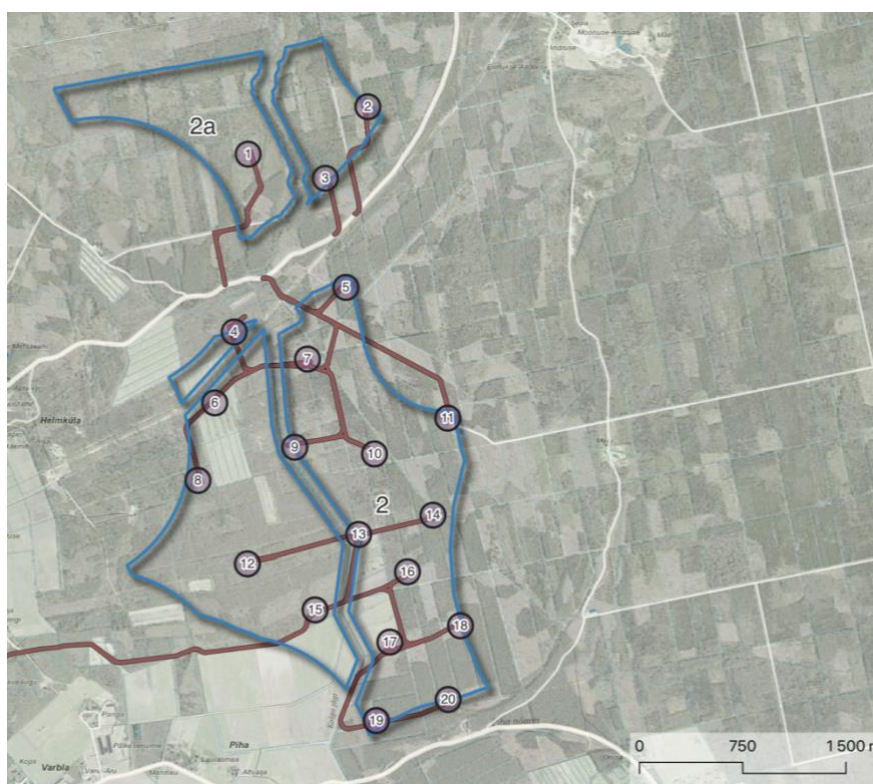


Käsiitiivaliste uuring

Lääneranna valla tuuleenergeetika aladel 2 ja 2a

MSc Oliver Kalda

MSc Rauno Kalda



Sissejuhatus

Antud aruanne on koostatud lähtuvalt **Hendrikson & Ko** ja **OÜ Elustik** vahel sõlmitud töövõtulepingule. Töö on koostatud vastavalt lepingu juurde kuuluvale lähteülesandele. Uuringu eesmärgiks on läbi viia nahkhiirte uuring Lääneranna vallas paiknevatel aladel 2 ja 2a ning koostada selle põhjal uuringu aruanne, mis kajastab uuringu tulemusi; annab kogutud teabe põhjal hinnangud kavandatava tuulepargi mõjude ja detailse lahenduse sobivuse kohta käsitiivalistele; vajadusel annab soovitusi tuulepargi lahenduse osas ja seab leevendavad meetmed mõju minimeerimiseks.

Uuringu eesmärgiks on välitööde käigus välja selgitada planeeringu alal ja planeeritava tegevuse mõjualasse jäävas piirkonnas nahkhiirte esinemine ning liigiline koosseis; samuti on vajalik välja selgitada planeeritava ala piirkonnas (mõjualas) nahkhiirte jaoks sobivate elupaikade (suvised varjupaigad, toitumisalad, liikumistee jm) olemasolu ja elupaikade tähtsus; ala olulisus kevad- ja sügisrändel.

Nahkhiirte kaitse

Kõik nahkhiireliigid on kaitstud siseriiklike õigusaktidega kui neid hõlmavad mitmed rahvusvahelised konventsioonid ja õigusaktid. Euroopas on kõik nahkhiireliigid loetletud Euroopa Nõukogu 21. mai 1992. aasta direktiivi 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitse kohta (edaspidi *loodusdirektiiv*) IV lisas ning Eestis esinevatest liikidest on tiigilendlane kantud ka II lissasse.

Kõik Euroopa nahkhiireliigid on loetletud ka 1979. aasta Bonni konventsiooni II lisas. Peaaegu kõik Eestis esinevad liigid (välja arvatud kääbus-nahkhiir *Pipistrellus pipistrellus*) on loetletud ka 1979. aasta Berni konventsiooni (Euroopa loodusliku mitmekesisuse ja looduslike elupaikade kaitse kohta) II lisas. Bonni konventsiooni raames sõlmiti spetsiaalne riikidevaheline leping nahkhiirte kaitse kohta Euroopas (UNEP/EUROBATS), mis hõlmab kõiki nahkhiireliike Euroopas ja Eestis (<https://www.eurobats.org/>).

Viimase Eesti liikide ohustatuse hindamise käigus (mis toimus IUCN punase nimistu metoodikat kasutades) on enamus liike kantud kategooriasse **soodsas seisundis** (LC) ja kolm liiki - habelendlane, Natteri lendlane ja suurvidevlane on kantud kategooriasse **ohulähedane** (NT). Järgnevas tabelis (Tabel 1) on toodud erinevad olemasolevad hinnangud Eesti nahkhiirte seisundile. Trend lc ja pc näitavad hinnangut liikide arvukuse muutustele nahkhiirte seire joonloenduse ja punktloenduse meetodit kasutades, trend talv näitab talviste seireloenduste põhjal saadud hinnangut.

*Tabel 1 Nahkhiirte seisundi näitajad Eestis. *Eesti punane nimestik, hinnatud IUCN metoodika järgi, 2021. aasta seisuga.*

Liiginimetus	Arvukuse hinnang	Trend lc	Trend pc	Trend talv	IUCN*
tiigilendlane (<i>Myotis dasycneme</i>)	keskmise arvukusega	mõõdukas kasv	ebaselge	stabiilne	LC
veelendlane (<i>M. daubentonii</i>)	arvukas	stabiilne	stabiilne	stabiilne	LC
tõmmulendlane (<i>M. brandtii</i>)	keskmise arvukusega	ebaselge	ebaselge		LC
habelendlane (<i>M. mystacinus</i>)	vähearvukas	ebaselge	ebaselge		NT
nattereri lendlane (<i>M. nattererii</i>)	vähearvukas	ebaselge	ebaselge		NT
pruun-suurkõrv (<i>Plecotus auritus</i>)	arvukas	ebaselge	ebaselge	stabiilne	LC
pargi-nahkhiir (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	arvukas	mõõdukas kasv	ebaselge		LC
kääbus-nahkhiir (<i>P. pipistrellus</i>)	keskmise arvukusega	ebaselge	stabiilne		LC
pügmee-nahkhiir (<i>P. pygmaeus</i>)	vähearvukas	ebaselge	ebaselge		LC
põhja-nahkhiir (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	väga arvukas	mõõdukas kasv	stabiilne		LC
hõbe-nahkhiir (<i>Vespertilio murinus</i>)	vähearvukas	mõõdukas kasv	ebaselge		LC
suurvidevlane (<i>Nyctalus noctula</i>)	keskmise arvukusega	stabiilne	mõõdukas langus		NT

Tuuleparkide mõju käsitiivalistele

Tuuleparkide mõju käsitiivalistele saab selle mehhanismi järgi jagada kaheks - elupaikade kadumine ja muutumine ning nahkhiirte hukkumine. Mõlema mõju realiseerumine ja ulatus olenevad tuulikute paiknemisest maastikus, mistõttu on tuulikute rajamisele eelnevalt oluline hinnata arendusala sobivust nahkhiirte elupaigana. Mõju ulatus võib lisaks tuulikute asukohale olla erinev ka aastaajati. Peamiselt eristatakse mõjude kontekstis kahte perioodi – nahkhiirte rände- ja suvist perioodi, kusjuures rändeperioodidest on hukkumisrisk suurem sügisrände ajal. Üldiselt peetakse potentsiaalseid mõjusid elupaikade muutumise läbi väiksemaks (sageli väikeseks) ning mõjusid hukkumise läbi, olenevalt asukohast, suureks kuni väga suureks (Rodrigues et al. 2015).

Seega on suurimaks tuuleparkidega kaasnevaks probleemiks nahkhiirte hukkumine (Rydell et al. 2010; Rodrigues et al. 2015). Hukkumise peamiseks põhjuseks on otsene kontakt liikuvate tuulikulabadega, kuid spetsiifilistes tingimustes on võimalik ka hukkumine barotrauma tagajärjel (Baerwald et al. 2008; Lawson et al. 2020). Hukkumist on registreeritud peamiselt maismaa tuuleparkides Euroopas ja Põhja-Ameerikas, kuid mõningaid andmeid on ka muudest piirkondadest (Rydell et al. 2010; Voigt et al. 2012; Gaultier et al. 2020).

Nahkhiirte hukkumise probleem on levinud laialt ja kohati suur, kuid mõju suurus on paiguti väga erinev. 2016. aastal avaldatud kokkuvõtte põhjal varieerub tuuleparkides hukkuvate nahkhiirte hulk Euroopa maismaa tuuleparkides suurel määral, jäädes vahemikku 0 kuni 11 nahkhiirt MW kohta aastas (Arnett et al. 2016a). Rydell et al. 2010 toob vahemikuks aga 0 kuni 23 hukkunud nahkhiirt MW kohta aastas. Hukkumisrisk on üldjuhul suurem asukohtades, kus tuulikud on paigutatud nahkhiirtele sobivasse biotoopi või selle vahetusse lähedusse, nagu näiteks metsad ja veekogud, mõne nahkhiirekoloonia kodupiirkond, või asuvad piirkondades, kus nahkhiired rände ajal koonduvad (Rydell et al. 2010; Arnett et al. 2016a). Seega on mõjutatud nii paiksed populatsioonid, kus mõju võib olla suurem just emastele- ja noorloomadele (Kruszynski et al. 2021), kui ka rändavad populatsioonid (Voigt et al. 2012). Lisaks tuleb arvestada, et paljud nahkhiireliigid on elupaigatruud ja poegimiskoloonia kodupiirkonnas paiknev tuulepark mõjutab tõenäoliselt populatsiooni pika aja vältel.

Risk tuulikute labade lähedusse sattuda ja seeläbi hukkuda on erinev ka liigiti. Tuulikud ohustavad peamiselt liike, kes lendavad kõrgel ning kasutavad avatud biotoope, samas kui enamjaolt madalal ja puude lähedal lendavad liigid hukkuvad tuulikute tõttu harva. Loode-Euroopas, kus nahkhiirefauna on meie aladega suuresti sarnane, moodustavad valdava osa (98%) tuuleparkides hukkuvatest nahkhiirtest perekondadesse *Nyctalus*, *Pipistrellus*, *Vespertilio* ja *Eptesicus* kuuluvad isendid (Rydell et al. 2010). Kõik nimetatud perekonnad on esindatud ka Eesti nahkhiirefaunas. Perekondadesse *Myotis* ja *Plecotus* kuuluvad liigid on sama allika põhjal madala hukkumisriskiga, kuna püüavad saaki tavaliselt maapinnale lähedal ja hoiduvad enamasti avamaastikust eemale. Eestis leiduvate nahkhiireliikide jaotus kõrge ja madala kokkupõrke riskiga liikideks on esitatud järgnevas tabelis (Tabel 2). Samas tuleb lähituleviku silmas pidades arvesse võtta ka tuulikute parameetreid ja nende võimalikku mõju. Uuringud, millel antud tabel põhineb, on läbi viidud peamiselt tuulikute ümbruses, mille masti kõrgus on ligikaudu 90-100 m ning paiknevad lagedal või metsade servades ja rannikul. Tuulikute kõrguse kasvades on aga tõenäoline, et tuulikuid hakatakse

paigutama ka metsade kohale, kus nahkhiirte elupaigakasutuse ja hukkumisriski kohta on teada märksa vähem.

Nahkhiirte hukkumine tuuleparkides võib olla hooajaline nähtus ning hukkuvate loomade hulk on sageli suurem sügisesel rändeperioodil, mistõttu suurendavad nahkhiirte hukkumisriski just rändeteedele paigutatud tuulikud. Seetõttu on nahkhiirte hukkumine tuuleparkides piiriülese mõjuga probleem. Näiteks pärineb osa Saksamaal tuuleparkides hukkuvatest nahkhiirtest suure tõenäosusega Baltikumist (Voigt et al. 2012; Kruszynski et al. 2021).

Tabel 2. Eestis leiduvate nahkhiireliikide jaotus maismaa tuuleparkides hukkumise riski alusel (Rodrigues et al. 2015**; Rydell et al. 2010*).

Liiginimetused		Riskiklass*	Riskiklass**
tiigilendlane	<i>Myotis dasycneme</i>	madal risk	<u>keskmise risk</u>
veelendlane	<i>Myotis daubentonii</i>	madal risk	madal risk
tömmulendlane	<i>Myotis brandtii</i>	madal risk	madal risk
habelendlane	<i>Myotis mystacinus</i>	madal risk	madal risk
nattereri lendlane	<i>Myotis nattereri</i>	madal risk	madal risk
pruun-suurkõrv	<i>Plecotus auritus</i>	madal risk	madal risk
pargi-nahkhiir	<i>Pipistrellus nathusii</i>	kõrge risk	kõrge risk
kääbus-nahkhiir	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	kõrge risk	kõrge risk
pügmee-nahkhiir	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	kõrge risk	kõrge risk
põhja-nahkhiir	<i>Eptesicus nilssonii</i>	kõrge risk	<u>keskmise risk</u>
höbe-nahkhiir	<i>Vespertilio murinus</i>	kõrge risk	kõrge risk
suurvidevlane	<i>Nyctalus noctula</i>	kõrge risk	kõrge risk
väikevidevlane	<i>Nyctalus leisleri</i>	kõrge risk	kõrge risk
euroopa laikõrv	<i>Barbastella barbastellus</i>	madal risk	<u>keskmise risk</u>

Nahkhiired ja maastik

Nahkhiired on lendavad loomad ning neile on omane suurte vahemaade läbimine, võrreldes teiste samas suuruses imetajatega. Eestit asustavate nahkhiireliikide kodupiirkonnad jäävad enamasti päevasest varjepaigast 2-5 km raadiusesse, ulatudes vahel ka 20 km (Rodrigues et al. 2015; Dietz and Kiefer 2016). Selles maastikuaknas ei oma aga kõik maastikuelemendid nahkhiirtele sama suurt tähtsust. Nahkhiirtele olulised elupaigad paiknevad peamiselt puistute, veekogude ja asulate/hoonete läheduses. Sageli on nahkhiirte arvukus suurim vanades puistutes ja erinevate puistute servades. Suuri lagealasid nagu põllud kasutavad nahkhiired märkimisväärselt vähem (O. Kalda, Kalda, and Liira 2015).

