, millest igal ühel on oma suurimad eelised ja puudujäägid. Seetõttu oleks uuringu läbi viimiseks tähtis sõnastada kindlad eesmärgid ja uuringu kestvus, mille alusel oleks tulevikus võimalik valida sobivaim tehnoloogia ning meetoodika, saamaks täpseid ja usaldusväärseid tulemusi.

Arutelu

Kõik seitse perekonna *Martes* esindajat elavad rohkem (*M. Zibellina*, *M. martes* jne) või vähem (*M. foina*) metsaga kaetud aladel. Põhjapoolsetel aladel elavatel liikidel on äärmiselt tihe ja kohev karvkate, mistõttu paljud neist on hinnatud karusloomad, kelle arvukus on ajaloo vältel kõikunud karusnaha hindade taktis. Nugiste, näiteks pekani (Aubry & Houston 1992; Zielinski et al. 1995) ja ameerika nugise (Hargis 1999) jätkusuutlikud populatsioonid on negatiivses korrelatsioonis maastiku fragmenteerituse astmega. Väga suur tähtsus on samuti puistute ja avamaastiku vahelises paiknemises. Niitude ja heinamaade hajus paiknemine üle maastiku jätab metsadele palju servaala, mis ei ole nugise eelistatav elupaik, nagu selgub ameerika nugise puhul (Hargis 1999). Usun, et sama kehtib ka kodumaise metsnugise kohta, kuna servaaladel esineks märksa tihedam konkurents rebase või kährikuga kui metsa sisealadel. Nugis on võimeline edukalt jahti pidama ka mosaiiksel maastikul, kuid ta väldib sihilikult suurtel avamaalappidel liikumist (Kurki et al. 1998). Tänapäevase tehnoloogia abil oleks paremini võimalik uurida nugise käitumist ja ruumikasutust, ning sellest lähtuvalt hinnata näiteks ehitus- ja arendustegevuse mõju tema kodupiirkonnale. See omakorda aitaks tagada metsnugise jätkusuutliku populatsiooni. Kõrge kohanemisvõimega generalistina on metsnugis levinud peaaegu kõikjal Euroopas, kus leidub okas-, sega- või lehtpuumetsi. Teda leidub ka Korsikal, Sardiinias, Sitsiilias ning teistel Vahemere saartel, mis tähendab, et talle sobivad ka vahemerelised metsad ja põõsastikud. Esmapilgul võib tunduda, et metsnugisest rääkimine ei oma soodsa seisundi tõttu looduskaitsest väärtust, aga on tähtis silmas pidada, et küttimise ning lageraie tulemusena võib metsnugisest saada ohustatud liik nagu ta seda on Suurbritannias ja Irimaal, kuid ka paljudes teistes Lõuna-Euroopa riikides. Näiteks leidub teda väga vähe tänapäevastes eukalüpti (*Eucalyptus spp.*) istandustes, mis on Lõuna-Euroopas üha enam levinud. Selle põhjuseks võib olla saakloomade ja puuõõnsuste puudumine. (Proulx et al. 2005) Nugisele sobivad õõnsused tekivad rahnide abil eelkõige puudesse, kus esineb südamemädanik. Kuid kuna tänapäevases metsamajanduses eemaldatakse taolised puud, on paljude liikide elupaiga kvaliteet langenud. (Remm 2008) Nagu sissejuhatusesgi mainitud, on puistud metsnugisele kriitilise tähtsusega, pakkudes põgenemisvõimalusi kiskjate eest, varjulisi pesi puhkamiseks ning suures valikus saakloomi ja taimi. Seetõttu võib metsnugiste populatsioone ohustada fragmenteerumine vähese metsasusega Euroopa riikides. See omakorda võib küttimisega viia nugiste arvukuse võrdlemisi kiiresti järsku langustrendi. Arvukuse dünaamika peatükis kirjutasin ma, kuidas metsnugis on Eestis viidud kadumise äärele ning seejärel taastunud. Praegusel hetkel

tunduvad Eesti ja naabermaade populatsioonid stabiilsed olevat (Proulx et al. 2005), mis aga ei tähenda, et valvsust võiks kaotada. Karusnahahindade tõustes võib metsnugiseid taas ohustama hakata salaküttimine. Kuigi nugised nagu teisedki suure kodupiirkonnaga kärplased võivad jätkusuutlikult elada ka väga madala asustustiheduse korral, toob üksiku isendi surm kaasa suuri muutusi naabrite kodupiirkondade paigutuses ja suuruses (Zalewski & Jędrzejewski 2006) ning isaste ja emaste isendite ebavõrdne arv võib tõsiselt pärssida paljunemist (Strachan & Paul 1996). Populatsiooni kasvu ja taastumist pidurdab veel ka asjaolu, et emane nugis on võimeline sigima vaid iga kahe aasta tagant. Usun, et raadiotelemeetriliste uuringute abil saadud uudne informatsioon Eesti metsnugiste kohta, aitaks oluliselt nugise seirele ning vajadusel ka nugise kaitsele kaasa. Keskkonnaagentuuri andemetel on Eesti populatsioon küll stabiilne, kuid küttimehaht on kohati väga erinev. Seepärast soovitatakse küttimeist mõnel pool vähendada ja teisel pool tõsta. Telemeetriliste uuringute abil saadud uudse informatsiooni all pean ma eelkõige silmas eesti nugise kodupiirkonna suurust, nende paiknemist üksteise suhtes ja elupaiga valikut, mis kõik koos aitaks ehk täpsemini määrata mõne piirkonna asustustiheduse ning selle alusel oleks võimalik hinnata ka küttimeise mõju asurkonnale.

