EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Grethe Reedi

ROHUNEPI (*GALLINAGO MEDIA*) RÄNNE

THE MIGRATION OF THE GREAT SNIPE (*GALLINAGO MEDIA*)

Bakalaureusetöö
Keskkonnakaitse õppekava

Juhendaja: Ivar Ojaste, *PhD*

Tartu 2026

Eesti Maaülikool
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006

Bakalaureusetöö lühikokkuvõte

Autor: Grethe Reedi

Õppekava: Keskkonnakaitse (406)

Pealkiri: Rohunepi (*Gallinago media*) ränne

Lehekülgi: 44	Jooniseid: 10	Tabeleid: 5	Lisasid: 1

ETIS-e valdkond ja CERCS-i kood: B280
Juhendaja: Ivar Ojaste
Osakond või õppetool: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2026

Rohunepp (*Gallinago media*) on väheuuritud ülemaailmselt ohustatud lind, keda ohustab elupaikade kadu. Tänu miniatuursete saatjate kasutusvõtule on võimalik koguda andmeid selle väheuuritud linnu rändeliikumise kohta, et saada juhtnööre liigi tõhusamaks kaitseks. Töö eesmärgiks on anda ülevaade rohunepi rändekäitumisest GPS-GSM- saatja andmete põhjal, keskendudes rände-eelsele energiavarumisele ja rändelennule, et mõista liigi rändestrateegiat. Töö analüüsi läbiviimiseks kasutatakse 2021.-2023. aastal märgistatud 30 rohunepi saatjate andmeid. Andmete statistilise analüüsi jaoks kasutati RStudio tarkvaraprogrammi. Keskmine isend lahkus mängualalt kaugrändele 58 päeva jooksul. Mediaanne lahkumine mängualalt toimus 16. juunil. Vähemalt 90% isenditest viibis toitumisalal 1. juulist 6. augustini. Mediaanne kaugrändele lahkumine toimus 12. augustil. Sügisrände peatusalad asusid mängukohtadest keskmiselt 179 kilomeetri kaugusel ning nende pindala oli keskmiselt 10,47 hektarit. Peatuste kogukestus oli keskmiselt 23 päeva ning üks peatus kestis 5,53 päeva. Keskmine rändelennu teekond Euroopast Sahara-tagusesse talvitusalale oli 5200 km pikk, see läbiti 3,2 päevaga kiirusega 19,7 m/s 3395 meetri kõrgusel. Lennukõrguse öised ja päevased varieeruvused olid suured (keskmine erinevus 2138 meetrit) ning lennukiiruse erinevused olid väiksed (keskmine erinevus 1,7 m/s). Lindude vahel esinesid erinevused kaugrände lennu kõrguse ja kiiruse osas. Uuringu tulemused laiendavad teadmisi Eesti rohuneppide populatsiooni rändekäitumisest. Tulemused näitavad, et Eesti populatsiooni rändekäitumine jagab nii sarnasusi kui ka erinevusi varasemalt uuritud Rootsi ja Vene rohunepi populatsioonidega.

Võtmesõnad: *rohunepp, fenoloogia, peatusala, kaugränne, GAM mudel*

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Grethe Reedi		Curriculum: Environmental protection (406)	
Title: The migration of Great Snipe (*Gallinago media*)			
Pages: 44	Figures: 10	Tables: 5	Appendices: 1
ETIS research field and (CERCS) code: B280 Supervisor: Ivar Ojaste Department / Chair: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Place and year of defence: Tartu 2026			

The Great Snipe (*Gallinago media*) is a poorly studied, globally threatened bird that is endangered due to habitat loss. Thanks to the use of miniaturized tracking devices, it is now possible to collect data on the movement patterns of this poorly studied species in order to provide guidance for more effective conservation of this species. The aim of this study is to provide an overview of the migration behaviour of the Great Snipe based on GPS-GSM transmitter data, focusing on pre-migratory energy accumulation and migratory flight to understand the species' migration strategy. The analysis of this study is based on data from 30 Great Snipes tagged with transmitters between 2021 and 2023. The statistical analysis of the data was conducted using the RStudio software program. On average, individuals departed from the breeding site to long-distance migration within 58 days. The median departure date from the lekking area was 16 June. At least 90% of the individuals remained in the feeding areas between 1 July and 6 August. The median departure date for long-distance migration was 12 August. Autumn stopover sites were located on average 179 kilometers from the breeding sites and their mean area was 10,47 hectares. The total duration of stopovers averaged 23 days, while a single stopover lasted on average 5,53 days. The average migratory flight from Europe to sub-Saharan wintering grounds lasted 3,2 days, covering 5200 kilometers at a speed of 19,7 m/s and at an altitude of 3395 meters. Nocturnal and diurnal variation in flight altitude was substantial (mean difference 2138 m), whereas differences in flight speed were small (mean difference 1,7 m/s). Inter-individual variation was observed in both flight altitude and speed during long-distance migration. The results of the study expand knowledge of the migratory behaviour of the Great Snipe populations in Estonia. The findings show that the migratory behaviour of Estonian population shares both similarities and differences with previously studied Swedish and Russian populations.

Keywords: *Great snipe, phenology, stopover, long-distance migration, GAM model*

SISUKORD

SISSEJUHATUS 5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 7
1.1. Rändeteooria ja rändeökoloogia alused 7
1.2. Energia varumise ja rändepeatuse strateegiad 8
1.3. Rände käitumuslikud ja füsioloogilised strateegiad 9
1.4. Tehnoloogilised arengud rände uurimisel 11
1.5. Rohunepi (*Gallinago media*) ökoloogia ja levik 14
1.5.1. Elupaik ja toitumine 14
1.5.2. Levik ja arvukus maailmas ning Eestis 14
1.5.3. Kaitsestaatus ja ohutegurid 15
1.5.4. Ränne 16
2. MATERJAL JA METOODIKA 17
2.1. Rohunepi püügi metoodika ja märgistamine 17
2.1.1. Märgistatud isendite andmed 20
2.2. Statistiline analüüs 21
3. TULEMUSED 24
3.1. Fenoloogia 25
3.2. Peatusalad 26
3.3. Kaugränne 30
ARUTELU 34
KOKKUVÕTE 37
ALLIKALOEND 38
LISAD 43
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta 44

SISSEJUHATUS

Maailmas on mitmeid linnuliike, kes teevad pikki rändeid pesitsus- ja talvitusalade vahel. Lindude ränne on sesoonne liikumine pesitsus- ja talvitusalade vahel, mida mõjutavad eelkõige ressursside hooajalisus, liigisisene konkurents ning sobivad ilmastikutingimused (Newton 2011; Salewski, Bruderer 2007). Ränne koosneb energiavarude kogumisest, rändelennust ning vahepeatustest toitumisaladel, kus täiendatakse energiavarusid enne järgmisi rändehüppeid (Züst *et al.* 2023). Rändekäitumist omakorda seletatakse optimaalse rändeteooriaga, mille kohaselt püüavad linnud rände käigus minimeerida aega, energiakulu või suremusriski sõltuvalt ökoloogilisest tingimusest (Alerstam, Lindström 1990). Rände edukust mõjutavad lisaks ilmastikule ka rändedistants, energiavarud, linnu vanus ning ökoloogilised barjäärid, mis võivad suurendada suremusriski eriti noorlindudel ja pikamaa-ränduritel (Alerstam *et al.* 2003; Newton 2025). Lindude suremus on suurim just rändel, tehes sellest ühe riskantsema etapi linnu elus (Newton 2025).