Lähtuvalt neist asjaoludest on Euroopa nahkhiirte kaitse lepingu katusorganisatsioon EUROBATS oma juhendmaterjalis, tuuleparkide planeerimise kohta välja toonud soovitusel, kuhu võiks tuulikuid planeerida (Rodrigues et al. 2015). Juhend soovitab paigutada tuulikud eemale nahkhiirtele sobilikest elupaikadest. Näiteks tuleks vältida tuulikute paiknemist lähemal kui 200 m metsaservadest ja veekogudest. Samuti peetakse ohtlikuks tuulikute paigutamist metsade kohale, samas mööndes, et Põhja-Euroopas võib olla suure metsasuse tõttu selle vältimine keeruline.

Nahkhiirte arvukus ja liigirikkus metsades sõltub suuresti metsa struktuurist ja vanusest. Seda on näidanud nii uuringud mujal maailmas, kui Eestis (R. Kalda et al. 2014; O. Kalda, Kalda, and Liira 2015; Rennel 2012; Froidevaux et al. 2016). Nahkhiirtele on olulised peamiselt kaks struktuuriaspekti, puistu tihedus ja varjekohtade ohtus. Nahkhiired eelistavad hõredamaid ja rohkemate varjekohtadega puistuid. Mõlemad aspektid muutuvad nahkhiirtele soodsamaks metsade vanuse kasvades. Samuti on nahkhiiri üldiselt rohkem lehtmetsades kui okasmetsades. Eestis võib pidada nahkhiirtele eriti sobilikeks metsadeks vanu haavametsasid (Rennel 2012).

Nahkhiiri saab nende ökoloogia järel jagada kolmeks rühmaks avamaa liigid, servaliigid ja metsaliigid. Metsamaastik on oluliseks elupaigaks lendlase liikidele ja pruun-suurkõrvale, keda võib liigitada metsaliikide hulka (Dietz and Kiefer 2016). Uuringud on näidanud, et metsadesse paigutatud tuulikute mõju võib olla grupiti erinev. Saksamaal tehtud uuring näitas, et metsaliigid väldivad tuulikute lähiümbrust ning nende arvukus langes olulisel määral mitmesaja meetri raadiuses (Ellerbrok et al. 2022; Gaultier et al. 2023), kuid nahkhiired ei vältinud tuulikute lähiümbrust täielikult. Teiste rühmade puhul selline mõju puudus. Seega tuleks tuuleparkide puhul välistada seda tüüpi metsasid, mis on metsaliikidele olulised elupaigad. Tuulikute paigutamisel headesse metsaelupaikadesse vähendab see elupaigakvaliteeti. Sellised mõjud on kumuleeruvad ning mõjutavad pikaks plaanis metsaliikidele sobiva elupaiga pindala.

Tuuleparkide mõju leevendamine

Tuuleparkide arendamisel on soovituslik järgida põhimõtet, et kõigepealt tuleb teha kõik võimalik hukkumise riski vältimiseks ning seejärel, probleemide esinemisel, tegeleda hukkumisriski leevendamisega. Hukkumisriski ennetamisena peetakse nahkhiirte puhul enamasti silmas tuulepargi paigutamist eemale asukohtadest, kus see võiks eeldatavasti põhjustada nahkhiirtele suurt ohtu (Rodrigues et al. 2015). Seda võidakse vaadata nii üldise planeeringu mõttes, kuhu piirkonda terve park paigutada (nt. valdade eriplaneeringute protsessid) või ka üksiku tuuliku vaates (jättes ohtlikumad tuulikud rajamata). Näiteks on maismaa tuuleparkide ohuteguriteks nende paiknemine metsa, veekogude, suve- ja talvituskolooniate läheduses või rändeteedel. EUROBATS juhendis soovitatakse tuulikud paigutada vähemalt 200 meetri kaugusele neid koondavatest maastikuelementidest, kuid see ei pruugi olla alati piisav (Rodrigues et al. 2015).

Leevendusmeetmete rakendamise peamiseks eesmärgiks on hukkuvate nahkhiirte arvu minimeerimine. Selle saavutamiseks on kaks peamist strateegiat:

- tuulikute töö piiramine (seiskamine) nahkhiirte jaoks ohtlikel ajaperioodidel või
- nahkhiirte peletamine tuulikute lähedusest.

Hetkel olemasolevate teadmiste kohaselt peetakse neist toimivaks vaid esimest.

Tuulikute töö piiramine

Enamus nahkhiirte kokkupõrgetest tuulikulabadega toimuvad väikestel tuulekiirustel, sest nahkhiired on aktiivsed tuulevaiksetel öödel. Seega võib eeldada, et mida suurem on tuule kiirus, mille puhul rootorid pöörlema hakkavad, seda väiksem on ka hukkuvate nahkhiirte hulk. Seda on korduvalt näidanud erinevad uuringud (Allison 2018; Jong et al. 2021, 202). Käivitumiskiiruse (*cut-in speed*) tõstmisel tuule kiiruseni 5 m/s langeb hukkuvate nahkhiirte arv üle 50%. Negatiivse aspektina langetab see leevendusmeede toodetud energia hulka ning vähendab seeläbi tuulikute kasumlikkust, kuid majanduslikku mõju saab minimeerida. Selle minimeerimiseks saab meetmeid rakendada ainult perioodidel, kui eeldatav hukkumise risk on suurim, näiteks nahkhiirte rände või muul ajaperioodil, mille puhul on piirkonnas teada suur nahkhiirte arvukus.

Osade tuulikute labad võivad liikuda ka tuulekiirustel, mil elektri tootmist tegelikult ei toimu ning on teada, et nahkhiiri hukkub ka nendel madalatel tuule kiirustel. Osad uuringud on näidanud, et tuuliku labade pööramine tuulega paralleelselt (*blade feathering*) kiirustele, kui elektri tootmist ei toimu, vähendab nahkhiirte hukkumist suurusjärgus 30%. Labade pööramise võimekus sõltub tuulikute tüübist. *American Wind Energy Association* on võtnud antud meetme vabatahtlikult kasutusele. Labade pööramise alternatiiviks võiks olla ka pidurite rakendamine madalatel tuule kiirustel, kui tuuliku rootorid küll pöörlevad, aga elektrit ei tooda.

Optimaalne leevendusmeede on tuulikute seiskamine pimedal ajal nahkhiirte aktiivsusperioodil (üldjuhul mai algus kuni septembri lõpp). Tuulepargi püstitamisele eelneva uuringu tulemuste põhjal saab nahkhiirte ekspert pakkuda välja antud paiga kohta täpse skeemi, kuidas leevendav meede peaks toimima, et oleks tagatud parim teadaolev võimalus nahkhiiri säästa ja säiliks vajalik energia tootmine.

Nahkhiirte peletamine

Majanduslikus mõttes oleks tuulikute töötamise piiramise asemel kasumlikum lahendus nahkhiirte peletamine tuulikute ümbrusest. See võimaldaks tuulikute kasutamist madalatel tuulekiirustel ka perioodidel, kui nahkhiirte hukkumise risk on kõrge. Samuti võimaldaks see rajada tuuleparke asukohtadesse, kus seda hetkel kõrge hukkumise riski tõttu pole soovituslik teha. Nahkhiirte peletamist on viimasel kümnendil küllaltki intensiivselt uuritud ning katsetatud on järgnevaid variante (Allison 2018; Bennun et al. 2021):

- Ultraheli peletid (inglisekeelses kirjanduses kasutatakse lühendit UAD);
- UV valgustus, mis aitab nahkhiirtel aru saada, et tuulikute puhul ei ole tegemist puudega;
- tuulikute pinna krobestamine, et see ei sarnaneks kajalokatsiooni kasutamisel veepinnaga.

Kõigi eespool toodud lahenduste puhul on nende praktiline väärtus hetkel veel kaheldav (Allison 2018). Mitmete uuringute alusel võib väita, et neist ükski meetod ei ole tõhusam, kui tuulikute töö piiramine. Kõige suurem potentsiaal on tõenäoliselt UAD lahendustel, kuid nende kasutamist tuuleparkides piiravad suuresti ultraheli omadused. Nimelt sumbuvad

ultrahelilained keskkonnas lühikese vahemaa järel ja seega ei ulatu nende mõju eriti kaugele. Siiani ei ole üheselt kindel, kas UAD seadmed suudavad nahkhiiri piisavalt kaugelt peletada.

Antud peatükis välja toodud argumentide alusel võib väita, et hetkeseisuga saab pidada ainsaks tõhusaks leevendusmeetmeks tuulikute seiskamist nahkhiirte rändeperioodil tuule kiirusel alla 5 m/s. Seiskamise poolt tekkinud tootlikkuse vähenemist saab vähendada, kui uuringu käigus selgitada välja nahkhiirte rände täpsem fenoloogia antud piirkonnas ning rakendada piiranguid vaid lühikesel perioodil. Samuti aitab uuring selgitada, kas leevendusmeetmete rakendamine on tarvilik kogul planeeringualal või ainult osaliselt.

Metoodika

Maastikuanalüüs

Nahkhiirte kodupiirkond on võrreldes enamuse teiste väikeste imetajatega suur, ulatudes sageli päevasest varjepaigast mitme kilomeetri kaugusele. Selle ala sees paiknevad nahkhiirte mitmed varjepaigad, öised toitumisalad ning nende vahelised liikumisteed. Samas tuleb märkida, et kõik selle ala sees paiknevad biotoobid ning maastikuelemendid ei ole nahkhiirte jaoks võrdse tähtsusega. Nahkhiiri on üldiselt rohkem puistute ja puurivide servades ning vähem avaaladel (Kalda, Kalda ja Liira 2015). Selleks, et välja selgitada alad, kus võiks potentsiaalselt olla madalam nahkhiirte arvukus ja seeläbi ka madalam hukkumisrisk klassifitseeriti alad kolmeastmelisel skaalal mis on koostatud lähtudes EUROBATS-i soovitustest ning Eesti metsasid käsitlevatest uuringutest (Kalda, Kalda ja Liira 2015; Kalda et al. 2014; Rennel 2012).

Hinnangu andmisel kasutatud skaala:

1. klass – nahkhiirtele potentsiaalselt olulised alad

- metsaservad koos 200 meetri laiuse puhveralaga;
- suuremad seisu- ja vooluveekogud koos 200 meetri laiuse puhveralaga;
- metsad, milles haabade vanus on üle 55 aasta ning nende osakaal on üle 10%;
- sanglepikud vanusega üle 70 aasta;
- metsad, millede vanus on üle 100 aasta.

2. klass – nahkhiirtele potentsiaalselt väheolulised alad

- metsad vanusega 10-60 v.a. 1. klassi klassifitseeritud metsad (klassifitseeritud lähtudes metsaregistri andmetest seisuga 20.09.2023).

Lagealad – avatud biotoobid, mis jäävad metsaservadest vähemalt 200 m kaugusele; klassifitseeritud Eesti Maa-ameti põhikaardi kaardikihtide alusel:

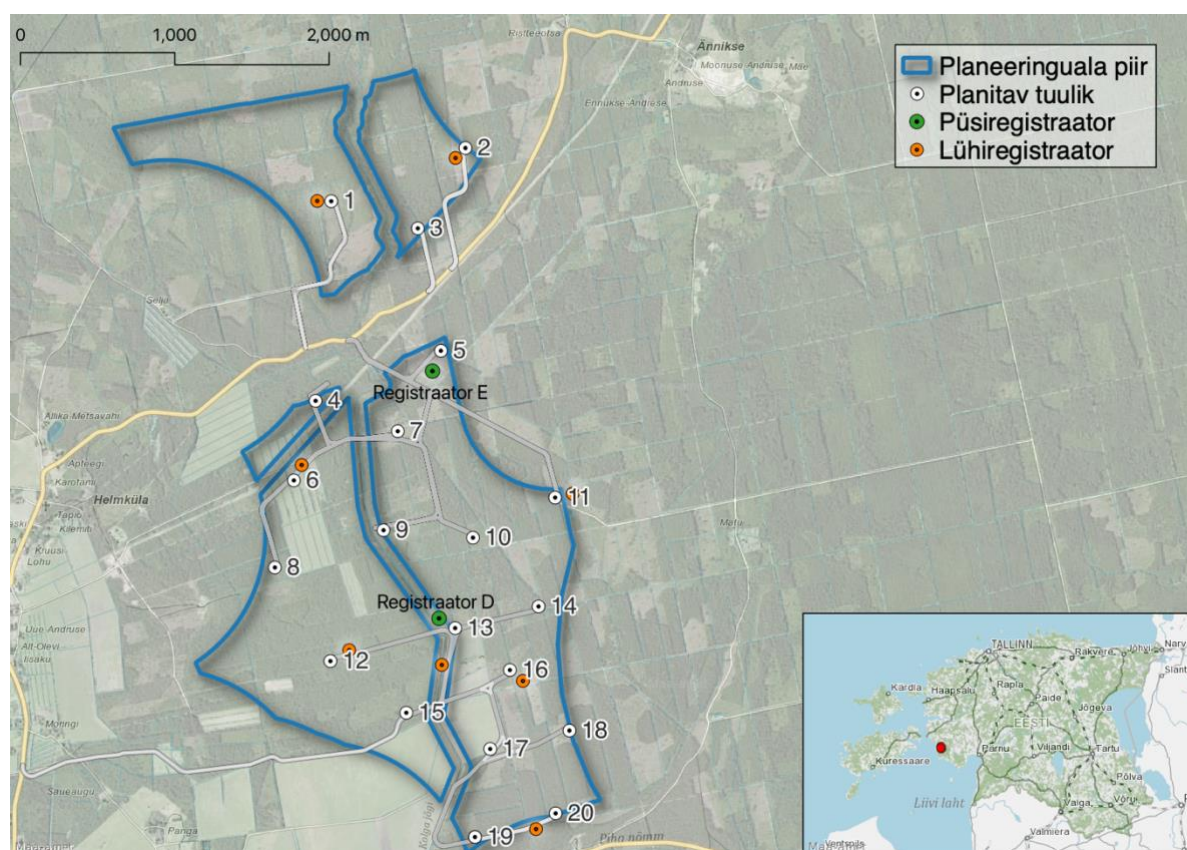
- E_303_haritav_maa_a
- E_304_lage_a
- E_307_turbavali_a

Klassi 1 aladele paiknevatesse metsaservadesse ja veekogude puhvritesse võib rajada muud tüüpi rajatisi (nt. teed, alajaamad, elektriliinid), kui tuulikud. Need ei oma nahkhiirtele olulist mõju. Klass 1 alale rajatud tuulikud põhjustavad potentsiaalselt kõrgenenud nahkhiirte hukkumisriski. Klass 1 aladel paiknevate metsade raadamine põhjustab potentsiaalselt olulise nahkhiirte elupaiga pindala vähenemist. 2. klassi kuuluvad nahkhiirtele potentsiaalselt vähe sobivad metsad ning tuulikutele potentsiaalselt sobivad lagealad. Antud klassifikatsiooni on kasutatud peamiselt eelhinnangu andmiseks aladele. Uuringu käigus võib leida ka klass 2 aladel nahkhiirte pool kasutatavaid elupaiku.

Muud alad on jäänud klassifikatsioonist välja, kuna puuduvad allikad, mille põhjal nende olulisust või mitteolulisust kinnitada. Vastavalt ülal toodud klassifikatsioonile loodud kaardikihid on esitatud koos aruandega.