VHF raadiokaeluste kasutamisest omandatud kogemusi oleks mõistlik kasutada ka sugulasliikide peal. Näiteks kivinugise peal, kelle arvukus ja paiknemine Eestis on teadmata. Telemeetria kasutamine kivinugisel annaks väärtusliku informatsiooni selle liigist tema areaali põhjapiiril.

Kus oleks siis kõige mõttekam kaelustada metsnugiseid, kui võimalus selleks peaks avanema? Julgen välja pakkuda, et usaldusväärsemaid tulemusi nugise ruumikasutuse kohta võib saada aladelt, kus metsamassiivid oleksid katkestatud üksikute avamaa lappidega. Suures metsamassiivis kaelustatud nugised võivad küll anda usaldusväärset teavet isendi käitumise kohta tema ideaalmaastikul, kuid mitte tema kodupiirkonna paigutusest ja ruumikasutusest fragmenteerunud maastikul, iseäranis metsade servaaladel, mis on uluki seire seisukohalt olulisem. Loodan, et olen juba varem suutnud veenvalt kujutada, milline võiks metsnugise jaoks olla tema ideaalne elupaik. „Mets“ on küllaltki laia tähendusega sõna, miskohal peaksin ma oluliseks ka eristada metsnugisele sobivaimaid metsatüüpe. Suurima asustustihedusega alad võiksid paikneda piisavalt vanades laane- ja salumetsades, kus oleks piisavalt kanalisi, närilisi ja talviste korjuste huvides liiguksid seal ka suurkiskjad. Kuivemates palumetsades, kus vegetatsioon on hõredam ja liigivaesem, esineb ka vähem närilisi (Sidorovich et al. 2005). Seepärast võivad liivastel ja kuivad aladel

paiknevad metsad kujutada endast madalama kvaliteediga elupaika. Oluliseks kriteeriumiks on ka küllaldaste puuõõnsuste arv, mis pakuksid kaitset vaenlaste eest ning ka sooja kohta järglaste ilmale toomiseks. Kärplastele omase pikliku keha tõttu on soojuskadu suur ning madalatel temperatuuridel mängib väga olulist rolli ka lamapuit ja muu kõdu, mis pakuvad paremat isolatsiooni kui puuõõnsused (Buskirk et al. 1989; Brainerd et al. 1995; Zalewski 1997).

Ennustusi eesti metsnugiste kodupiirkonna suuruse kohta praegusel ajal pole otstarbekas teha. Siiaamaani on väga vähe uuritud metsnugise kodupiirkonna varieeruvust tema areaali piires võrreldes toitumise erinevustega. Võiks eeldada, et ka metsnugis allub Bergmanni reeglile nagu paljud teisedki imetajad, mille kohaselt oleksid siinsed isendid suuremad ja sellest tulenevalt ka kodupiirkonnad veidi suuremad, võrreldes Poola nugistega, kelle kodupiirkonda on kõige rohkem uuritud. Koljumõõtmete andmete põhjal suurenevad isendid metsnugise puhul hoopis põhja-lõuna suunas (Reig 1992), mis on vastuolus Bergmanni reegluga. Huvitavaks teeb asjaolu ka nugise toitumine sõltuvalt kliimast. Leviku põhjapoolsetel aladel murravad isendid, kes Reig'i (1992) kohaselt on väiksemad, hoopis suuremat saaki. Zalewski (2005) tegi sellest järelduse, et nugised võivad käituda sellisel viisil, et kokku hoida energiat. Võrdlemisi suure saaklooma (metsis, teder või jänes) murdmisel või loomaraipe leidmisel peaks nugis liikuma ööpäeva jooksul vähem, kuna sellisel juhul oleks vajaminev toiduhulk kontreeritud ühte suurde saaklooma. Erinevalt närilisi jahtides, mille puhul metsnugis peaks läbima palju suurema vahemaa, sest ühest väikesest närilisest saadud energia on väike. Zalewski (2005) teoritiseeris veel, et taoline energia kokkuhoid on kriitiline külmade ilmade ja lumikatte korral. Kokkuvõtvalt võib nendest kahest uurimusest järeldada, et eesti nugised on väiksemad kui Kesk-Euroopa omad, kuid murravad suuremaid loomi. Pealegi ei oleks metsnugis oma sugukonnas ainus kelle puhul Bergmanni reegel ei kehti. Nimelt on Kesk-Euroopa kärbid (*Mustela erminea*) suuremad Põhja-Euroopa omadest (Erlinge 1987).

Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli kirjanduse põhjal uurida meetodeid ja tehnoloogiat metsnugise telemeetriliseks uurimiseks. Metsnugiste raadiokaelustamine on üks parimaid viise tema kodupiirkonna paigutuse ja suuruse uurimiseks, pesakohtade kasutamise uurimiseks, elupaigavaliku ja liikumismustrite uurimiseks. Leidsin oma töös, et praegusel ajal on ainuke ja usaldusväärseim tehnoloogia selliste uurimuste teostamiseks VHF telemeetria, mis on piisavalt pika tööeaga (1 – 2 aastat), et uurida ka nugise ruumikasutuse muutumist aastaegade lõikes. Kesk-Euroopas on selliseid uuringuid teostatud, mis oleksid heaks võrdluskohaks. Pidasin tarvilikuks otsida informatsiooni ka GPS-il põhineva tehnoloogia kasutamisest väiksemate imetajate, nagu metsnugis, jälitamiseks. Olen veendunud, et GPS kaeluste vastupidavamaks ja odavamaks muutumise tõttu on lähitulevikus võimalik neid kasutada ka metsnugistel. Selle tehnoloogia kasutamine nõuab uusi meetodeid suure andmemahu töötlemiseks, kuid saadud asukohapunktide suurem arv võimaldab luua märksa täpsemaid kodupiirkonna mudeleid. Kuigi GPS kaeluste tööiga on märgatavalt lühem VHF kaeluste omast, oleks GPS tehnoloogia parim viis metsnugise käitumise ja ruumikasutuse uurimiseks. Eestis on varem kasutatud väga edukalt ka GPS/GSM tehnoloogiat, mistõttu pean seda parimaks informatsiooni kätte saamise viisiks. Kodupiirkond ei ole ala, mille metsnugis teadlikult kasutusele võtab, vaid see territoorium kujuneb välja temale elutähtsate vajaduste rahuldamiseks. Burt'i (1943) järgi on neid kolm: toitumine, sigimine ning järglaste eest hoolitsemine. Neid kolme vajadust uurides, oli mul võimalik teha järeldusi ka nugise elupaigavaliku kohta. On teada, et metsnugis eelistab ning ka vajab metsa enda eluks. Leidsin oma uurimuses, et sobivaimaks metsaks metsnugisele võiksid olla vanad segametsad, kus on piisavalt puuõõnsusi ning saakloomi. Põhja-Euroopas (kaasaarvatud Eestis) võib oluliseks kujuneda ka suurkiskjate olemasolu, kelle jäetud loomakorjused on oluliseks toiduallikaks nugisele talviti. Looduskaitse seisukohalt on Euroopas suurimaks ohuks metsnugisele küttimine ja sobivate elupaikade puudumine. Kuigi Eestis ja naaberriikides on metsnugise olukord stabiilne, on ajaloo jooskul metsnugis viidud Eestis ka kadumise äärel. Selle vältimiseks leian, et telemeetriliste uuringute abil saadud teave võib oluliseks osutada ka metsnugise jahimajandamise efektiivsemaks muutmiseks. Viimased ulukiseired näitavad ka metsnugise küttimismahu suurenemist. Samuti leian, et telemeetriliste uuringute info avaldamine võib omada peale jahindusliku teabe ka loodusharidusliku tähtsust. Oma töös leidsin ka, et metsnugis ei pruugi alluda Bergmanni reeglile, mistõttu ei saa teha teiste uuringute põhjal teha järeldusi eesti nugiste kohta.

Telemetry studies of pine marten (*Martes martes* L.)