Rohunepp on kaitsealune ja ohustatud lind, kelle rännet on varasemalt vähe uuritud. Tänu uudsetele tehnoloogilistele saavutustele on võimalik koguda väga täpseid andmeid lindude liikumiste ja peatumiste kohta kogu rändetsükli vältel. Sellised andmed aitavad paremini mõista lindude rändestrateegiat, mis on oluline kaitsemeetmete rakendamise planeerimisel (Schuster *et al.* 2019).

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on anda ülevaade rohunepi rändekäitumisest GPS-GSM-saatja andmete põhjal, keskendudes rände-eelsele energiavarumisele ja rändelennule, et mõista liigi rändestrateegiat.

Uurimistöös püstitatud hüpoteesid on järgnevad:

1. Rändelennueelne energiavarumine toimub piiratud alal Eestis samas märgala süsteemis, kus asub mänguplats.
2. Sahara-tagusesse Aafrikasse jäävatele talvitusaladele suunduvate rohuneppide kaugrändes ei esine isendipõhiseid rändestrateegiaid lennukõrguse ja liikumiskiiruse põhjal.

Töö koosneb kolmest põhiosast. Esimeses, kirjanduse osas antakse ülevaade lindude rändeökoloogiast, rändestrateegiatest, rändeuuringus kasutatavatest tehnoloogiatest ning

rohunepi ökoloogiast. Teises, materjali ja metoodika osas kirjeldatakse rohuneppide püüki ja märgistamist ning statistilise analüüsi etappe. Kolmandas ehk tulemuste osas on statistilise analüüsi tulemused. Arutelu peatükk arutleb tulemuste üle, võrdleb neid teadusartiklites avaldatuga ning põhjendab nendevahelisi sarnasusi või erinevusi.

Töö autor soovib tänada juhendajat Ivar Ojastet juhendamise ja toetuse ning meeldiva koostöö eest.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Rändeteooria ja rändeökoloogia alused

Lindude rännet defineeritakse kui nähtust, kus linnupopulatsioonid liiguvad sesoonselt ühest geograafilisest piirkonnast teise (Lincoln, Peterson 1979: 2) ehk pesitsusalade ja talvitusalade vahel (Newton 2011). Kogu maailma 10 000 linnuliigi seast on umbes 19% rändliigid (Kirby *et al.* 2008).

Väidetavalt on lindude rändekomme välja kujunenud sellest, kui linnud iga-aastaselt pikendasid oma läbitavaid teekondi paremate toidu- ja pesitsusvõimaluste otsimisel. Selline käitumine pärandati edasi järglastele. Ajalooliselt on suur roll olnud ka jää taandumisel, kui linnud liikusid uutele, jää alt vabanenud pesitsusaladele (Cornell Lab 2017).

Lindude rände põhjusteks on ressursside hooajalisus ja liigisisene konkurents pesitsusperioodil (Salewski, Bruderer 2007). Ressursside vaheldumine võimaldab elada erinevates geograafilistes piirkondades erinevatel aastaaegadel (Lincoln, Peterson 1979: 13). Ränne mõjutab lindude paljunemisvõimet, kuna võimaldab ressursse rohkemalt ja efektiivsemalt kasutada, ja ellujäämust, kuna kujutab endas ka ohte (Alerstam *et al.* 2003). Lindude suremust rändel põhjustavad ebasoodsad tuuled või suured ökoloogilised barjäärid, aga ka rändevahemaa pikkus, linnu vanus ning energiavarud – suurema suremusega on pikemaid vahemaid rändavad linnud, noorlinnud (Newton 2025) või suurte energiavarudega linnud (Alerstam *et al.* 2003).

Rändlindude aastane tsükkel koosneb pesitsemisest, sulgimisest, rändest ja talvitumisest (Newton 2011). Ränne algab ressursside kindlustamisega ehk rändelennuks vajaliku energiavaru kogumisega. Seejärel minnakse rändelennule, kus tehakse vahepeatusi toitumiseks sobivatel peatusaladel. Ränne lõpeb talvitus- või pesitsusalale saabumisega (Züst *et al.* 2023).

Teadlased on välja töötanud rändlindude puhul optimaalse rändeteooria (ing k *optimal migration theory,* OMT), mis hõlmab aja-minimeerimise, energia-minimeerimise ja suremusriski-minimeerimise strateegiaid (Alerstam, Lindström 1990). Aja minimeerimisel rännatakse maksimaalse lennukiirusega, et võimalikult ruttu ränne lõpetada (Hedenström, Alerstam 1997). Varane saabumine sihtkohta annab ressurssidele ligipääsu eelise

konkurentide ees (Alerstam, Lindström 1990). Energia minimeerimise strateegia korral optimeerivad linnud rände käigus energiakulu, eelistades lühemaid rändehüppeid ning sagedasemaid peatusi, mille kaudu vähendatakse ühe lennuetapi energiavajadust. (Hedenström, Alerstam 1997). Suremusriski minimeerimise strateegia korral kujundatakse rändekäitumine selliselt, et kogu rändeperioodi jooksul akumuleeruv suremuse tõenäosus oleks võimalikult väike, isegi kui see tähendab pikemat rändeaega või suuremat energiakulu (Alerstam, Lindström 1990). Vahepeatusaladel seisavad linnud silmitsi kisklusohuga. Linnud võivad lühendada vahepeatuste kestust eesmärgiga, et olla vähem aega kiskjatele kättesaadavad (Ydenberg *et al.* 2003).

Rände ajastust mõjutavad oluliselt soodsad ilmastikutingimused, eelkõige tuul ja sademed. Rändele asutakse peamiselt sademetevaesel ja kuni mõõduka taganttuulega perioodil (La Sorte *et al.* 2015). Lisaks soodsatele ilmastikutingimustele mõjutavad rände ajastust ka muutused päevapikkuses, madalamad temperatuurid, toidukoguste muutused (Cornell Lab 2021), aastaaeg, liigi kehamõõtmed ja rändedistants (La Sorte *et al.* 2015).

Rände kestus sõltub liigist, talvitus- ja pesitsusalade vahelisest kaugusest, vahepeatuste arvust ja rändekiirusest (Newton 2011). Enamasti ränatakse kevadrändel kiiremini ning seega on kevadine ränne ajaliselt lühem kui sügisene ränne. Varajane pesitsusaladele saabumine on oluline, kuna see on seotud kõrgema sigimisedukusega ning mõjutab seeläbi isendi suhtelist sigimisedukust. Tavaliselt on esimesed rändelt saabujad paremas seisundis, seega on ka parimad pesitsuspaigad hõivatud heas füüsilises seisundis olevate isendite poolt (Nilsson *et al.* 2012).