Nahkhiirte vaatlusandmete kogumine

Uuringu käigus rakendati kahte andmete kogumise metoodikat - nahkhiirte automaatregistraatoreid püsipunktides (edaspidi püsiregistraatorid) ning lühiajalisi vaatlusi kasutades ajutiselt piirkonda paigutatud automaatregistraatoreid (edaspidi lühiregistraatorid). Püsivaid automaatregistraatoreid kasutati alal leiduvate nahkhiireliikide ja nende suhtelise arvukuse hooajaliste muutuste tuvastamiseks maist septembri lõpuni. Kuna registraatorite „kuulderaadius“ on piiratud, siis kasutati ajutisi vaatluspunkte eesmärgiga teha kindlaks nahkhiirte leidumine ning esinemissagedus planeeringualal laiemalt. Püsipunktides kasutati automaatregistraatoreid Songmeter SM4BAT-FS koos SMM-U2 mikrofoni (Wildlife Acoustics) ning punktloenduste läbiviimisel automaatregistraatoreid Songmeter mini BAT (Wildlife Acoustics).



Joonis 1 Nahkhiirte registraatorite paiknemine.

Automaatregistraatorite asukohad valiti vastavalt planeeringualadel leiduvatele nahkhiirtele potentsiaalselt headele elupaikadele (Joonis 1). Registraator „D“ asetses uuringuala keskel paikneva kasepuistu servas, kust voolab mööda Küti jõgi mis on nahkhiirtele potentsiaalne liikumistee ja toitumisala. Registraator „E“ paiknes ala põhjaosale iseloomuliku segametsa servas. Registraatorite töö tagamiseks käidi seadmeid hooldamas ligikaudu kolme nädala tagant. Registraator E töötas kogu vaatlusperioodi vältel, registraatori D töös esines üks seisak vaatlusperioodi alguses (mälukaardi viga) ja teine sügisrände perioodil, kuna erakordselt suur ritsikahelide rohkus täitis enneaegselt mälukaardid.

Tabel 3 Registraatorite SM4BAT-FS seadistamisel kasutatud parameetrid.

Tehniline parameeter	Sätted
kvantimissagedus (<i>sampling rate</i>)	192 khz
kõrgpääsfilter (<i>high-pass filter</i>)	16 khz
päästiku tugevus (<i>trigger level</i>)	12 db
päästiku kestvus (<i>trigger window</i>)	2 s
salvestise formaat	*.wav
kasutatud mälumaht	2 x 32 Gb
töörežiimi algus	päikeseloojangul
töörežiimi lõpp	päikesetõusul

Tabel 4 Püsiregistraatorite tööperioodid.

Registraator	Paigaldamine	Eemaldamine
E	30.04.2023	20.09.2023
D	30.04.2023	20.09.2023

Lühiregistraatoreid kasutati kokku kaheksas punktis, mis paiknesid hajutatult üle ala (Joonis 1). Vaatluseid mai keskpaigas, juuni viimasel nädalal ja juuli lõpus, mil on algamas nahkhiirte rändeperiood. Vaatluste kuupäevad on toodud Tabel 5. Nahkhiiri registreeriti päikeseloojangust päikesetõusuni ning registraatorid jäeti paika nädalaks, et vaatlusperioodi jääks nahkhiirtele soodsate ilmastikutingimustega päevasid - õhutemperatuur >10 kraadi, tuulevaikne ja sademeteta. Seadmed paigutati igal loendusel samadesse asukohtadesse, et võrrelda nahkhiirte suhtelise arvukuse muutuseid, erinevatel perioodidel.

Tabel 5 Punktvaatluste läbi viimise kuupäevad.

Paigaldamine	Maha võtmine	Seadmete arv	Tööperioodi kestvus öödes	Seadme tüüp
11.05.2023	20.05.2023	6	9	Songmeter mini BAT
21.06.2023	29.06.2023	6	8	Songmeter mini BAT
23.07.2023	30.07.2023	8	7	Songmeter mini BAT

Helifailide määramine

Nahkhiireliikide tuvastamiseks kasutati tarkvara Kaleidoscope 5.6 (*Wildlife Acoustics*). Tarkvara võimaldab nahkhiireliikide automaatset tuvastamist, kuid kvaliteetse ja täpse tulemuse saavutamiseks kontrolliti tarkvarapoolsed määrangud manuaalselt üle. Failid määrati võimalusel liigini, välja arvatud perekonna lendlane liikide puhul. Perekonda lendlane on käsitletud liigirühmana, kuna antud rühm ei ole alati usaldusväärselt liigini identifitseeritav või on kõikide helisalvestiste liigini identifitseerimine väga ajakulukas. Seetõttu on otstarbekas käsitleda lendlaseid ühe rühmana ning liike arvukuse hinnangus mitte käsitleda. Eestis asustavate lendaseliikide hukkumisrisk tuuleparkides, on EUROBATs 2014. aasta

juhismaterjalis (Rodrigues et al. 2015) hinnatud madalaks, erandiks on vaid tiigilendlane, kelle puhul on hukkumisrisk hinnatud keskmiseks. Lähtudes tiigilendlaste tüüpilistest elupaikadest, on antud planeeringualadel on tiigilendlaste leidumine vähetõenäoline.

Ilmastikuandmed

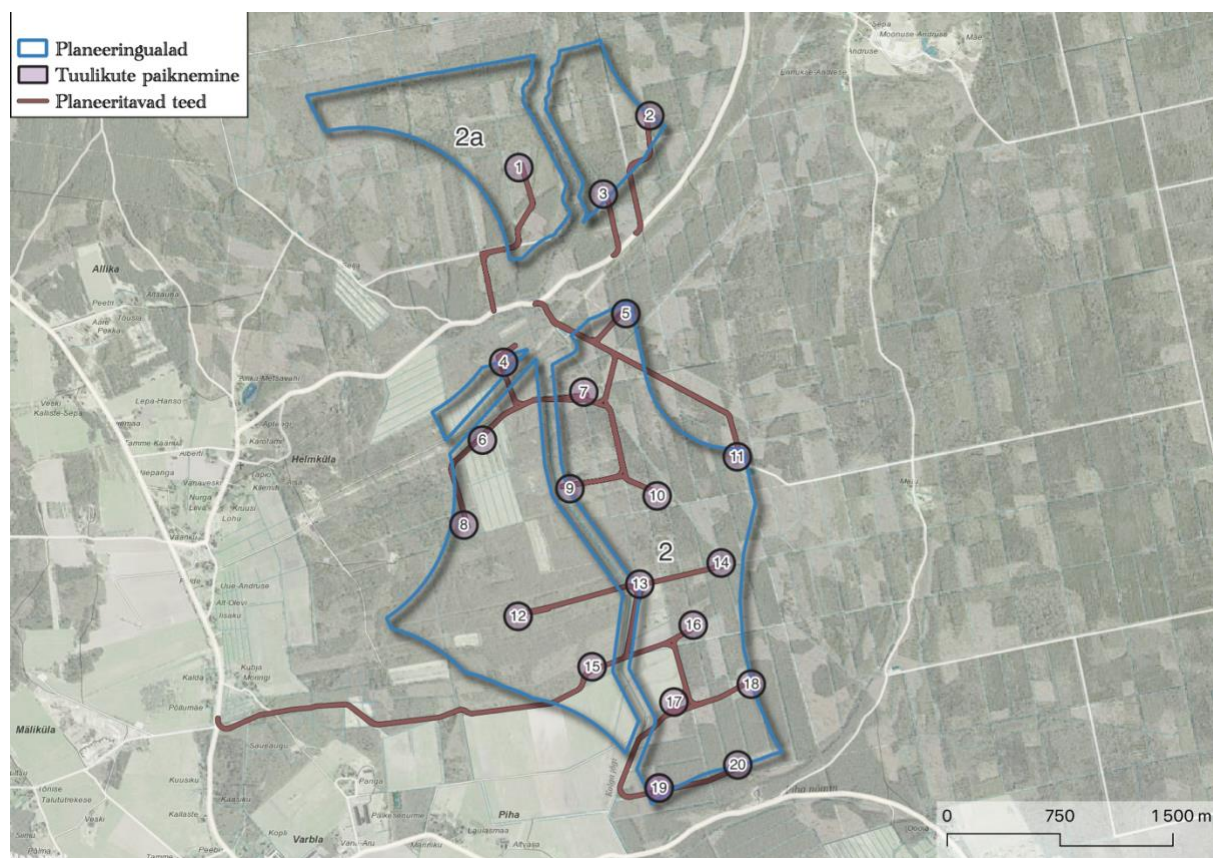
Nahkhiirte lennuaktiivsust mõjutavate ilmastikutingimuste analüüsimiseks paigaldati piirkonda ilmastiku andmeid mõõtev sensor *SuperSpot Weather* (<https://superhands.ee/iot-seadmed/>). Sensor paiknes ca 10 meetri kõrgusel puu otsas (Joonis 2) ja kogus andmeid 11. maist kuni vaatlusperioodi lõpuni, kuid nõrga andmeside levi tõttu esines andmete edastuses lünkasid. Nahkhiirte lennuandmete analüüsimiseks kasutati kümne minuti keskmiseid ilmastikuparameetreid.



Joonis 2 Ilmajaama paiknemine uuringualal.

Planeeringuala paiknemine ja kirjeldus

Lääneranna valla tuuleenergeetika alad 2 ja 2a paiknevad valla eriplaneeringu käigus välja selgitatud potentsiaalsetel tuulealadel, Lääne maakonnas, Lääneranna valla territooriumil (Joonis 3). Alad paiknevad peamiselt metsamaastikus ning asuvad mererannikust ca 4-5 km kaugusel. Planeeringualast lõuna, edela ja lääne suunal paiknevad põllumajandusmaad.



Joonis 3 Planeeringuala paiknemine.

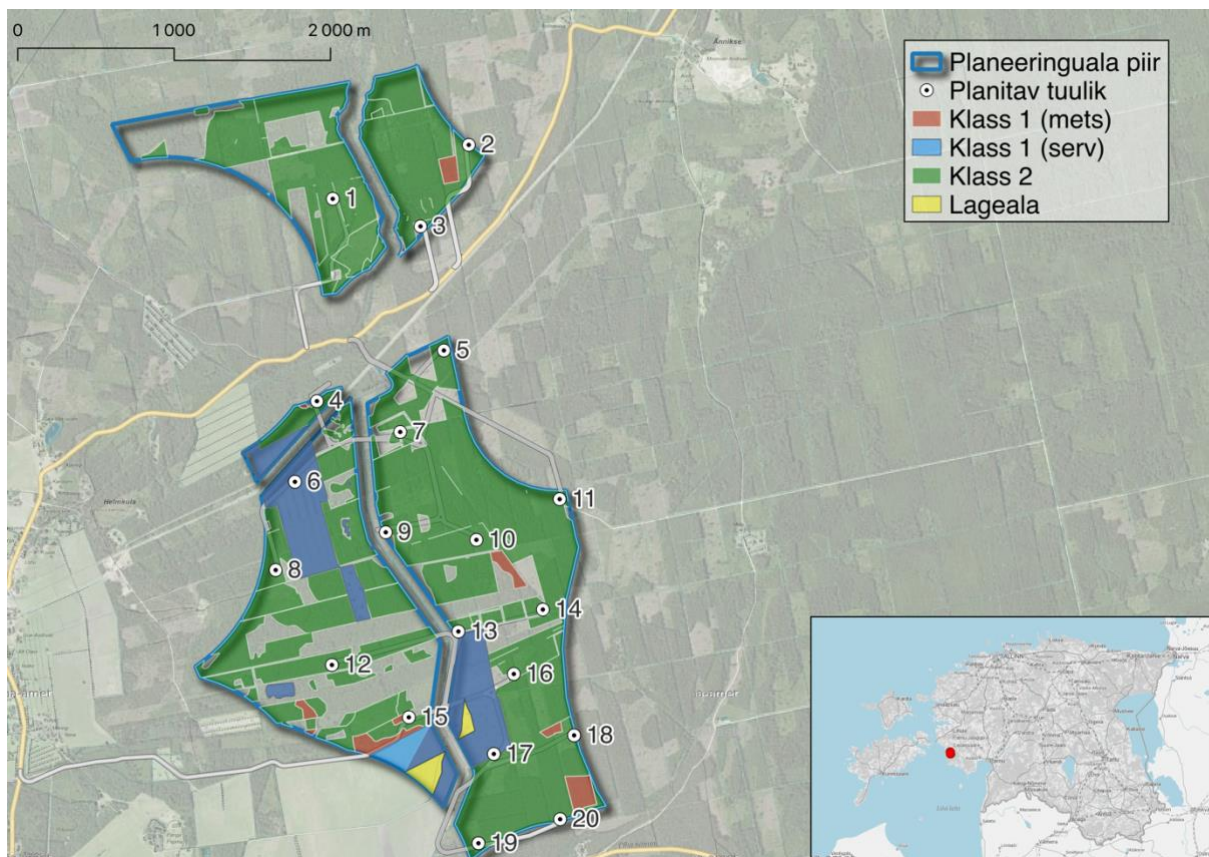
Planeeringuala on käsitletud analüüsis „Lääneranna valla tuuleenergia eriplaneeringu nahkhiirte eksperthinnang“ ning Järgnevalt toodud alade kirjeldus baseerub antud analüüsil.

Planeeringuala 2

Planeeringuala nr 2 on peamiselt kaetud metsamaaga ning ala põhja- ja lõunaosades leidub vähesel määral ka põllumajanduslikku maad. Puistutest ca 75% moodustavad kaasikud ja ülejäänud metsadest moodustavad peamise osa männikud, vähesel määral on alal ka kuusikuid ja muid puistuid. Alal puuduvad seisuveekogud mis võiksid pakkuda nahkhiirtele soodsat toitumisala, kuid ala keskel kulgeb põhja-lõuna suunaline lai kuivenduskraav, mis võib piisava veetaseme korral nahkhiirtele toitumispaika pakkuda. Alast mõne kilomeetri ulatuses paikneb mitmeid tuletõrje veevõtukohti ning mõned taluhoovides paiknevad tiigid, mis nahkhiirte elupaika rikastavad.

Lisaks toitumisaladele on käsitiivalistele olulised ka varjepaigad, mida alal leiduvad puistud peapuuliigi järgi pakuvad vähe. Siiski leidub alal olevates metsades siin-seal haabasid. Haabade osakaal on enamasti madal, kuid puistute keskmine vanus kõrge, mis viitab võimalikele sobivatele varjepaikadele. Õõnsustega haavad võivad nahkhiirtele olla olulised varjepaigad keskmise vanusega alates vanusest 55 aastat. Sellest vanusest alates hakkavad enamasti haabadesse tekkima suuremad õõnsused, mis pakuvad varjevõimalusi ka käsitiivalistele.

Varasemad andmed käsitiivaliste leidumise kohta alalt puuduvad, kuid see ei anna alust arvata, et nad alalt täielikult puuduvad. Siiski ei leidu kaardianalüüsi põhjal alal elupaikasad, mis välistaksid juba enne täiendavate uuringute läbiviimist tuulikute paigaldamise.