The aim of this graduation thesis was to analyse methods and technologies available to conduct telemetry studies on pine marten. Radiocollaring a pine marten is one of the best ways to study its home range size and position, use of denning sites, habitat selection and moving patterns. I came to understanding that even to this day VHF telemetry is the only reliable technology to study a marten sized mammal. VHF collars lasts on martens for 1 – 2 years, which enables us to study the change in marten's home range size in cold and warm seasons. Most telemetry studies on pine marten have been conducted in Middle Europe, which could be used for data comparison. Due to the increasing popularity of GPS-based telemetry, I also studied the possibility to track pine martens using GPS collars in the near future. Using this new technology requires new methods to analyse large amounts of data. But the larger amount of locations allows us to create more detailed home range models. Although the battery life of GPS collar is much shorter than that of the VHF collar, GPS technology would be the best way to study the behaviour and landscape use patterns of pine marten. In Estonia GPS/GSM technology has been applied very successfully on large mammals. For this reason I recommend GPS/GSM technology as the best way of data retrieval in Estonia. Home range is not an area, which pine marten consciously decides to use, but an area used to cover its basic needs. According to Burt (1943) there are three factors that contribute to the home range: foraging, mating and taking care of the offspring. Studying these three basic needs, I was able to describe a perfect habitat for pine marten. It is widely known that pine martens prefer and even need forested areas. Most suitable forests for pine marten would be old mixed forests with lots of tree cavities and prey. In Northern Europe (including Estonia) the carcasses left by large carnivores could also be essential for martens especially during the winter. The biggest threats to pine marten are loss of suitable habitats and hunting. Although the number of martens in Estonia and neighbouring countries is stable, pine marten has almost been hunted to extinction in Estonia. Information gathered using telemetry can be, in my opinion, used to avoid overhunting. Last data also reveals the increasing hunting rates of pine marten in Estonia. I believe that making the animal positioning information available (ofcourse with delay) could also be beneficial for the teachers in teaching biology. For me the most intriguing was the possibility that Bergmann's rule could not apply to pine marten. Therefore it is very difficult to make any conclusions on the pine martens living in Estonia.

Kasutatud kirjandus

- Abner, Jaana (2013). „Kährikkoera (*Nyctereutes procyonoides*) raadiotelemeetriiline uuring antropogeense mõjuga maastikul Ilmatsalu näitel—Tartu.
- Absalon Martin (2013). „Lendorava (*pteromys volans*) ruumikasutus ja populatsiooni sidusus Virumaa metsamassiivis—Tartu.
- Ahti, Teuvo, Leena Hämet-Ahti, and Jaakko Jalas. (1968). "Vegetation zones and their sections in northwestern Europe." *Annales Botanici Fennici. SOCIETAS ZOOLOGICA BOTANICA FENNICA VANAMO.*
- Aubry, K. B., & Houston, D. B. (1992). Distribution and status of the fisher (*Martes Pennanti*) in Washington. *Northwestern Naturalist*, 69-79.
- Aubry, Keith B., et al., eds. (2012). *Biology and conservation of martens, sables, and fishers: a new synthesis.* Cornell University Press.
- Balharry, David. (1993). Factors affecting the distribution and population density of pine martens (*Martes martes* L.) in Scotland. Diss. UNIVERSITY OF ABERDEEN (UNITED KINGDOM).
- Baltrūnaitė, Laima. (2002). "Diet composition of the red fox (*Vulpes vulpes* L.), pine marten (*Martes martes* L.) and raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides* Gray) in clay plain landscape, Lithuania." *Acta Zoologica Lituanica* 12.4: 362-368.
- Baltrūnaitė, Laima. (2006). "Diet and winter habitat use of the red fox, pine marten and raccoon dog in Dzūkija National Park, Lithuania." *Acta Zoologica Lituanica* 16.1: 46- 53.
- Barr, N. L. (1954). The radio transmission of physiological information. *Military surgeon*, 114(2), 79-83.
- Biggs, J. R., Bennett, K. D., & Fresquez, P. R. (2001). Relationship between home range characteristics and the probability of obtaining successful global positioning system (GPS) collar positions for elk in New Mexico. *Western North American Naturalist*, 61(2), 213-222.
- Birks, J., Messenger, J., Braithwaite, T., Davison, A., Brookes, R., & Strachan, C. (2005). Are scat surveys a reliable method for assessing distribution and population status of pine martens?. In *Martens and fishers (Martes) in human-altered environments* (pp. 235-252). Springer US.
- Bissonette, John A., Stuart S. Sherburne, and R. Douglas Ramsey. (1994). "Analysing

telemetry data with a GIS-based vector structure." *International Journal of Geographical Information Systems* 8.6: 533-543.

- Boyce, Mark S., and Lyman L. McDonald. (1999). "Relating populations to habitats using resource selection functions." *Trends in Ecology & Evolution* 14.7: 268-272.
- Brainerd, S. M., Helldin, J. O., Lindström, E. R., Rolstad, E., Rolstad, J., & Storch, I. (1995, January). Pine marten (*Martes martes*) selection of resting and denning sites in Scandinavian managed forests. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 151-157). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24(3), 346-352.
- Burton, R. (1979). *Carnivores of Europe*. BT Batsford.
- Buskirk, S. W., Forrest, S. C., Raphael, M. G., & Harlow, H. J. (1989). Winter resting site ecology of marten in the central Rocky Mountains. *The Journal of wildlife management*, 191-196.
- Cagnacci, Francesca, et al. (2010). "Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365.1550: 2157-2162.
- Clevenger, A. P. (1993). Pine marten (*Martes martes* L.) home ranges and activity patterns of the island of Minorca, Spain. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 58(3), 137- 143.
- Craighead, F. C. (1982). "Track of the grizzly New York." NY: Random House.
- Craighead, John Johnson, Jay S. Sumner, and John A. Mitchell. (1995). *The grizzly bears of Yellowstone: their ecology in the Yellowstone ecosystem, 1959-1992*. Island Press.
- Cronin, M. A., & McConnell, B. J. (2008). SMS seal: a new technique to measure haul-out behaviour in marine vertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 362(1), 43-48.
- Darwin, C. 1861. *On the origin of species*. 3rd ed. Murray, London, United Kingdom.
- De Marinis, A. M., & Masseti, M. (1995). Feeding habits of the pine marten *Martes martes* L., 1758, in Europe: a review. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 7(1- 2).

