

Tartu Ülikool

Teadus- ja arendustöö

**Põtrade liikuvusuuring GPS/GSM kaelustega riigi
põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa
Kose-Mäo (km 40,0-85,0) lõigu piirkonnas**

Lõpparuanne

Tõnu Oja (vastutav täitja)

Harri Valdmann (vastutav täitja)

Urmas Saarma (põhitäitja)

Maris Kruuse (põhitäitja)

Ragne Oja (põhitäitja)

Peeter Anijalg (põhitäitja)

November 2018

Sisukord

Projekti eesmärk.....	3
Ettevalmistavad tegevused.....	4
Välitööd. Põtrade varitsemine ja tabamine	5
Põtrade liikumise jälgimine	12
Projekti tegevuste ja tulemuste tutvustamine.....	14
Andmeanalüüs ja tulemused	17
Põtrade liikuvus	23
Kaeluste täpsuse testimine	23
Läbitud teekonnad	23
Teekondade pikkuste varieeruvus	24
Küttimise mõju põtrade liikumisele	27
Kodupiirkonnad.....	29
Kodupiirkonna suurus	30
Elupaigavalik	36
Teeületused olemasoleval T2 Kose-Mäo lõigul.....	40
Maanteede barjääriefekti mõju põtrade liikumisele ja selle tugevuse sõltuvus liiklustihedusest	46
Hinnang suurulukite leevendusmeetmete paikapidavusele nii vajadus- kui asukohapõhiselt ning üldhinnang majanduslikust aspektist	47
Järeldused ja soovitused	51
Kasutatud allikad.....	52
Lisa 1. Kaelustatud isendite kodupiirkonnad.....	53

Projekti eesmärk

Teadus- ja arendustöö „Põtrade raadiokaelustamine liikumisuuringu eesmärgil E263 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa põhimaantee Kose-Mäo (km 40,0-85,0) lõigu piirkonnas“ läbiviimiseks sõlmiti Maanteeameti ja Tartu Ülikooli vahel 15.02.2015 töövõtuleping nr 15-00242/001.

Tööülesandeks oli katseliselt Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee Kose-Mäo lõigus varustada 10 põtra telemeetriliste jälgimisseadmetega ning fikseerida loomade liikumine kahe aasta vältel.

Töö eesmärk on uurida maantee-ehituse ja liikluse mõju põtrade liikumisele:

1. hinnata uude trassikoridori planeeritava maantee ehitus- ja kasutusaegset mõju loomade liikumisteedele;
2. kindlaks teha uuritavate loomade (Kose-Mäo lõigu ulatuses kokku 10 isendit) võimalikud eelistatud teeületuskohad ning teeületuste sagedus olemasoleval maanteetrassil;
3. hankida teavet isendite kodupiirkonna suuruse, eelistatud peatuskohtade, suviste/talviste elupaikade, sesoonsete rännete ulatuse jm kohta.

Töö tulemuste põhjal analüüsitakse Kose-Mäo suurulukimeetmete asukohtade ja lahenduste sobivust ning antakse soovitusi leevendusmeetmete tehnilisele projekteerimisele Ardu-Mäo lõigul.

Uurimisprojekt koosnes üldjoontes kolmest etapist – I etapp: ettevalmistavad tööd; II etapp – põtrade varustamine GPS seadmetega ning esmaste andmete kogumine; III etapp – andmete kogumine, töötlemine ja aruandlus. Iga etapi kohta on esitatud detailne vahearuanne, seetõttu kirjeldatakse käesolevas lõpparuandes tegevusi ülevaاتlikult.

Ettevalmistavad tegevused

Kohe pärast lepingu sõlmimist teavitati projektist uuringualale jäävate jahipiirkondade kasutajaid – Kose Jahiseltsi (Kose jahipiirkond), Harju Jahindusklubi (Ida-Harju jahipiirkond), Riigimetsa Majandamise Keskust (Väätsa jahipiirkond) ja Järvamaa Jahindusklubi (Anna jahipiirkond). Alustati põtrade jälgimiseks ja tabamiseks vajaliku varustuse hankimisega. Ühtlasi taotleti Keskkonnaametilt põtrade märgistamiseks vajalik luba.

2015. a kevadel külastati korduvalt projektiala iseseisvalt, suvel käidi trassil Kose, Kõue, Ardu ja Anna jahiseltside esindajatega. Jahimehed andsid ülevaate põtrade arvukusest, kütimisest ja liikumisteedest jahipiirkondades, koos vaadati üle olemasolevad jahipukid ja soolakud, hangiti lisakontakte ning räägiti läbi edasise tegevuse osas. Valiti välja sobivates asukohtades paiknevad varitsuspaigad. Enamus soolakuid on juba aastaid tagasi rajatud ja põtrade poolt omaks võetud. Esialgne plaan nägi ette põtrade varitsemist enimkasutatavate soolakute juures. Valitud varitsuskohtades põtrade liikumise tuvastamiseks paigaldati 10 rajakaamerat UoVision UM565 GSM.

Oktoobris saadi kätte põtradele sobivad GPS/GSM jälgimisseadmed Lotek Wildcell-MG (tootja: Lotek Wireless Inc) ning asukohapunktide vastuvõtja (ground station). Kaelused telliti silmatorkavalt erkoranži värvusega, et kaelustatud loomi eksikombel ei kütitaks. Seati üles, installeeriti ja käivitati kaeluste andmeid koguv keskjaam (Tartus, Vanemuise 46-231). Testiti andmevoo jõudmist kaelusest keskjaama ning sealt ülekandmist andmebaasi. Selleks ajaks olid hangitud ka kõik muud vajaminevad tarvikud ning uinutid. Põtrade uinutamiseks kasutati ketamiini ja medetomidiini segu ning antagonistina atipamesooli nagu soovitatud vastavas käsiraamatus (Kreeger ja Arnemo 2012).

Välitööd. Põtrade varitsemine ja tabamine

Vahetult pärast kaeluste testimise lõppemist (2015. aasta talve hakul) alustati varitsustega soolakutel. 2016. a jaanuaris ja veebruaris käisid loomad soolakutel suhteliselt sageli, ent ebaregulaarselt, ning varitsused ei andnud soovitud tulemust. Ühel ööl õnnestus kahte isendit (põdralehma ja vasikat) näha ning ühte (arvatavalt pulli) kuulda, ent mitte lasta. Üldjuhul põdrad varitsusöödel ei lähenenud, kuigi muul ajal külastasid jälgitavaid soolakuid sageli.



Foto 1. Põdrapull Järvamaal Ussisoo teelõigu lähistel asuva soolaku juures.

Skandinaavia maades, Soomes, Kanadas ja USA põhjapoolsetes osariikides efektiivne ja seetõttu laialt kasutatav kopterilt jälitamine ei osutunud Eesti tingimustes (vähemalt Kose-Mäo metsases piirkonnas) sobivaks. Õnnestus leida põhjapõtrade ajamise kogemusega piloot, kel on kasutada väike, taolisteks ettevõtmisteks sobiv kahekohaline helikopter. Põtru jälitati kopterilt 2 päeval – 23. märtsil ja 2. aprillil. Esimesel lennupäeval nähti õhust 6 looma, kel kõigil avaldus kopterit märgates sarnane käitumismuster – liikusid rahulikult tihedamasse metsa ning ei lasknud end lagendikule ajada. Teisel lennupäeval katsetati ka raketipüstolit lootuses, et pauk

loomi ehmatab ning nad metsast lagedale suunab. Paraku õnnestus teisel lennupäeval näha vaid ühte põtra, kes paukudest hoolimata taas üsna rahulikult tihnikusse peitus.



Foto 2. Põtrade otsimine kopteriga Saarnakõrve küla lähistel, 23.03.2016.

Kevadel ja suvel külastasid põdrad soolakuid pigem harva ja ebaregulaarselt, pistelised varitsused ei andnud tulemusi.

Kuna 2016. a suve lõpuks ei õnnestunud vaatamata pidevatele jõupingutustele ja erinevate võtete kasutamisele tabada ega kaelustada ühtegi põtra, korraldati 23.08.2016 Maanteeametis töökoosolek, kus arutati töö senist käiku ning lepinguga jätkamise võimalusi.

Septembri alguses konsulteeriti analoogsete uuringute kogemusega Põhjamaade kolleegidega – Mattias Olssoni ja Christer Moe Rolandseniga, kes kirjeldasid vastavalt Rootsis ja Norras levinud põtrade tabamise meetodeid. Mattias Olssoni sõnul kaelustatakse Rootsis põtru lumeperioodil, kasutades kogenud kopterimeeskonna, jahimeeste ja põdrakoerte abi. Jahimehed hirmutavad põdra metsast välja lagendikele, kus hea väljaõppega koerad suudavad looma paigal hoida, kuni kopter õhku tõuseb ning laskja uinutinoolega isendi tabab. Kohe seejärel kopter eemaldub, et loomale mitte liigset stressi tekitada. Põdral lastakse omapead liikuda ca 15 minutit või veidi kauem, kuni uinutisegu mõjuma hakkab, misjärel koerad ta üles otsivad (vahel

jälgitakse põdra liikumist ka eemal õhus olevast kopterist). Kuna seda meetodit kasutatakse valgel ajal, pole looma leidmisega enamasti probleemi.

Christer Moe Rolandseni väitel on kopterilt laskmine ka Norras levinuim põtrade tabamise meetod, küll aga on nad katsetanud ka teisi võimalusi, näiteks varitsemist söödakohtadel. Juba mitu kuud varem rajatakse põtradele söödakohad, kuhu viiakse heina ja silo. Valitakse välja paigad, kuhu oleks võimalik autoga ligi pääseda. Kui põdrad on toitmiskohad avastanud ja hakanud neid regulaarselt külastama, alustatakse varitsustega hommiku- ja õhtuhämaruses/pimeduses – kui põdrad on söömas, sõidetakse autoga väikesel kiirusel lähedale (15-35 m) ning lastakse uinutinool otse autost. Laskjat abistab teine inimene, kes näitab valgust. Kui lask on edukas, oodatakse vähemalt 10 minutit, enne kui hakatakse looma jälitama. Uinutatud põder leitakse lumeperioodil jälgede järgi või koera abil.

Septembris nähti ja kuuldi põtru varasemast oluliselt sagedamini. Oli ka võimalik tellida kontsentreeritum uinutisegu, mis võimaldas kasutada väiksemaid süstlaid ja sellega suurendada laskedistsantsi 50-70 meetrini, mis andis määrava eelise. Samal ajal hakati senisest veelgi suuremal määral jahimeeste abi kasutama, eriti heaks kujunes koostöö Jaanus Erimäega Anna jahtkonnast ja Jüri Valdmaga Kõue jahiseltsist. Jahimehed soovitasid lisaks seni jälgimise all olnud soolakutele lisavaritsuskohti (soolakuid ja oktoobris, külmade saabudes ka rapsi- ning söödakapsapõlde) ning võtsid ka ise varitsustest aktiivselt osa. Katsetades selgus, et põdra jälitamiseks hangitud otsimistehnika ei pruugi tihedas metsas töökindel olla, seega loobuti märgise uinutinoole külge kinnitamisest ja kindlustati, et mõlemas varitsuspiirkonnas oleks eduka tabamuse korral kohapeal või võimalik 15 minuti jooksul kohale tuua põdra jälge ajav koer.

Septembris alanud jooksuajal kasutati võimalust põtru meelitada peibutushäältega, ent hoolimata mõningast edust (mõned isendid vastasid ning lähenesid) uinutipüssi laskeulatusse ühtegi põtra peibutada ei õnnestunud. Sellegipoolest jätkati varitsustega intensiivselt – igal ööl või üle öö. Varitsusel kasutati jätkuvalt kõrgistmeid ja varitsustelke.

Et kontsentreeritum uinuti võimaldas uinutipüssi kasutada nüüd kuni 65-70 distantsini, loobuti pärast selle kasutuselevõttu oktoobri keskpaigas kõrgistmetel ja telkides varitsemisest ning keskenduti söödapõldudel varitsemisele, mida põdrad sel perioodil

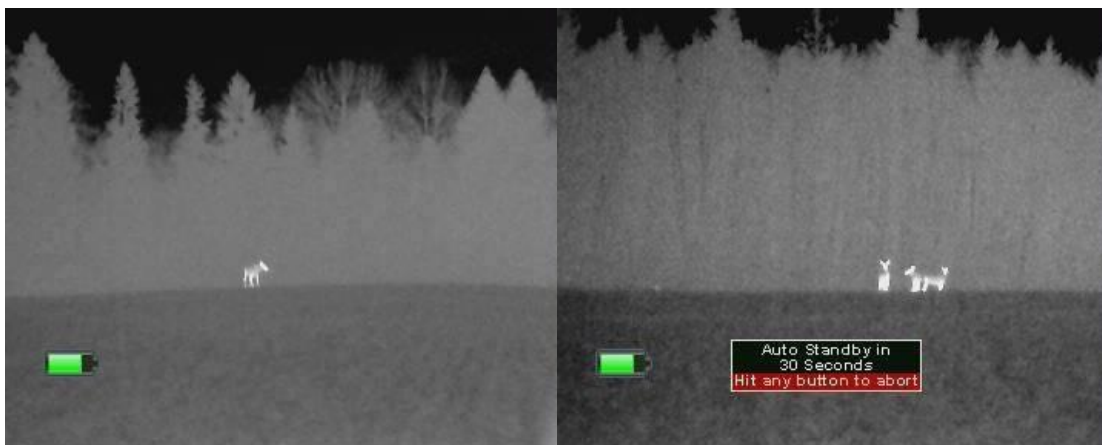
intensiivselt kasutasid. Tänu soodsale aastaajale (põdrad külastasid regulaarselt soolakuid ja söödapõlde) ning kohandatud varitsusvõtetele ning eelkõige pikemale laskeulatusele **õnnestus oktoobri keskpaigast novembri keskpaigani kaelustada 6 põtra – 5 pulli ja 1 lehm, neist 2 Kõue, 1 Ardu ja 3 Anna jahipiirkonnas.**

Alates 2016. aasta novembrist jätkati välitöödega eelkõige nädalavahetustel. Kasutati mitmesuguseid varitsusvõtteid, sel perioodil osutus kõige edukamaks teadaolevates põtrade meeliskohtades autoga ligi „hiilimine“, kuna sõidukile pööravad põdrad vähem tähelepanu kui inimesele.



Foto 3. Esimene kaelustatud põder (Nustik) Anna jahtkonna maadel asuval soolakul 27.10.2016.

Teeäärsetel raiesmikel loomade märkamiseks kasutati lisaks taskulampidele soojuskaameraid. Soojus- ehk termokaamera näitab objektide infrapunakiirgust, mis on paljale silmale nähtamatu (vt fotod 4 ja 5). Soojuskaamerad osutusid eriti tõhusateks, kuna võimaldasid loomi jälgida neid endid häirimata.



Fotod 4 ja 5. Põdrad läbi soojuskaamera vaadelduna. Vasakpoolisel fotol juba kaelust kandev pull Jüri, kes tuli teisi põtru söödapõllult ära ajama. Samal põllul mõne tunni möödudes õnnestus tabada ja kaelustada esimene põdralehm Mari. Kose vald, Silmsi küla, 23.10.2016.

2017. aasta märtsi alguseks õnnestus kaelustada ülejäänud 4 isendit – 3 pulli ja 1 lehm, neist 2 Ardu ja 2 Anna jahipiirkonnas. Paraku tabas kaelustajaid ka tõsine tagasilöök – 2016. aasta detsembri lõpus küll tabati noor põdrapull, kuid loom ei taastunud uinutisegu mõju alt hoolimata õigeaegsest antagonistist manustamisest ning suri kaelustamisel. Koheselt teavitati juhtunust Keskkonnaametit ning jahipiirkonna valdaja (RMK Väätsa Jahimajand) esindajat, kes korraldas korjuse teiseldamise.

Jälgimisseadmetega varustatud põdrad:

1. Kaeluse ID 39786, Nustik (hukkus 11.11.2017)

16.10.2016 tabati Anna jahtkonna maadel hinnanguliselt 5-6 aastane ning 450 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Selipõllu“ maaüksus (N 59,08831; E 25,48556) 16.10.2016 kell 23:37.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Järve“ maaüksus (N 59,09371; E 25,49003) 17.10.2016 kell 00:08.

2. Kaeluse ID 39792, Jüri (kaelus lõpetas asukohapunktide edastamise 02.11.2017)

19.10.2016 tabati Kõue jahiseltsi maadel hinnanguliselt 3-4 aastane ning 250 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Rava küla, „Paunküla metskond 338“ maaüksus (N 59,11367; E 25,26572) 19.10.2016 kell 20:57.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Rava küla, „Paunküla metskond 349“ maaüksus (N 59,11267; E 25,26832) 19.10.2016 kell 22:15.

3. Kaeluse ID 39789, Rambo

20./21.10.2016 tabati Anna jahtkonna maadel hinnanguliselt 3-4 aastane ning üle 450 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Sõmeru küla, „Kiilu“ maaüksus (N 59,01407; E 25,61338) 20.10.2016 kell 22:40.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Sõmeru küla, „Arusauna“ maaüksus (N 59,00557; E 25,61688) 21.10.2016 kell 00:00.

4. Kaeluse ID 39788, Mari

23.10.2016 tabati Kõue jahiseltsi maadel hinnanguliselt 1,5-aastane ning 200 kg kaaluv põdralehm (mullikas).

Põdra tabamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Riigi reservmaa piiriettepanek AT1102170042“ maaüksus (N 59,10475; E 25,30701) kell 21:47.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Paunküla metskond 342“ maaüksus (N 59,10971; E 25,30442) kell 23:00.

5. Kaeluse ID 39791, Priit

04.11.2016 tabati Ardu jahiseltsi maadel hinnanguliselt 1,5-aastane ning 200 kg kaaluv põdrapull (mullikas).

Põdrapulli tabamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Kurgemäe“ maaüksus (N 59,10254; E 25,32308) 04.11.2016 kell 17:09.

Põdrapulli kaelustamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Ääre-Määrasmäe“ maaüksus (N 59,10352; E 25,32729) 04.11.2016 kell 17:45.

6. Kaeluse ID 39793, Välk

13.11.2016 tabati Anna jahtkonna maadel hinnanguliselt vähemalt 3-aastane ning ligi 400 kg kaaluv põdrapull. Vanust on ka paari eelneva kaelustatud põdra puhul üritatud hinnata hammaste järgi, mida peetakse sel otstarbel usaldusväärseimaks meetodiks, ent kuigi tegu on uinuti mõju all olevate loomadega, ei ole nad täielikult teadvuseta ega liikumatud ning seetõttu on hammaste vaatlemine raskendatud.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Võõbu-Matsimäe-Kõrgemäe tee“ maaüksus (N 59,04514; E 25,47656) 13.11.2016 kell 07:41.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Laane“ maaüksus (N 59,04744; E 25,47467) 13.11.2016 kell 08:20.

7a. Kaeluse ID – , hukkunud

29.12.2016 tabati hinnanguliselt 2-aastane ning ligi 250 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Väätsa vald, Saueaugu küla, „Väätsa metsekond 25“ maaüksus (N 58,99428°; E 25,46303°) 29.12.2016 kell 13.15.

Surma kellaaeg: 14.40.

7b. Kaeluse ID 39794, Kertu

22.01.2017, hinnanguliselt 1,6-aastane ning 140 kg kaaluv põdralehm (mullikas).

Põdra tabamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Väljaotsa“ maaüksus (N 59,10418°; E 25,31571°) 22.01.2017 kell 00.50.

Põdralehma kaelustamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Silmsi küla, „Väljaotsa“ maaüksus (N 59,10544°; E 25,31580°) 22.01.2017 kell 01.25.

8. Kaeluse ID 39787, Janar

04.02.2017, hinnanguliselt vähemalt 2-aastane ning ligi 250 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Väljametsa“ maaüksus (N 59,04156°; E 25,48665°) 04.02.2017 kell 19.11.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Võõbu küla, „Väätsa metsekond 106“ maaüksus (N 59,04143°; E 25,49116°) 04.02.2017 kell 19.40.

9. Kaeluse ID 39790, Maru

10.-11.02.2017, hinnanguliselt vähemalt 4-5 aastane ning ligi 350 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Eivere küla, „Kruusiaugu“ maaüksus (N 58,97897°; E 25,56597°) 10.02.2017 kell 23.23.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Järva maakond, Paide vald, Otiku küla, „Matsi“ maaüksus (N 58,98033°; E 25,57887°) 11.02.2017 kell 00.20.