Joonis 4 Alade jaotumine maastikuanalüüsi (vt. Maastikuanalüüs) alusel elupaigaklassidesse.

Planeeringuala 2a

Ala 2a on täielikult kaetud metsamaaga. Ligemale poolt metsamaast katavad kaasikud, veerandid männikud ning ülejäänut peamiselt kuusikud. Alal leiduvate metsade vanus on erinev, ulatudes raiesmikest enam kui 120 aasta vanuste puistuteni, kuid suure osa puistutest moodustavad alla 50 aasta vanused metsad. Alal puuduvad seisuveekogud mis võiksid pakkuda nahkhiirtele soodsat toitumisala, kuid ala keskel kulgeb põhja-lõuna suunaline küti jõgi, mis võib nahkhiirtele toitumistingimusi pakkuda. Alast mõne kilomeetri ulatuses paikneb mitmeid tuletõrje veevõtukohti ning mõned taluhoovides paiknevad tiigid, mis nahkhiirte leupaika rikastavad.

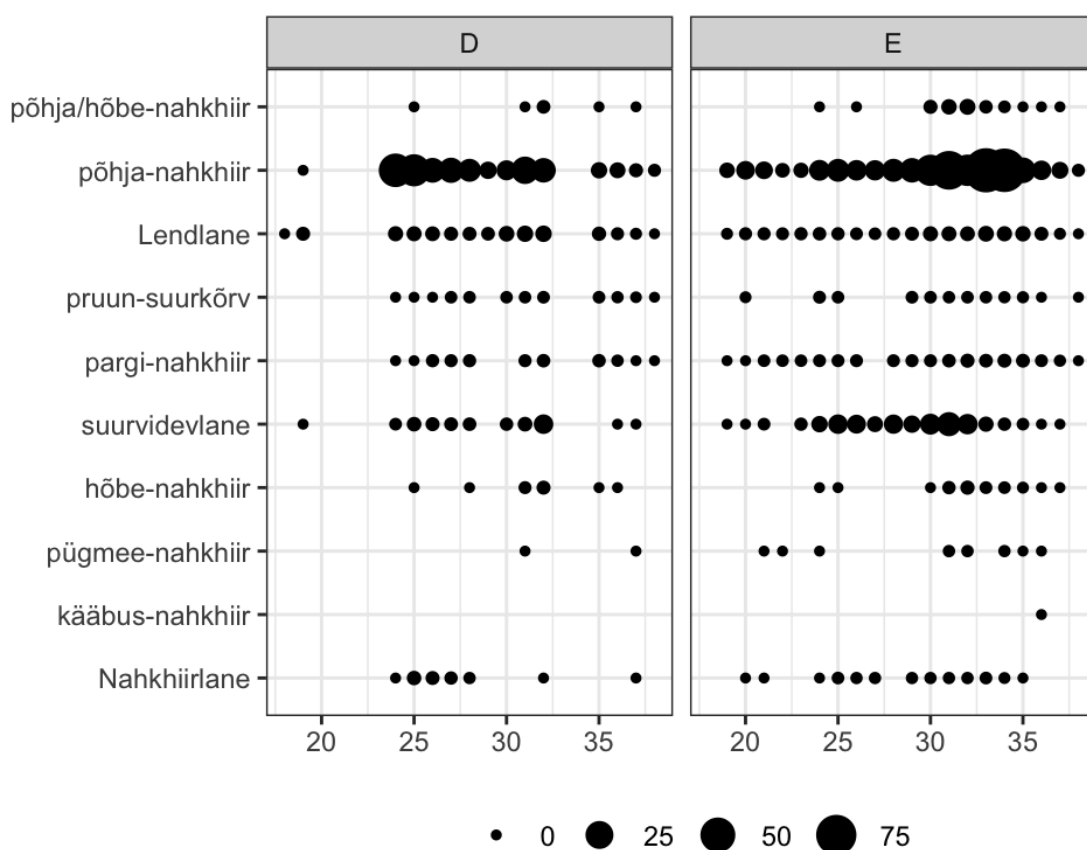
Lisaks toitumisaladele on käsitiivalistele olulised ka varjepaigad, mida alal leiduvad puistud peapuuliigi järgi ei paku. Alal leidub kaks puistut, mille esimeses rindes leidub haabasid. Mõlemad puistud on vanemad kui 100 aastata ning seega leidub seal tõenäoliselt ka nahkhiirtele sobivaid varjepaikasid. Õõnsustega haavad võivad nahkhiirtele olla olulised varjepaigad, mistõttu on eraldi välja toodud puistud, keskmise vanusega alates vanusest 55 aastat. Sellest vanusest alates hakkavad enamasti haabadesse tekkima suuremad õõnsused, mis pakuvad varjevõimalusi ka käsitiivalistele.

Andmed käsitiivaliste leidumise kohta alalt puuduvad, kuid see ei anna alust arvata, et nad alalt täielikult puuduvad. Siiski ei leidu kaardianalüüsi põhjal alal elupaikasid, mis välistaksid juba enne täiendavate uuringute läbiviimist tuulikute paigaldamise.

Tulemused

Nahkhiirte leidumine püsiregistraatorite juures

Uuringu käigus registreeriti püsiregistraatorite peale kokku 38 959 nahkhiirte möödalendu. Registreeritud liikideks olid põhja-nahkhiir (*Eptesicus nilssonii*), liigigrupp tõmmu- või habelendlane (*Myotis brandtii/mystacinus*), pargi-nahkhiir (*Pipistrellus nathusii*), suurvidevlane (*Nyctalus noctula*), kääbus-nahkhiir (*Pipistrellus pipistrellus*), pügmee-nahkhiir (*Pipistrellus pygmaeus*), pruun-suurkõrv (*Plecotus auritus*) ja hõbe-nahkhiir (*Vespertilio murinus*). Osadel juhtudel jäid salvestatud helid liigini määramata ja määrati järgmiste taksonite tasemeni - perekond lendlane (*Myotis* sp.), põhja/hõbe-nahkhiir (*Eptesicus/Vespertilio*), perekond pipistrellus (*Pipistrellus* sp.), nahkhiirlane (*Vespertilionidae* sp.). Piirkonna püasukateks võib andmete põhjal pidada kõiki liike peale pügmee- ja kääbus-nahkhiire, keda kohati üksikutel nädalatel, samuti oli võrdlemisi harvaks liigiks hõbe-nahkhiir, keda registreeriti peamiselt sügisrände perioodil (Joonis 5).



Joonis 5 Uuringu käigus kindlaks tehtud nahkhiireliigid registraatorite ja nädalate kaupa. Täpi suurus näitab registreeringute nihkuvat keskmist 7 päeva jooksul, horisontaalteljel on toodud nädala number (30 tähistab ligikaudu suve keskpaika).

Kõige sagedasemaks liigiks püsiregistraatorite peale kokku oli põhja-nahkhiir, kes moodustas 85.3% möödalendudest. Järgnesid suurvidevlane (8,2%), perekond lendlane (3,9%) ja pargi-nahkhiir (1,1%). Kõigi ülejäänud taksonite osakaal jäi alla ühe protsendi. Liikide

möödalendude arv ja osakaal kõikidest registreeringutest on esitatud järgnevas tabelis (Tabel 6). Tulemuste puhul tuleb esile tuua suurvidevlase suurt osakaalu, enamasti on sarnastes uuringutes selle liigi möödalendude arv väga madal. Kõrge arvukus viitab koloonia paiknemisele piirkonnas.

Tabel 6 Nahkhiirte registreeringute arv ja sagedus püsiregistraatorite peale kokku.

Liiginimetuse	Registreeringuid	Osakaal, %
põhja-nahkhiir	33 226	85,3
suurvidevlane	3 183	8,2
perekond lendlane	1 523	3,9
pargi-nahkhiir	387	1,0
põhja/hõbe-nahkhiir	234	0,6
hõbe-nahkhiir	158	0,4
nahkhiirlane	126	0,3
pruun-suurkõrv	101	0,3
pügmee-nahkhiir	18	< 0,0
kääbus-nahkhiir	2	< 0,0
perekond pipistrellus	1	< 0,0

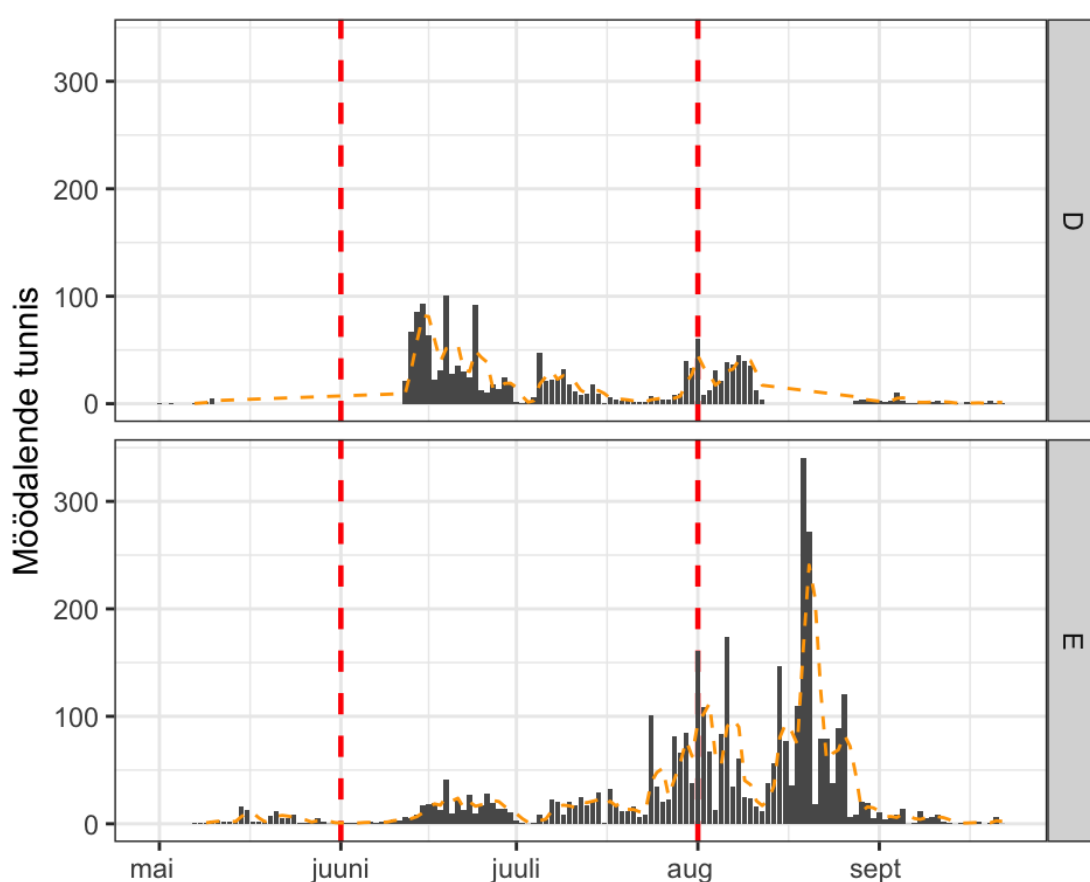
Enim möödalende registreeriti registraatori E juures (24 624), registraatori D juures salvestati 8 602 möödalendu, kuid tuleb arvestada, et seadme töös esines tõrkeid. Kummagi registraatori juures oli kõige sagedasemaks liigiks põhja-nahkhiir, kes moodustas mõlema seadme juures ligikaudu 80% protsenti möödalendudest. Osakaalult järgnesid kummaski asukohas suurvidevlane (vastavalt 9.3 ja 5.0%) ja perekond lendlane (2,6 ja 7,6%).

Tabel 7 Nahkhiirte registreeringute arv ja taksoni osakaal registreeringutest registraatorite kaupa.

Liiginimetuse	Registreeringuid E	Registreeringuid D	Osakaal E, %	Osakaal D, %
põhja-nahkhiir	24 624	8 602	85,8	83,9
suurvidevlane	2 667	516	9,3	5,0
perekond lendlane	744	779	2,6	7,6
pargi-nahkhiir	286	101	1,0	1,0
põhja/hõbe-nahkhiir	183	51	0,6	0,5
hõbe-nahkhiir	90	68	0,3	0,7
nahkhiirlane	37	89	0,1	0,9
pruun-suurkõrv	63	38	0,2	0,4
pügmee-nahkhiir	15	3	0,1	< 0,0
kääbus-nahkhiir	2	-	< 0,0	-
perekond pipistrellus	1	-	< 0,0	-

Nahkhiirte möödalendude ajaline dünaamika

Nahkhiirte uuring hõlmas suure osa nahkhiirte aktiivsusperioodist, kattes nii kevad(rände)-, suve- kui sügis(rände)perioodi. Järgneval joonisel (Joonis 6) on toodud nahkhiirte arvukuse dünaamika kogu uuringuperioodi vältel. Punased püstjooned näitavad tinglikku üleminekut nahkhiirte eluperioodide vahel. Jooniselt on näha, et kõigil uuringualadel oli nahkhiirte suhteline arvukus kevadel ja suve esimesel poolel küllaltki madal. Nahkhiirte arvukus tõusis aga suve teises pooles, mil noorloomad lennuvõimestuvad ning kolooniad hajuvad ja emasloomad saavad maastikus vabamalt ringi liikuda. Nahkhiirte suhtelise arvukuse dünaamika kahe registraatori vahel oli küllaltki erinev. Juuni teisest poolest oli nahkhiirte möödalendude hulk detektor D juures ligikaudu kaks korda suurem kui registraatori E juures. Juuli teises pooles ja augusti alguses oli möödalendude hulk aga suurem registraatori E juures.