1.2. Energia varumise ja rändepeatuse strateegiad

Rändeks on lindudel vaja suurt energiavaru ning selleks suurendavad nad oma rasva- ja lihasmassi. Peamiselt koosnevad energiavarud lipiididest, mis moodustuvad üle 50% lindude kehamassist enne rändelendu (Ramirez *et al.* 2022). Lindude energiavarude ladustamist mõjutavad kehamass, kehatemperatuur ja kisklusrisk. Tavaliselt suurema kehamassiga isenditel kulub vähem energiat kui väiksematel isenditel. Energiat kulub ka kehatemperatuuri säilitamiseks ning seetõttu välditakse kuuma- ja külmastressi lennukõrguse muutmise kaudu. Lisaks on energia kokkuhoiuks linnud võimelised alandama oma kehatemperatuuri (The Open University *n.d.*). Suurte energiavarude korral on linnud

avatumad kisklusriskile, kuna võime kiskjate eest põgeneda on vähenenud. Suured energiavarud kiirendavad ka ainevahetust, mis tähendab, et linnud peavad rohkem toituma ning on seega kiskjatele rohkem kättesaadavad (McNamara *et al.* 2005).

Lindude rändeprotsessi moodustavad vaheldumisi lendamine ja peatumine (Alerstam, Bäckman 2018). Rändepeatuste põhjusteks on taastumisvajadus, energiavarude kogumine või ebasoodsad keskkonnatingimused (Schmaljohann *et al.* 2022). Rändelennuks kulunud energiavarude taastamiseks kulub peatustel palju aega, olles põhjuseks, miks veedetakse suur osa rändest peatuspaikades (Schmaljohann, Eikenaar 2017). Peatuse kestust mõjutavad toidu kättesaadavus, ilmastikutingimused (Goymann *et al.* 2010) ja linnu energiavarud (Schmaljohann *et al.* 2022). Peatuspaikades võib esineda konkurentsi ressursside pärast, mistõttu on mõjutatud ka energiavarude täiendamine (Sheehy *et al.* 2011).

Energiavarude täiendamist raskendavad ka halvad ilmastikutingimused. Näiteks tormide järgselt väheneb saaklooma arvukus, mis raskendab lindude energiavarude täiendamise tõhusust (Fraser *et al.* 2025). Energiavarude täiendamisel on oluline saada piisavalt rasva- ja valguvarusid, mille täiendamise kiirused on mõjutatud toidu kvaliteedist. Rasvavarude täiendamise puhul piisab viljadest, kuid vähese valgusisalduse tõttu ei piisa nendest valguvarude täiendamiseks (McWilliams, Karasov 2001).

Rändlinnu toitumise kohta on võimalik saada infot GPS-andmetest, näiteks lennu pikkuse ja peatuse kestuse kaudu. Mida pikem peatusteta rändelend, seda suurem on energiavaru vajadus (Newton 2011), ehk pika rändelennu puhul on sellele eelnenud suure energiahulga varumine. Peatuse kestus võib näidata energiavarude suurust. Tavaliselt lahkutakse peatusaladelt siis, kui lisaks soodsatele ilmastikutingimustele on linnul piisavalt suured energiavarud (Schmaljohann *et al.* 2022). Peatuse teinud kõrgete rasvavarudega lindudel on peatumise aeg lühem kui väheste rasvavarudega lindudel (Ramirez *et al.* 2022).

1.3. Rände käitumuslikud ja füsioloogilised strateegiad

Lindude rändekäitumist mõjutavad mitmed eksogeensed tegurid. Lennukõrgust mõjutab õhutemperatuur – külma temperatuuri vältimiseks rännatakse öösiti madalamatel kõrgustel, kuid päeval ehk soojemal ajal tõustakse kõrgemale. Lindude orienteerumist mõjutab halb nähtavus udu ja tiheda pilvisuse korral (Becciu *et al.* 2019). Lindude marsruudivalikut mõjutavad mõnel määral jugavoolud – näiteks Põhja-Ameerika rändlindude kevadist rännet

Mehhiko lahe piirkonnas soodustab jugavoolu alumiste kihtide lõunatuuled (La Sorte *et al.* 2014). Üks olulisim rännet mõjutav ilmastikutingimus on tuul. Tavaliselt lendavad rändlinnud kõrgustel, kus tuul on soodne. Ebasoodsad tuuled nõuavad suuremat energiakulu ja pikendavad rännet (Newton 2008: 53). Tugevad taganttuuled kevadisel rändel aitavad lindudel jõuda pesitsusaladele paremas seisundis ja seega suurema ellujäämisvõimalusega (Cornell Chronicle 2018). Külgtuul mõjutab lindude orienteerumist, sest võib põhjustada lennutrajektooris kõrvalekaldumist. Vastutuul sunnib linde oma lennukiirust suurendama (Becciu *et al.* 2019). Rändel purilendu kasutavad liigid kasutavad kõrguse saavutamiseks tõusvaid õhuvoole ning laskuvad seejärel liuglennul järgmise tõusva õhuvooluni, vähendades seeläbi energiakulu (Pennycuick 2008, Norberg 1990).

Rände ajastuse sooline erinevus sõltub liigispetsiifilistest omadustest ning sugudevahelisest rollijaotusest pesitsusperioodil. Mõne liigi puhul hoolitseb järglaste eest üks sugupool, mistõttu saab teine alustada rändega varem. Näiteks kõvernokk-rüdi (*Calidris ferruginea*) puhul jäävad pesitsusaladele järglaste iseseisvumiseni emaslinnud, kuid tumetildri (*Tringa erythropus*) puhul isaslinnud. On ka liike, näiteks kiivitaja (*Vanellus vanellus*), kelle mõlemad sugupooled rändavad samal ajal, kuna mõlemal on järglaste kasvatamisel oluline roll. Pesitsusaladelt rändele lahkumine sõltub ka pesitsemisedukusest. Ebaõnnestunud pesitsuse korral lahkutakse pesitsusaladelt varem, kuid eduka pesitsuse korral lahkutakse hiljem (Newton 2011). Rändelt pesitsusaladele saabuvad isaslinnud varem kui emaslinnud. Sellist nähtust nimetatakse protandriaks, mille esinemist võivad põhjustada geograafiline asukoht või rändekiirus. Näiteks võib isaslindude varajane saabumine olla seotud talvitumisega pesitsusalade lähedal. Lisaks on tõenäoline, et isaslinnud täiendavad energiavarusid kiiremini ning neil kulub vahepeatustel vähem aega (Pedersen *et al.* 2019).