10. Kaeluse ID 39785, Flegmar

04.03.2017, hinnanguliselt vähemalt 3-aastane ning üle 300 kg kaaluv põdrapull.

Põdra tabamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Nõmmeri küla, „Paunküla metsekond 441“ maaüksus (N 59,06605°; E 25,37623°) 04.03.2017 kell 20.41.

Põdra kaelustamise koht ja aeg: Harju maakond, Kose vald, Nõmmeri küla, „Paunküla metskond 441“ maaüksus (N 59,06697°; E 25,37574°) 04.03.2017 kell 21.10.

Vastavalt Keskkonnaameti väljastatud põtrade märgistamise loa tingimustele teavitas uurimisrühm 5 tööpäeva jooksul (tegelikkuses kiiremini) pärast iga isendi märgistamist sellest jahiseltsi/jahtkonna esindajat. 2016. ja 2017. aasta lõpus teavitati Keskkonnaametit vastava aasta jooksul märgistatud isenditest.

Põtrade liikumise jälgimine

2018. aasta novembri lõpu seisuga koguvad jätkuvalt asukohapunkte 8 põtra. Projektis esimesena jälgimisseadme kaela saanud pull Nustik lasti eksikombel maha 2017. aasta novembris. Mõni nädal varem (2017. aasta novembri alguses) lõpetas teise pulli, Jüri kaelus asukohapunktide edastamise. Jüri nähti viimati 2018. aasta oktoobris. Hetkel ei ole teada, kas kaelus siiski salvestab koordinaate ning mingil põhjusel ei edasta, või on täielikult lakanud töötamast.

Üks põdralehmadest (Mari) poegis mõlemal kevadel edukalt ning tal oli nii 2017. kui 2018. aastal kaks vasikat (vt foto 6). Teise põdralehma (Kertu) poegimise kohta meil teavet pole. Teda nähti paaril korral pärast kaelustamist 2017. aasta kevadel, ent need juhused jäid poegimisperioodi eelsesse ajavahemikku. Mainitud kordadel viibis ta üksi või koos teiste täiskasvanud põtradega.



Foto 6. Põdralehm Mari oma vasikatega Kose jahipiirkonnas asuval soolakul 01.07.2018. Allikas: Kaido Pern, rajakaamera.

Iga poole tunni tagant (täistunnil ja pooltunnil) fikseeritakse iga looma asukoha koordinaadid ning need edastatakse GSM sõnumiga (7 asukohapunkti kaupa pakituna) Tartu Ülikooli õppehoones Vanemuise 46 asuvasse baasjaama ja talletatakse sealses serveris. Regulaarselt tehakse laekunud andmetest turvakoopia. Kui loom satub GSM levi „auku“, mida juhtub regulaarselt, edastatakse talletatud sõnumid hiljem ning fikseeritud asukohad kaotsi ei lähe. Esinenud on üksikuid häireid, kus teadmata põhjustel on mõned punktid salvestunud vigases vormingus, ent mõne aja jooksul on kaeluse normaalne töö ja andmeedastus taastunud. Kokku on puuduolevaid asukohatalletusi alla 2 % kõigist asukohapunktidest ning need ei sega loomade liikumise analüüsi.

Kogu põtrade jälgimise perioodi jooksul on toimunud tihe suhtlus uuringuala jahiseltsidega – uurimisrühm on jahimeestele edastanud regulaarselt teavet kaelustatud põtrade paiknemise kohta keskmiselt 1-2 korda nädalas, sügisesel jahihooajal sagedamini, jahimehed omakorda on saatnud kaelustatud põtrade pilte (nii tava- kui rajakaamera fotosid) ning jaganud muid tähelepanekuid.

Hea tahte protokollid

2016. aasta novembri alguses sõlmiti hea tahte protokollid Anna jahtkonna ning Kõue ja Ardu jahiseltsiga, kelle maadel põdrad jälgimisseadmetega märgistati. Hea tahte protokoll väljendab uurimisrühma ning kohaliku jahiseltsi vastastikust heasoovlikkust ning koostööd seoses põtrade liikumisuuringuga, mis viiakse läbi jahiseltsi/jahtkonna kasutatavatel maadel.

Vastavalt protokollis sätestatule teavitab uurimisrühm jahimehi mõistliku ajavaruga uuringu eesmärkidest ja planeeritavatest tegevustest, valib koostöös jahiseltsi/jahtkonna esindaja(te)ga välja sobivad kohad isendite varitsemiseks ning võimalusel väldib põtrade püüdmisel ja märgistamisel loomadele tarbetu stressi tekitamist ning nende laialdast liikvele ajamist. Vastavalt Keskkonnaameti 11.06.2015 käskkirjale nr 1-4.1/15/271 teavitab uurimisrühm 5 tööpäeva jooksul pärast isendi märgistamist sellest jahiseltsi/jahtkonna esindajat. Uurimisrühm jagab jahimeestele mõistlikul määral teavet märgistatud isendite liikumise kohta piirkonnas.

Jahimehed abistavad vajadusel uurimisrühma liikmeid põtrade leidmisel ja tabamisel ning väldivad telemeetriliste jälgimisseadmetega varustatud põtrade küttemist uurimisperioodi jooksul (1,5-2 aastat).

Projekti tegevuste ja tulemuste tutvustamine

Projekti esialgseid tulemusi tutvustati Maanteeameti ja uurimisala jahiseltside esindajatele 28.04.2017 Järvamaal toimunud arutelul (suulised ettekanded pidasid Maris Kruuse ja Ragne Oja, ettekanded esitatud III vahearuande lisas).

Uuringu ülevaade ning esialgsed analüüsitulemused esitati ka rahvusvahelisele erialateadlaste ja -asjatundjate kogukonnale 28.09.2017 Balti Terioloogia Konverentsil Tartus (suulise ettekande pidas Maris Kruuse, ettekanne esitatud III vahearuande lisas).

Eesmärgiga teavitada projektist ka kaugemal asuvate jahipiirkondade jahimehi, loodushuvilisi ning laiemat avalikkust, avaldati projekti arengutest aeg-ajalt teateid. Peamiselt jagati uudiseid Novaatori, Eesti Jahimeeste Seltsi veebilehe ning Tartu

Ülikooli Instagrami konto, zooloogia osakonna ja projekti täitjate isiklike Facebooki-lehtede kaudu, kust teisedki väljaanded info üles korjasid. Täname kõiki, kes uuringut kajastanud on. Laialdane kõlapind on oluline, kuna aitab avalikkusel paremini mõista eluslooduse ja liikluse vahelise konflikti olemust ning vajadust välja töötada paremaid lahendusi. Usume, et teadlikud sõidukijuhid suudavad maanteeliikluses ette tulevaid ohuolukordi (nt metsastes piirkondades ulukite teele sattumise võimalust) paremini ette näha ja tõsiste tagajärgedega lõppeda võivaid kokkupõrkeid ennetada.

Viited avaldatud pressiteadetele ja uudistele:

<http://www.ut.ee/et/uudised/video-ulukiteadlased-uurivad-potrade-liikumisi-tallinn-tartu-uuel-maanteeloigul>;

<http://novaator.err.ee/v/loodus/2c3afe5f-fca1-4442-b616-d14a1d06c322/video-ulukiteadlased-raadiokaelustavad-uinutatud-potra>;

<http://tehnika.postimees.ee/3889559/video-gps-iga-varustatud-podrad-tallinna-tartu-maanteel>;

<http://maaleht.delfi.ee/news/maaleht/uudised/tartu-teadlased-raadiokaelustavad-potru?id=76079041>;

<http://atlas.postimees.ee/3982753/uus-talvemood-miks-kannavad-eesti-podrad-oranze-salle>;

<http://www.ejs.ee/kaelustatud-podrad-harju-ja-jarvamaal>;

<http://novaator.err.ee/593909/ponev-animatsioon-naitab-kus-kakerdavad-kaelustega-podrad>;

<http://atlas.postimees.ee/4102323/animatsioon-vaata-kus-kakerdavad-raadiokaelustega-podrad>;

<http://www.ejs.ee/uks-kaelus-kolm-potra>;

<http://novaator.err.ee/608475/piltuudis-podraperekond-soola-limpsimas>;

<http://jarvateataja.postimees.ee/4184457/poder-mari-tutvustas-jareltulijatele-uusi-maitseid>;

<http://maaleht.delfi.ee/news/maaleht/uudised/uurimisprojektis-osalenud-podrapull-jaeti-peale-tulistamist-rappa-surema?id=80232980>;

<https://www.ohtuleht.ee/841565/vaene-loom-podrapull-jaeti-parast-tulistamist-rappa-surema>;

<http://www.ejs.ee/piltuudis-poder-mari-taas-kaameras/?fbclid=IwAR02E9s8hMoSQ7BTWLM3f1gdQ3HCv19Ez18ugU2njlZUwrv al1Pezu6I9ks;>

<http://www.ejs.ee/algaval-podrajahihooajal-tuleb-tahelepanelik-olla-harju-ja-jarvamaal/?fbclid=IwAR3IGGrbYrbuJwQBudMSH9Rh7HyrdSwVw5umejDVhpggBziRFxBTlFnuFrQ>.

04.11.2016 leidis aset loodussaate „Osoon“ salvestus, mil võttegrupil õnnestus filmida pullmullikas Priidu kaelustamist. Saade jõudis eetrisse 09.01.2017.

Viide saatele ERR veebilehel: <http://etv.err.ee/v/elusaated/osoon/saated/39340154-09e0-4406-aa9e-9f82df93d27a/osoon>.

Projektist oli juttu Vikerraadio saates „Labor“, mis oli eetris 1.07.2018.

Viide saatele Vikerraadio veebilehel: <https://vikerraadio.err.ee/840221/labor-kuidas-kaelustada-torksat-potra>.

Andmeanalüüs ja tulemused

Andmete ettevalmistamisel võlgname suure tänu geograafia osakonna geoinformaatika spetsialistile Edgar Sepale, kelle *Pythonis* kirjutatud skripti abil jõudsid asukohaandmed kaeluste saadetud tekstisõnumitest ühtsesse tabelisse, mis võimaldas andmeid mugavalt analüüsima asuda. *Python* (<https://www.python.org/>) on üldotstarbeline interpreteeritav programmeerimiskeel, mida algselt arendati skriptimiskeeleks ning samas ka programm, mis interpreteerib keeles *Python* kirjutatud programme. Esialgsed arvutused tehti *MS Excel 2013* (©*Microsoft*) tabelarvutustarkvara abil. Põhjalikumaks andmeanalüüsiks, sh põtrade kodupiirkondade suuruste arvutamiseks ning elupaigaeelistuste jt mudelite koostamiseks kasutati *R* versiooni 3.5.1. *R* on statistikale ja andmete visualiseerimisele suunatud vabavaraline programmeerimiskeel. Isendite kodupiirkondade piirjooned leiti, kasutades *Biotas Alpha 2.0* (©*Ecological Software Solutions LLC*), mis on spetsiaalselt ökoloogilisteks uuringuteks arendatud statistilisi ja GIS analüüse võimaldav programm. Põtrade registreeritud asukohapunktide vahelised otseteekonnad ja teeületused leiti ning joonised pandi kokku GIS programmis *MapInfo Professional* (©*Pitney Bowes Inc.*) Aluskaardid lisati Maa-ameti avaliku WMS-teenuse abil.

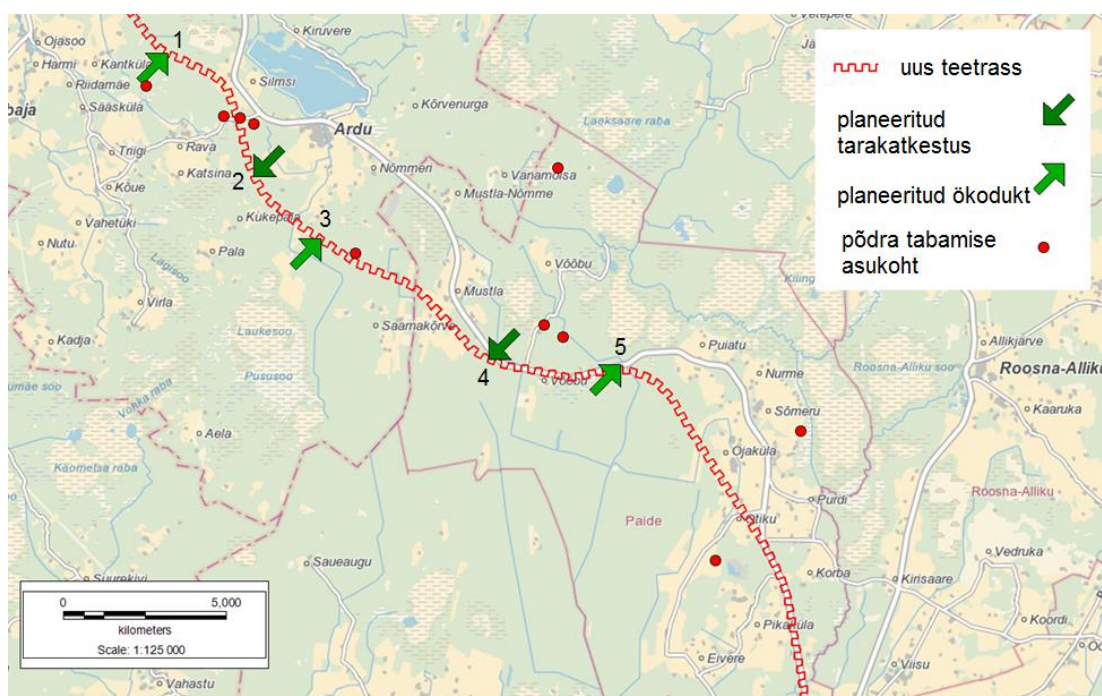
Lõpparuande analüüsidesse kaasatud punktid ja teekonnad

Lõpparuandes esitatavate analüüsides tarvis võeti välja asukohapunktid iga looma tabamisest kuni 25.11.2018, v.a. kaeluse nr 86 puhul (kuni looma surmani) ja 92 puhul (kuni kaeluse töö peatumiseni). Nelja looma kohta on olemas enam kui 2 aasta andmed: Mari 88, Rambo 89; Priit 91 ja Välk 93.

Kokku kogunes teadaolevaid pooltunniteekondi 301 238 (tabel 1). Mitmesugustel põhjustel on osa punkte puudu. Põhjused on seotud tehniliste häiretega (neid asukohamääranguid ei olegi) ja/või inimlike eksitustega (need asukohamäärangud on kuskil toorandmete hulgas võib-olla olemas).

Tabel 1. Kaelustatud põtrade kogutud GPS pooltunniste teekondade arv (25.11.2018 seisuga).

Nimi	Kaeluse ID	Sugu	Kogutud GPS pooltunni-teekondade		Asukoha-määrangute % teoreetiliselt võimalikust määrangute
			arv	Jälgimisperiood	arvust
Nustik	39786	pull	17 981	17.10.2016-11.11.2017	99,70%
Maru	39790	pull	30 541	10.02.2017-25.11.2018	95,81%
Jüri	39792	pull	17 221	19.10.2016-02.11.2017	99,70%
Rambo	39789	pull	35 420	21.10.2016-25.11.2018	98,03%
Välk	39793	pull	35 506	13.11.2016-25.11.2018	98,65%
Flegmar	39785	pull	30 196	04.03.2017-25.11.2018	97,44%
Janar	39787	pull	31 537	04.02.2017-25.11.2018	98,50%
Priit	39791	pull	35 508	04.11.2016-25.11.2018	99,66%
Mari	39788	lehm	35 901	23.10.2016-25.11.2018	99,69%
Kertu	39794	lehm	31 427	22.01.2017-25.11.2018	97,43%
KOKKU			301 238		



Joonis 1. Põtrade tabamise asukohtade paiknemine Kose-Mäo lõigu uue teetrassi, olemasoleva Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa põhimaantee ning planeeritavate suurlukipääsude suhtes. Rõõsa ökodukt – 1, Ardu tarakatkestus – 2, Nõmmeri ökodukt – 3, Mustla-Matsimäe tarakatkestus – 4, Puiatu ökodukt – 5. Aluskaart: Maaamet.

Põdrad üritati tabada paikades, mis oleks uue teetrassi lähistel ning samas ei jääks ülemäära eemale ka olemasolevast maanteest (joonis 1), et oleks võimalik jälgida kaelustatud isendite liikumist mõlema objekti piirkonnas. Lisaks püüti silmas pidada, et läheduses oleks mõne suurulukitele sobiva läbipäasu asukoht (tabel 2), et uurida ka sealset põtrade liikumisintensiivsust. Valdavalt plaanitu õnnestus, vaid Võõbu-Mäo lõigul kaelustatud kaks pulli jäid planeeritud läbipäasudest eemale põhjusel, et selle teelõigu kesk- ja lõpuosas sobivad rajatised puuduvad.

Tabel 2. Põtrade tabamise asukohtade kaugus uuest trassist, olemasolevast maanteest ning lähimast suurulukitele sobivast läbipäasust.

Nimi	Kaugus uuest trassist (km)	Kaugus olemasolevas t maanteest (km)	Kaelustatud maantee ja uue trassi vahelisel alal	Kaugus lähimast põtradele sobivast läbipäasust (km)	Lähim sobiv läbipäas
Nustik	5,5	3,5	ei	6	Nõmmeri ökodukt, Mustla-Matsimäe ülekäik/tarakatkestus, Puiatu ökodukt
Jüri	1,2	2,7	ei	1,2	Rõõsa ökodukt
Rambo	2,5	1,2	ei	6	Puiatu ökodukt
Mari	0,3	0,9	ei	1,6	Ardu ülekäik/tarakatkestus
Priit	0,4	0,4	jah	1,1	Ardu ülekäik/tarakatkestus
Välk	1,3	1,3	ei	1,9	Mustla-Matsimäe ülekäik/tarakatkestus
Kertu	0,02	0,6	jah	1,3	Ardu ülekäik/tarakatkestus
Janar	1,2	1,2	ei	1,7	Puiatu ökodukt
Maru	1,9	1,5	ei	7	Puiatu ökodukt
Flegmar	0,2	2,7	jah	1	Nõmmeri ökodukt
Keskm.	1,5	1,6		2,9	
Min.	0,02	0,4		1	
Maks.	5,5	3,5		7	

Tunnuste määratlemine

Põtrade kirjeldamiseks kasutati järgmisi tunnuseid: nimi, sugu (pull või lehm) ja vanuserühm (noored, keskmised, vanad). Vanuserühma kuuluvuse määramiseks kasutati nii kaelustamisel registreeritud tunnuseid kui hilisemate vaatluste (rajakaamerad ja kohtumised) järel edastatud infot. Vanuserühma „noored“ moodustasid loomad hinnangulise vanusega kuni kolm aastat, vanuserühmas „keskmised“ vanusega kuni viis aastat ning vanuserühmas „vanad“ kuueaastased ja vanemad põdrad (tabel 3).

Aastaaja määratlemisel lähtuti põtradele kriitilistest keskmistest ööpäevastest õhutemperatuuridest, mis kirjanduse põhjal mõjutavad liikumisaktiivsust ja elupaigavalikut – talvel -5°C ja suvel $+14^{\circ}\text{C}$. Vastavalt Riigi Ilmateenistuse vaatlusandmetele defineeriti aastaajad järgnevalt: 2016. a sügis 16.10.2016-15.01.2017, 2017. a talv 16.01.2017-6.03.2017, kevad 7.03.2017-5.06.2017, suvi 6.06.2017-13.09.2017, sügis 14.09.2017-11.01.2018, 2018. a talv 12.01.2018-28.03.2018, kevad 29.03.2018-10.05.2018, suvi 11.05.2018-13.09.2018, sügis 14.09.2018-25.11.2018. 2017. a talvel kaelustatud põdrad kogusid sel perioodil vastavalt ka vähem asukohapunkte, siiski jäeti statistilistest analüüsides välja vaid Flegmar, kes jõudis asukohapunkte koguda napilt üle kahe ööpäeva. 2018. a hilise ja väga lühikese kevade ning Eestis ebatüüpiliselt varase ja pika suve tõttu kogunes 2018. a suvel ebaoproportsionaalselt palju asukohapunkte. Seetõttu kontrolliti kodupiirkonna suuruse sõltuvust asukohapunktide arvust – vastav seos puudus ehk asukohapunktide arv ei mõjutanud põtrade aastaajaliste kodupiirkondade suurusi (täpsemalt peatükis „Kodupiirkonna suurus“).