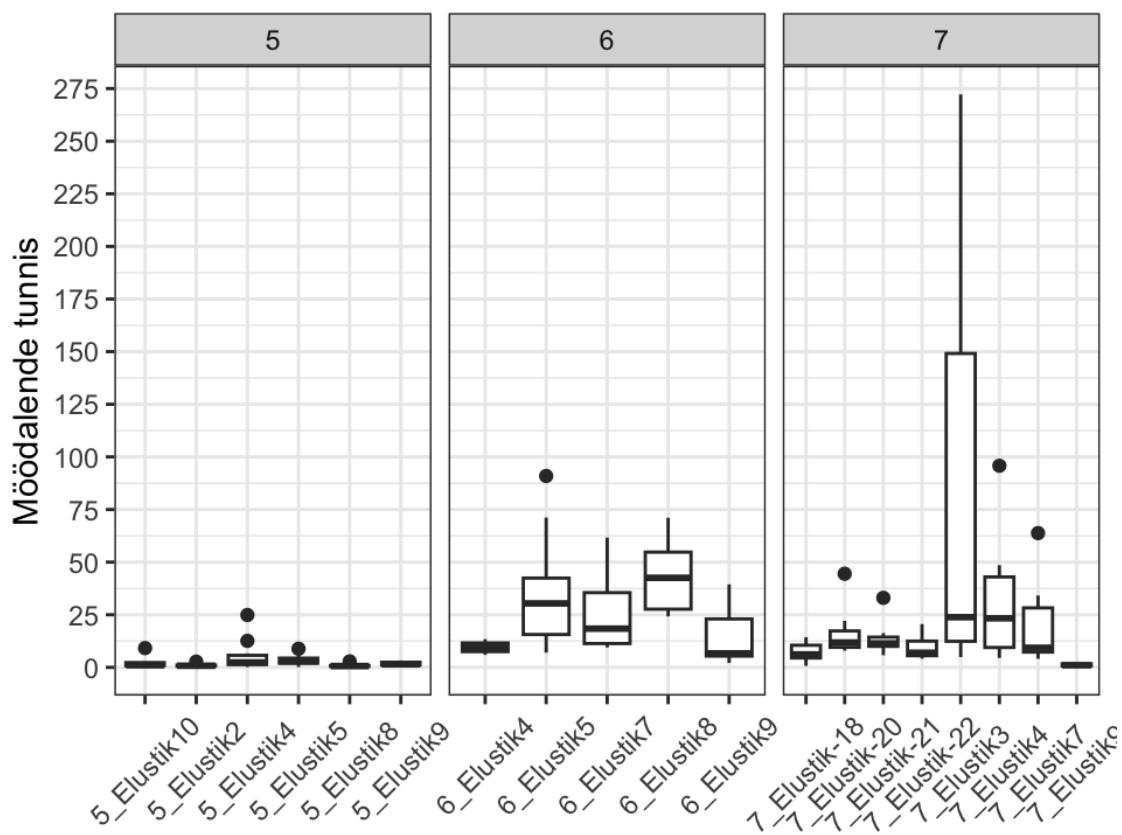


Joonis 6 Nahkhiirte möödalendude dünaamika püsiregistraatorite juures.

Punktloendused viidi läbi kolmel korral, kokku 21 vaatluspunktis (mõnes neist korduvalt) 24 öö vältel (Tabel 5). Mais oli kasutusel 6, juunis 6 ja juulis 8 registraatorit. Vaatluspunktide asukohad ja numeratsioon on esitatud järgnevatel joonistel 8-10.

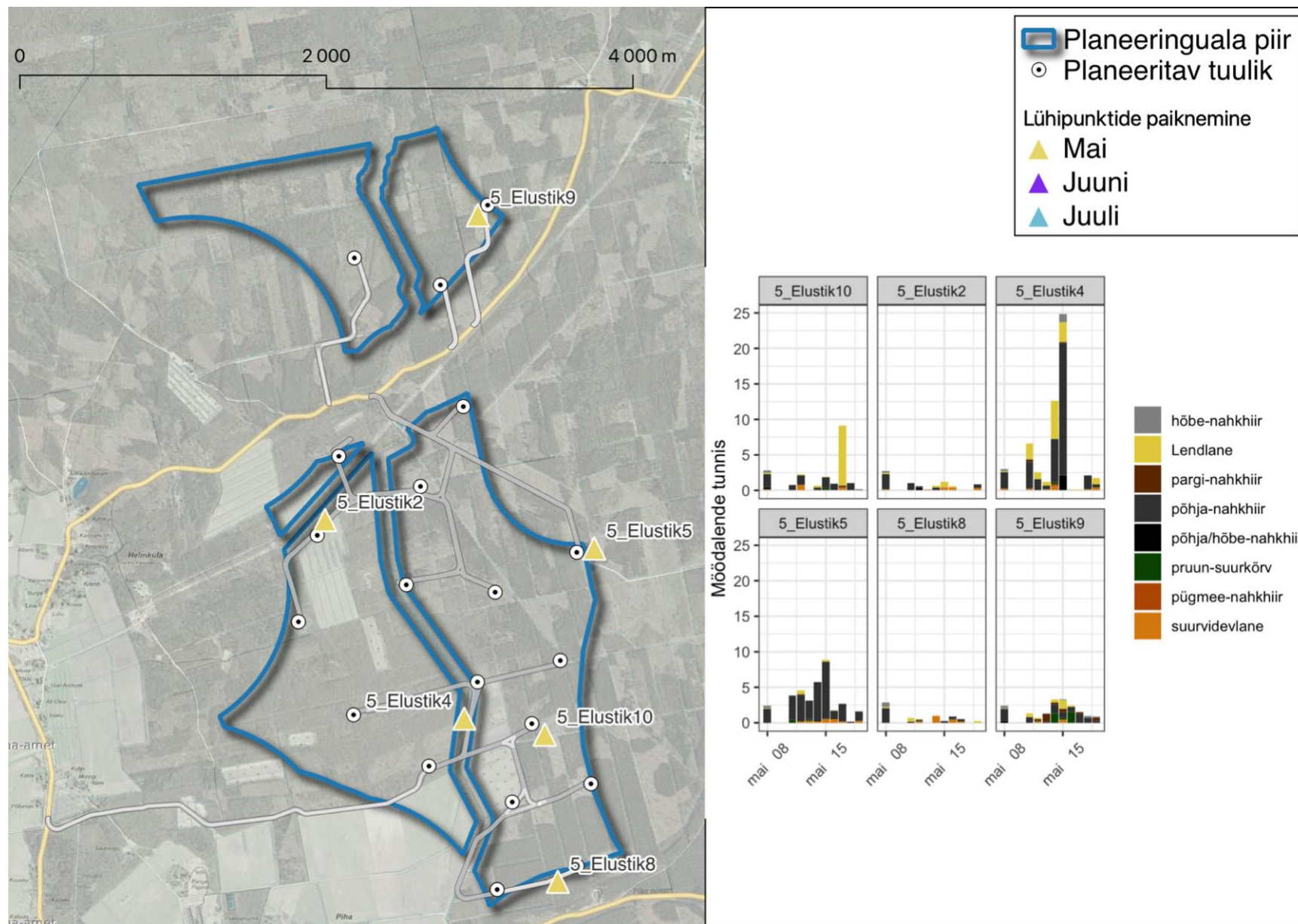
Üldiselt järgis lühipunktides nahkhiirte möödalendude jaotus püsiregistraatoritega sarnast mustrit – mais oli nahkhiiri valdavalt vähe, juuni ja juuli lõpus oli nende suhteline arvukus kohati kõrge, kuid varieerus ööde ja vaatluspunktide kaupa. Igal vaatlusperioodil registreeriti

kõikide registraatorite peale kokku ka enamik piirkonnas tuvastatud liikidest, kuid nende arvukus oli erinevates punktides erinev ning väga harvasid liike igal kuul ei tuvastatud.



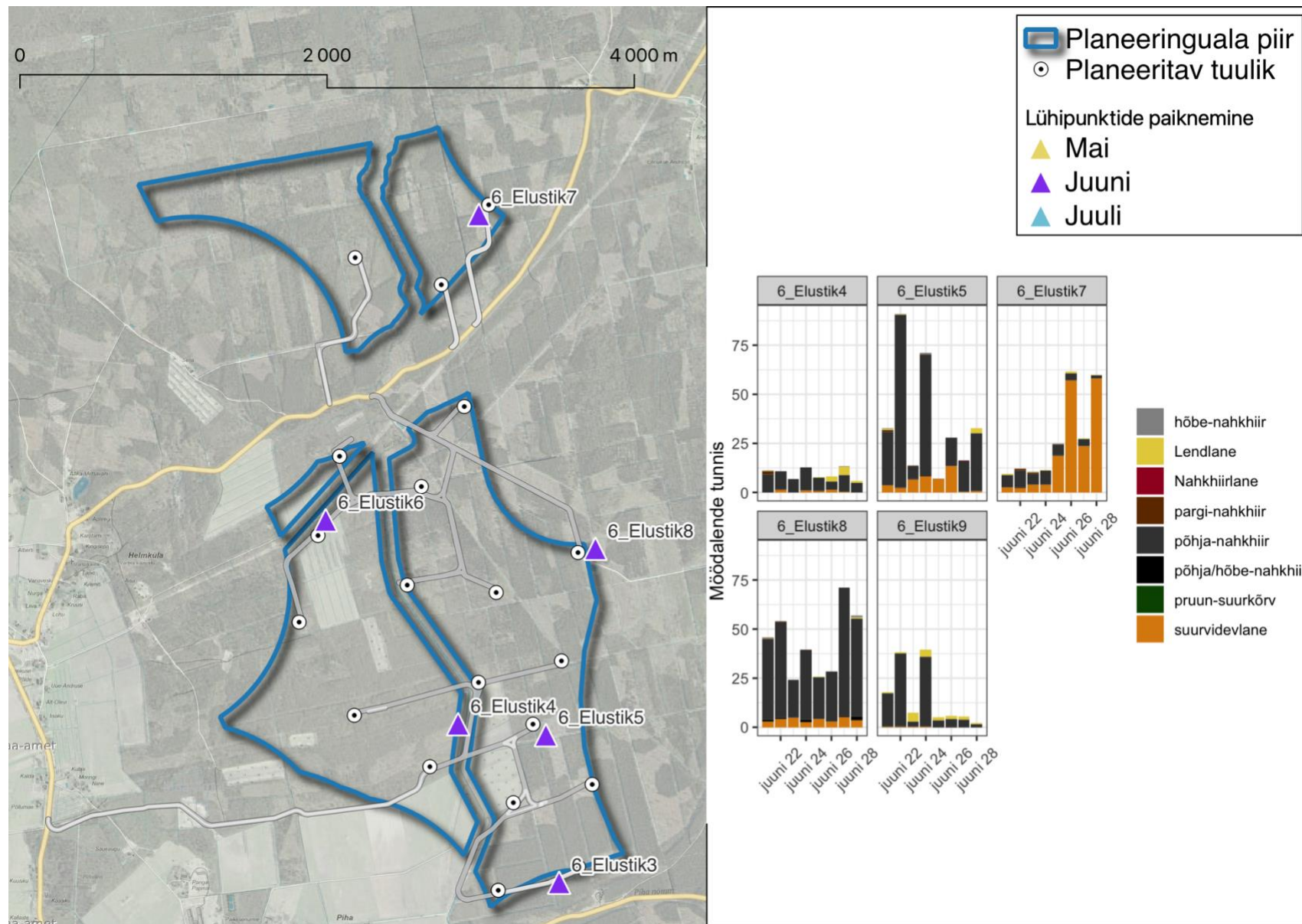
Joonis 7 Nahkhiirte möödalendude arvud lühipunktides. 5 - 11.05-20.05, 6 - 21.06-29.06, 7 - 23.07-30.07. Joon kasti keskel näitab möödalendude mediaani antud registraatori juured, kasti alumine ja ülemine serv aga 25 ja 75% kvantiile. Täpid näitavad öid, mil möödalendude arv oli tavapärasest suurem.

Jooniselt nähtub, et mai kuus oli nahkhiirte möödalende suhteliselt vähe, valdavalt jäi möödalendude arv tunnis madalamale kui viis, kuid üksikutel öödel oli möödalende tunnis rohkem kui 10. Punktides 5_Elustik 4 ja 5_Elustik 5 oli arvukus kohati ülejäänud maastikust kõrgem. Valdavaks liigiks sellel perioodil oli põhja-nahkhiir, kohati ka perekond lendlane, vähesel arvul kohati ka rändliike. Meie valimi põhjal võib järeldada, et kevadperioodil on nahkhiirte arvukus piirkonnas ühtlaselt madal. Loenduspunkte ei läbi nahkhiirte kevadränne.



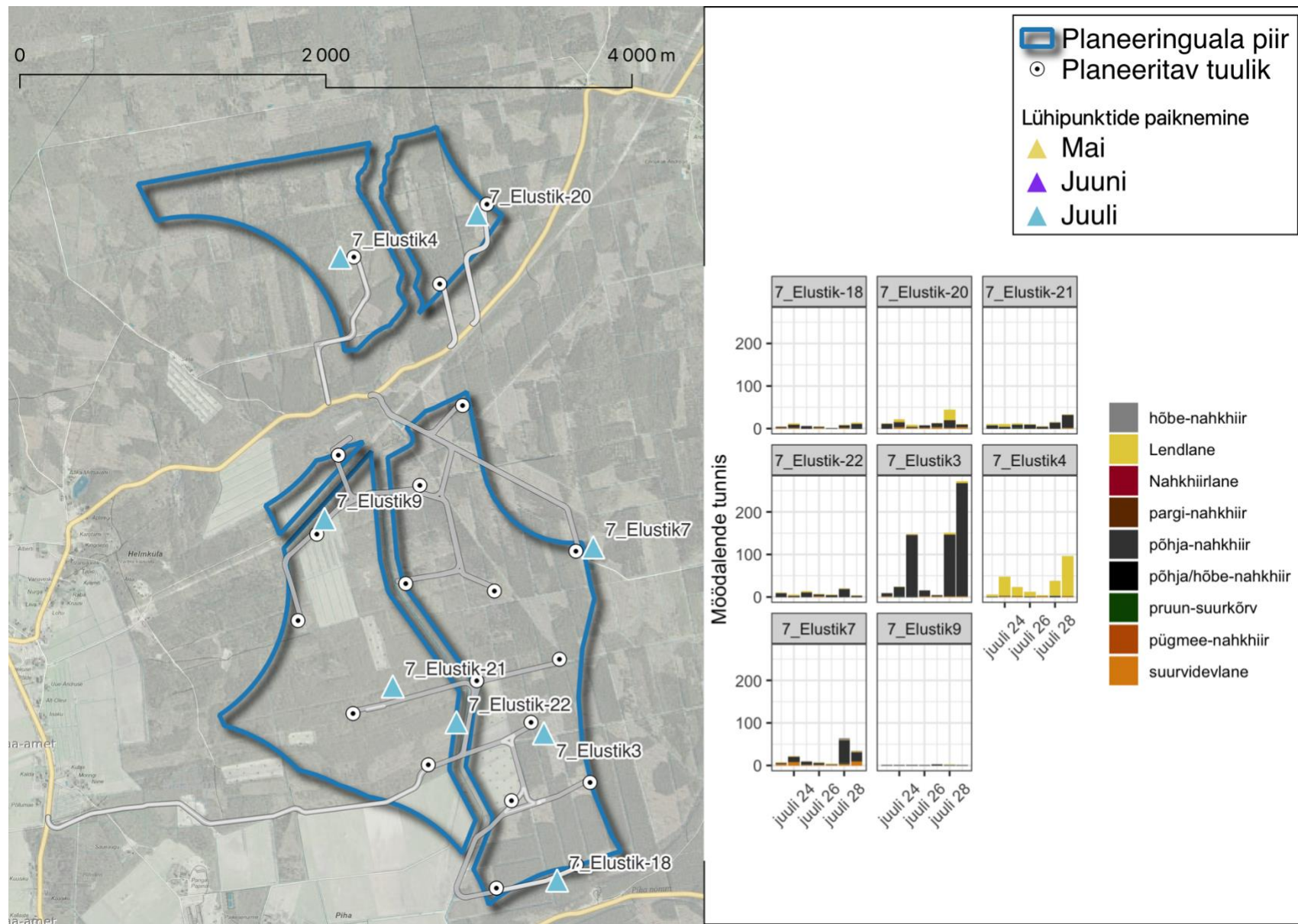
Joonis 8 Nahkhiirte vaatlused lühipunktides mais.