Rändlindudel esinevad rände ajastamisel lisaks soolistele erinevustele ka vanuselised erinevused. Näiteks nooremad isendid võivad pesitsusaladele saabuda hiljem, kui sama soo vanemad isendid. Sügisrändele mineku puhul on oluline roll nii pesitsemisel kui ka sulgimisel. Kaugrändurite puhul, kes peatavad sulgimise ja lähevad rändele kohe peale pesitsemist, lahkuvad täiskasvanud kohe peale järglaste iseseisvumist, tavaliselt enne noorlinde. Täiskasvanud isenditel toimub täielik sulgimine, kus vahetuvad ka lennusuled, kuid noorlindudel on sulgimine lühike või puudulik (Newton 2011).

Ka rändlindude pesitsustingimused mõjutavad nende rännet. Ühel aastal tehtud otsused ja sündmused mõjutavad järgmise aasta sündmusi ja tulemusi. Seda nimetatakse *carry-over*

effect-iks. Pesitsusperioodi lõpus peavad rändlinnud otsustama, kas hoolitseda järglaste eest või minna selle asemel soodsal ajal rändele. Suurem panustamine järglaste kasvatamisse vähendab talvitusaladel veedetud aega ning lisaks lükkab edasi järgmisel aasta pesitsuse algust. Mõndade, kuid mitte kõikide liikide puhul sõltub rändelemineku ajastus pesitsuse lõppemisajast. Pesitsuse hilinemine lükkab edasi ka rändele mineku, mis põhjustab raskemaid või ohtlikumaid rändetingimusi (Fayet *et al.* 2016). Kui lind on pesitsusperioodi lõppedes paremas kehalises seisundis, on tal pika rände jaoks rohkem energiavarusid. Lind võib otsustada hoopiski rändele mitte minna, kui suudab pesitsusalal talve üle elada (Catry *et al.* 2013). Selline otsus tuleneb isendi suurusest – suuremad isendid suudavad talve paremini üle elada tänu paremale füsioloogilise taluvusele (Chapman *et al.* 2011).

Kevadrännet mõjutavad omakorda talvitustingimused ning suur mõju on ka kliimamuutustel. Vähenenud sademed ja keskkonnatootlikkus vähendavad ellujäämist kevadrändel. Kui talvitusala keskkonnatingimused on ebasoodsad, võib tekkida *carry-over effect* ehk see võib mõjutada nii ellujäämust kui ka sigimisedukust järgmistel aastatel (Cooper *et al.* 2024).

1.4. Tehnoloogilised arengud rände uurimisel

Biotelemeetria on kaugmõõtmisviis, kus jälgitakse isendi geograafilist asukohta mingil ajahetkel (Müller *et al.* 2023). Biotelemeetriat liigitatakse raadiotelemeetriaks, akustiliseks telemeetriaks ja satelliit-telemeetriaks ning neid kõiki on võimalik kasutada loomauuringutes (Watanabe, Papastamatiou 2023). Biotelemeetriliste andmete saamiseks pannakse isendile külge väike seade (López-López 2016), mis kogub andmeid ka keskkonna ning isendi käitumise ja füsioloogia kohta (Müller *et al.* 2023). Kogutud asukohaandmete põhjal on võimalik uurida loomade käitumist, rändemustreid ja populatsioonidünaamikat (Mohanta 2023).

Enne biotelemeetriliste tehnoloogiate kasutuselevõttu uuriti lindude rännet peamiselt traditsiooniliste meetoditega, nagu rõngastamine ja visuaalsed vaatlused rände koondumisaladel (Flack *et al*. 2022). Lindude rõngastamine sai alguse 1890. aastal Hans Christian Cornelius Mortensenist, kui ta püüdis ja rõngastas kaks kuldnokka (*Sturnus vulgaris*) tsingist valmistatud rõngastega (Preuss 2001). Lindude rände uurimise tehnoloogilise arengu alguseks võib pidada 1940. aastaid, kui leiutati esimene

raadiotelemeetriline seade – transistor. Seadme suuruse tõttu oli võimalik seda algselt kasutada vaid metsloomade liikumise jälgimiseks. Piisavalt väike seade, mis sobiks kasutamiseks lindude peal, leiutati 1960. aastatel. Järgmine oluline tehnoloogiline areng lindude rände uurimisel toimus 1980. aastatel, mil võeti kasutusele esimesed satelliidipõhised jälgimisseaded ning arendati välja valgusintensiivsusel põhinevad geolokaatorid (American Bird Conservancy 2023). GPS-seadmed (*Global Positioning System*) tulid loomauuringutes kasutusele 1990. aastatel (Holland 2020).

Igal loomauuringutes kasutataval tehnoloogial on omad plussid ja miinused täpsuse, ruumilise lahutuse ja kaalu piirangute osas. Reeglina peab saatja kaal olema kuni 5%, soovitatavalt 3% isendi kehakaalust (Iverson *et al.* 2023), ehk 100 grammi kaaluval isendil võib kasutada kuni 5 grammist seadet (Taylor *et al.* 2017).

Satelliitpõhised tehnoloogiad on loomauuringutes laialdaselt kasutusel. Isendi hukkumise korral saab tuvastada täpse aja ja asukoha (Bridge *et al.* 2011, Burcher *et al.* 2025). GPS seadmete asukohatäpsus on umbes 5 meetrit ning kergeim GPS seade kaalub 1 gramm, mida saab kasutada alates 20 grammistel isenditel. Nende tehnoloogiate miinusteks on aga kallidus (Bridge *et al.* 2011) ning andmeid edastavate saatjate puudumisel linnu taaspüüdmise vajadus (Iverson *et al.* 2023). GPS andmeid on võimalik operaatoritele edastada näiteks GSM (*Global System for Mobile Communication*, globaalne mobiilsidesüsteem) kaudu (Mohanta 2023).

Raadiotelemeetrilised seadmed kasutavad asukohaandmete saamiseks raadiosaatjaid ja vastuvõtjaid ehk antenne. Tehnoloogia miinuseks on asjaolu, et see ei sobi pikki vahemaid läbivate rändlindude jälgimiseks, kuna saatja peab asuma vastuvõtja läheduses. Saatjate asukohatäpsus on umbkaudu 100 meetrit (Bridge *et al.* 2011) ning seadmed kaaluvad umbes 0,2 grammi. Kerge kaalu tõttu on neid võimalik kasutada väga väikeste isendite, näiteks kiilide peal (Taylor *et al.* 2017).

Valgusintensiivsusel põhinevate geolokaatorite üks miinus on samuti see, et need salvestavad, kuid ei edasta asukohaandmeid, ehk seadmega varustatud lind tuleks taas kinni püüda. Teiseks miinuseks asukoha määramise ebatäpsus (American Bird Conservancy 2023), mida tekitavad pilvede ja pinnavormide varjutused. Sellise eripära tõttu sobivad valgusintensiivsusel põhinevad geolokaatorid kasutamiseks liikidel, kelle elupaigaks on avatud ja tasased alad (Fudickar *et al.* 2012). Geolokaatorite asukohatäpsus on umbes 50-

100 kilomeetrit, kuid seadmed kaaluvad vaid 0,3 grammi ja võimaldavad koguda teavet näiteks värvuliste rände kohta (Taylor *et al.* 2017).