Tabel 3. Põtrade soolis-vanuseline jaotus vastavalt aastaajale. Tähed a, b ja c vastavad põdra vanuserühmale (a – noored, b – keskmised, c – vanad), numbrid tähtede all näitavad asukohapunktide arvu iga põdra kohta vastaval aastaajal.

Põdra nimi	Põdra sugu	2016 sügis	2017				2018			
			talv	kevad	suvi	sügis	talv	kevad	suvi	sügis
Flegmar	pull		a 102	a 4363	b 4799	b 5759	b 3646	b 2056	b 6045	b 3428
Janar	pull		a 1442	a 4366	b 4788	b 5752	b 3646	b 2064	b 6046	b 3435
Jüri	pull	a 3350	a 2392	a 4362	b 4783	b 2335				
Kertu	lehm		a 2083	a 4350	a 4764	a 5096	a 3646	a 2013	a 6045	a 3431
Mari	lehm	a 4028	a 2399	a 4365	b 4785	b 5139	b 3646	b 2064	b 6048	b 3428
Maru	pull		b 1145	b 4366	b 4768	b 5101	b 3646	b 2036	c 6047	c 3434
Nustik	pull	c 4164	c 2392	c 4364	c 4774	c 2285				
Priit	pull	a 3467	a 2393	a 4365	a 4778	a 5426	a 3646	a 2057	b 6040	b 3338
Rambo	pull	a 3345	a 2393	a 4366	b 4800	b 5377	b 3646	b 2022	b 6047	b 3425
Välk	pull	a 3055	a 2393	a 4364	b 4749	b 5758	b 3646	b 2063	b 6039	b 3441

Elupaiga klasside defineerimisel kasutati Corine Land Cover 2012 maakattetüübi määratlusi, mida täiendati 2011.-2016. a maastike kaugseire raames kaardistatud lageraie alade kaardikihiga (Keskkonnaagentuur). Nii moodustus kokku kümme erinevat elupaiga klassi: agro, ava, lank, leht, lodu, okas, raba, sega, tehis ja tihnik. Kasutatud elupaiga klasside vastavus CLC2012 maakattetüüpidele ja kirjeldatud tabelis 4. Lisaks võrreldi CLC2012 maakattetüüpe metsaregistri andmetega peapuuliigi osas ja tuvastati ohtralt mittekattuvusi – haab on sage peapuuliik CLC2012 oksametsas, samas kui lehtmetsades domineerivad männid ja kuused. CLC2012 madala lahutusvõime tõttu tuleb andmete esmase analüüsi tulemusi

tõlgendada teatava reservatsiooniga, elupaigatunnuste täpsem analüüs eeldab detailsema aluskaardi olemasolu. Soolakud, mida kaardistasid kohalikud jahimehed, on põtradele hooajaliselt väga olulised ja võivad sõltuvalt aastaajast mõjutada ka elupaiga valikut. Seetõttu kaasati elupaiga lisatunnusena soolaku lähedus, mis defineeriti kui kuni 100 m pikkune vahemaa põdra asukohapunkti ja lähima soolaku vahel.

Tabel 4. Elupaiga klasside määratlus vastavalt CLC2012 maakattetüüpidele.

Elupaiga klass	CLC2012 kood	CLC2012 legend
tehis	131	Mineral extraction sites
agro	211	Non-irrigated arable land
	231	Pastures
	242	Complex cultivation patterns
	243	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation
leht	311	Broad-leaved forest
okas	312	Coniferous forest
sega	313	Mixed forest
ava	321	Natural grasslands
tihnik	3241	Transitional woodland-shrub
	3242	
lodu	4111	Inland marshes
	4112	
raba	4121	Peat bogs
	4122	

Põtrade liikuvus

Kaeluste täpsuse testimine

GPS kaelustega teostati kokku neli täpsustesti. Algselt tehti kaelusega 39787 oktoobris 2016 kaks testi uurimispiirkonnast ca 200 km lõunas/kagus (logistiliselt oli testi tegemine seal lihtsam), mille puhul hajuvus osutus üsna suureks (keskmine vastavalt 11-12 m ja mediaan 9-11 m. Seoses Nustiku surmaga (kaelus 39786) tekkis nõ kaeluse täpsustest uurimisala keskosas (novembris 2017). Osutus, et selle testi asukohamäärangute varieeruvus oli märksa väiksem – keskmine 4,4 m ja mediaan 3,1 m. Tekkis küsimus, kas olulise erinevuse põhjus on kaeluste erinevuses või pigem asukohas. Kontrolliks tehti kaelusega 39786 veel üks test täpselt samas kohas, kus tehti 2016 aasta esimene test. Asukohapunktide varieeruvus osutus veel suuremaks, kui kaelusel 39787 – keskmine 19,1 m ja mediaan 14,8 m. Selle põhjal otsustati, et asukohamäärangute täpsuseks loetakse piirkonnas toimunud testi tulemused ja arvutati 95% kvantiil 11,12 m (kõigist 286 asukohapunkti varieeruvusest 95% jäävad alla 11,12 m), mis loeti kaeluse „veaks“ ja sellest väiksemad pooltunniteekonnad võrdustati nulliga, st eeldatavalt loom sel pooltunnil ei liikunud.

Läbitud teekonnad

Kõige pikema teekonna läbis kokkuvõttes Priit (vähemalt 2328,4 km), üle 2000 kilomeetri on liikunud ka Flegmar ja Kertu. Teekondade kogupikkused ei ole omavahel väga hästi võrreldavad, kuna perioodi pikkused on erinevad. Ligikaudu aasta jooksul jälgitud Nustiku ja Jüri koguteekonnad on vastavalt 1447 ja 1173 kilomeetrit, ligikaudu kahe aasta jooksul jälgitud loomade „aastateekonnad“ on vahemikus 764 kuni 1164 kilomeetrit. Lühim teekond kokku iseloomustab põdralehma Mari, kellel olid mõlemal aastal kaksikud vasikad. Tegelikud teekonnad on mõnevõrra pikemad: esiteks, on teada vaid sirglõikude pikkused mõõtmispunktide vahel aga tegelik teekond ei pruugi olla sirgjooneline; teiseks, mitmesugustel põhjustel ei ole kõik asukohapunktid määratud (tehnilised häired, eksitused teisendamisel jmt), puuduvate punktide osatähtsus ei ole küll suur, ent see osa loomade liikumisest ei kajastu.

Tabel 5. Loomade pooltunniteekondade lihtstatistika (kaugused meetrites). Pikim läbitud teekond poole tunni jooksul oli 3286 m (Maru), kõigi loomade pikim pooltunniteekond on enam kui 1700 meetrit. Keskmiselt oli kõige liikuvam Nustik (80,5 m). Laias laastus kõik loomad on seisnud paigal (vt veerg nulli%) 32% (Jüri, Janar) kuni 45% ajast (Rambo).

	keskmine	mediaan	maksimum	stdev	koguarv	nulle	nulli%	sdev/kesk
Flegmar	75,0	5,0	2505,7	146,4	30196	11452	0,37926	1,953
Nustik	80,5	21,2	2748,2	156,3	17981	6326	0,35182	1,942
Janar	56,7	20,8	1922,2	119,3	31537	10182	0,32286	2,103
Mari	42,6	16,2	1851,1	83,0	35901	14380	0,40055	1,950
Rambo	46,0	13,2	2566,3	123,1	35420	15936	0,44992	2,678
Maru	57,3	16,7	3286,4	132,8	30541	12267	0,40166	2,319
Priit	65,6	17,3	2441,0	137,0	35508	13898	0,3914	2,090
Jüri	68,1	22,4	1959,8	126,5	17221	5540	0,3217	1,856
Välk	54,5	16,9	1757,5	117,2	35506	13815	0,38909	2,149
Kertu	68,9	21,1	1798,4	124,1	31427	11258	0,35823	1,802

Pooltunniteekondadest huvitavam on pikema ajavahemiku kohta käiv andmestik. Summeerides järjestikuste pooltunniteekondade jooksul läbitud vahemaad, on nt kahe looma (88 Mari ja 91 Priit) puhul tuvastatud, et mõlemal esineb kuni 6 tunni pikkuseid paigalseise (analüüsiti 2, 6, 12 ja 24 tunni teekondi). Ööpäeva keskmine pikim teekond on põdralehm Maril 2,05 km, mediaan 1,88 km ja pikim teekond 8,35 km. Põdrapull Priidul aga on keskmine ööpäeva liikumisteed 3,15 km, mediaan 2,59 km ja pikim päevateekond 27,74 km.

Teekondade pikkuste varieeruvus

Põtradel esineb ööpäevaste keskmiste teekondade pikkustes suur isenditevaheline varieeruvus (tabel 6). Keskmise ööpäevase teekonna pikkuse sõltuvust põdra soost, vanusest ja aastaajast uuriti üldiste lineaarsete segamudelitega (GLME), kasutades R 3.5.1 paketti „nlme“. Sõltuvaks tunnuseks oli ööpäevase teekonna pikkus, fikseeritud sõltumatud tunnused olid sugu, vanus ja aastaeg (täpsemalt peatükis „Tunnuste määramine“). Lisaks kaasati isendite vahelise varieeruvuse seletamiseks mudelitesse juhusliku tegurina põdra nimi.

Tabel 6. Põtrade ööpäevaste teekondade aritmeetilised keskmised väärtused meetrites vastavalt vanuserühmale ja aastaajale. Tähed a, b ja c vastavad põdra vanuserühmale (a – noored, b – keskmised, c – vanad).

Põdra nimi	Põdra sugu	2016 sügis	2017				2018			
			talv	kevad	suvi	sügis	talv	kevad	suvi	sügis
Flegmar	pull		a 1170	a 2750	b 4150	b 3650	b 2610	b 3010	b 4390	b 3780
Janar	pull		a 2150	a 2280	b 3170	b 2860	b 2140	b 2340	b 2750	b 3340
Jüri	pull	a 2990	a 2290	a 3100	b 3920	b 3510				
Kertu	lehm		a 1950	a 2880	a 3520	a 2440	a 4090	a 4240	a 3990	a 2740
Mari	lehm	a 2200	a 1920	a 1930	b 2170	b 1800	b 1540	b 1730	b 2460	b 2070
Maru	pull		b 1310	b 2360	b 3380	b 2470	b 1800	b 1640	c 3520	c 3280
Nustik	pull	c 3530	c 3040	c 2960	c 4390	c 5180				
Priit	pull	a 2960	a 2290	a 2570	a 3780	a 3000	a 2460	a 2520	b 3300	b 4500
Rambo	pull	a 1240	a 1540	a 1900	b 2750	b 1580	b 1620	b 2290	b 2740	b 3690
Välk	pull	a 1580	a 2080	a 2570	b 2930	b 2910	b 1760	b 2140	b 3230	b 3050

Põdra sugu ei mõjutanud ilmselt valimi soolisest kallutatusest tulenevatel põhjustel ööpäevase teekonna pikkust, mistõttu jäeti see lõplikust mudelist välja. Silma hakkab ka suur erinevus kahe valimisse kuulunud lehma, Kertu ja Mari vahel (tabel 6). Lõplikus mudelis olid fikseeritud sõltumatud tunnused põdra vanuserühm ja aastaaeg ning nende kahe koosmõju. Mudeli tulemused on esitatud tabelis 7 ja joonisel 2.

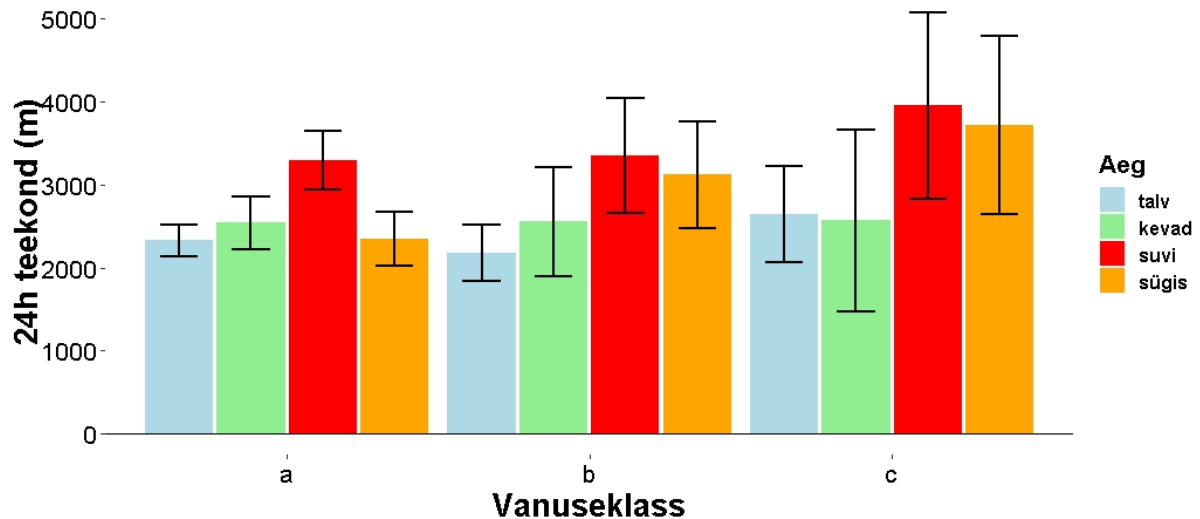
Noorloomade keskmised ööpäevased teekonnad olid suvel oluliselt pikemad kui teistel aastaegadel. Talvised ja kevadised teekonna pikkused vanuserühmade vahel ei erinenud,

kuid ka keskmiste ja vanade vanuserühma kuuluvate suvised teekonnad olid sarnaselt noorloomadele talvega võrreldes oluliselt pikemad. Lisaks olid erinevalt noorloomadest keskmise ja vana vanuserühma põtradel pikenenud ka sügisesed keskmised ööpäevased teekonnad.

Kui keskmise ja vana vanuserühma põtrade teekondade pikkus on kooskõlas MCP100% kodupiirkonna suurenemisega (täpsemalt peatükis „Kodupiirkonna suurus“), siis noorloomade kohta seda öelda ei saa – teekonnad suurenesid ainult suvel, kuid kodupiirkond oli suurem ka sügisel. Tegemist võib olla valimist tingitud nähtusega – 2016. a sügisel kaelustati Jüri, Rambo, Priit ja Välk, kes olid sel ajal noorte vanuserühmas, ajal, mil jooksuaja tippaeg oli juba möödunud ning pullid liikusidki vähem. 2017. a sügise valimis oli Priit ainus noore vanuserühma pull, Kertu (lehm) kuulus sügise valimisse nii 2017. kui 2018. a.

Tabel 7. Keskmise 24h teekonna pikkuse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldise lineaarse segamudeli tulemused.

Muutuja	24h teekonna pikkus (m) / pikkuse muut (m)	SE	t	p
24h teekond noorloomadel talvel	2329	192	12,125	<0,001
Vanuserühm „keskmised“	-150	148	-1,012	0,312
Vanuserühm „vanad“	+321	387	0,828	0,408
Aastaaeg „kevad“	+213	124	1,715	0,087
Aastaaeg „suvi“	+967	162	5,980	<0,001
Aastaaeg „sügis“	+17	128	0,129	0,898
Vanuserühm „keskmised“ : Aastaaeg „kevad“	+163	196	0,829	0,407
Vanuserühm „vanad“ : Aastaaeg „kevad“	-293	396	-0,741	0,459
Vanuserühm „keskmised“ : Aastaaeg „suvi“	+205	197	1,042	0,298
Vanuserühm „vanad“ : Aastaaeg „suvi“	+337	387	0,871	0,384
Vanuserühm „keskmised“ : Aastaaeg „sügis“	+925	173	5,341	<0,001
Vanuserühm „vanad“ : Aastaaeg „sügis“	+1050	365	2,874	0,004



Joonis 2. Põdra keskmise ööpäevase teekonna pikkuse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldise lineaarse segamudeli tulemused. Tulpade kõrgused näitavad pikkust vastavalt mudeli ennustusele ja „vurrud“ standardvea (SE) piire. Vanuseklassid a – noored, b – keskmised, c – vanad.

Küttimise mõju põtrade liikumisele

Uurimisperioodi jooksul viidi läbi ajujahti ka kaelustatud põtradele, kuid vastavalt eelnevale kokkuleppele säästeti kaelustatud isendeid jahil. Lisaks ühisjahtidele tehti mõnele põdrale ka imiteeritud ajujahti koeraga, mis on olemuselt võrdväärne tavapärase koeraga ajamisega, puudus vaid kütiliin ja põdra lahkumist ei takistatud. Mitte ükski põder ei lahkunud jahi tagajärjel oma tavapärasest kodupiirkonnast, kuigi olenevalt olukorrast võis põder lahkuda metsatükist, kus jahti oli peetud. Järgnevalt on kirjeldatud üksikjuhtumeid eraldi.

- 5. ja 6. novembril 2016. a külastas Nustik korduvalt söödapõldu, kus ta kaelustati, samal ajal varitseti põllul järgmise põdra kaelustamise lootuses. Nustik hirmutati põllult valjude hääle ja taskulambiga valgustades. Ta eemaldus maksimaalselt mõnesaja meetri kaugusele ning erinevalt kaelustamata põtratest naasis põllule ka pärast korduvat hirmutamist sama õhtu jooksul.
- 23. detsembril 2016. a imiteeriti koeraga jahti Välgu asukoha lähedal. Koer oli pikalt koos teise põdraga ja liikus häälekalt võrdlemisi suurel alal. Välk eemaldus ka ühe tunni jooksul vähem kui 1 km kaugusele, kuid lahkus piirkonnast alles järgmise päeva hommikul.
- 14. oktoobril 2017. a peeti ajujahti koeraga metsatükis, kus oli lisaks kaelustamata põtradele ka Janar. Pärast jahi algust eemaldus Janar ühe tunni jooksul enam kui 2 km kaugusele.

- 14. oktoobril 2017. a peeti ajujahti koeraga metsatükis, kus olid lisaks kaelustamata põtradele ka Välk ja Nustik. Pärast ajujahi algust oli Välk eemaldunud ühe tunni jooksul vähem kui 1 km kaugusele. Nustik põgenes koos koeraga, poole tunni jooksul oli vahemaa algse asukohaga muutunud enam kui 2 km, tegelikkuses läbisid koer ja põder oluliselt pikema maa, sest liikusid kaares, mitte otse üle lageda raba.
- 15. oktoobril 2017. a viidi läbi kaks ajujahti koeraga metsatükis, kus oli lisaks kaelustamata lehmale ja vasikale ka Maru. Esimene ajujaht lõpes vasika küttemisega, Maru nihkus selle aja jooksul vaid 100 m. Teises ajujahis põgenes Maru koos koeraga, ühe tunni jooksul eemaldus Maru enam kui 3 km kaugusele algsest asukohast.
- 21. oktoobril 2017. a peeti ajujahti koeraga metsatükis, kus oli lisaks kaelustamata põtradele ka Janar. Ühe tunni jooksul pärast jahi algust oli Janar eemaldunud enam kui 1 km kaugusele algsest asukohast.
- 11. novembril 2017. a tulistati Nustikut põllul (ebaõnnestunud lask makku). Haavatud looma otsiti koeraga, kuid arvates, et koer on vale põdraga, võeti koer põdra tagant ära. Nustik eemaldus enam kui 4 km kaugusele raba serva, kus ta lõpuks hukkus.
- 26. novembril 2017. a imiteeriti koeraga ajujahti metsatükis, kus oli lisaks kaelustamata pull-mullikale ka Välk. Koer valis vale põdra, kuid Välk eemaldus enam kui 1 km kaugusele algsest asukohast.
- 13. oktoobril 2018. a viidi läbi kaks ajujahti metsatükis, kus oli Maru. Esimeses ajujahis koer ei osalenud, Maru jäi varju, ajajad ei näinud mitte ühtegi looma. Pärast koerata jahi lõppu teostati samas metsatükis ajujahti koeraga. Koer ajas metssiga, Maru jäi paigale.
- 14. oktoobril 2018. a peeti koerata ajujahti metsatükis, kus oli lisaks kaelustamata põtradele ka Rambo, kes jäi ajajate liini ning eemaldus ühe tunni jooksul pärast jahi algust enam kui 3 km kaugusele algsest asukohast.
- 27. oktoobril 2018. a peeti koerata ajujahti metsatükis, kus oli Maru. Üks ajajatest kuulis arvatavasti põtra, kuid Maru jäi varju.