Juunis oli nahkhiirte möödalendude arv lühipunktides vaadeldud perioodidest kõige kõrgem, seda eriti registraatorite 5, 7 ja 8 juures, kuid kohati ka registraatori 9 juures (Joonis 7). Tunni möödalendude hulgas, kolme esile tõstetud registraatori juures, jäid ca 20 ja 45 möödalennu vahele, kui esines ka öid, mil möödalende oli tunnis üle 70. Peamisteks registreeritud liikideks olid põhja-nahkhiir ja suurvidevlane, kuid märkimisäärne on kõrge suurvidevlaste arvukus piirkonnas (Joonis 9). Kõigi nimetatud registraatorite, eriti aga registraatori 7, juures oli suurvidevlase arvukus kõrge. See viitab, et piirkonda asustab sel perioodil suurvidevlase koloonia, kes toitub alal erinevates biotoopides. Eespool toodud maastiku analüüsi alusel on tegu nn. klass 1 tüüpi metsaga. Eestis kogutud telemeetria andmete põhjal on just seda tüüpi metsad sageli suurvidevlase kolooniate asukohaks, kuid liigi toitumisalad võivad piirkonnas paikneda mitmel pool (Rauno ja Oliver Kalda avaldamata andmed). Suurvidevlane kuulub liikide hulka kelle kokkupõrke riski tuulikutega peetakse kõrgeks. Liik toitub sageli kõrgel ning võib sattuda ka kõrgel asuvate tuulikulabade töötsooni.



Joonis 9 Nahkhiirte vaatlused lühivaatluspunktides juunis.

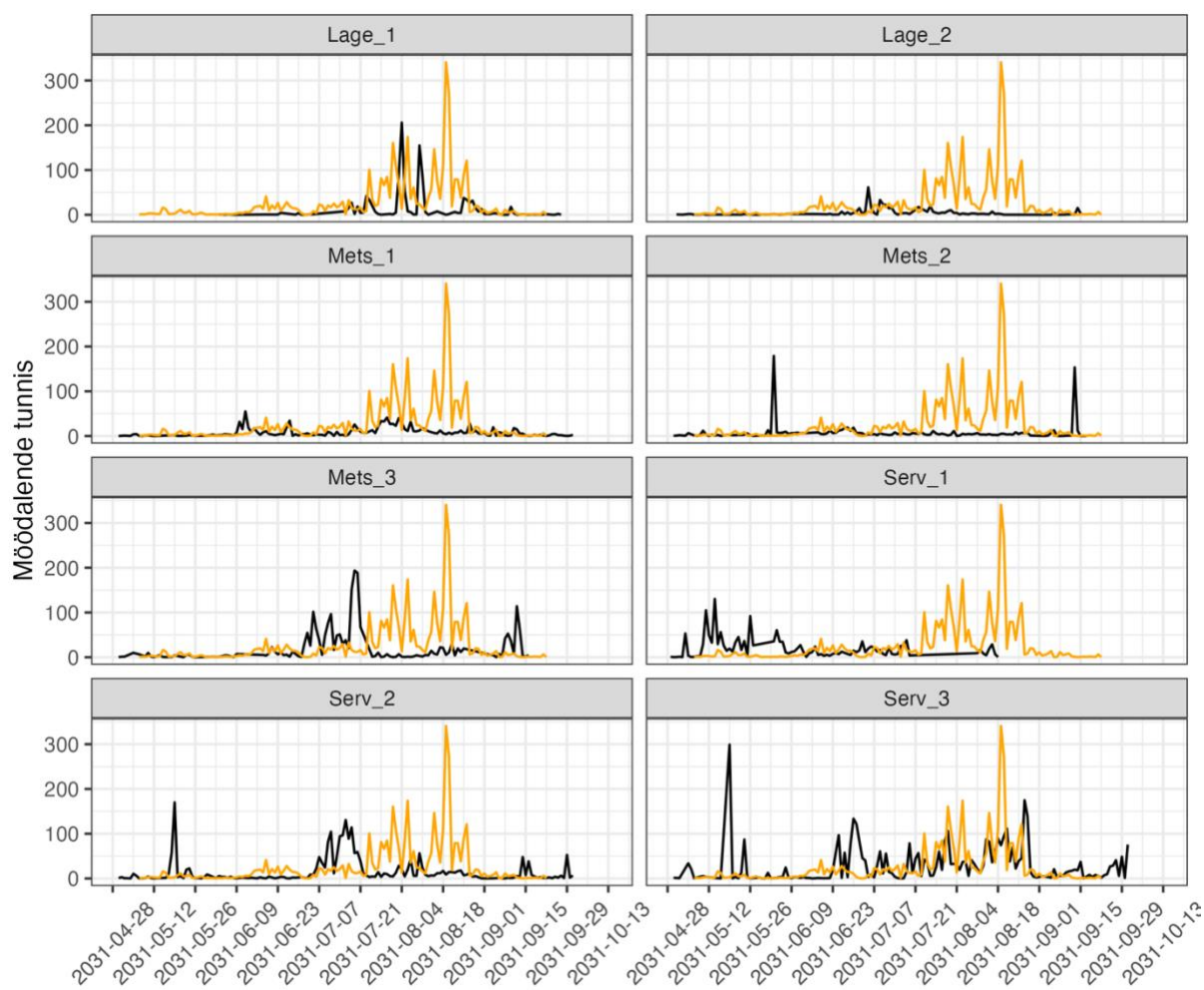
Juuli lõpus erines nahkhiirte arvukus loenduspunktide vahel olulisel määral. Keskmiselt oli arvukus võrreldes eelnevate kuudega kõrgem. Peamise osa möödalendudest moodustasid põhja-nahkhiir ja punktis 7_Elustik 4 perekond lendlane. Loenduspunktidest eristuvad punktid 7_Elustik 3 ja 7_Elustik 4 kus oli nahkhiirte arvukus oluliselt kõrgem. Tegu on hooajaliste toitumisaladega, mida kasutavad tõenäoliselt suvel mujal paiknenud kolooniad.



Joonis 10 Nahkhiirte vaatlused lühivaatluspunktides juulis.

Võrdlus mujal läbiviidud uuringutega

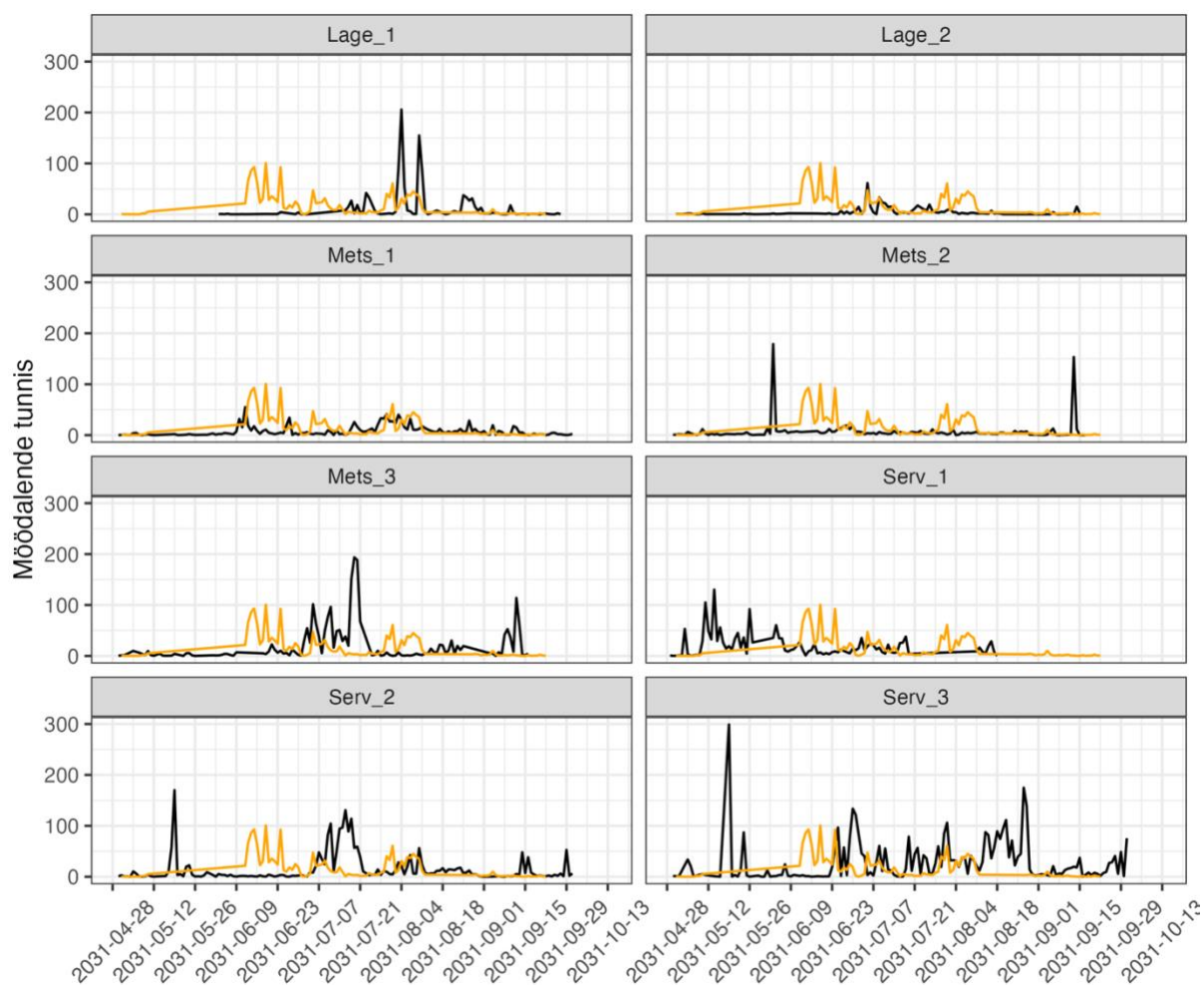
Seoses tuuleenergeetika projektidega on Eestis sarnaseid uuringuid läbi viidud mitmel pool. See annab võimaluse andmeid omavahel võrrelda ja hinnata alade olulisust nahkhiirte elupaigana. Järgnevatel joonistel (Joonis 11 ja Joonis 12) on esitatud kaheksa erineva püsiregistraatori andmed. Kollane joon näitab lääneranna registraatorite E ja D andmeid. Joonistel on esitatud andmed kolme erineva biotoobi kohta, mets, metsaserv ja lageala. X-teljel on kujutatud kuupäeva ning y-teljel nahkhiirte möödalendude arvu tunni kohta. Möödalendude arvu saab tõlgendada nahkhiirte arvukust väljendava indeksina. Andmete võrdlemisel tuleb aga silmas pidada, et seadmete tundlikkus võib olla mõnevõrra erinev, kuid võrdluses kasutatud andmed pärinevad sama tootja seadmeid ning sarnast tüüpi mikrofone kasutanud uuringutest.



Joonis 11 Registraatori E juures registreeritud möödalendude arv tunnis võrdlusena kuue varasematel aastatel tehtud uuringu registraatoritega. Kollane joon - registraator E, must joon - võrdlusregistraator. Kuna andmed on pärit erinevatelt aastatelt, on nende ühel joonisel kujutamiseks omistatud neile „libakuupäev“ aastal 2031.

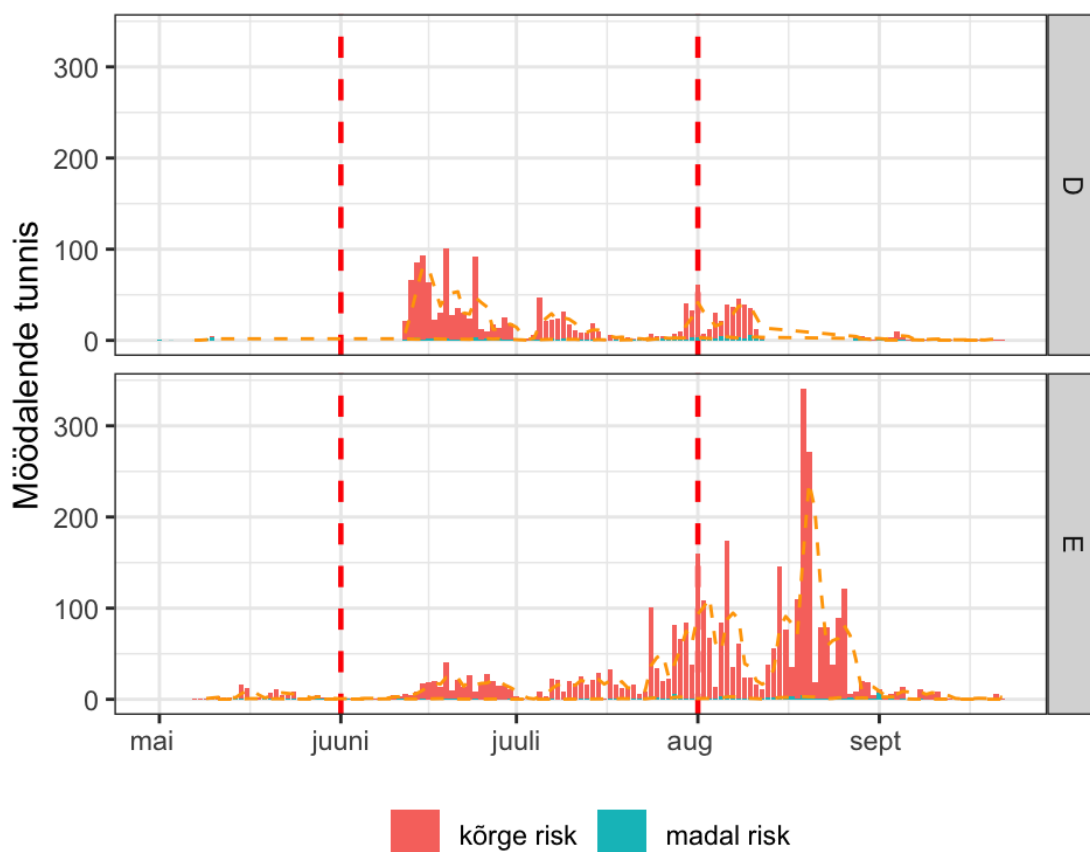
Joonistelt nähtub, et Lääneranna tuuleenergeetika alade 2 ja 2a puhul on tegemist keskmisest kõrgema nahkhiirte arvukusega aladega. Kõigil perioodidel, välja arvatud kevad (mai kuu), on

nahkhiirte möödalendude hulk oluliselt kõrgem, kui enamikus võrdluskohtades. Seda eriti detektor E puhul.