Tänapäeval võimaldavad uued satelliidipõhised seiresüsteemid – nagu Motus, ICARUS ja Agros-4 – koguda infot erinevate liikide liikumiste ning keskkonnaandmete kohta. Motus *Wildlife Tracking Network* on rahvusvaheline teaduskogukond, mis kasutab raadiotelemeetrilisi viise rände uurimiseks (Taylor *et al.* 2017). Uuritavateks objektideks on linnud, nahkhiired ja putukad, kes kannavad saatjaid, mis edastavad andmeid üle maastiku paigaldatud jaamadele (Motus 2026). Teine teaduskogukond, mis uurib loomade rännet raadiotelemeetria teel, on ICARUS (*International Cooperation for Animal Research Using Space*). Liikidele kinnitatavad miniatuursed saatjad edastavad andmeid kosmoses asuvasse vastuvõtujaama, mis edastab andmed maapealsesse jaama ning seejärel edasi teadlastele (ICARUS 2026). Agrose süsteemi teenused pakuvad satelliidipõhist keskkonnaandmete kogumisviise (Clark 1989). Üks Agrose projekte on Agros-4, mis on satelliidipõhine seade loomade liikumise jälgimiseks ning keskkonnaandmete kogumiseks, olles põhiliselt keskendunud mereimetajatele ja merikilpkonnadele (NESDIS 2022).

Telemeetrilistel andmete tõlgendamisel võib esineda piiranguid ja vigu. Üheks peamiseks piiranguks on tehnoloogiaseadmete ebatäpsus, mis võib põhjustada isendi kunstlikku sattumist talle mittesobivasse elukeskkonda. Teine probleem on väike valim, mis sageli tuleneb seadmete kõrgest maksumusest. Väheste isendite kasutamisel ei saa aga teha usaldusväärseid järeldusi populatsiooni kohta. Lisaks ei pruugi telemeetriaandmed peegeldada isendi tegelikku käitumist. Andmeid kogutakse erinevate intervallidega, mis varieeruvad minutist kuni terve ööpäevani. Pikkade intervallide puhul võib tagajärgedeks olla mitteusaldusväärne järeldus isendi käitumise kohta (Hebblewhite, Haydon 2010).

Telemeetrilisi andmeid saab kombineerida keskkonna- või käitumisandmetega, kuna uuemad seadmed koguvad lisaks asukohaandmetele ka teisi andmeid (Treep *et al.* 2016). Käitumisandmetest kogutakse kiirendusnäitajaid, mis võimaldavad tuvastada, kas isend lendab või puhkab (Wilkinson *et al.* 2026). Keskkonnaandmete, näiteks ilmaandmete kombineerimine telemeetriaandmetega aitab mõista isendite liikumisökoloogiat (Treep *et al.* 2016). Arvutuslikul teel saadud NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) on taimkatteindeks, mis näitab taimestiku hulka (MaRu 2025). On leitud, et NDVI tase mõjutab rändlindude elupaigavalikut (Iverson *et al.* 2023).

1.5. Rohunepi (*Gallinago media*) ökoloogia ja levik

Rohunepp (*Gallinago media*) kuulub kurvitsaliste (*Charadriiformes*) seltsi, kurvitslaste (*Scolopacidae*) sugukonda ja nepi (*Gallinago*) perekonda. Nepi perekonnast leidub Eestis ka tikutajat (*Gallinago gallinago*) (eElurikkus 2014). Rohunepil on sirge ja pikk nokk, triibuline pea, heledate triipudega kirju selg ning hele kõhualune. Lendu tõuseb sirgjooneliselt ning lennates näeb välja suur ja jässakas (Stoddart 2020). Linnu sugu pole võimalik välimuse järgi määrata. Püütud isaslinde saab emastest eristada selle järgi, et nende sabasulgedel on rohkem valget osa kui emaslindudel (Höglund *et al.* 1990), lisaks on emaslindude kehamõõtmed suuremad kui isaslindudel ning nad kaaluvad rohkem. Näiteks kaaluvad emaslinnud Eestis keskmiselt 185,1 grammi ning isaslinnud 152,8 grammi (Kålås *et al*. 1997).

1.5.1. Elupaik ja toitumine

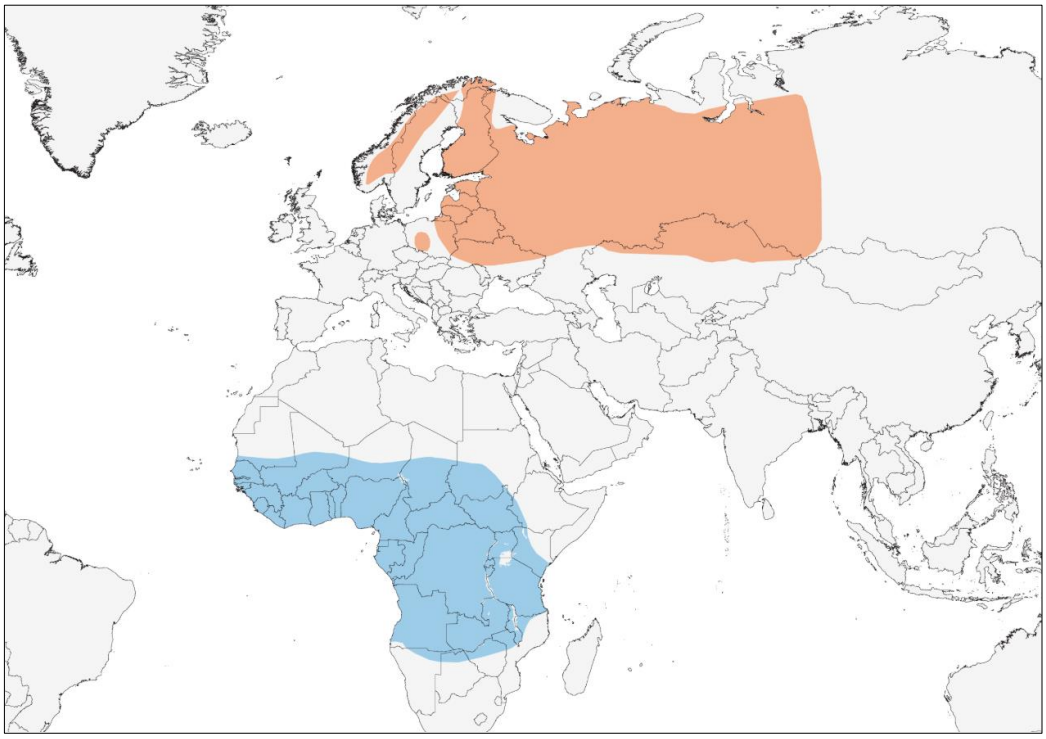
Rohunepp pesitseb niisketel rohumaadel, milleks on enamasti luhad, aga ka muud niidud, poldrid või madalsood (Kuresoo 2018: 204). Pesitsus algab kevadel, tavaliselt aprillis (Kuresoo, Luigujõe 2003: 10). Rohunepp on liik, kelle isaslinnud moodustavad pesitsusajal mänguplatse emaste meelitamiseks (Lemnell 1978). Mänguplatsiks kasutatakse madala rohustuga lagedat ala (Kuresoo 2018: 204) ning mängud algavad päikeseloojangul ja lõpevad vahetult enne päikesetõusu (Kuresoo, Luigujõe 2003: 10).