Kaelustatud põdrapullid demonstreerisid väga erinevat ohutunnetust ning valisid kütide vältimiseks sõltuvalt olukorrast nii varjumis- kui põgenemisstrateegiat. Koeraga jahi tagajärjel suurenes põtrade liikumine sagedamini kui ainult ajajatega läbiviidud jahis. Otsesel kokkupuutel inimesega põdrad siiski põgenesid, erand on Nustik, kes korduvalt hirmutamisele vaatamata järjepidevalt ohukohta (söödapõllule) naasis.

Kodupiirkonnad

Kodupiirkond on ala, mida loom kasutab oma normaalseks elutegevuseks – toitumiseks, paaritumiseks, järglaste kasvatamiseks jne (Burt, 1943). Kodupiirkonna suurust mõjutavad liigi bioloogiast ning ümbritsevast keskkonnast tulenevad tegurid, aga ka meetodilised eripärad – oleneb, mis meetodit kodupiirkonna suuruse arvutamisel kasutada.

Käesolevas töös kasutati põtrade kodupiirkonna arvutamisel minimaalse hulknurga ja fikseeritud kerneli meetodit. Minimaalse hulknurga ehk MCP (*Minimum Convex Polygon*) meetod on üks vanimaid ja laialdasemalt kasutatumaid maailmas ning võimaldab saadud tulemusi võrrelda arvukate varasemate uuringutega. Meetodi puuduseks on looma kodupiirkonna ülehindamine, mis võib olla mõõdukas või lausa eksitavalt suur, olenevalt asukohapunktide paiknemisest üksteise suhtes. Nimelt leitakse MCP meetodil kodupiirkond ühendades asukohapunktide pilve kõige välimised punktid omavahel kumeraks hulknurgaks, hulknurga sisse aga võib jääda alasid, mida loom üldse ei kasuta või kasutab väga vähesel määral (taludu, taraga ümbritsetud karjamaa, veekogu vms). Antud töös kasutati MCP100 – number lühendi järel näitab, mitu protsenti asukohapunktidest arvutusse kaasati.

Kerneli meetod on tõenäosuslik meetod, mis arvestades fikseeritud asukohapunktide tihedust arvutab tihedusliku indeksi igale punktile isendi asualale moodustatud maatriksis ning seejärel interpoleerib ala piirid vastavalt selle maatriksi väärtustele. Seega on sobiva lokatsioonitiheduse väärtuse valimisega võimalik defineerida kodupiirkonna tuumikalad välistades vähekasutatud alad enamkasutatud alade piiritlemisega. Kerneli puhul kaasati antud töös arvutusse 95% punktidest, enamjaolt peetaksegi seda parimaks kodupiirkonna suuruse arvutamise meetodiks. Arvutati ka tuumala suurus ehk see osa kodupiirkonnast, kus loom kõige sagedamini viibib (Kernel 50%).

Ülalpool kirjeldatud arvutusmeetodid valiti võrdlemaks saadud tulemusi kirjanduses avaldatutega. Meetodite olemuse selgitamisel toetuti suuresti Egle Vulla (praegune Tammeleht) magistritööle (2006).

Kodupiirkonna suurus

Kodupiirkonna suuruse sõltuvust põdra soost ja vanusest, aastaajast, asukohapunktide arvust ja elupaikatunnustest uuriti üldiste lineaarsete segamudelitega (GLME), kasutades R 3.5.1 paketti „nlme“. Kõigis mudelites oli sõltuvaks tunnuseks kodupiirkonna suurus (Kernel 50%, Kernel 95% ja MCP 100%), fikseeritud sõltumatud tunnused sugu, vanus, aastaag ja olemasoleva elupaiga klassi osakaal kodupiirkonnas (täpsemalt peatükis „Tunnuste määratlemine“). Lisaks kaasati isendite vahelise varieeruvuse seletamiseks mudelitesse juhusliku tegurina põdra nimi. Valimisse kuuluvate põtrade kodupiirkondade suurused (arvutatud, kasutades R 3.5.1 pakette „sp“ ja „adehabitatHR“) on esitatud tabelis 8.

Tabel 8. Põtrade kodupiirkondade suurused (ha) Kernel 50%, Kernel 95% ja MCP 100% meetodite järgi.

Põder	Aasta	2016 a			2017 a			2018 a			Uurimisperiood		
	Aastaaeg	Kernel 50%	Kernel 95%	MCP 100%	Kernel 50%	Kernel 95%	MCP 100%	Kernel 50%	Kernel 95%	MCP 100%	Kernel 50%	Kernel 95%	MCP 100%
Flegmar	talv				na*	na*	na*	872	3415	3481	1059	3961	6152
	kevad				419	1525	1682	875	3195	3286			
	suvi				505	2596	3559	952	3902	4708			
	sügis				616	2208	3365	1044	4302	4715			
Janar	talv				128	486	501	221	839	915	974	4870	11172
	kevad				330	1561	2023	607	2160	1943			
	suvi				392	3222	6908	408	2562	5065			
	sügis				813	3946	5519	780	3325	3571			
Jüri	talv				299	1892	2005				763	3285	5083
	kevad				628	3443	3649						
	suvi				621	2452	4020						
	sügis	291	1491	1816	432	2378	3215						
Kertu	talv				273	908	856	406	1950	2865	1093	5587	12252
	kevad				591	3413	2748	898	5755	5429			
	suvi				177	615	1252	224	784	1940			
	sügis				836	5098	7726	1123	5055	4054			
Mari	talv				625	3027	1845	307	1986	1857	521	2377	3308
	kevad				245	861	918	63	405	575			
	suvi				264	973	898	255	1052	1454			
	sügis	82	607	985	278	1441	1739	307	1507	1557			
Maru	talv				66	522	472	482	2285	2045	926	4881	15070
	kevad				659	2820	3171	306	1181	1099			

	suvi sügis			239 866	1331 5530	3464 7241	487 855	2951 3621	6183 5681	
Nustik	talv kevad suvi sügis			1759 215 586 2375	12202 978 5567 9498	6098 1454 12070 12417				1666 12721 16786
Priit	talv kevad suvi sügis			448 185 583 1279	1826 1073 5128 6889	1471 1372 8484 10515	300 1061 747 568	2261 5833 4268 2451	3642 3328 6375 4931	1113 7049 21492
Rambo	talv kevad suvi sügis			212 200 547 192	1427 1508 2987 1715	1196 1881 3495 3011	514 664 717 329	2665 2623 3526 2903	2993 2232 4497 3352	771 3534 5015
Välk	talv kevad suvi sügis			170 785 567 477	836 3210 2914 3019	898 3622 3998 6869	351 621 871 501	1482 2046 3316 2632	2140 1465 4508 3736	857 3502 8839

* Flegmar kaelustati küll 2017. a talvel, kuid sel perioodil kogutud andmehulk oli liiga väike, et kodupiirkonna suurust arvutada.

Mudelites ei mõjutanud kodupiirkonna suurust asukohapunktide arv, kodupiirkonnas leiduvate elupaiga klasside osakaalud (suhteline kättesaadavus) ega põdra sugu. Modelitesse kaasatud elupaiga klassid on üsna jämeda lahtusega ega ole põdra praeguse asustustiheduse juures uurimispiirkonnas piirava tähtsusega. Oluline mõju võib aga ilmned, kui kaasata kriitilisemaid elupaigatunnuseid. Kuigi varasemalt on näidatud, et lehmade kodupiirkond on väiksem, tuleb käesolevaa uuringu tulemusi tõlgendades arvestada, et lõplikusse valimisse kuulus vaid kaks lehma. Seega ei iseloomusta valim põtrade soolisi erinevusi piisavalt, suurema valimi puhul võiks ilmned ka põdra soo mõju kodupiirkonna suurusele.

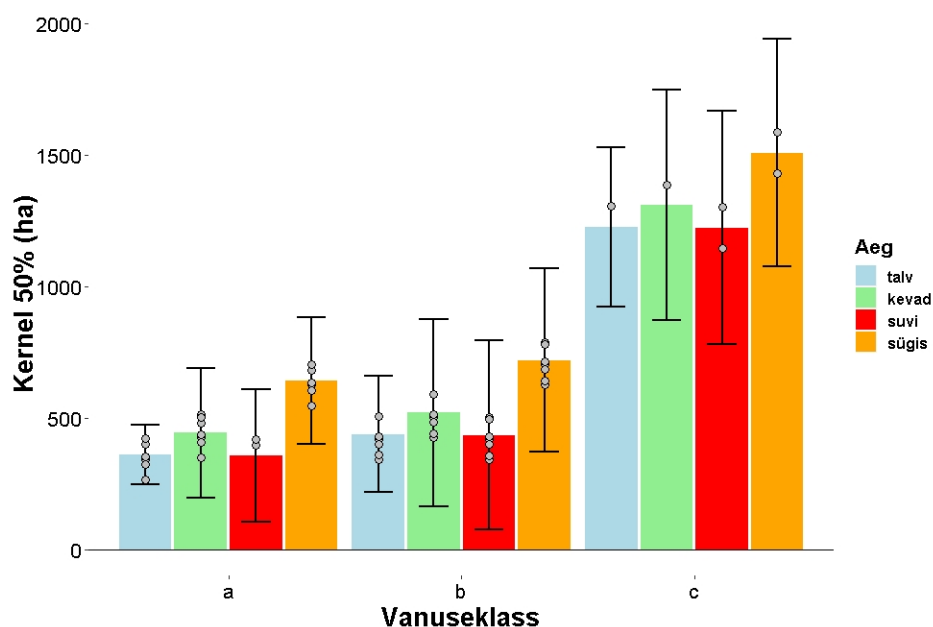
Lõplikesse modelitesse olid seega fikseeritud sõltumatute tunnustena kaasatud vaid põdra vanus ja aastaag. Kõigist mudelitest ilmses, et sügisesed kodupiirkonnad olid suuremad kui talvel ning MCP 100% mudelis olid ka suvised kodupiirkonnad sarnaselt sügisele suuremad, ülejäänud aastaegade vahel erinevusi ei leitud. Vanuseklassiti olid kõigis mudelites suurimad kodupiirkonnad vanadel loomadel, noorte ja keskmise vanusega loomade kodupiirkondade suurustes erinevusi ei tuvastatud. Tulemused on esitatud tabelis 9 ning joonistel 3-5.

Tulemusi tõlgendades tuleb arvestada, et meie valimis kuulusid vanade loomade vanuserühma vaid kaks põtra – Nustik kogu uurimisperioodi (sügis 2016, talv kuni sügis 2017) ja Maru (suvi ja sügis 2018). Kuigi statistiliselt oluline erinevus tuvastati juba praeguses valimis, võib see ilmned tugevamalt, kui õnnestub põtru pikemalt jälgida. Juhul, kui kaelused jätkavad tööd ning jahimehed ka edaspidi põtru jahis säästavad, on järgneval kahel sügisel võimalik jälgida oodatavat sügise kodupiirkonna suurenemist Janaril, Rambol, Välgul ja Flegmaril. Ka Mari jõuab sel ajal eeldatavalt vanade loomade vanuserühma, kuid tõenäoliselt lehma sügisene kodupiirkond erinevalt pullidest ei suurene.

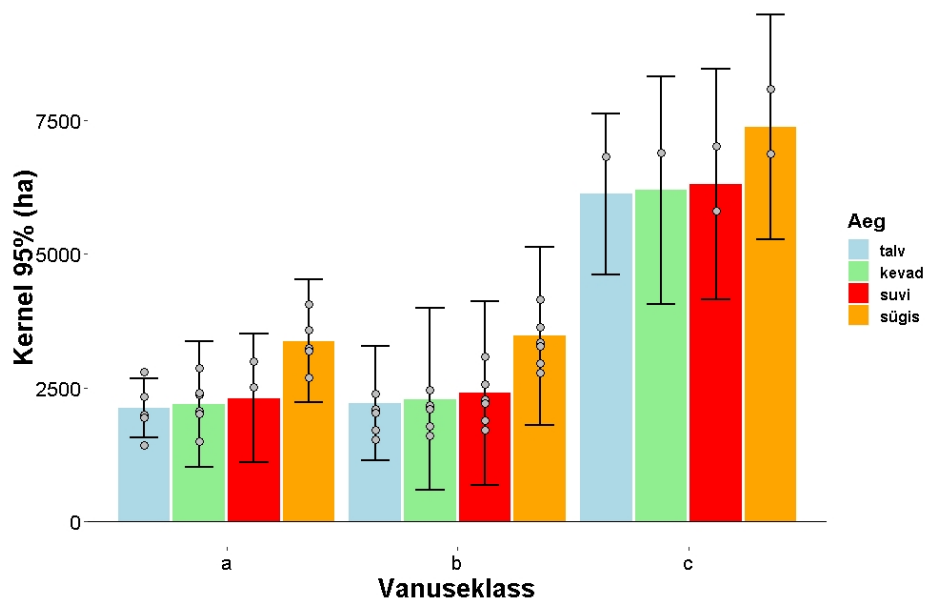
Tabel 9. Kernel 50%, Kernel 95% ja MCP 100% meetodil arvutatud kodupiirkonna suuruse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldiste lineaarsete segamudelite tulemused.

Mudel / muutuja	Kodupiirkonna suurus (ha) / suuruse muut (ha)	SE	t	p
<i>Kernel 50% = Vanuserühm + Aastaaeg Nimi, df = 62</i>				
Kernel 50% noorloomad talvel	362	118	3,073	0,003
Vanuserühm „keskmised“	+77	112	0,690	0,493
Vanuserühm „vanad“	+865	199	4,358	<0,001
Aastaaeg „kevad“	+82	140	0,590	0,557
Aastaaeg „suvi“	-3	145	-0,020	0,984
Aastaaeg „sügis“	+281	133	2,119	0,038

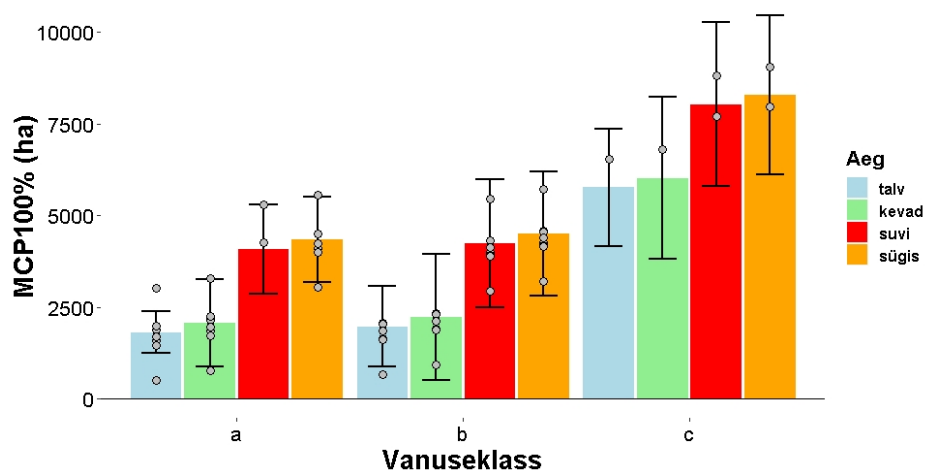
<i>Kernel 95% = Vanuserühm + Aastaaeg Nimi, df = 62</i>				
Kernel 95% noorloomad talvel	2123	572	3,709	<0,001
Vanuserühm „keskmised“	94	538	0,175	0,861
Vanuserühm „vanad“	3992	990	4,031	<0,001
Aastaaeg „kevad“	71	651	0,110	0,913
Aastaaeg „suvi“	182	678	0,269	0,789
Aastaaeg „sügis“	1248	620	2,011	0,049
<i>MCP 100% = Vanuserühm + Aastaaeg Nimi, df = 62</i>				
MCP 100% noorloomad talvel	1816	598	3,039	0,004
Vanuserühm „keskmised“	158	548	0,288	0,774
Vanuserühm „vanad“	3942	1061	3,715	<0,001
Aastaaeg „kevad“	261	641	0,407	0,686
Aastaaeg „suvi“	2267	670	3,383	0,001
Aastaaeg „sügis“	2525	612	4,126	<0,001



Joonis 3. Kernel 50% meetodil arvatud kodupiirkonna suuruse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldise lineaarse segamudeli tulemused. Tulpade kõrgused näitavad kodupiirkonna suurust vastavalt mudeli ennustusele, „vurrud“ standardvea (SE) piire ning hallid mullid kodupiirkonna suuruse hinnangulisi lineaarseid nihketa prognoose (EBLUP) valimisse kuuluvatele põtradele. Vanuseklassid a – noored, b – keskmised, c – vanad.



Joonis 4. Kernel 95% meetodil arvatud kodupiirkonna suuruse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldise lineaarse segamudeli tulemused. Tulpade kõrgused näitavad kodupiirkonna suurust vastavalt mudeli ennustusele, „vurrud“ standardvea (SE) piire ning hallid mullid kodupiirkonna suuruse hinnangulisi lineaarseid nihketa prognoose (EBLUP) valimisse kuuluvatele põtradele. Vanuseklassid a – noored, b – keskmised, c – vanad.



Joonis 5. MCP 100% meetodil arvatud kodupiirkonna suuruse sõltuvus põdra vanuserühmast ja aastaajast – üldise lineaarse segamudeli tulemused. Tulpade kõrgused näitavad kodupiirkonna suurust vastavalt mudeli ennustusele, „vurrud“ standardvea (SE) piire ning hallid mullid kodupiirkonna suuruse hinnangulisi lineaarseid nihketa prognoose (EBLUP) valimisse kuuluvatele põtradele. Vanuseklassid a – noored, b – keskmised, c – vanad.

Elupaigavalik

Pöder on dendrofaag, kes kasutab aastaringselt toiduks peamiselt okas- ja lehtpuude 2-5 mm läbimõõduga võrseid ja koort. Agrotsönoosides kasutatakse toiduks herneid, teraviljaorast ja talirapsi. Söödakapsa põldude olemasolul külastatakse ka neid sagedasti. Suveperioodil häirivad põtra tugevasti mitmesugused verdimevad putukad, mistõttu tulevad elupaikadena kasutusse mitmesugused tuultele avatud, lagedamad ja ka veekogude äärsed elupaigad. Reeglina eelistavad põdrad püsivate plusstemperatuuride korral lehtpuu enamusega elupaiku, püsivate miinustemperatuuride saabumisel aga okaspuude enamusega elupaiku. Sellest kontekstist lähtuvalt interpreteerime elupaigavaliku analüüsi tulemusi.

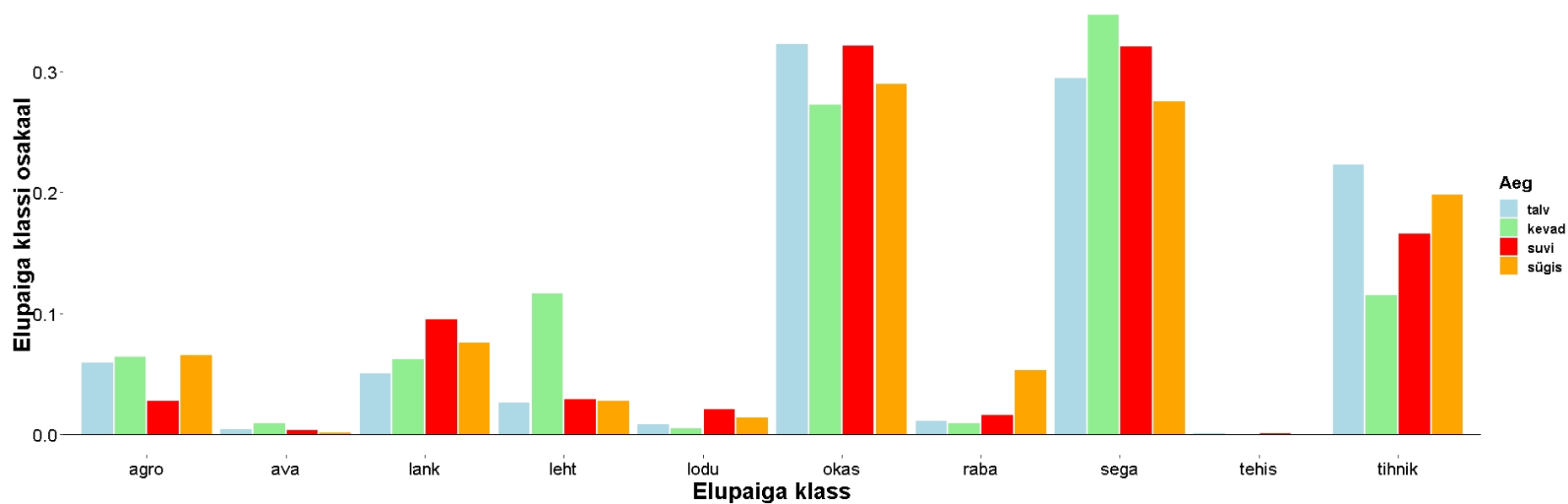
Joonisel 6 on kujutatud elupaiga klasside osakaalu üle kõigi põtrade asukohapunktide aastaajati. Jooniselt on näha, et põdrad veetsid kõige rohkem aega okas- ja segametsas, samuti elupaiga klassis „tihnik“. Elupaik „tihnik“ seostub kahtlemata põtrade toitumisega 5-15 aastaste noorte puudega kaetud aladel, mis varustavad põtru toiduks sobiva diameetriga võrsetega. Sama tõenäoliselt toimub ka elupaikades „lank“, „agro“ ja „leht“, kus paiknes märkimisväärne osa punkte. Eelnevast lähtudes on arusaadav ka väike punktide paiknemiste arv elupaikades „ava“, „lodu“, „raba“ ja „tehis“.