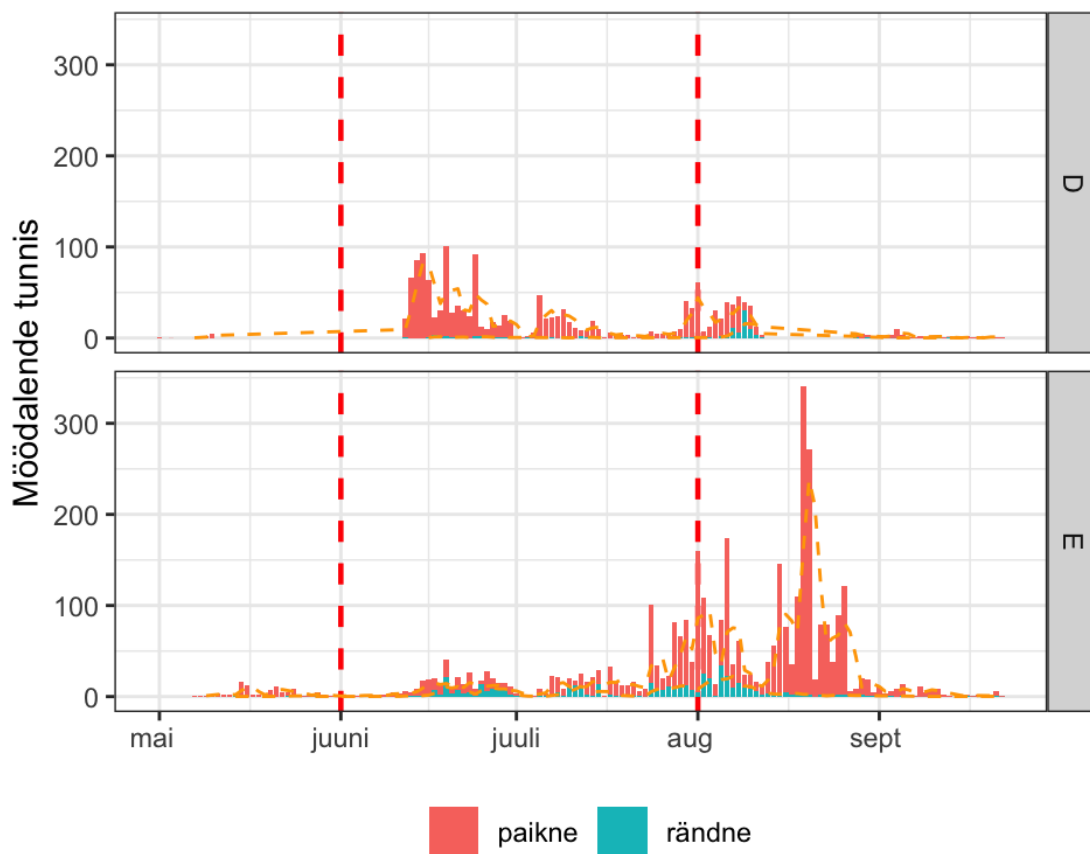
Joonis 12 Registraatori D juures registreeritud möödalendude arv tunnis võrdlusena kuue varasematel aastatel tehtud uuringu registraatoritega. Kollane joon - registraator D, must joon - võrdlusregistraator. Kuna andmed on pärit erinevatelt aastatelt, on nende ühel joonisel kujutamiseks omistatud neile „libakuupäev“ aastal 2031.

Lähtuvalt nahkhiireliikide ökoloogiast ja uuringute tulemustest, saab nahkhiireliike klassifitseerida tuuleparkides hukkumise riski alusel (Tabel 2). Järgneval joonisel (Joonis 13) on toodud registreeritud nahkhiirte möödalendude jagunemine kõrge ja madala hukkumiskiriskiga liikideks. Kogutud andmetest ilmneb, et mõlema registraatori juures olid esinesid peamiselt kõrge hukkumiskiriskiga liigid ning lendlaste ja pruun-suurkõrva möödalende oli vähe.

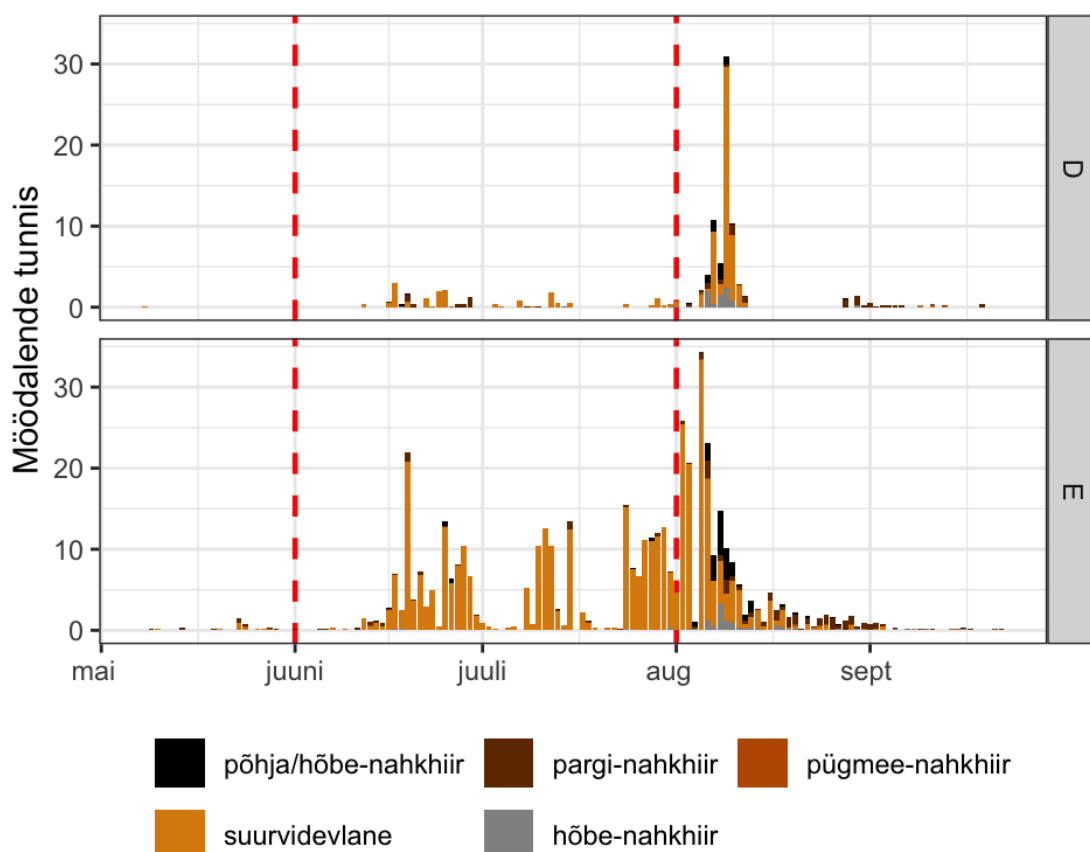


Joonis 13 Nahkhiirte möödalendude dünaamika püsiregistraatorite juures kõrge ja madala hukkumiskiriskiga liikide kaupa.

Kirjanduse andmetel on sageli hukkumiskirisk suurem rändliikidel ning kõige suurem on see sügisrände perioodil. Järgneval joonisel (Joonis 14) on toodud paiksete ja rändsete liikide suhtelise arvukuse muutused uuringuperioodil. Jooniselt on näha, et rändliikide möödalendude arv on kevadeperioodil madal, kuid registraatori E juures leidis rändliike paiksetega võrdsel sagedusel juuni teisest poolest kuni juuli teise pooleni. Eriti märkimisväärselt kasvas rändliikide möödalendude arv augusti alguses, mil piirkonnas leidis palju suurvidevlasi.



Joonis 14 Nahkhiirte möödalendude jagunemine paiksete ja rändliikide vahel.



Joonis 15 Rändliikide möödalendude jagunemine liikide kaupa.

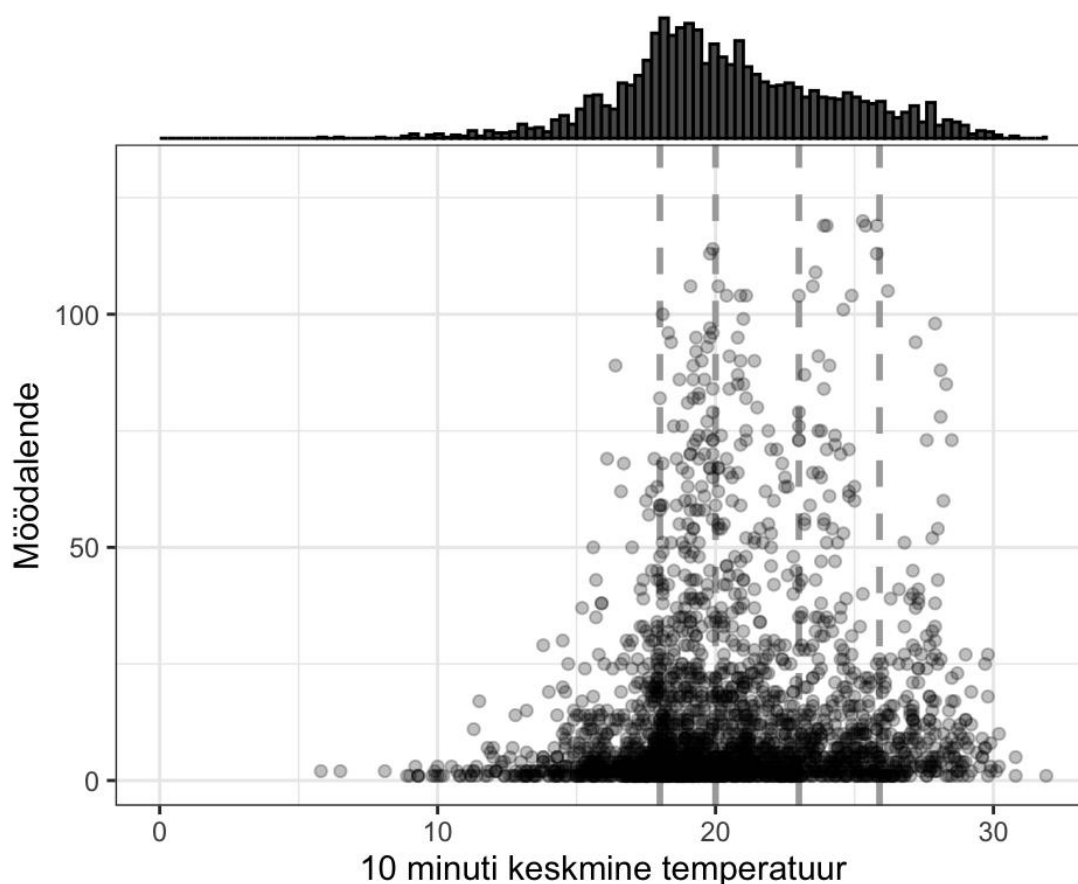
Rändliikidest registreeriti püsivaatluspunktides suurvidevlane, pargi-nahkhiir, pügme-nahkhiir ja hõbe-nahkhiir (Joonis 15). Lisaks arvestati rändliikide möödalendudena ka registreeringud, kus määrang jäi tasemele põhja-nahkhiir või hõbenahkhiir. Rändliike esines märkimisväärselt rohkem registraatori E juures. Märkimisväärne on suur suurvidevlase möödalendude hulk, kuna tavapäraselt on sarnastes uuringutes olnud arvukaim rändliik pargi-nahkhiir ning suurvidevlane on olnud vähem arvukam.

Vaadates registraatori ümbruse paiknevaid elupaikasid tuleb märkida vanade metsade ja tammikute suurt osakaalu, kus leidub palju videvlastele sobivaid puuõõnsusi.

Ilmastiku mõju nahkhiirte lennuaktiivsusele

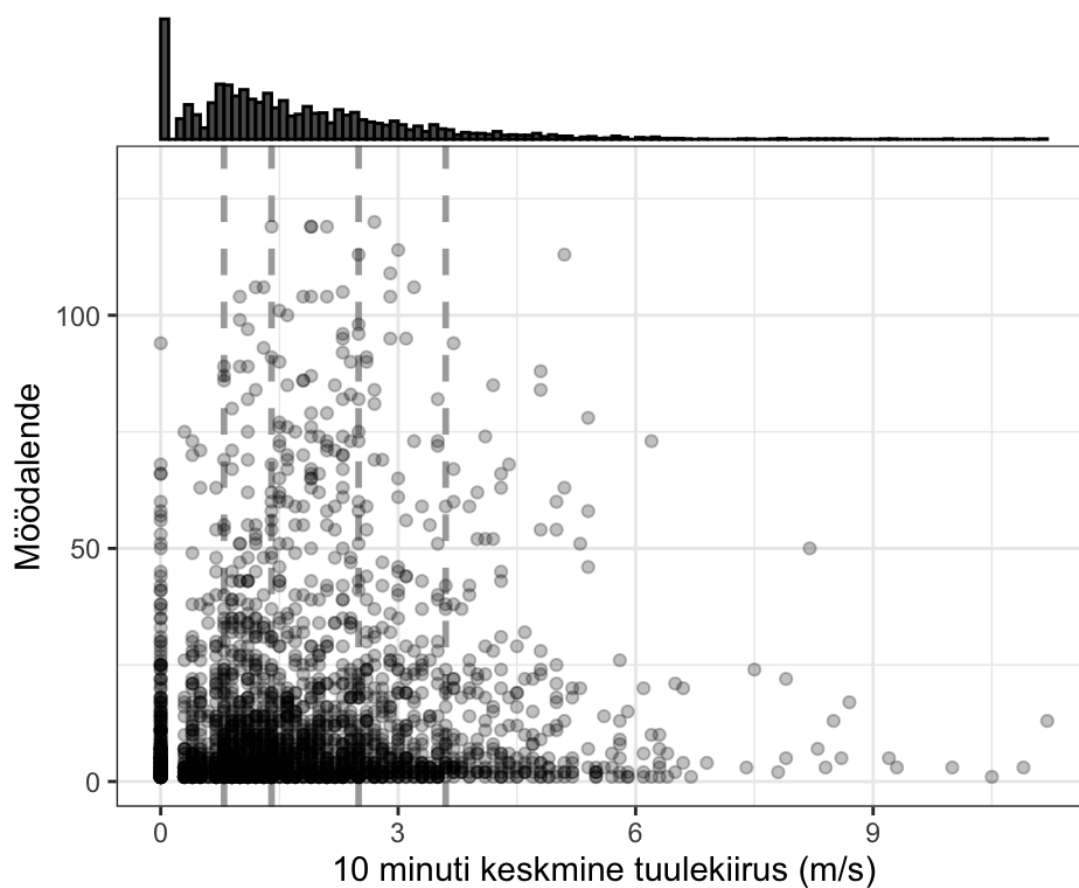
Nahkhiirte lennuaktiivsus on suurel määral mõjutatud ilmastikutingimustest. Üldiselt on lennuaktiivsus suurem tuulevaiksetel ja soojadel öödel, vihmaga nahkhiired enamasti ei lenda. Ilmastiku ja möödalendude arvu vaheliste seoste analüüs aitab võrrelda, millistest tingimustest lendavad nahkhiired antud registraatori juures. Seejuures on oluline registraatori asukoht, sest avatud lennupaigas võib tuule mõju olla suurem kui puistu servas või sees. Uuringu tulemusel koguti 2500 andmepunkti, mida koos ilmastikuandmetega analüüsida. Järgnevalt on analüüsitud 10 minuti keskmise temperatuuri ja keskmise tuulekiiruse mõju nahkhiirte lennuaktiivsusele.