- Dettki, H., Ericsson, G., & Edenius, L. (2004). Real-time moose tracking: an internet based mapping application using GPS/GSM-collars in Sweden. *Alces*, 40, 13-21.
- Douglas-Hamilton, I. (1998). Tracking African elephants with a global positioning system (GPS) radio collar. *Pachyderm*, (25), 81-92.
- Edenius, L. (1997). Field test of a GPS location system for moose *Alces alces* under Scandinavian boreal conditions. *Wildlife Biology*, 3(1), 39-43.
- Eisenberg, J. F. (1981). *The mammalian radiations: an analysis of trends in evolution, adaptation, and behavior* (pp. 307-8). Chicago: University of Chicago Press.
- Erlinge, S. (1987). Why do European stoats *Mustela erminea* not follow Bergmann's rule?. *Ecography*, 10(1), 33-39.
- Frair, Jacqueline L., et al. (2010). "Resolving issues of imprecise and habitat-biased locations in ecological analyses using GPS telemetry data." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365.1550: 2187-2200.
- Genovesi, P., Sinibaldi, I., & Boitani, L. (1997). Spacing patterns and territoriality of the stone marten. *Canadian Journal of Zoology*, 75(12), 1966-1971.
- Girard, Irene, et al.(2012). "Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home-range size estimations." *The Journal of wildlife management*: 1290-1300.
- Gittleman, J. L. (1985). Carnivore body size: ecological and taxonomic correlates. *Oecologia*, 67(4), 540-554.
- Goszczynski, J. (1986). Diet of foxes and martens in central Poland. *Acta theriol*, 31(36), 491-506.
- Guisan, Antoine, Thomas C. Edwards, and Trevor Hastie. (2002). "Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene." *Ecological modelling* 157.2: 89-100.
- Hansson, L., & Henttonen, H. (1985). Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia*, 67(3), 394-402.
- Hargis, C. D., Bissonette, J., & Turner, D. L. (1999). The influence of forest fragmentation and landscape pattern on American martens. *Journal of applied Ecology*, 36(1), 157-172.
- Helldin, J. O. (2000). Seasonal diet of pine marten *Martes martes* in southern boreal Sweden. *Acta Theriologica*, 45(3), 409-420.
- Hulbert, I. A. (2001, March). GPS and its use in animal telemetry: The next five years.

In Proceedings of the Conference on Tracking Animals with GPS (pp. 51-60).

- Jędrzejewski, W., Zalewski, A. & Jędrzejewska, B. (1993) Foraging by pine marten *Martes martes* in relation to food resources in Białowieża National Park, Poland. *Acta Theriologica* 38: 405 – 426
- Laanetu, N., Veenpere R., (1971). "Metsnugis ja saarmas Eestis ning nende küttemisviisid" Valgus. Tartu
- Laanetu, N. (1984). „Kärplaste levik ja arvukus Eestis“ Eesti ulukid 3: 9 – 16. Tallinn
- LeMunyan, C. D., White, W., Nyberg, E., & Christian, J. J. (1959). Design of a miniature radio transmitter for use in animal studies. *The Journal of Wildlife Management*, 107-110.
- Kenward, Robert. (1987). *Wildlife radio tagging*. Academic Press.
- Kie, John G., et al. (2010). "The home-range concept: are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology?." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365.1550: 2221-2231.
- King, C. M. (1989). The advantages and disadvantages of small size to weasels, *Mustela* species. In *Carnivore behavior, ecology, and evolution* (pp. 302-334). Springer US.
- King, C. M.. (1989). *The natural history of weasels and stoats*. Christopher Helm.
- Kirk, A. (1990) “Eesti imetajad” Valgus. Tartu
- Kochanny, C. O., Delgiudice, G. D., & Fieberg, J. (2009). Comparing Global Positioning System and Very High Frequency Telemetry Home Ranges of White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management*, 73(5), 779-787.
- Kont R., Kübarsepp M., Männil P. (2009). “Ilvese telemeetrilised uuringud II – Tartu.
- Korpimäki, E., & Norrdahl, K. (1989, January). Avian and mammalian predators of shrews in Europe: regional differences, between-year and seasonal variation, and mortality due to predation. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 389-400). Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, *Societas Scientiarum Fennica*, *Societas pro Fauna et Flora Fennica* and *Societas Biologica Fennica Vanamo*.
- Krige, D. G. (1951). "A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand." *Journal of Chemical, Metallurgical, and Mining Society of South Africa*.
- KURKI, S. et al. (1998). Abundances of red fox and pine marten in relation to the composition of boreal forest landscapes. *Journal of animal ecology*, 67(6), 874-

886.