Põtrade elupaigavaliku eelistust uuriti üldiste lineaarsete segamudelitega (GLME), kasutades R 3.5.1 paketti „lme4“. Selleks loodi esmalt põtrade MCP100% kodupiirkondadesse asukohapunktidega võrdne arv juhupunkte (R 3.5.1 pakettid „sp“ ja „adehabitatHR“), millel määrati sarnaselt põtrade asukohapunktidega elupaiga klass (agro, ava, lank, leht, lodu, okas, raba, sega, tehis või tihnik). Juhupunkte ei loodud põtradele elupaigaks sobimatutesse maakattetüüpidesse. Lisaks omistati iga põdra juhupunktidele juhuslikkuse alusel aastaajaline kuuluvus (talv, kevad, suvi või sügis), nii et analüüsitavas valimis oli igal põdral igal aastaajal asukohapunktidega võrdne arv juhupunkte.

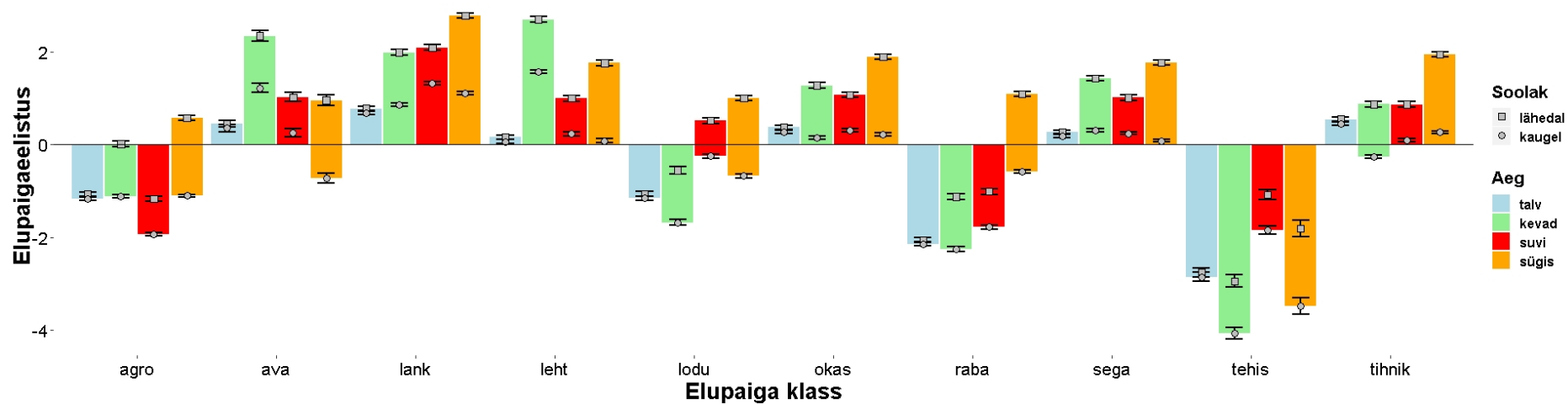
Elupaigavaliku mudelisse kaasati sõltuva binaarse tunnuseks kuuluvus asukoha- või juhupunktide hulka (0 – juhupunktid, 1 – asukohapunktid), sõltumatud fikseeritud tunnused olid elupaiga klass, soolaku lähedus, aasta-aeg, aastaaja ja elupaiga klassi interaktsioon ning aastaaja ja soolaku interaktsioon. Juhusliku muutujana kaasati isenditevahelise varieeruvuse hindamiseks mudelisse põdra nimi. Mudeli tulemused on kujutatud joonisel 7. Põdrad vältisid aastaringselt elupaiga klasse agro, lodu, raba ja tehis. Elupaiga klasse leht, okas ja sega ehk kokkuvõtvalt mets, kasutasid põdrad talvel ligilähedaselt proportsionaalselt olemasolevale,

samas kui ülejäänud aastaegadel olid need selgelt eelistatud. Kuigi elupaiga klasse „leht“ ja „lank“ kasutasid põdrad suhteliselt harvemini kui „okas“ ja „sega“ (joonis 6), olid mõlemad selgelt eelistatud.

Kõigis elupaiga klassides suurendas soolakute lähedus tõenäosust, et põder vastavat elupaiga klassi kasutab nii kevadel, suvel kui sügisel. Elupaigaklasse agro, lodu ja raba kasutati sügisel soolakute läheduses isegi sagedamini, kui võiks eeldada juhusliku elupaigavaliku puhul. Samas talvel, kevadel ja suvel ning soolakutest eemal vältisid põdrad neid elupaiga klasse. Seda tulemust interpreteerides on oluline mõista, et kogu valimis paiknes soolakute lähedal siiski väga väike hulk punkte – 301148 asukohapunktist 2666 ehk vähem kui 0,9%, juhupunktide valimis oli vastav punktide hulk kolm korda madalam (934 ehk ligikaudu 0,3%). Jahimehed arvestavad soolakute loomisel eelkõige põtrade liikumiseelistustega ning neid ei looda põdrale sobimatutesse elupaikadesse. Kui soolak asub põdrale vähem väärtuslikus elupaiga klassis, siis korreleerub see tõenäoliselt mingi muu elupaigateguriga, mida CLC2012 ei mõõda.



Joonis 6. Põtrade elupaigakasutus eri aastaegadel. Tulpade kõrgus iseloomustab elupaiga klassi osakaalu kõigist asukohapunktidest vastaval aastaajal.



Joonis 7. Põdra elupaigavaliku sõltuvus aastaajast ja soolaku lähedusest. Tulpade kõrgus iseloomustab valitud elupaiga klassi erinevust juhuslikust, positiivsed näitavad eelistust ning negatiivsed vältimist. Kastikestega on tähistatud soolaku lähedal ning mullikestega soolakust eemal asuva elupaiga klassi valik. Vurrukesed tähistavad standardvea piire vastavalt mudeli ennustusele.

Teeületused olemasoleval T2 Kose-Mäo lõigul

T2 Kose-Mäo lõigul loendati 2017. aastal keskmiselt 8800-8900 sõidukit ööpäevas (Jairus jt., 2018). Prognoositav liiklussagedus Kose-Võõbu lõigul 2035. aastal on 8500 - 19 600 sõidukit ööpäevas (Stratum OÜ, 2014) ning Võõbu-Mäo lõigul 2042. aastal olenevalt stsenaariumist ca 10 000 - 22 000 sõidukit ööpäevas (Reaalprojekt OÜ, 2016). Kuna liiklussagedus oleneb arvukatest teguritest, on äärmiselt keeruline prognoosida, milliseks see paarikümne aasta möödudes tegelikkuses võib kujuneda.

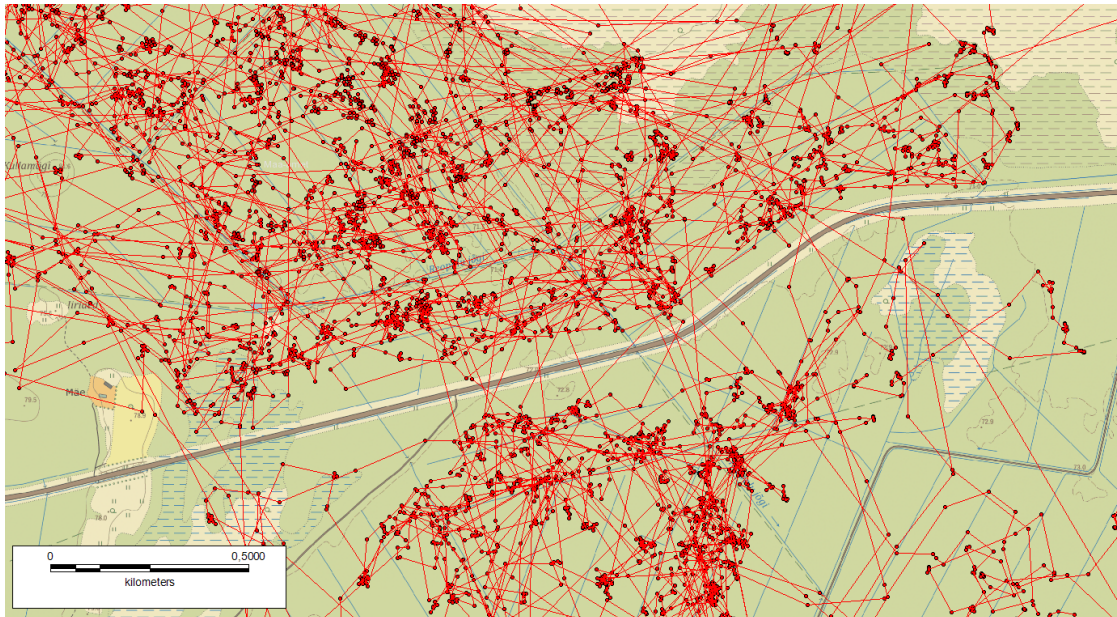
Teelõike keskmise liiklussagedusega alates 10 000 sõidukist ööpäevas loetakse paljudele loomaliikidele väga tugevaks või isegi ületamatuks barjääriks (Iuell jt., 2003). Kuna juba olemasoleval Tallinna-Tartu maantee Kose-Mäo lõigul liiklussagedus aasta-aastalt kasvab ning tõenäoliselt jõuab lähimate aastate jooksul 10 000 s/ööp piirimaile, on väga hea võimalus jälgida, kuidas kaelustatud põdrad maantee läheduses liiguvad ning kui sagedasti ning millal nad maanteed ületavad.

Alates esimese põdra kaelustamisest 2016. aasta oktoobri keskpaigas kuni 2018. aasta novembri lõpuni oleme tuvastanud 78 ületust 6 erineva isendi poolt, sealjuures pullid on teed ületanud 72 korda ja lehm 6 korda. Teeületused jagunevad isendite vahel järgmiselt: Välk – 28, Maru – 16, Jüri – 14, Janar – 12, Kertu – 6 ning Priit – 2. Ülekaalukalt kõige rohkem ületusi leidis aset septembris – 27 ning kõik need sooritati pullide poolt.

Kellaajaliselt ületasid põdrad maanteed kõige sagedamini öisel ajal ning varahommikul – ajavahemikes 1.00-2.00, 23.00-00.00 ning 6.00-7.00 (vastavalt 10, 9 ja 8 ületust).

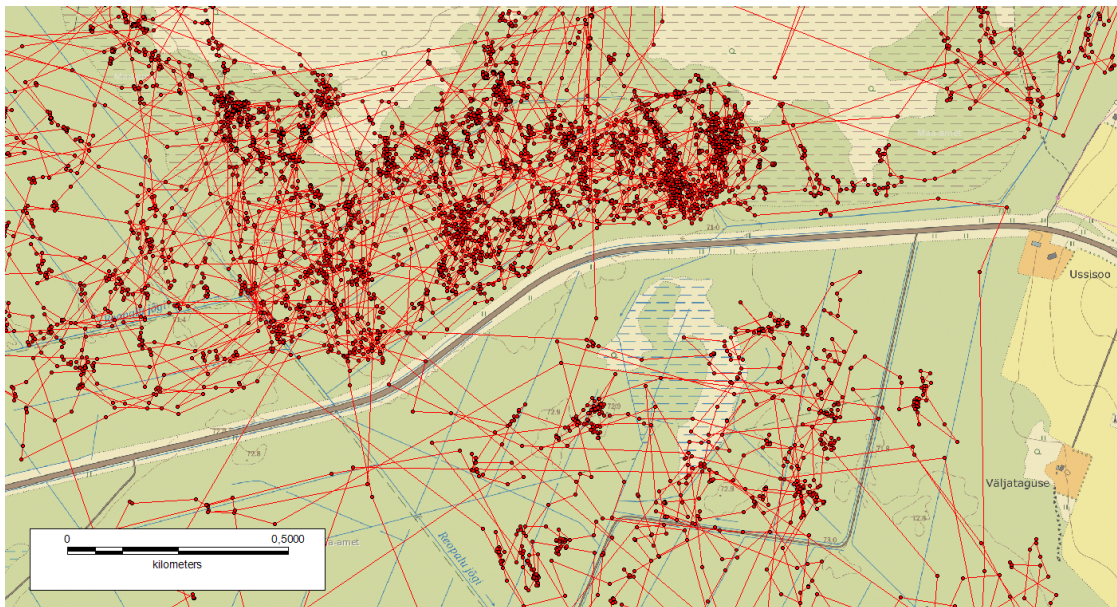
Tabel 10. Teeületuste ajaline jaotus ühetunniste vahemike kaupa.

Ajavahemik		Ületuste arv
0:00:00	1:00:00	4
1:00:00	2:00:00	10
2:00:00	3:00:00	6
3:00:00	4:00:00	5
4:00:00	5:00:00	6
5:00:00	6:00:00	5
6:00:00	7:00:00	8
7:00:00	8:00:00	3
8:00:00	9:00:00	5
9:00:00	10:00:00	0
10:00:00	11:00:00	1
11:00:00	12:00:00	0
12:00:00	13:00:00	0
13:00:00	14:00:00	1
14:00:00	15:00:00	1
15:00:00	16:00:00	0
16:00:00	17:00:00	1
17:00:00	18:00:00	3
18:00:00	19:00:00	0
19:00:00	20:00:00	1
20:00:00	21:00:00	1
21:00:00	22:00:00	3
22:00:00	23:00:00	5
23:00:00	0:00:00	9
Kokku		78

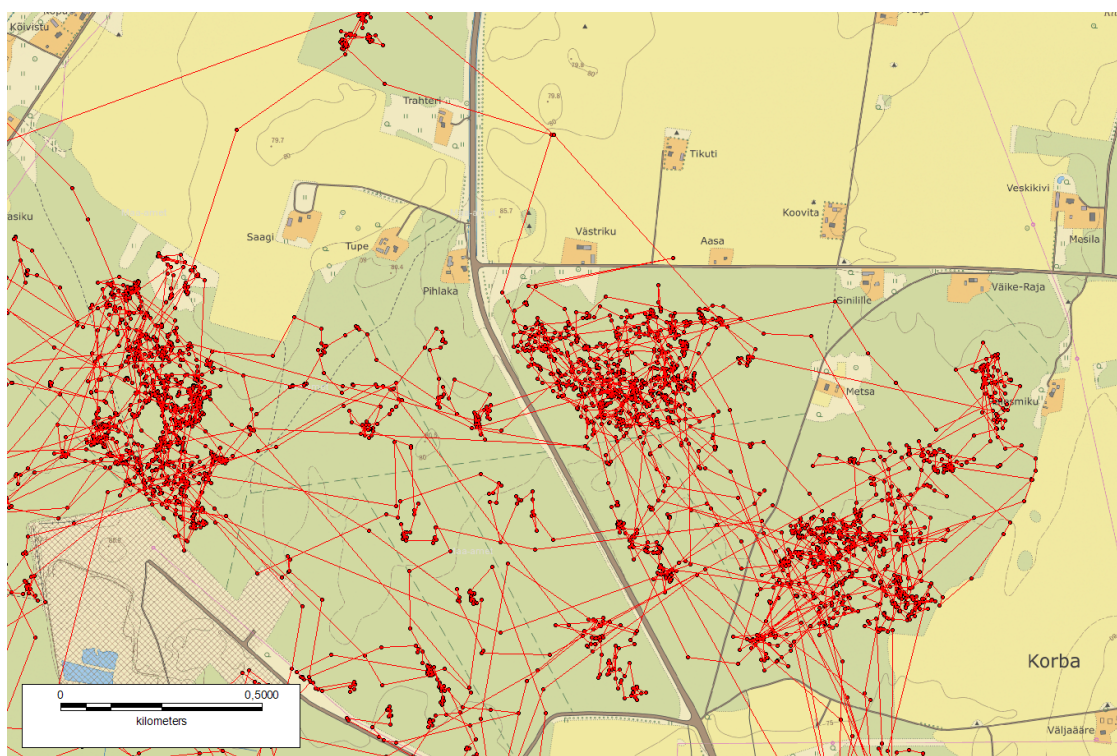


Joonis 8. Välgu teeületused T2 Ussisoo lõigul. 26 ületust 28-st on sooritatud alla 2 km pikkusel lõigul vahemikus km 69,7-71,6.

Joonised näitavad ilmekalt, kuidas juhtudel, kus suure liiklussagedusega maantee lõikab põdra kodupiirkonda, on loomad tee lähtisoonist (ca 50-100 m) eemale hoidnud (joonised 8 ja 9). Vaadates ületuste asukohti, on näha, et igal loomal on välja kujunenud kindel eelistatud lõik, kust üle tee minna. Samas on üksikuid ületusi sooritatud ka harjumuspärasest kohast eemal.

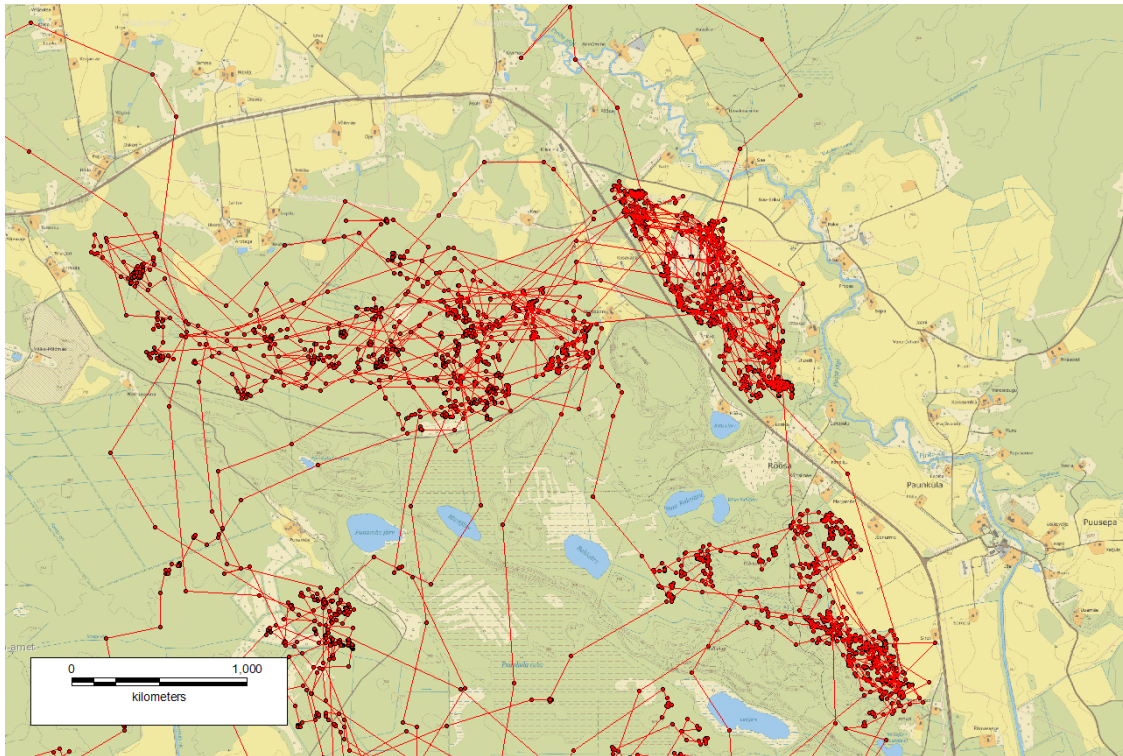


Joonis 9. Janari teeületused T2 Ussisoo lõigul. Kõik registreeritud 12 ületust on sooritatud 2,3 km pikkusel lõigul vahemikus km 70,2-72,5; valdav enamus ületustest on koondunud veelgi lühemale, ca 900 m pikkusele lõigule.