Rohuneppi peetakse toiduspetsialistiks. Toitu (selgrootuid) otsib ta pehmel ja nokaga kergesti läbitavast pinnasest. Põhitoiduks on vihmaussid (*Lumbricidae*), mis moodustavad rohkem kui 90% linnu toidust (Løfaldli *et al.* 1992). Harvematel juhtudel toitub ka kaanidest (*Hirundinae*) või mardikalistest (*Coleoptera*) (Kuresoo *et al.* 2001). Pesitsusperioodil toituvad tavaliselt samas piirkonnas, kus asuvad ka nende mänguplatsid ning haudealad. Toitumislennud siis enamasti üle mõnesaja meetri ei küündi (Kuresoo, Luigujõe 2003: 7).

1.5.2. Levik ja arvukus maailmas ning Eestis

Rohunepi pesitsusala ulatub Poolast läbi Valgevene ja Baltimaade kuni Jenissei jõeni Venemaal, hõlmates ka Skandinaaviat (joonis 1) (Kålås 2000). Kogu maailmas on hinnanguliselt 204 000–379 000 täiskasvanud rohunepi isendit (IUCN 2021), millest umbes

104 000–181 000 täiskasvanud isendit moodustavad Euroopa asurkonna (BirdLife International 2021a).



Joonis 1. Rohunepi levik (Gils *et al.* 2020). Oranž tähistab pesitsusala ja sinine talvitusala.

Rohuneppi on Eestis umbes 400–600 isaslindu (Luigujõe 2021). Liiki leidub rohkem Lõuna-Eestis kui Põhja-Eestis – peamine leviala hõlmab Suur-Emajõe, Pedja ja Põltsamaa jõgikondi ning Lämmijärve ja Pihkva järve äärseid alasid (Kuresoo 2018: 204).

1.5.3. Kaitsestaatus ja ohutegurid

Rohunepp on Rahvusvahelise Looduskaitseliidu poolt klassifitseeritud *ohulähedaseks* (*Near Threatened,* NT) liigiks (IUCN 2021), kuna elupaikade kadumise ja jahisurve tõttu väheneb liigi populatsioon mõõdukalt kiiresti (BirdLife International 2021b). Eestis kuulub rohunepp II kaitsekategooriasse ja riiklikus punases nimestikus on ta ohualdis (*Vulnerable*, VU) liik (EELIS *s.a.*). Liik on ohualdis, kui liigil on suur oht välja surra (IUCN 2012). Euroopa Liidu linnudirektiivis kuulub liik I lisasse (EELIS *s.a.*).

Liigi peamiseks ohuteguriks Eestis on elupaikade kadu, mida võivad põhjustada märgalade kuivendamine, niitude seisundi halvenemine ja kinnikasvamine, muutused maakasutuses

ning taimemürgid. Võimalikud ohutegurid on ka varajane luhtade niitmine, vaenlased ja konkurendid, häirimine pesitsusel ning populatsiooni sidususe vähenemine (Luigujõe 2021).

Rohunepi kaitse tegevuskava (2021–2025) seadis lühi-eesmärgiks säilitada hetkeline arvukus 2025. aastani ning järgnevate aastate jooksul suurendada arvukust 100 isaslinnu võrra (Luigujõe 2021).

1.5.4. Ränne

Eestisse saabub rohunepp aprillis. Talvitusaladele lahkuvad augustis isaslinnud ning septembris emas- ja noorlinnud (Luigujõe 2021). Liigi talvitusalad asuvad Aafrika keskosas (joonis 1) (Kuresoo 2018: 204), enamasti Lõuna-Tšaadi ja Kesk-Aafrika märgaladel (Luigujõe 2021).

Rohunepp on pikki distantse läbiv lind (Kuresoo, Luigujõe 2003: 4). Tema lennukiirus on keskmiselt 15–27 m/s (54–97 km/h) (Klaassen *et al.* 2011). Korraga võivad rohunepid lennata keskmiselt 5300 kilomeetrit ja seda 64 tundi järjest. Ühe isendi puhul on registreeritud läbitud vahemaaks 6900 kilomeetrit, mille ta läbis 60 tunniga ning kiirusega 31,9 m/s (114 km/h) (Lindström *et al.* 2015). Rändelendude ajal muudavad rohunepid lennukõrgust – öisel ajal lendavad nepid keskmiselt 2000 meetri kõrgusel, kuid päevasel ajal 4000 meetri kõrgusel merepinnast. Ühe isendi maksimaalseks lennukõrguseks on registreeritud 8077 meetrit. Põhjus, miks rohunepid päevasel ajal kõrgemal lendavad, peitub paremas nähtavuses ning kiskjate ja ülekuumenemise vältimises (Lindström *et al.* 2021).

Lindström *et al.* (2015) Kesk-Rootsi rohuneppide uuringu kohaselt kestab rohunepi ränne pesitsusaladelt talvitusaladele kokku keskmiselt 35 päeva. Euroopas ja Põhja-Aafrikas tehtud vahepeatused kestavad lindudel keskmiselt 19 päeva ning Sahara-taguses Aafrikas 23 päeva (Lindström *et al.* 2015).

Rohunepi rände täpsema uurimisega geolokatsiooni abil alustati 2009. aasta mais Rootsis, kus 10 isaslindu said 1,1 grammi kaaluvad geomärgised (Klaassen *et al.* 2011). Eestis hakati rännet uurima 2012. aastal, kus Alam-Pedja looduskaitsealal pandi samuti kümnele isaslinnule 1,1 grammised geomärgised (Luigujõe 2021).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Rohunepi püügi metoodika ja märgistamine

Rohuneppide püük toimub loorvõrkudega kevadel mängupaikadest. Esmalt märgistatakse ära mängukoht (foto 1) ning õhtu eel valges seatakse üles loorvõrgud. Üles seatud loorvõrgud tõmmatakse üles kokku (foto 2), mis võimaldab lindudel liikuda madallennul oma mänguplatsidele. Õhtu pimenedes kui mänguplatsilt on kuulda juba rohuneppide häälitsusi, tõmmatakse võrgud laiali püügiasendisse. Seejärel oodatakse umbes kuni 30 minutit ning seejärel minnakse mitmekesi mängualale ning hirmutatakse linnud lendu. Võrku lennanud rohunepid harutatakse võrgust välja ning iga lind asetatakse eraldi riidest kotti ning viiakse eemale laagrikohta, kus toimub nende mõõtmine ja märgistamine (fotod 3 ja 4).