- Kübarsepp, Marko (2007). „Hundi rakenduslikud uuringud Edela-Eestis paikneval Kikepera uurimisalal 2006/2007. aastal— Tartu.
- Lindstedt, S. L., Miller, B. J., & Buskirk, S. W. (1986). Home range, time, and body size in mammals. *Ecology*, 413-418.
- Lindström, Erik R., et al. (1995). "Pine marten—red fox interactions: a case of intraguild predation?." *Annales Zoologici Fennici*. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Lockie, J. D. (1964). Distribution and fluctuations of the pine marten, *Martes martes* (L.), in Scotland. *The Journal of Animal Ecology*, 349-356.
- Lodé, T. (2008). Kin recognition versus familiarity in a solitary mustelid, the European polecat *Mustela putorius*. *Co*
- McDonald, R. A., & Harris, S. (2002). Population biology of stoats *Mustela erminea* and weasels *Mustela nivalis* on game estates in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39(5), 793-80
- Mergey, Marina, Rémi Helder, and Jean-Jacques Roeder. (2011). "Effect of forest fragmentation on space-use patterns in the European pine marten (*Martes martes*)." *Journal of Mammalogy* 92.2: 328-335.
- MILLER, K. V., L. I. MULLER, AND S. DEMARAIS. (2003). White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). Pp. 906–930 in *Wild mammals of North America: biology, management, and conservation* (G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, and J. A. Chapman, eds.). 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland
- Monakhov, V. G. (2001). Spatial distribution of sables in the middle Ob region. *Russian Journal of Ecology*, 32(5), 352-357.
- Moorcroft, Paul R., and Mark A. Lewis. (2013) *Mechanistic home range analysis*. (MPB-43). Princeton University Press.
- Moorcroft, Paul R., Mark A. Lewis, and Robert L. Crabtree. (2006). "Mechanistic home range models capture spatial patterns and dynamics of coyote territories in Yellowstone." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273.1594: 1651-1659.
- Mowat, G., & Paetkau, D. (2002). Estimating marten *Martes americana* population size using hair capture and genetic tagging. *Wildlife Biology*, 8(3), 201-209.

- O'Mahony, D. T. (2014). Socio-spatial ecology of pine marten (*Martes martes*) in conifer forests, Ireland. *Acta Theriologica*, 59(2), 251-256.
- Ognev, S. I. (1931). Mammals of Eastern Europe and Northern Asia. Vol. 2 Carnivora, Fissipedia. Israel Program for Scientific Translation, 1962.
- O'Keefe, J., & Dostrovsky, J. (1971). The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain research*, 34(1), 171-175.
- Otis, David L., and Gary C. White. (1999). "Autocorrelation of location estimates and the analysis of radiotracking data." *The Journal of Wildlife Management*: 1039-1044.
- PAQUET, P. C., AND L. N. CARBYN. 2003. Gray wolf (*Canis lupus* and allies). Pp. 482–510 in *Wild mammals of North America: biology, management, and conservation* (G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, and J. A. Chapman, eds.). 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Pereboom, V., Mergey, M., Villerette, N., Helder, R., Gerard, J. F., & Lode, T. (2008). Movement patterns, habitat selection, and corridor use of a typical woodland-dweller species, the European pine marten (*Martes martes*), in fragmented landscape. *Canadian Journal of Zoology*, 86(9), 983-991.
- Phillips, D. M., Harrison, D. J., & Payer, D. C. (1998). Seasonal changes in home-range area and fidelity of martens. *Journal of Mammalogy*, 79(1), 180-190.
- Phillips, D. M., Harrison, D. J., & Payer, D. C. (1998). Seasonal changes in home-range area and fidelity of martens. *Journal of Mammalogy*, 79(1), 180-190.
- Posillico, M., Serafini, P., & Lovari, S. (1995). Activity patterns of the stone marten *Martes foina* Erxleben, 1777, in relation to some environmental factors. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 7(1-2).
- Pośluszny, M., Pilot, M., Goszczyński, J., & Gralak, B. (2007, January). Diet of sympatric pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) identified by genotyping of DNA from faeces. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 269-284). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Powell, R. A. (1979). Mustelid spacing patterns: variations on a theme by Mustela. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 50(2), 153-165.
- Powell, R. A., & Mitchell, M. S. (2012). What is a home range?. *Journal of Mammalogy*, 93(4), 948-958.