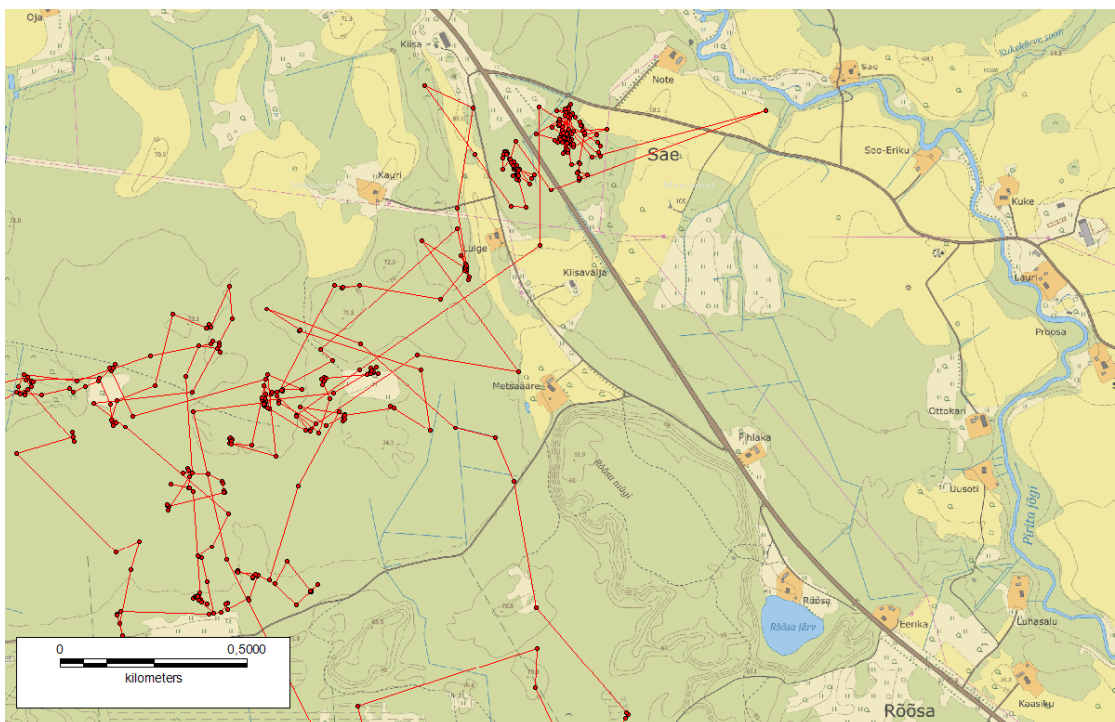


Joonis 10. Maru teeületustest 75% on koondunud 600 m pikkusele lõigule (km 80,2-80,8) Purdi ebatsuugapuistu juures.

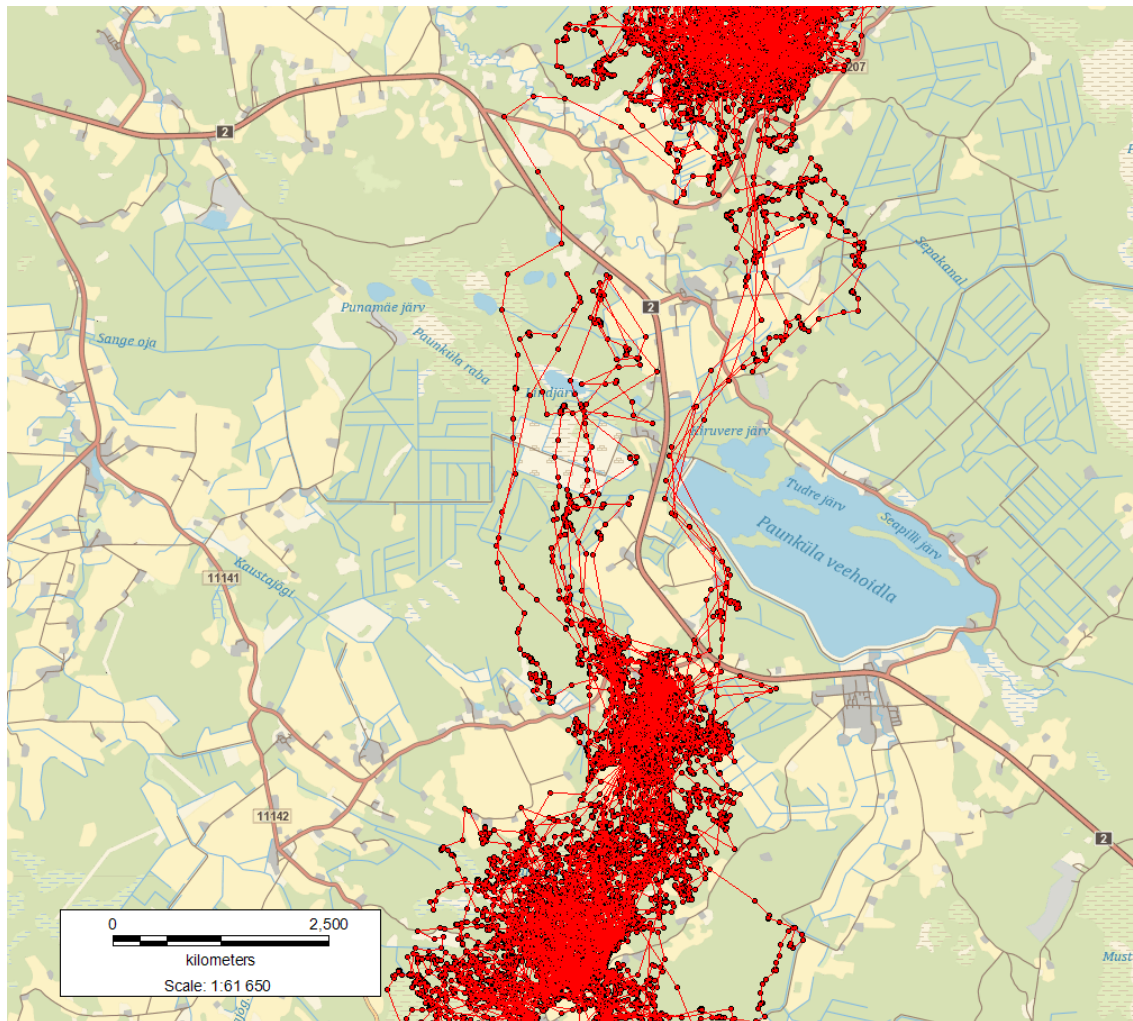
Maru on Tallinn-Tartu maanteed ületanud kokku 16 korda, neist 12 juhul ca 600 m pikkusel lõigul Purdi ebatsuugapuistu juures (joonis 10), mis on kohalikele jahimeestele teada kui koht, kus suurulukid sageli maanteed ületavad ning kus loomadega juhtub liiklusõnnetusi.



Joonis 11. Jüri 14 teeületusest 10 on koondunud ca 700 m pikkusele lõigule km 48,0-48,7.



Joonis 12. Priidu mõlemad teeületused 48. kilomeetril on sooritatud nn avastusretkel harjumuspärasest elualast väljaspool. Priidu tavapärase kodupiirkond kulgeb loodekagu suunaliselt olemasoleva maanteeга paralleelselt.



Joonis 13. Kertu talvine (lõuna pool Tallinn-Tartu maanteed) ning suvine elupaik. Ühest elupaigast teise siirdumisel on Kertu sooritanud teeületuse 5 juhul 6-st ca 400 m pikkusel lõigul km 54,8-55,2.

Põdralehm Kertu on Tallinn-Tartu maantee ületamise ette võtnud vaid talvisest elupaigast suvisesse siirdumisel ning vastupidi. Kui 2017. aastal oletasime, et tegu võib olla aastase mullika hajumisliikumisega, siis tänaseks on selgunud, et selline elupaikade vahetamine ongi antud isendile omane. Mõlemal kevadel toimus elupaigavahetus mai alguses (04.05.2017 ning 07.05.2018) ning oktoobris (24.10.2017 ning 21.10.2018). 2018. aastal siirdus Kertu maanteest põhja poole juba 21. aprillil, ent naases paari päeva pärast (25.04.2018).

Maanteede barjääriefekti mõju põtrade liikumisele ja selle tugevuse sõltuvus liiklustihedusest

2018. a kaitses Tartu Ülikooli geograafia osakonna üliõpilane Karl Hendrik Holst bakalaureusetöö „Maanteede barjääriefekti mõju põtrade liikumisele ja selle tugevuse sõltuvus liiklustihedusest“, milles kasutas käesoleva projekti raames kogutud põtrade asukohaandmeid. Uurimistöö eesmärgiks oli teebarjääri mõju hindamine põtrade liikumisel nende kodupiirkondades. Selleks genereeriti kokku 3500 korrelatsioonilist juhuteekonda, mis koosnesid rohkem kui 75,5-st miljonist sammust. Teebarjääri tugevus leiti juhuteekondade ja tegelike teeületuste võrdlemisel mislābi selgus, et nii madala kui ka kõrge liiklussagedusega teid ületati tegelikkuses oluliselt vähem kui juhuteekondades. Lisaks näitas andmeanalüüs, et barjääriefekt suureneb oluliselt liiklustiheduse kasvuga. Tulemuste põhjal võib kinnitada, et teed mõjuvad põtradele barjääradena ning piiravad oluliselt nende liikumist kodupiirkondades. Töö on täismahus kättesaadav veebiaadressil

http://taurus.gg.bg.ut.ee/geouudis/geo_2018/GG_BAKA/Holst_Karl%20Hendrik.pdf.

Hinnang suurulukite leevendusmeetmete paikapidavusele nii vajadus- kui asukohapõhiselt ning üldhinnang majanduslikust aspektist

Esiteks peab märkima, et põtrade tabamiseks valitud asukohad osutusid uuringu tarbeks väga sobivateks, kuna kõik GPS seadmetega varustatud loomad on jäänud projektialale ning valdav osa liigub nii olemasoleva Tallinn-Tartu maantee kui uue trassi piirkonnas. Kümnest jälgitavast isendist kuue kodupiirkonda lõikavad nii olemasolev maantee kui planeeritav trass. Kahe põdra kodupiirkonda lõikab ainult planeeritav trass ning kahe kodupiirkond jääb kõrvale, kuigi mitte kaugele nii olemasolevast Tallinna-Tartu maanteest kui uuest trassist. Samas neist ühe (Nustiku) puhul lõikab olemasolev maantee MCP 100 piirjoont, kuigi tegelikkuses Nustik Tallinn-Tartu maanteed ületanud pole. Küll aga on ta korduvalt ületanud T5 Pärnu-Rakvere-Sõmeru põhimaanteed. Põtrade kodupiirkondade suurused ja paigutus (iga isendi kaelustamisest kuni 25.11.2018 kogunenud asukohapunktide alusel) on toodud Lisas 1.

Uus Kose-Mäo trass lõikab kaheksa uuritava põdra kodupiirkonda, neist seitsmel juhul on kodupiirkonna aktiivsemalt kasutatavasse ossa või selle vahetusse lähedusse planeeritud suurulukitele sobiv(ad) läbipääs(ud). Viie põdra kodupiirkonda jääb mitu läbipääsu. Vaid Võõbu-Mäo lõigu kesk- ja lõpuosas liikuva Maru kodupiirkonda ei ole hetkel planeeritud ühtegi suurulukitele sobivat teeületusvõimalust. Jälgitavate põtrade liikumise analüüs näitab selgelt suurulukite leevendusmeetmete vajadust, kõigi isendite puhul on märgatav kõrge liiklussagedusega maantee lähiümbruse vältimine ning teeületuste väike arv võrreldes piirkonnas viibitud ajaga. Peab märkima ka häirimise mõju individuaalsust põtradele – eriti selgelt tuleb vältiv liikumine näiteks välja mõnede isendite (Mari, Rambo) puhul. Pärast tee-ehituse algust Kose-Ardu lõigul 2017. aasta lõpus on põder nimega Priit hakanud vältima oma kodupiirkonna Kose-poolset osa ning eelistab liikuda pigem lõuna/kagu pool. Samas Mari, kes on jälgitavatest põtradeist paikseim, on jäänud senisele alale trassi lähistel.

Järgnevalt analüüsimine planeeritud leevendusmeetmete sobivust lähtuvalt meie uuringu tulemustest.

Rõõsa ökodukt (km 48,9)

Paikneb uuel trassil, lähim kaugus olemasolevast maanteest 2,2 km. Ökodukt jääb kokku nelja jälgitava põdra kodupiirkonda, neist kahe puhul aktiivselt kasutatavasse kodupiirkonna ossa. Ökodukt on põtrade jaoks uuringu tulemustest lähtudes sobivaim lahendus (tingimusel, et rajatis on sobivate mõõtmete ja kaldenurgaga).

Ardu ulukite ülekäigukoht/tarakatkestus (km 53,4-53,7)

Paikneb uuel trassil, lähim kaugus olemasolevast maanteest 1,8 km. Ülekäigukoht jääb nelja jälgitava põdra kodupiirkonda, sh kolme isendi puhul selle aktiivselt kasutatavasse ossa. Kodupiirkonna paiknemisest lähtuvalt võib eeldada selle sobivust antud piirkonda.

Nõmmeri ökodukt (km 57)

Paikneb uuel trassil, lähim kaugus olemasolevast maanteest 3 km. Ökodukt jääb kolme jälgitava põdra kodupiirkonda, kahe isendi puhul selle aktiivselt kasutatavasse ossa.

Kõigi kolme ülalpool toodud loomapääsu asukohtade juures tuleb rõhutada, et lagedaks raiutud trass on põtrade jaoks olnud atraktiivne toitumisala, mida loomad ei seosta maantee ja liiklusega, seetõttu ei joonistu hetkel välja eelistatud ületuskohti nagu olemasoleval maanteel.

Mustla-Matsimäe ülekäigukoht (km 63,3-63,6) – olemasoleva mnt km 66,7-67,0

Paikneb uuel trassil, külgnedes olemasoleva maanteega. Ülekäigukoht jääb kahe jälgitava põdra MCP 100 kodupiirkonda, ent vähekasutatavasse ossa. Paiknemine olemasoleva maantee läheduses võimaldab leida kauguse lähimast uuringus tuvastatud teeületusest – ca 400 m. Tegu pole konkreetse isendi (Välgu) eelistatud teeületuskohaga vaid ühekordse juhusliku ületusega.

Puiatu ökodukt (km 70,5)

Ulatub üle olemasoleva kui ka uue maantee. Planeeritud ökodukt jääb kahe jälgitava põdra kodupiirkonna aktiivselt kasutatavasse ossa ning paikneb nende eelistatud teeületuslõigul. Kokku on sel 2 km pikkusel lõigul (ca 1 km kummalgi pool planeeritava ökodukti asukohta) uuringuperioodi jooksul kahe isendi poolt sooritatud 37 teeületust. Enamik teeületustest toimusid põtrade sügisel jooksuajal, mistõttu

mõjutaks ületamatu barjääri kujunemine selles piirkonnas negatiivselt geenisiiret ning viiks pikemas perspektiivis populatsiooni nõrgenemiseni. Seega toetavad antud uuringus kogutud andmed valitud asukoha tõenäolist sobivust.

Lisaläbipääsu vajadus

Lõigu lõpuosas Puiatust Mäoni suurulukitele sobivad läbipääsud puuduvad, ent piirkonnas jälgitava põdra (Maru) liikumine viitab selgelt nende vajadusele. Sobiv koht on Korba küla juures 80. kilomeetril (Purdi ebatsuugapuistu juures). Tegu on kohalikele jahimeestele hästi teadaoleva ulukite teeületuskohaga, kus loomadega juhtub ka liiklusõnnetusi. Maru on maantee lähistel liikunud ja üksikud teeületused sooritanud ka Purdi ebatsuugapuistust Anna ja Tartu poole jäävatel lõikudel, ent 12 juhul 16-st on ta maantee ületamiseks valinud just selle konkreetse koha.

Suurulukitele sobiv läbipääsukoht on ka Korbal 83. km lõpuosas, mida kasutavad jahimeestele teadaolevalt lisaks põtradele ka suurkiskjad. Seda kinnituavad uurimisperioodil vaadeldud hukkunud loomad ja jäljed ning kaelustatud loomadest on Maru ühe oma teeületustest selles kohas sooritanud. Samas piirkonnas on teadaolevalt ületanud Tallinn-Tartu maanteed ka üks kaelustatud ilves (Keskkonnaagentuuri ilvese kodupiirkonna uuringud, kontakt Raido Kont), paraku ei ole võimalik teeületuskohta asukohapunktide pika ajavahe tõttu täpsemalt hinnata.

Arvestades kõrgete küngaste puudumist piirkonnas ning teeületuste toimumist põndakute kõrvalt, mitte üle kõrgeima punkti, võiks ökodukti alternatiivina kaaluda viadukti ehitamist autodele, nii et põdrad ja teised ulukid saaksid edaspidi liikuda läbi tee alt.

Uuringus jälgitud põtrade liikumise analüüs kinnitab, et liiklus olemasoleval Tallinn-Tartu maanteel on tekitanud loomade jaoks märkimisväärse barjääri. See kinnitab teedeökoloogia nõ rusikareeglit, mille järgi aasta keskmist ööpäevast liiklussagedust alates 10 000 sõidukist peetakse enamuse liikide jaoks oluliseks takistuseks. Jälgitavad põdrad, kelle kodupiirkonda olemasolev Tallinn-Tartu maantee lõikab, on maantee lähiümbruses liikunud märgatavalt vähem kui teest eemale jäävates kodupiirkonna osades. Kümnest põdrast kuus on sooritanud korduvalt edukaid teeületusi, kuid need on valdavalt teoks saanud öisel ja varahommikusel ajal, mil liiklus on hõre. Seetõttu

soovitame barjääriefekti leevendamiseks samatasandilistele teeületuskohtadele (tarakatkestuse ja loomafoori kombinatsioon) eelistada eritasandilisi suurulukipäase, mis võimaldaks loomadel segamatult teed ületada ning vähendaks liiklusest tulenevat barjääriefekti. Tarakatkestus koos ulukifooriga on sobiv leevendusmeede lõikudel, kus liiklussagedus on madal, ent ulukite liikumine väga aktiivne ning kus juhtub arvukalt loomaõnnetusi. Ka ei võimaldaks potentsiaalsed ulukite teeületused tarakatkestuste piirkonnas maksimaalselt realiseerida projekteeritavat kiirust 120 km/h, tänu millele (koos teelõigu lühenemisega ligi 5,3 km võrra) on hetkel prognoositav ajavõit Kose-Mäo lõigul umbes üheksa minutit. Eritasandilised loomaläbipääsud on tarakatkestustest küll märgatavalt kallimad lahendused, ent hindame, et pikas perspektiivis võivad need eelkõige tänu liiklusohutuse suurenemisele, aga ka sõiduaja vähenemisele hoopis soodsamaks variandiks osutuda. Suurulukiõnnetuse kulu hindamisel tuleb arvesse võtta väga erinevaid komponente (autoremondi maksumus, kahjumäär hukkunud uluki kohta, võimalikud raviarved), millest mõnesid on väga keeruline rahaliselt vääringsusse panna (stress, ajakulu, õnnetuse tagajärjel tekkida võib kartus/tõrge autosõidu ees, mis võib takistada tavapärast tööelu). Liiklusohutusprogrammi 2016-2025 koostamisel on arvesse võetud, et ühe inimese hukkumisega ühiskonnale kaasnev kahju ületab tänastes hindades 2 miljonit eurot. Seega tuleks panustada liikluskeskkonda, kus liikleja eksimisvõimalus oleks minimaalne.