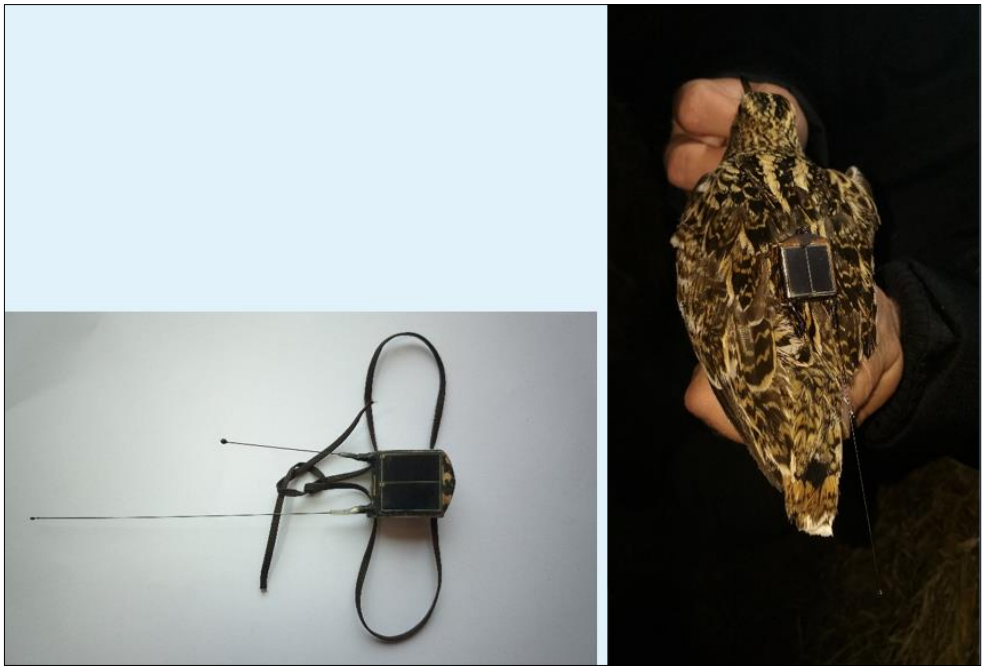
Foto 1. Ettevalmistus rohuneppide püügiks – mängukoha märgistamine. Foto: Leho Luigujõe.

Foto 2. Kokku tõmmatud loorvõrgud on enne rohunepi püügi algust. Foto: Leho Luigujõe.

Kõikidel püütud lindudel mõõdeti noka pikkus, kolju pikkus, jooksme pikkus, tiiva pikkus ning keha kaal. Peale mõõtmist lind rõngastati ja kõige viimasena kinnitati väljavalitud neppidele saatja, misjärel linnud vabastati. Märgistamisel kasutati 5g GPS-GSM tüüpi raadiosaatjaid (tootja Druid Technology Co., LTD, Hiina), mida vahendas firma INTERREX-RINGS Sp. z o.o. (https://interrex-tracking.com/; Poola). Kui saatjad olid valget värvi, siis saatja värvist põhjustatud lisasuremuse vältimiseks värviti need veekindlate tindipliiatsitega kaitsevärvi kirjuks. Saatja kinnitamisel linnule kasutati 2 mm laiusega teflonpaelast jala-silmus rakmeid (ing k *leg-loop harness*, foto 5), mille abil jäi saatja nn seljakoti asendisse (foto 6). Koos rakmetega oli GPS-GSM saatja kaal 5,5 g, mis moodustas 3,2–3,9% märgistatud linnu kehamassist.

Saatjad seati asukohamääranguid võtma 10 minutiliste, 30 minutiliste, 2 tunniste või 6 tunniste intervallidega ning andmete edastus 8 tunniste või 1 ööpäeva intervallidega. Lindudele rakendatud seadmed kogusid järgnevaid andmeid: koordinaadid (pikkus- ja laiuskraad), kõrgus, kiirus, suund, kasutatud satelliitide arv, HDOP (ing k *horizontal dilution of precision,* horisontaalse väärtuse täpsuse näitaja), VDOP (ing k *vertical dilution of precision*, vertikaalse väärtuse täpsuse näitaja), ODBA (ing k *overall dynamic body acceleration*, üldine dünaamiline kehakiirendus), õhutemperatuur, valguse intensiivsus, õhurõhk, seadme pinge.

Fotod 3 ja 4. Rohuneppide märgistamine. Riidest kottides on püütud rohunepid. Fotod: Ivar Ojaste.



Fotod 5 ja 6. Vasakul märgistamiseks valmisseatud jala-silmus rakmetega 5g GPS-GSM saatja (tootja Druid Technology Co., LTD, Hiina) ning paremal saatjaga märgistatud rohunepp. Fotod: Ivar Ojaste.

Antud uuringu läbiviimiseks kasutatakse kolme aasta püügi andmeid. Rohuneppide püügid toimusid üheteistkümnes rohunepi mängus (tabel 1). Püükides osalesid L. Luigujõe, I. Ojaste, J. Elts, K. Adojaan, A. V. Adojaan, O. Lüütsepp, T. Tali, V. Ilves, M. Leinberg, A. Albert, K. Raud, M. Keis, P. Mellov, M. Sepp, K. Kaldma, T. Traagel, A. Traagel.

Tabel 1. 2021–2023. aasta rohuneppide püügi- ja GPS-GSM saatjatega märgistamise andmed.

Märgistamise aeg	Märgistamise koht	Püütud isendite arv	Märgistatud isendite arv
13.05.2021	Altnurga	6	2
19.05.2021	Kelu	5	2
22.05.2021	Kärevere	6	2
30.05.2021	Raana	6	2
03.06.2021	Kolga-Jaani	8	2
24.05.2022	Kärevere	6	4
25.05.2022	Tõramaa	3	3
07.06.2022	Taressaare	5	4
10.06.2022	Valguta	9	2
06.06.2023	Kärevere	11	9
10.06.2023	Altnurga	5	3

2.1.1. Märgistatud isendite andmed

2021–2023. aastatel märgistati GPS-GSM saatjatega kokku 35 rohunepi isendit (2021. a 10 isendit, 2022. a 13 isendit, 2023. a 12 isendit, tabel 1). Nendest 35-st läksid Eestist rändele 30 isendit ehk 86% märgistatutest isendit (2021. a 8 isendit, 2022. a 10 isendit, 2023. a 12 isendit). Sahara-tagustele Aafrika talvitusaladele jõudis 5 isendit ehk 17% märgistatutest (2021. a 2 isendit, 2022. a 2 isendit, 2023. a 1 isend).

Tabel 2. Andmestik 2021–2023. aastal GPS-GSM saatjatega märgistatud rohunepi isendite kohta.