- Proulx, G. I. L. B. E. R. T., & O'Doherty, E. C. (2006). Snowtracking to determine *Martes* winter distribution and habitat use. *Martes in carnivore communities*. Alpha Wildlife Publications, Sherwood Park, Alberta, Canada, 211-224.
- Proulx, G., Aubry, K., Birks, J., Buskirk, S., Fortin, C., Frost, H., ... & Zielinski, W. (2005). World distribution and status of the genus *Martes* in 2000. In *Martens and Fishers (Martes) in Human-Altered Environments* (pp. 21-76). Springer US.
- Pulliainen, E. (1980, August). Food and feeding habits of the pine marten in Finnish Forest Lapland in winter. In *Worldwide furbearer conference proceedings* (pp. 580-598).
- Pulliainen, E. (1981). "Winter habitat selection, home range, and movements of the pine marten (*Martes martes*) in a Finnish Lapland forest." *Worldwide Furbearer Conference Proceedings*. Frostburg, Maryland, USA.
- Pulliainen, E. (1982). Scent-marking in the pine marten (*Martes martes*) in Finnish forest Lapland in winter. *zeitschrift fur saugetierkunde-international journal of mammalian biology*, 47(2), 91-99.
- Pulliainen, Erkki, and P. Ollinmäki. (1996). "A long-term study of the winter food niche of the pine marten *Martes martes* in northern boreal Finland." *Acta Theriologica* 41: 337-352.
- Quaglietta, L., Martins, B. H., de Jongh, A., Mira, A., & Boitani, L. (2012). A low-cost GPS GSM/GPRS telemetry system: performance in stationary field tests and preliminary data on wild otters (*Lutra lutra*). *PloS one*, 7(1), e29235.
- Rahimi, S., & Owen-Smith, N. (2007). Movement patterns of sable antelope in the Kruger National Park from GPS/GSM collars: a preliminary assessment. *South African Journal of Wildlife Research*, 37(2), 143-151.
- Recio, Mariano R., et al. (2011). "Cost comparison between GPS- and VHF-based telemetry: case study of feral cats *Felis catus* in New Zealand." *New Zealand Journal of Ecology* 35.1: 114-117.
- Reig, S. (1992). Geographic variation in pine marten (*Martes martes*) and beech marten (*M. foina*) in Europe. *Journal of Mammalogy*, 744-769.
- Remm, J. (2008). Tree-cavities in forests: density, characteristics and occupancy by animals (Doctoral dissertation).
- Rodgers, A. R. (2001). Tracking animals with GPS: the first 10 years. *Tracking animals*

with GPS.

- Rodgers, Arthur R., Robert S. Rempel, and Kenneth F. Abraham. (1997). "A GPS-based telemetry system." *Wildlife Society Bulletin*: 559-566.
- Salla, Marek. (2014). *Metsise arvukust mõjutavad tegurid Eestis*. Diss.
- Saltz, David, and Gary C. White. (1990). "Comparison of different measures of the error in simulated radio-telemetry locations." *The Journal of Wildlife Management*: 169-174.
- Saltz, David, and Philip U. Alkon. (1985). "A simple computer-aided method for estimating radio-location error." *The Journal of wildlife management*: 664-668.
- Sandell, M. (1989). The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. In *Carnivore behavior, ecology, and evolution* (pp. 164-182). Springer US.
- Schmutz, Joel A., and Gary C. White. (1990). "Error in telemetry studies: effects of animal movement on triangulation." *The Journal of Wildlife Management*: 506-510.
- Schwartz, C. C., & Arthur, S. M. (1999). Radiotracking large wilderness mammals: integration of GPS and Argos technology. *Ursus*, 261-273.
- Shorrocks, B., Albon, S., KURKI, S., NIKULA, A., HELLE, P., & LINDÉN, H. (1998). Abundances of red fox and pine marten in relation to the composition of boreal forest landscapes. *Journal of animal ecology*, 67(6), 874-886.
- Sidorovich, Vadim E., Dmitry A. Krasko, and Alexey A. Dyman. (2005). "Landscape-related differences in diet, food supply and distribution pattern of the pine marten, *Martes martes* in the transitional mixed forest of northern Belarus." *FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA*- 54.1/2: 39.
- Sokolov, I. I., & Sokolov, A. S. (1971). Some characteristics of locomotor organs of *Martes martes* L. associated with its mode of life. *Byull. Mosk. O-va. Ispt. Priv. Otd. Biol*, 76(6), 40-51.
- Sonerud, G. A. (1985). Nest hole shift in Tengmalm's owl *Aegolius funereus* as defence against nest predation involving long-term memory in the predator. *The Journal of Animal Ecology*, 179-192.
- Springer, Joseph Tucker. (1979). "Some sources of bias and sampling error in radio triangulation." *The Journal of Wildlife Management*: 926-935.
- Stewart, Kelley M., et al. (2006). "Herbivore optimization by North American elk:

consequences for theory and management." *Wildlife Monographs* 167.1: 1-24.