Järeldused ja soovitused

1. Põtrade liikumise jälgimine GPS seadmetega kinnitab varasemat seisukohta, et olemasolevatel teedel on suurulukite liikumine välja kujunenud ning teeületuskohad eristatavad. See-eest uus maanteetrass, mis uuringu ajal on olnud valdavalt metsast lagedaks raiutud ning kattunud võsaga, on põtrade jaoks ligitõmbav piirkond ning kindlasti nad ei väldi hetkel seda ala. Kahe põdra (Mari ja Priidu) puhul on selgelt märgatav nende kodupiirkondade loode-kagu suunaline paiknemine trassil paralleelselt olemasoleva Tallinn-Tartu maanteega. Seetõttu pole uuel trassil potentsiaalsete teeületuskohtade paiknemist võimalik määrata.
2. Võimaldada suurulukite teeületused ka Võõbu-Mäo maanteelõigu lõpuosas. Sobiv koht on Korba küla juures 80. kilomeetril (Purdi ebatsuugapuistu juures). Tegu on kohalikele jahimeestele hästi teadaoleva ulukite teeületuskohaga. Ülekäigukoha sobivust kinnitavad ka põdrapull Maru liikumised – Maru on maantee lähistel liikunud ja üksikud teeületused sooritanud ka Purdi ebatsuugapuistust Anna ja Tartu poole jäävatel lõikudel, ent 12 juhul 16-st on ta maantee ületamiseks valinud just selle konkreetse koha.
3. Uuring andis kinnitust, et maantee, kus aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus läheneb 10 000 sõidukini, kujutab endast põtrade jaoks olulist barjääri. Isendid, kelle kodupiirkonda olemasolev Tallinn-Tartu maantee lõikab, on maantee lähiümbruses liikunud märgatavalt vähem kui teest eemale jäävates kodupiirkonna osades. Kümnest põdrast kuus on sooritanud korduvalt edukaid teeületusi, kuid need on valdavalt teoks saanud öisel ja varahommikul ajal, mil liiklus on hõre. Seetõttu tuleks samatasandilistele teeületuskohtadele (tarakatkestuse ja loomafoori kombinatsioon) eelistada eritasandilisi suurulukipäase, mis võimaldaks loomadel segamatult teed ületada ning vähendaks liiklusest tulenevat barjääriefekti.

Kasutatud allikad

Burt, W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.

Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire (Eds.). 2003. *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. COST 341.

Jairus, T., Metlitski, S., Ess, J., Teder, A. ja M. Linnamägi. 2018. Liiklusloenduse tulemused 2017. aastal. AS Teede Tehnokeskus, Tallinn.

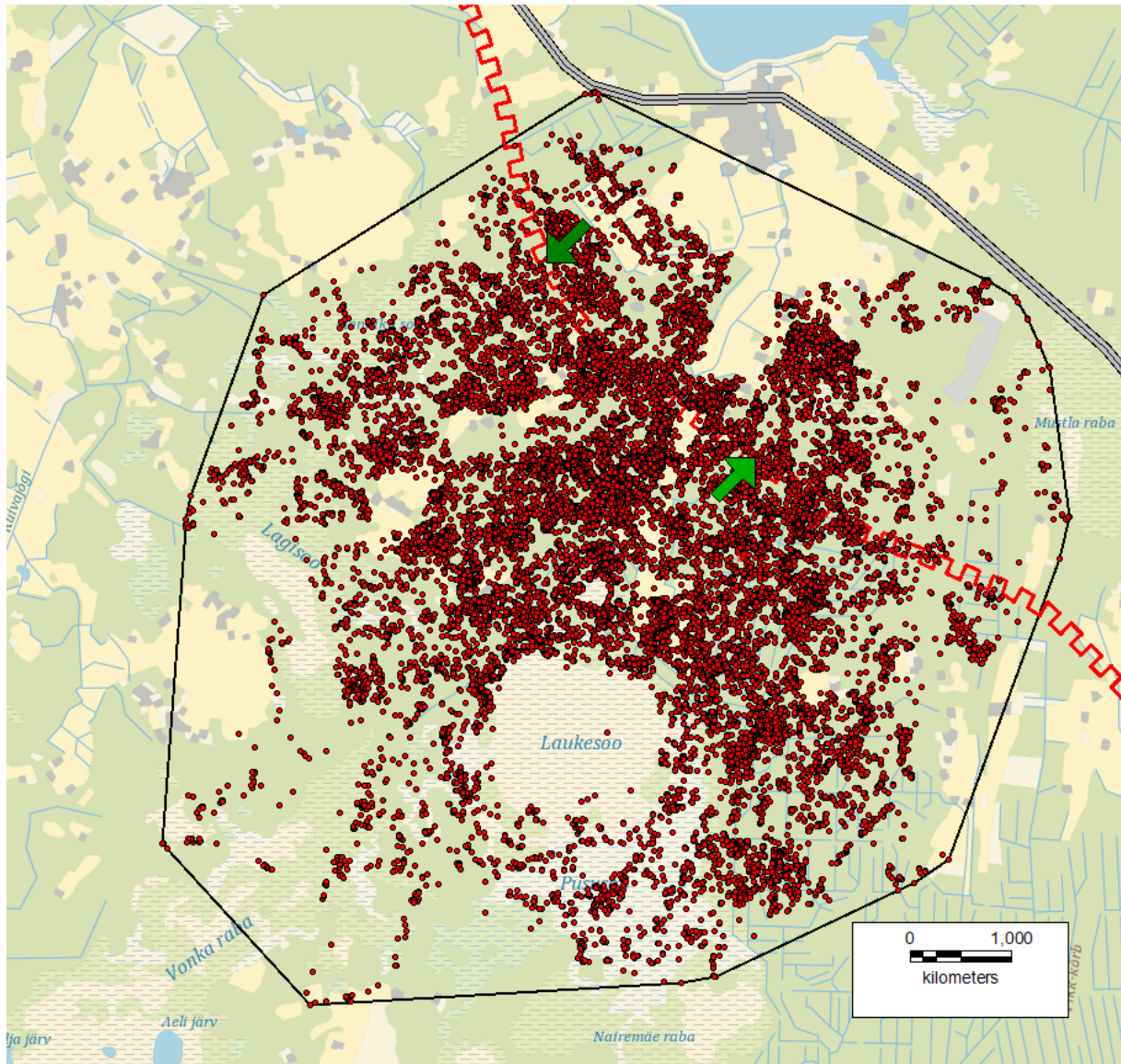
Kreeger, T.J., Arnemo, J.M. 2012. *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization* 4th ed.

Reaalprojekt OÜ. 2016. E263 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee Võõbu-Mäo teelõigu km 68,0-85,0 põhiprojekti koostamine. Lisa 3. Liiklusuuringud. Tallinn.

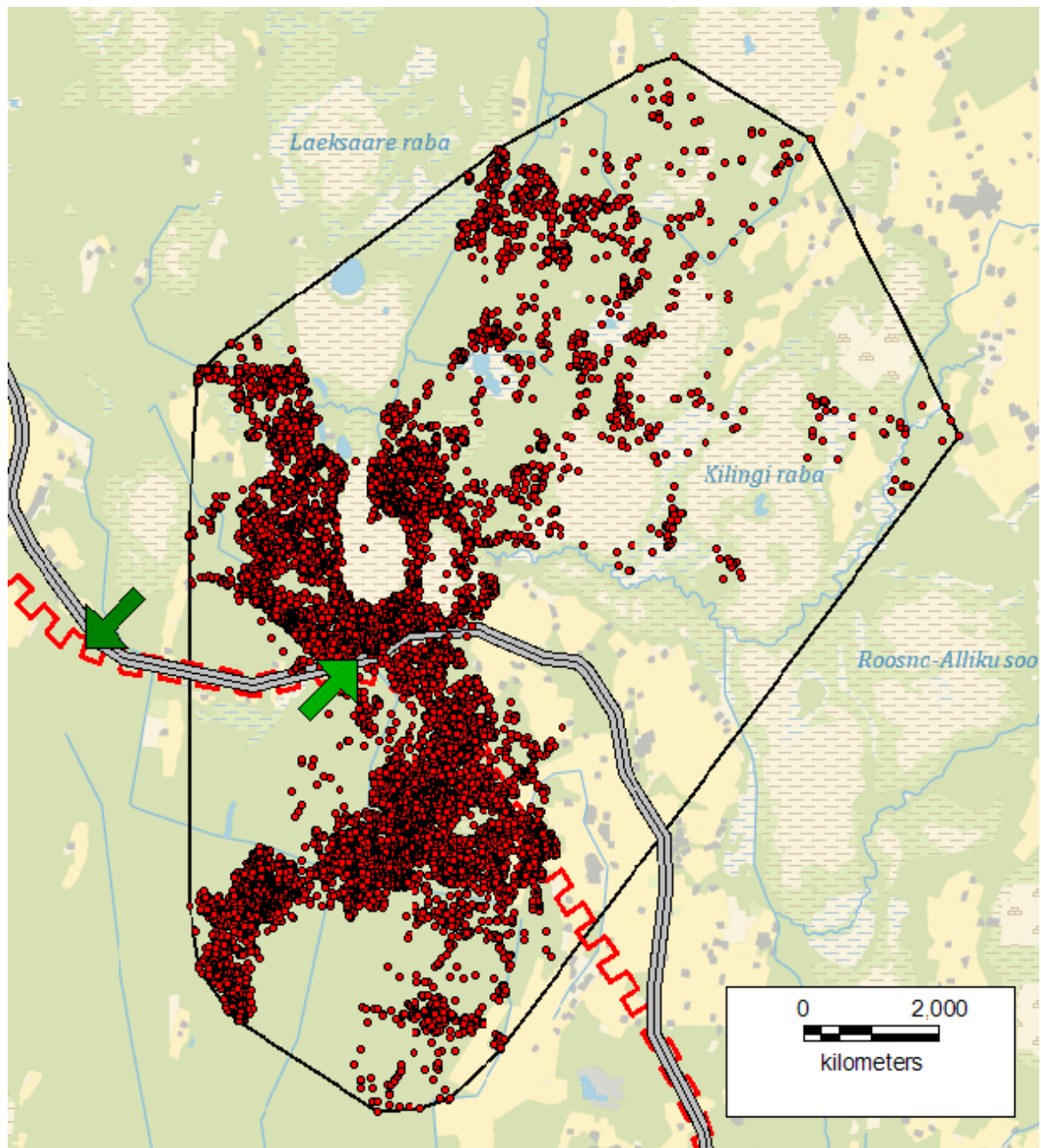
Stratum OÜ. 2014. E263 Kose-Võõbu teelõigu tehnilise projekti koostamine. Liiklusuuring. Tallinn.

Vulla (Tammeleht) E. 2006. Pruunkaru (*Ursus arctos*) toitumine ja sügisene elupaigakasutus Eestis. Magistritöö zooloogias. Tartu Ülikool, Tartu.

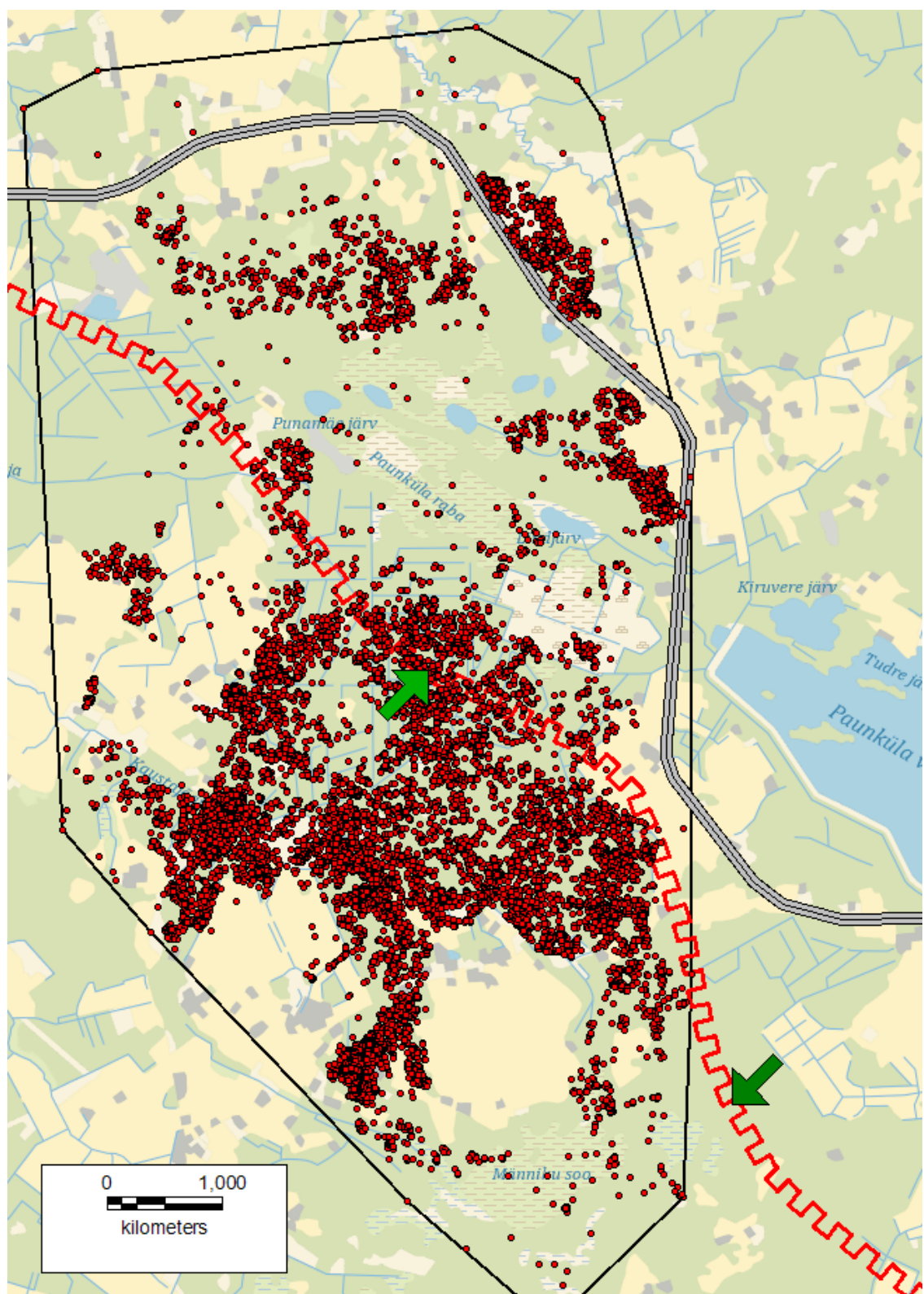
Lisa 1. Kaelustatud isendite kodupiirkonnad



Joonis 1. Flegmari asukohapunktid ning kodupiirkond ajavahemikus 04.03.2017-25.11.2018, MCP 100%: 61,52 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 10 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.

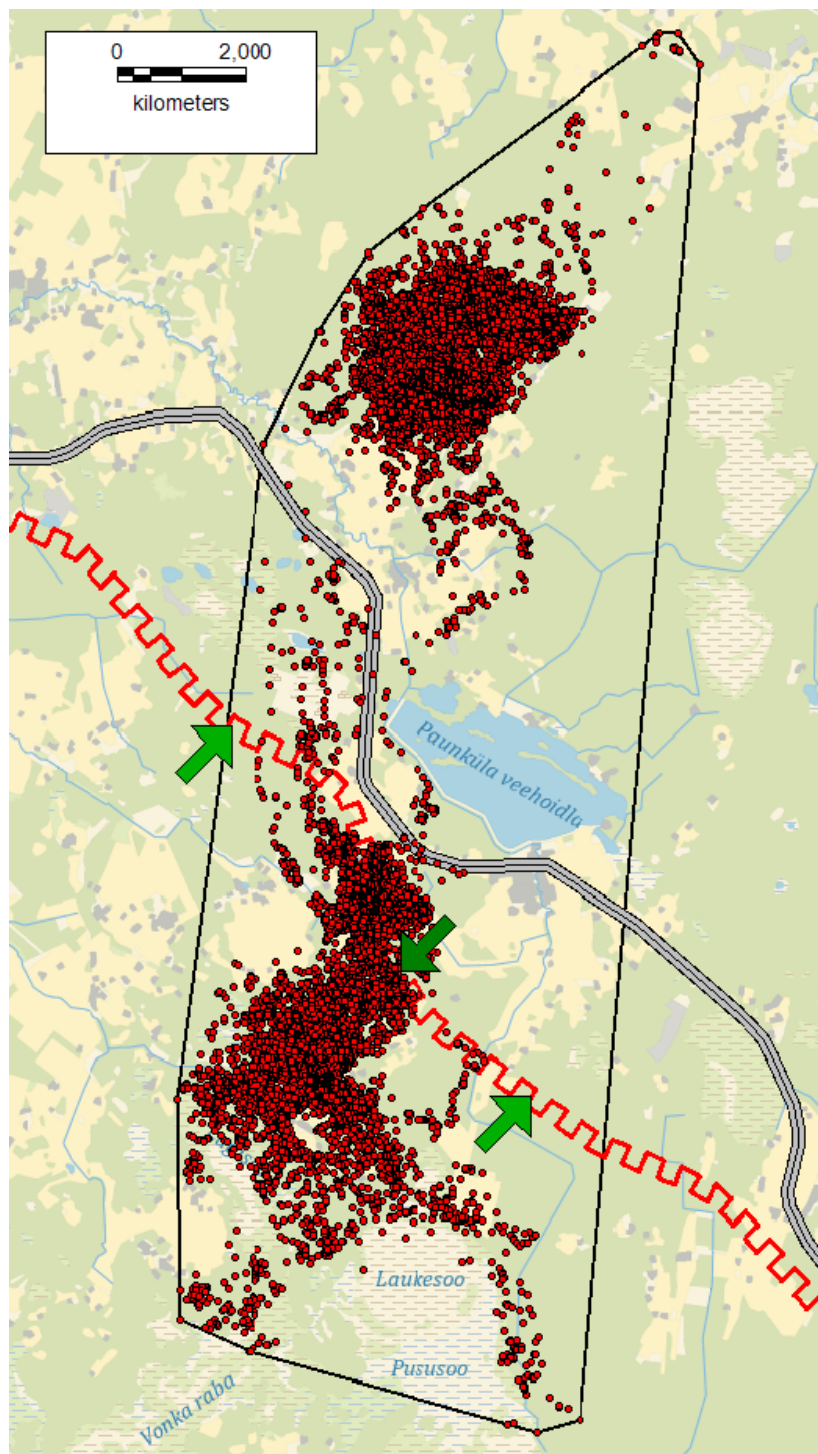


Joonis 2. Janari asukohapunktid ning kodupiirkond ajavahemikus 04.02.2017-25.11.2018, MCP 100%: 111,7 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 16 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon), planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ning tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.



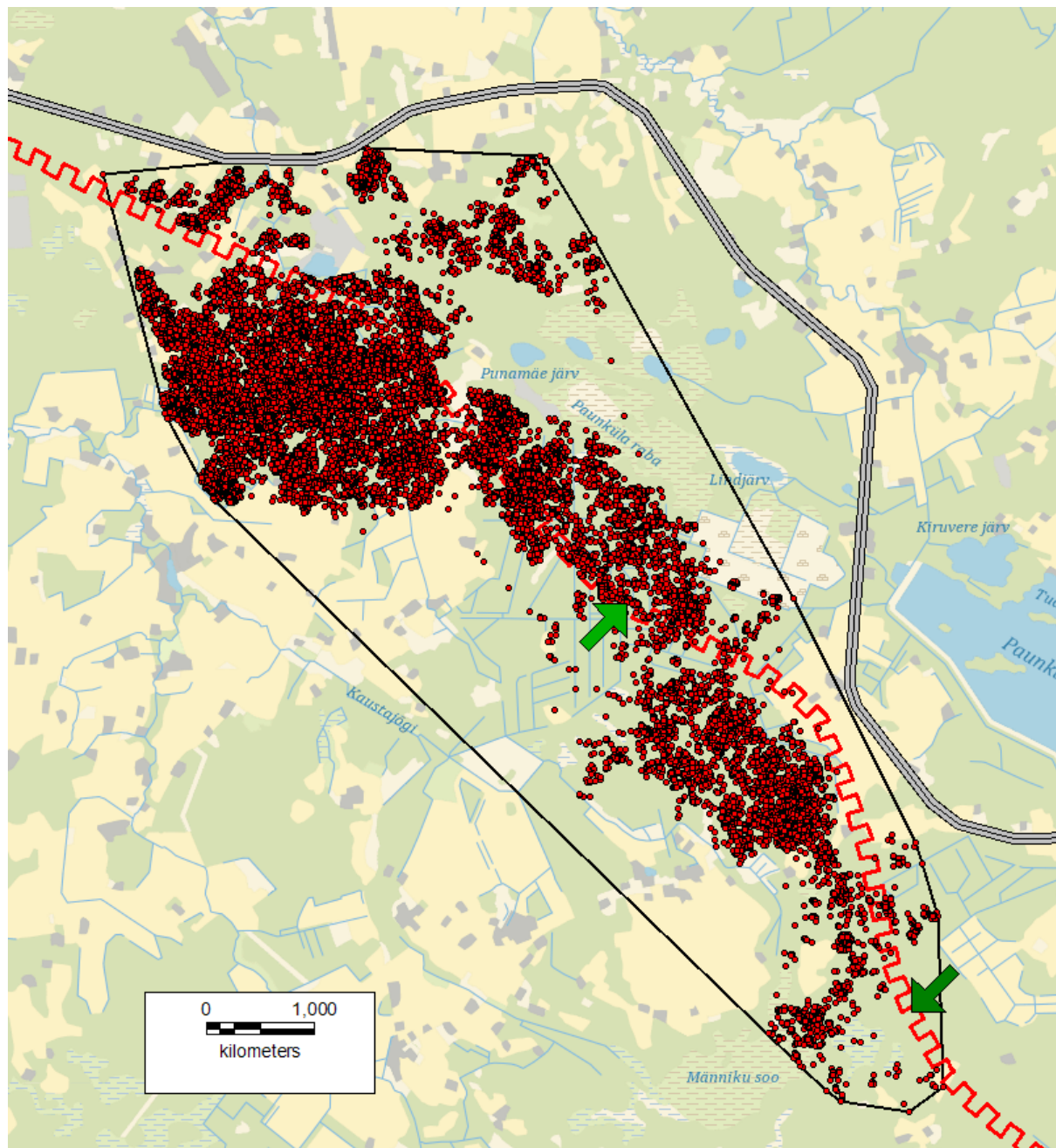
Joonis 3. Jüri asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 19.10.2016-02.11.2017, MCP 100%: 50,8 km². Distsants kaugemate asukohapunktide vahel on ca 11,6 km. Tähistatud on

olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.