Temperatuuri mõju nahkhiirte lennuaktiivsusele oli ootuspärane. Nahkhiirte möödalendude hulk kasvas märgatavalt 10 kraadi juures ning 25 protsenti registreeringutest toimusid temperatuuridel alla 18 kraadi (Joonis 16).



Joonis 16 Registreeritud nahkhiirte möödalendude jagunemine temperatuuri teljel (°C). Jooned, vasakult paremale, näitavad väärtuseid, milleni jääb 25, 50, 75 ja 90 % vaatlustest. Graafiku kohal on esitatud vaatluste sagedusjaotus.

Varasemad uuringud on näidanud, et nahkhiirte lennuaktiivsus langeb märgatavalt kui tuulekiirus ületab 5-6 m/s (Arnett et al. 2016b). Seda ilmselt seetõttu, et saakputukaid lendab sellistes oludes vähem või on nad koondunud puistute sisealadele. Tulemustest nähtub, et 50 protsenti registreeringutest toimus tuulekiirustel kuni 1,4 m/s ning 75 protsenti vaatlustest kiirustel kuni 2,5 m/s (Joonis 17).



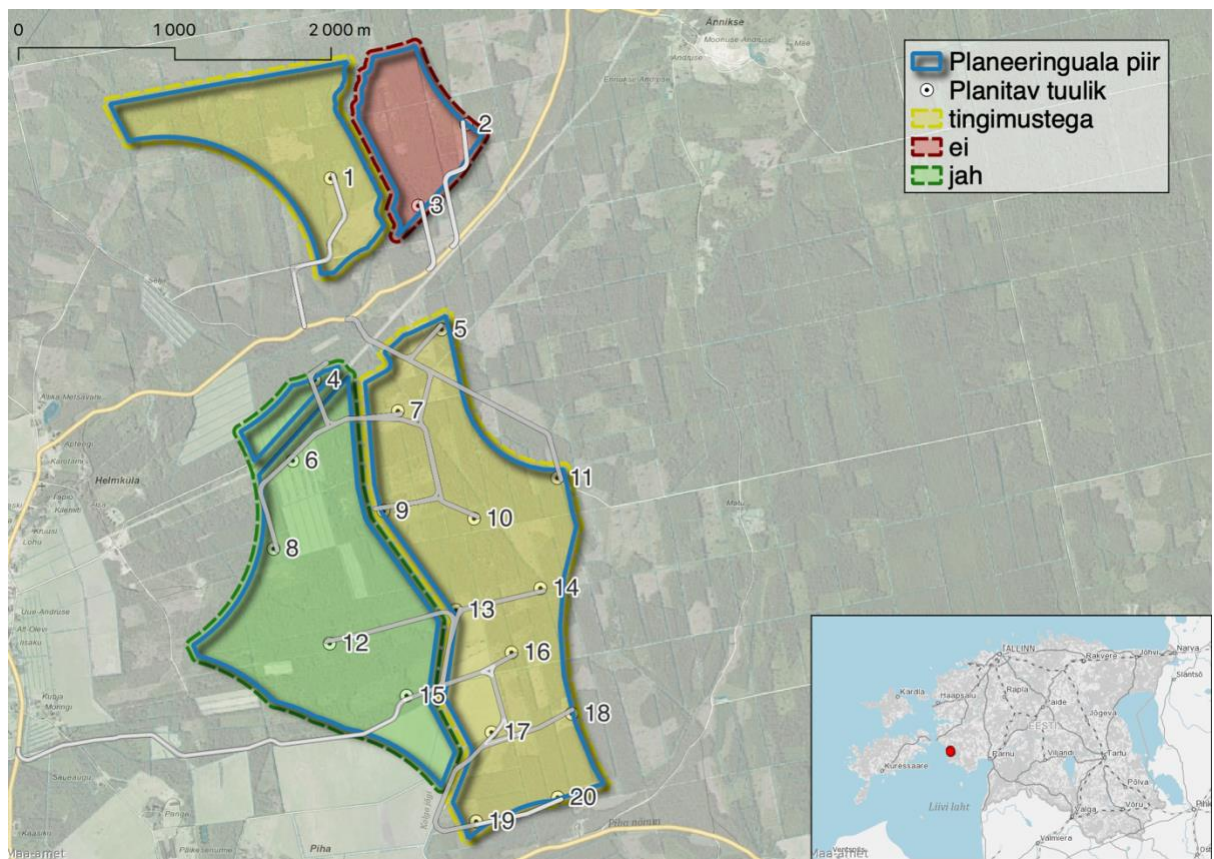
Joonis 17 Registreeritud nahkhiirte möödalendude jagunemine temperatuuri teljel ($^{\circ}\text{C}$). Jooned, vasakult paremale, näitavad väärtuseid, milleni jääb 25, 50, 75 ja 90 % vaatlustest. Graafiku kohal on esitatud vaatluste sagedusjaotus.

Järeldused

- Püsivaatluspunktid näitavad, et nahkhiirte arvukus on piirkonnas kevadel madal. Alasid ei läbi massiline nahkhiirte kevadränne, samuti ei kasuta nahkhiired piirkonda kevaditi massiliselt toitumisalana. Seda kinnitasid nii püsiloenduspunktid kui ka lühiloenduspunktid tehtud vaatlused.
- Suve esimesel poolel, nahkhiirte sigimisperioodil, kasvab piirkonnas nahkhiirte arvukus. Seda kinnitavad nii püsivaatluspunktid kui ka lühivaatluspunktid. Arvukus tõusu põhjuseks on tõenäoliselt poegimiskolooniate paiknemine piirkonnas.
- Lühivaatluspunktid näitavad, et piirkonnas paiknevad nahkhiirte kolooniad kasutavad piirkonda laiemalt ning nende kodupiirkond ei piirdu vaid kitsa alaga. Kõrge nahkhiirte arvukusega eristusid vaatluspunktid 6_Elustik 5, 6_Elustik 7 ja 6_Elustik 8.
- Piirkonnas paiknevad vähemalt põhja-nahkhiire ja suurvidevlase poegimiskolooniad.
- Põhja-nahkhiir on Eesti arvukaim ja kõige laiemalt levinud liik. Liigi seisundiks on 2019. aastal läbi viidud punase nimestiku hindamise alusel määratud kategooriasse ohuväline (LC). Seireloenduste alusel on liigi arvukus stabiilne või mõõdukalt kasvav. Siiski on liik kaitstud nii riiklike kui rahvusvaheliste õigusaktidega.
- Suurvidevlase puhul on tegemist liigiga, kelle seisund on 2019. aastal läbi viidud punase nimestiku hindamise alusel halvenenud ning liik on kantud kategooriasse ohulähedane (VU). Seireloendused näitavad, et liigi arvukus võib olla languses, kuid trend vajab veel täpsustamist. Suurvidevlane toitub kõrgel ning lendab sageli tuulikute rootorite kõrgusel ning on see tõttu liik, kes on tuuleparkides kõrge hukkumisriskiga. Suurvidevlane kuulub LKS alusel II kaitsekategooriasse ja on kaitstud mitmete rahvusvaheliste õigusaktidega.
- Tuuleenergeetika planeeringualad 2 ja 2a on keskmisest kõrgema arvukusega nahkhiirte elupaigad, kus on terve suve vältel, võrreldes muude sarnaste planeeringualadega, kõrgem nahkhiirte arvukus. Sellest tulenevalt võib pidada nahkhiirte hukkumisriski antud piirkonnas kõrgeks.
- Soovitame arendusalade hulgast välja arvata arendusala 2a idapoolne osa, kus paikneb suurvidevlase elupaik (Joonis 18).
- Nahkhiirte arvukus on võrreldes muude uuringutega kõrgem ka planeeringuala 2 ida poolses osas (Joonis 18, tähistatud kollaselt). Ala kasutavad nii põhja-nahkhiire, kui ka suurvidevlase koloonia. Tuulikute püstitamisel antud alale võib pidada nahkhiirte hukkumisriski kõrgeks. Tuulikute püstitamisel alale tuleb rakendada leevendusmeetmeid. Teadaolevalt on kõige tõhusamaks leevendusmeetmeks tuulikute peatamine teatud perioodidel ja kindlate ilmastikutingimuste puhul. Lähtudes ilmastikuandmetest tuleb rakendada piirangut perioodil 1.juuni – 15 september, päikeseloojangust päikese tõusuni. Tuulikute käivitumise kiirust (*cut-in speed*) tuleks tõsta piirini 5 m/s.
- Planeeringuala 2a läänepoolne tükk paikneb kõrge nahkhiirte arvukusega ala kõrval ning on maastikult sellega sarnane. Tõenäoliselt kasutavad suurvidevlased teatud ilmastikutingimustel ka seda ala. Lähtudes ilmastikuandmetest tuleb rakendada piirangut perioodil 1.juuni – 15 september, päikeseloojangust päikese tõusuni. Tuulikute käivitumise kiirust (*cut-in speed*) tuleks tõsta piirini 5 m/s.
- Planeeringuala 2 läänepoolne osa on nahkhiirtele arvukuse põhjal otsustades kehvem elupaik kui idapoolne. Ala paiknemine kõrge nahkhiirte arvukusega ala kõrval tõstab nahkhiirte riski tuulikutega kokku põrgata ka sel alal. Nahkhiirte elupaigakasutus võib aastati erineda, sõltudes konkreetsetest ilmastikutingimustest. Tuulikute püstitamisel antud alale võib tekkida

vajadus hooajaliselt, teatud ilmastikutingimustel tuulikuid seisata. Vajadus selgitakse välja järelseire käigus ning vajaduse seatakse täpsemad tingimused.

- Tuulepargi püstitamisel on kindlasti vajalik tuulepargi järelseire, selgitamaks hukkuvate loomade arvu ja potentsiaalset mõju asurkonnale. Järelseirega peab alustama tuulepargi valmimise järgselt. Järelseire peab kestma vähemalt 2 aastat. Seire tulemuste alusel määrab ekspert vajadusel täpsemad meetmed ning edasise järelseire vajaduse. Järelseire aruanded tuleb esitada Keskkonnaametile. Järelseire metoodika tuleb kokku leppida ekspertide ja Keskkonnaameti vahel lähtuvalt antud ajahetkel teada olevatest parimatest praktikatest.



Joonis 18 Hinnang alade sobivusele tuulepargi rajamiseks.

Viidatud allikad

- Allison, Taber. 2018. "Bats and Wind Energy: Impacts, Mitigation, and Tradeoffs." American Wind Wildlife Institute. https://www.researchgate.net/publication/329045110_Bats_and_Wind_Energy_Impacts_Mitigation_and_Tradeoffs.
- Arnett, Edward B., Erin F. Baerwald, Fiona Mathews, Luisa Rodrigues, Armando Rodríguez-Durán, Jens Rydell, Rafael Villegas-Patraca, and Christian C. Voigt. 2016a. "Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective." In *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, edited by Christian C. Voigt and Tigga Kingston, 295–323. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11.
- . 2016b. "Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective." In *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, edited by Christian C. Voigt and Tigga Kingston, 295–323. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11.
- Baerwald, Erin F., Genevieve H. D'Amours, Brandon J. Klug, and Robert M. R. Barclay. 2008. "Barotrauma Is a Significant Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines." *Current Biology* 18 (16): R695–96. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029>.
- Bennun, Leon, J. Bochove, C. Ng, C. Fletcher, D. Wilson, Nikki Phair, and G. Carbone. 2021. *Mitigating Biodiversity Impacts Associated with Solar and Wind Energy Development: Guidelines for Project Developers*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en>.
- Dietz, Christian, and Andreas Kiefer. 2016. *Bats of Britain and Europe*. Bloomsbury USA.
- Ellerbrok, Julia S., Anna Delius, Franziska Peter, Nina Farwig, and Christian C. Voigt. 2022. "Activity of Forest Specialist Bats Decreases towards Wind Turbines at Forest Sites." *Journal of Applied Ecology* 59 (10): 2497–2506. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14249>.
- Froidevaux, J.S.P., F. Zellweger, K. Bollmann, G. Jones, and M.K. Obrist. 2016. "From Field Surveys to LiDAR: Shining a Light on How Bats Respond to Forest Structure." *Remote Sensing of Environment* 175: 242–50. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.038>.
- Gaultier, Simon P., Anna S. Blomberg, Asko Ijäs, Ville Vasko, Eero J. Vesterinen, Jon E. Brommer, and Thomas M. Lilley. 2020. "Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation." *Environmental Science & Technology* 54 (17): 10385–98. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00070>.
- Gaultier, Simon P., Thomas M. Lilley, Eero J. Vesterinen, and Jon E. Brommer. 2023. "The Presence of Wind Turbines Repels Bats in Boreal Forests." *Landscape and Urban Planning* 231 (March): 104636. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104636>.

- Jong, Johnny, Lara Millon, Olle Håstad, and Jonas Victorsson. 2021. "Activity Pattern and Correlation between Bat and Insect Abundance at Wind Turbines in South Sweden." *Animals* 11 (November): 3269. <https://doi.org/10.3390/ani11113269>.
- Kalda, Oliver, Rauno Kalda, and Jaan Liira. 2015. "Multi-Scale Ecology of Insectivorous Bats in Agricultural Landscapes." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 199 (January): 105–13. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.028>.
- Kalda, Rauno, Oliver Kalda, Kertu Lõhmus, and Jaan Liira. 2014. "Multi-Scale Ecology of Woodland Bat the Role of Species Pool, Landscape Complexity and Stand Structure." *Biodiversity and Conservation*, September, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0811-6>.
- Kruszynski, Cecilia, Liam D. Bailey, Lothar Bach, Petra Bach, Marcus Fritze, Oliver Lindecke, Tobias Teige, and Christian C. Voigt. 2021. "High Vulnerability of Juvenile Nathusius' Pipistrelle Bats (*Pipistrellus Nathusii*) at Wind Turbines." *Ecological Applications* n/a (n/a). <https://doi.org/10.1002/eap.2513>.
- Lawson, Michael, Dale Jenne, Robert Thresher, Daniel Houck, Jeffrey Wimsatt, and Bethany Straw. 2020. "An Investigation into the Potential for Wind Turbines to Cause Barotrauma in Bats." *PLOS ONE* 15 (12): e0242485. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242485>.
- Rennel, Liisa. 2012. "Alutaguse lendoravaelupaikade käsitiivalised." Master Thesis, Eesti Maaülikool. <https://dspace.emu.ee/handle/10492/734>.
- Rodrigues, Luísa, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Branko Karapandža, Dina Kovač, Thierry Kervyn, Jasja Dekker, Andrzej Kepel, Petra Bach, and Jan Collins. 2015. *Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects: Revision 2014*. UNEP/EUROBATS.
- Rydell, Jens, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Martin Green, Luisa Rodrigues, and Anders Hedenström. 2010. "Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe," December, 261–74.
- Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann, and S. Kramer-Schadt. 2012. "The Catchment Area of Wind Farms for European Bats: A Plea for International Regulations." *Biological Conservation* 153: 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.027>.