- Storch, I., Lindström, E., & de JOUNGE, J. (1990). Diet and habitat selection of the pine marten in relation to competition with the red fox. *Acta Theriologica*, 35(3-4), 311-320.
- Strachan, R., Jefferies, D. J., & Paul, R. C. (1996). Pine Marten Survey of England and Wales, 1987-1988. Peterborough: JNCC.
- Sundell, J., Kojola, I., & Hanski, I. (2006). A new GPS-GSM-based method to study behavior of brown bears. *Wildlife Society Bulletin*, 34(2), 446-450.
- Susi, Kaari. (2014). Peamised metsise (Tetrao urogallus) arvukust vähendavad ohutegurid. Diss. Tartu Ülikool.
- Süld, Karmen. (2010). „Kährikkoera (Nyctereutes procyonoides) telemeetrilised uuringud Soomaal— Tartu
- Zalewski, A. (2005). Geographical and seasonal variation in food habits and prey size of European pine martens. In *Martens and fishers (Martes) in human-altered environments* (pp. 77-98). Springer US.
- Zalewski, A., & Jędrzejewski, W. (2006). Spatial organisation and dynamics of the pine marten *Martes martes* population in Białowieża Forest (E Poland) compared with other European woodlands. *Ecography*, 29(1), 31-43.
- ZALEWSKI, A., JEDRZEJEWSKI, W., & JEDRZEJEWSKA, B. (2004). Mobility and home range use by pine martens (*Martes martes*) in a Polish primeval forest. *Ecoscience*, 113-122.
- Zalewski, Andrzej, Włodzimierz Jędrzejewski, and Bogumiła Jędrzejewska. (1995). "Pine marten home ranges, numbers and predation on vertebrates in a deciduous forest (Białowieża National Park, Poland)." *Annales Zoologici Fennici*. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Zalewski, Andrzej. (1997). "Factors affecting selection of resting site type by pine marten in primeval deciduous forests (Białowieża National Park, Poland)." *Acta Theriologica* 42.3: 271-288.
- ZALEWSKI, Andrzej. (1997). "Patterns of resting site use by pine marten *Martes martes* in Białowieża National Park (Poland)." *Acta Theriologica* 42.2: 153-168.
- Zielinski, W. J., & Kucera, T. E. (1998). *American Marten, Fisher, Lynx, and Wolverine: Survey Methods for Their Detection*. DIANE Publishing.
- Zielinski, W. J., Kucera, T. E., & Barrett, R. H. (1995). *Current distribution of the*

fisher, *Martes pennanti*, in California. *California Fish and Game*, 81(3), 104-112.

- Zielinski, W. J., Spencer, W. D., & Barrett, R. H. (1983). Relationship between food habits and activity patterns of pine martens. *Journal of Mammalogy*, 387-396.
- Teino, J., (1931) „Riigimetsades metsloomade ja lindude arv suurenenud“, *Eesti mets* (4)
- Thompson, Craig M., et al. (2012) "The use of radio telemetry in *Martes* research: techniques and technologies.": 284-319
- Thompson, I. D., & Colgan, P. W. (1987). Numerical responses of martens to a food shortage in northcentral Ontario. *The Journal of wildlife management*, 824-835.
- Tomkiewicz, Stanley M., et al. (2010). "Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365.1550: 2163-2176.
- Turner, L. W., Udal, M. C., Larson, B. T., & Shearer, S. A. (2000). Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(3), 405-413.
- Valdmann Harri, Aare Jaama, Madli Linder, Villu Lukk. (2008). „Põdra kodupiirkonna telemetrisitud uuringud“ — Looduskaitsealaseid töid VIII Tartu
- Valdmann Harri, Vulla E., Saarma U., Ling A., Jaama A. (2006). „VHF kaelusega varustatud pruunkaru (Masha) esialgse jälgimise tulemused aastatel 2005-2006 Lääne–Virumaal—Tartu
- Velander, K. A. (1986). A study of pine marten ecology in Inverness-shire. *Nature Conservancy Council (NCC)*.
- White, Gary C., and Robert A. Garrott. (2012). *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Elsevier.
- Yazan, Y. P. (1970). Relation of the marten, sable, and kidas to the squirrel as a prey. In *Trans. IX. IUGB Conf* (pp. 530-538).
- Yurgenson, P. B. (1947). Sexual dimorphism in feeding as an ecological adaptation of a species. *Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody*, 52, 33-35.

Internetiallikad

1. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/SEIREARUANNE_2014.pdf
2. <http://www.furcommission.com/new-research-reveals-the-global-fur-trade-is-worth-as-much-as-wi-fi/>
3. <http://www.argos-system.org/web/en/355-wildlife-monitoring.php>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Andrus Dräbtsinski

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Metsnugise (*Martes martes L.*) telemeetrilised uuringud mille juhendaja on Ph.D. Harri Valdmann

- 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, **21.05.2015**