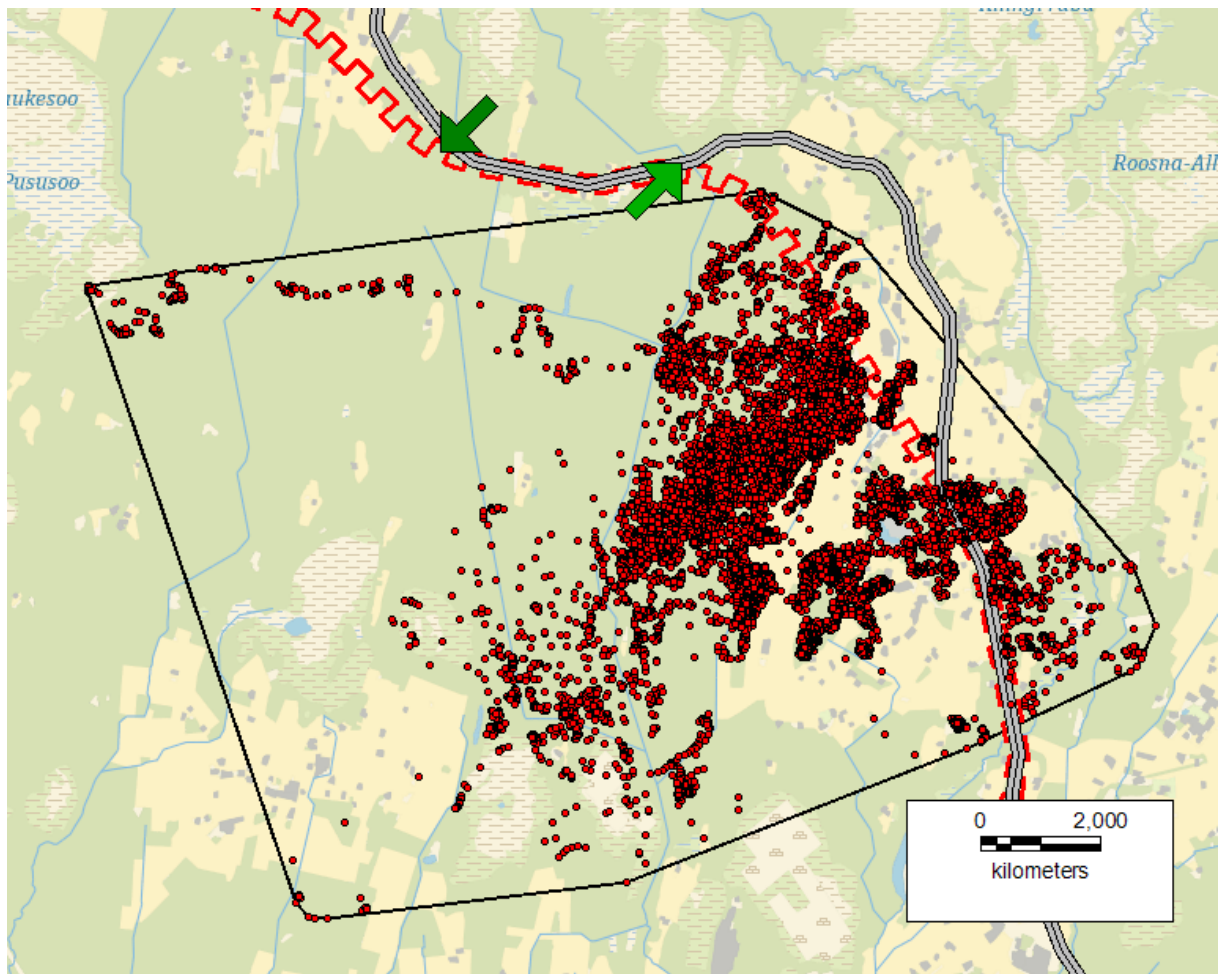


Joonis 4. Kertu asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 22.01.2017-25.11.2018, MCP 100%: 122,5 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 22 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning

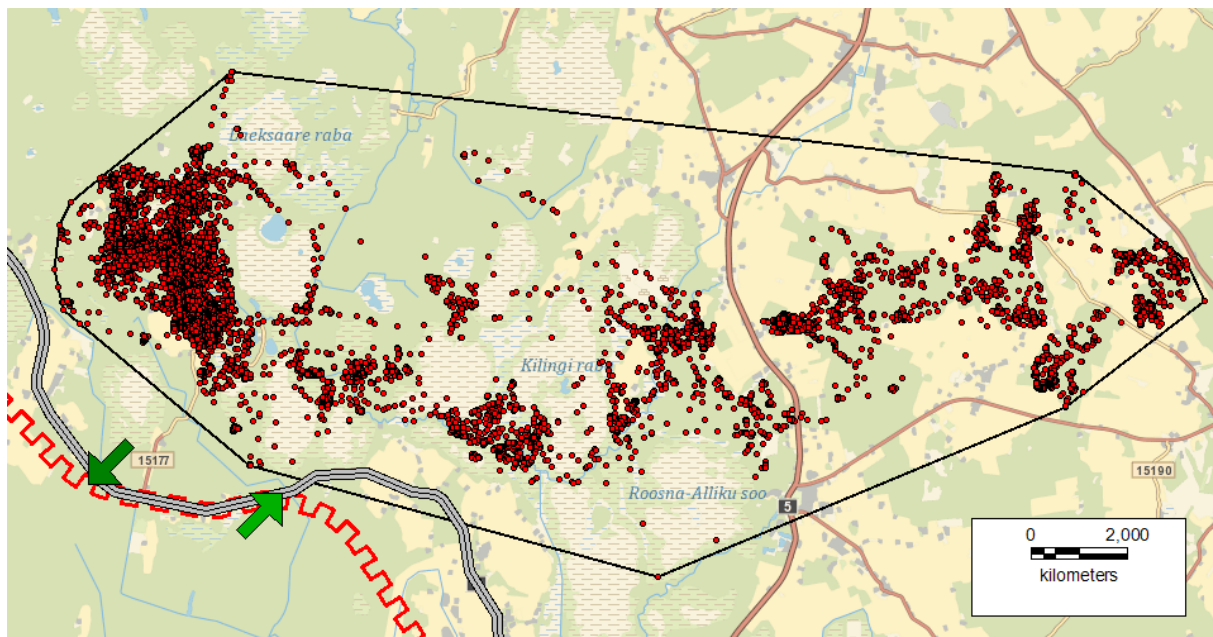
planeeritavate ökoduktide (helerohelised nooled) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.



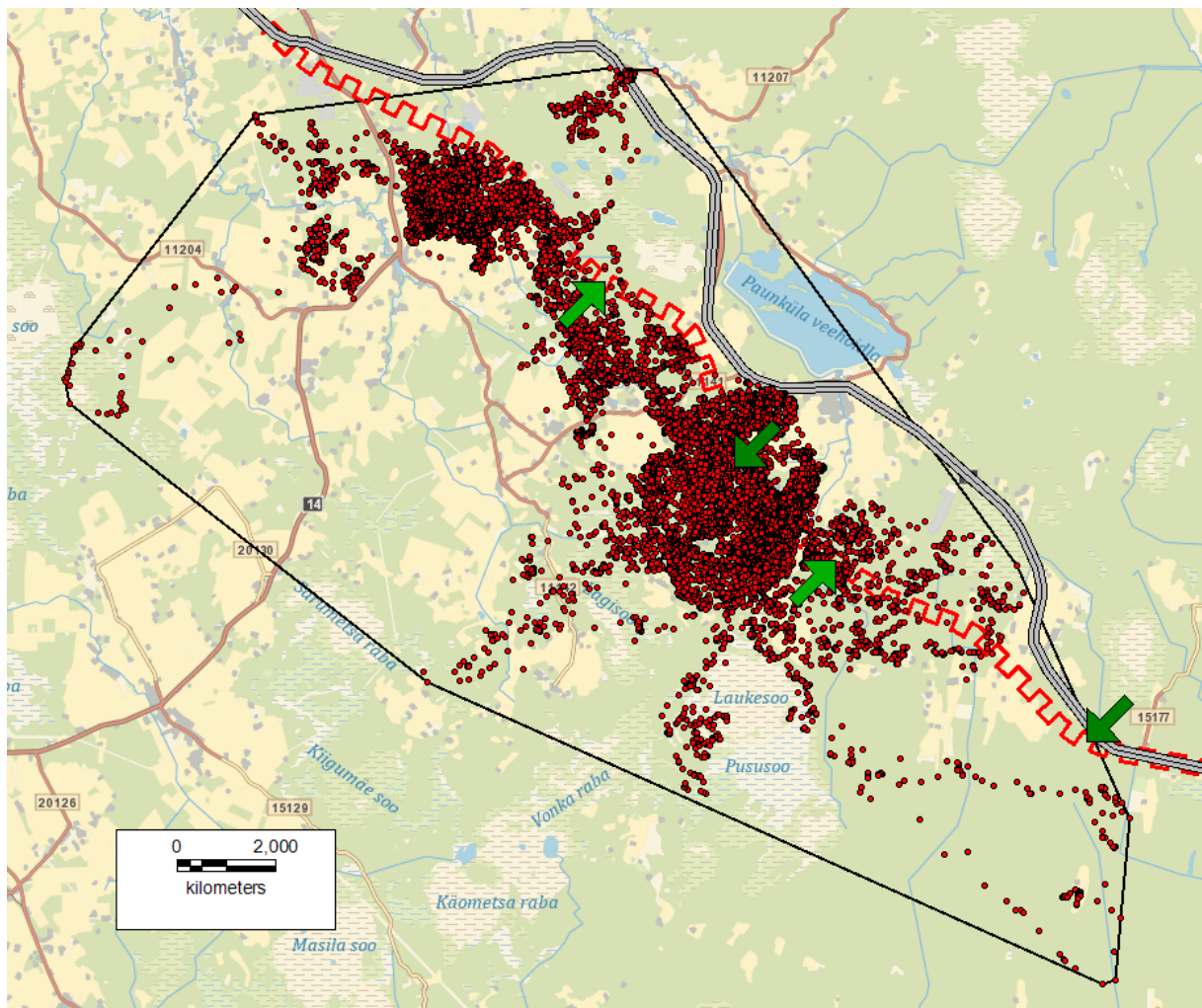
Joonis 5. Mari asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 23.10.2016-25.11.2018, MCP 100%: 33,1 km². Distantis kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 11,5 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.



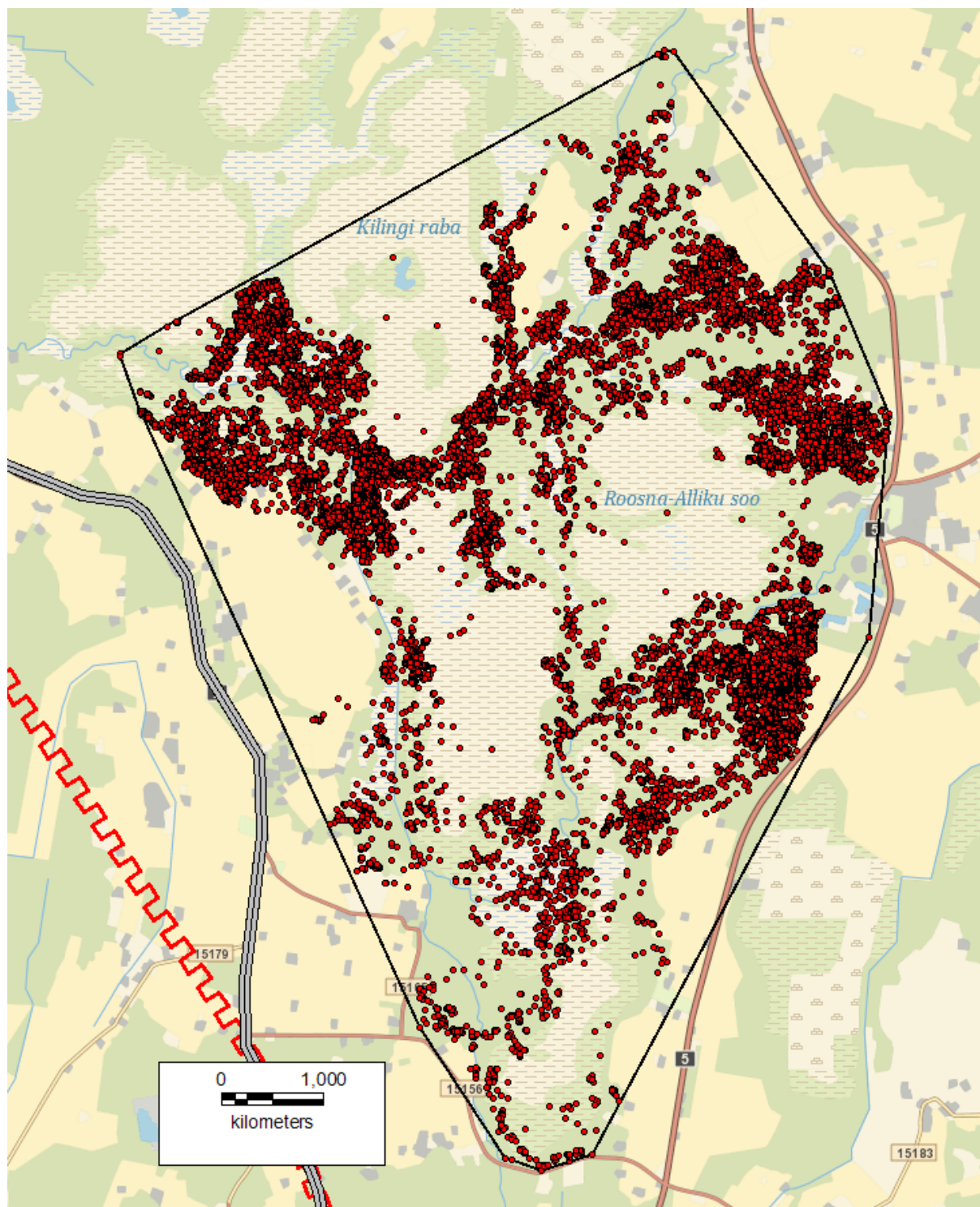
Joonis 6. Maru asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 10.02.2017-25.11.2018, MCP 100%: 150,7 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 19 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon) ja uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine. Planeeritavad suurulukitele sobivad läbipääsud jäävad Maru kodupiirkonnast välja.



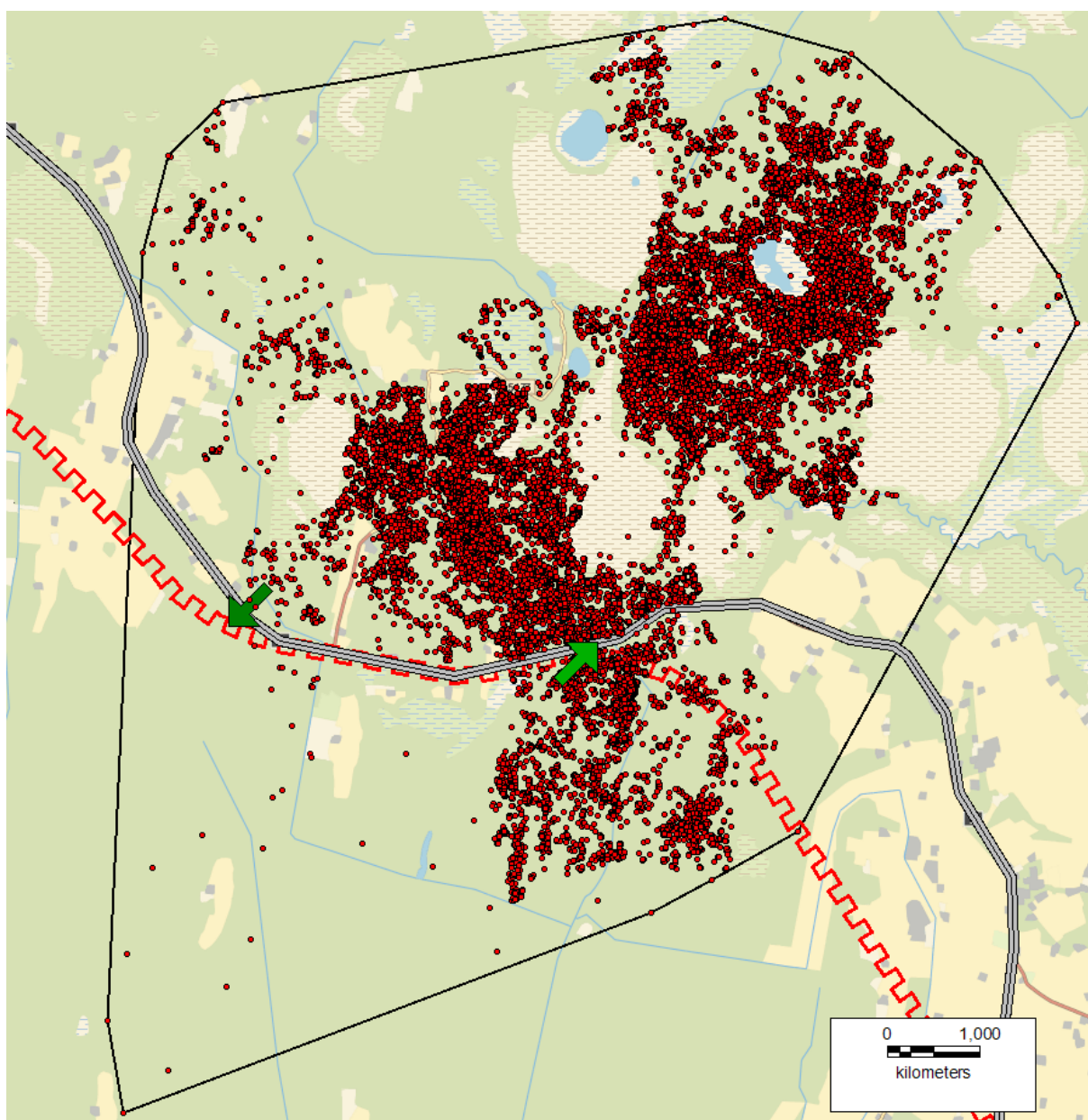
Joonis 7. Nustiku asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 17.10.2016-11.11.2017, MCP 100%: 167,9 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 24 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.



Joonis 8. Priidu asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 04.11.2016-25.11.2018, MCP 100%: 214,9 km². Distantis kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 25 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritavate ökoduktide (helerohelised nooled) ja tarakatkestuste (tumerohelised nooled) paiknemine.



Joonis 9. Rambo asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 21.10.2016-25.11.2018, MCP 100%: 50,2 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 11 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon) ning uue maanteetrassi (punane sakiline joon) paiknemine.



Joonis 10. Välgu asukohapunktid ja kodupiirkond ajavahemikus 13.11.2016-25.11.2018, MCP 100%: 88,4 km². Distsants kaugeimate asukohapunktide vahel on ca 14 km. Tähistatud on olemasoleva maantee (hall topeltjoon), uue maanteetrassi (punane sakiline joon) ning planeeritava ökodukti (heleroheline nool) ja tarakatkestuse (tumeroheline nool) paiknemine.