Jrk nr	Saatja ID	Märgistamise aeg	Lahkus mängualalt	Lahkus Eestist	Viimane kontakt	Viimane asukoht	Kontinent
1	7472	13.05.2021	20.06.2021	12.08.2021	15.08.2021	Vahemeri, Itaalia	Euroopa
2	7482	19.05.2021	02.07.2021	28.08.2021	12.09.2021	Itaalia	Euroopa
3	7481	19.05.2021	28.05.2021	12.08.2021	11.08.2022	Eesti	Euroopa
4	7477	22.05.2021	12.06.2021	22.08.2021	24.08.2021	Bulgaaria	Euroopa
5	7447	22.05.2021	14.06.2021	17.07.2021	30.08.2021	Ungari	Euroopa
6	7231	30.05.2021	07.06.2021	19.07.2021	26.08.2021	Ungari	Euroopa
7	7440	30.05.2021	20.06.2021	24.07.2021	17.04.2022	Nigeeria	Aafrika
8	7439	03.06.2021	17.06.2021	20.07.2021	24.08.2021	Itaalia	Euroopa
9	12163	24.05.2022	13.06.2022	30.08.2022	10.09.2022	Poola	Euroopa
10	12240	24.05.2022	25.05.2022	24.08.2022	07.09.2022	Horvaatia	Euroopa
11	11978	24.05.2022	25.06.2022	24.08.2022	01.09.2022	Niger	Aafrika
12	11976	25.05.2022	12.06.2022	03.07.2022	24.08.2022	Itaalia	Euroopa
13	12080	25.05.2022	11.06.2022	29.07-14.08.2022	11.04.2023	Niger	Aafrika
14	12141	07.06.2022	26.06.2022	21.07-02.08.2022	11.08.2022	Valgevene	Euroopa
15	12155	07.06.2022	13.06.2022	21.07.2022	12.08.2022	Itaalia	Euroopa
16	12231	07.06.2022	16.06.2022	20.08.2022	03.09.2022	Leedu	Euroopa
17	11996	07.06.2022	17.06.2022	08.07.2022	15.12.2022	Benin	Aafrika
18	12596	10.06.2022	25.06.2022	07.08.2022	10.09.2022	Poola	Euroopa
19	65774	06.06.2023	26.06.2023	10.08.2023	06.09.2023	Itaalia	Euroopa
20	65765	06.06.2023	14.07.2023	teadmata	12.08.2023	Rumeenia	Euroopa
21	65793	06.06.2023	14.06.2023	22.07.2023	14.08.2023	Montenegro	Euroopa
22	65794	06.06.2023	22.06.2023	11.08.2023	13.08.2023	Joonia meri, Kreeka	Euroopa
23	65761	06.06.2023	02.07.2023	10.08.2023	12.08.2023	Bulgaaria	Euroopa
24	65762	06.06.2023	18.06.2023	06.08.2023	18.08.2023	Tšaad	Aafrika
25	65799	06.06.2023	14.06.2023	12.08.2023	15.08.2023	Alžeeria	Aafrika
26	65777	06.06.2023	09.06.2023	11.08.2023	13.08.2023	Tuneesia	Aafrika
27	65789	06.06.2023	16.08.2023	17.08.2023	06.09.2023	Alžeeria	Aafrika
28	65801	10.06.2023	13.08.2023	14.08.2023	06.09.2023	Ungari	Euroopa
29	65802	10.06.2023	12.06.2023	06.08.2023	01.05.2024	Tuneesia	Aafrika
30	65786	10.06.2023	11.06.2023	21.07.2023	20.08.2023	Alžeeria	Aafrika

2.2. Statistiline analüüs

Statistiline analüüs viidi läbi tarkvaraprogrammis RStudio (versioon 4.6.0). Fenoloogiliste protsesside kirjeldamiseks modelleeriti rohunepi mängualalt lahkumise, toitumisaladel viibimise ja kaugrändele lahkumise dünaamika üldistatud aditiivsete mudelitega (GAM, *Generalized Additive Models*), kasutades binoomjaotust logit-seosefunktsiooniga. Analüüs põhines isendipäeva andmestikul, kus iga isendi iga päeva seisund klassifitseeriti ühte kolmest kategooriast: (1) mängualalt lahkumine, (2) toitumisaladel viibimine või (3) kaugrändele lahkumine. Päevapõhiselt arvutati iga seisundi osakaal kõigi jälgitavate isendite suhtes. Mängualalt lahkumise ja kaugrändele lahkumise osakaalud modelleeriti eraldi GAM-mudelitega, kasutades silumisfunktsiooni sõltuvusega päevast aastas (DOY, *day of year*). Toitumisaladel viibimise osakaal arvutati kui ülejäänud osa kogu populatsioonist (1 − mängualal viibijad − kaugrändel olevad isendid).

Mudelite põhjal koostati päevapõhised ennustused fenoloogiliste protsesside kirjeldamiseks. Iga protsessi puhul määrati 5%, 25%, 50%, 75% ja 95% lävendkuupäevad. Neid kasutati vastavalt protsessi alguse, keskse perioodi alguse, mediaani, keskse perioodi lõpu ja protsessi lõpu kirjeldamiseks. Lisaks arvutati kogu protsessi kestus (5%–95%) ning keskse protsessi kestus (25%–75%). Kõik kuupäevad esitati kalendripäevadena. Toitumisaladel viibimise stabiilse perioodi kirjeldamiseks määratleti nn platoo-periood ajavahemikuna, mil vähemalt 90% mudeldatud isenditest viibis toitumisaladel. Selle perioodi puhul hinnati algus- ja lõppkuupäeva ning kestust päevades.

Peatusalade analüüs põhineb sügisrände peatusalade andmestikul. Iga peatusala pindala kasutati pindalalise jaotuse analüüsimiseks. Isendite ruumilist kasutust kirjeldati peatusalade arvu ja nende kogupindala kaudu. Selleks agregeeriti andmed isendi tasemele ning seost nende kahe tunnuse vahel hinnati lineaarse regressioonimudeliga. Peatusalade kaugused mängukohast arvutati geodeetilise kaugusena *Haversine* valemi alusel peatusala keskpunkti ja mänguala koordinaatide vahel. Lisaks arvutati peatusalade omavahelised kaugused kõikide peatusalade keskpunktide vahel, kasutades samuti *Haversine* kaugust, mille tulemuseks oli kõigi peatusalade kauguste maatriks. Peatusalade omavaheliste kauguste seoseid geograafilise asukohaga hinnati lineaarse regressioonimudeliga. Peatusalade keskpunkti laiuskraadide abil arvutati iga peatusalapaari laiuskraadide erinevus, kus sõltuvaks muutujaks oli geodeetiline kaugus ja selgitavateks muutujateks mõlema peatusala laiuskraad. Peatuste kasutusaktiivsust hinnati isendipõhiselt, summeerides peatusalade arvukuse ja peatumisaja iga isendi kohta. Andmete töötlemiseks kasutati R-paketti *dplyr* ning geograafiliste kauguste arvutamiseks *geosphere*.

Kaugrände lennukõrguse ja liikumiskiiruse indiviididevaheliste erinevuste analüüsimiseks kasutati ainult nende viie isendi (saatja ID 7440, 7481, 11996, 12080 ja 65802) andmeid, kelle kaugrände algus ja talvitusalale jõudmise aeg olid täpselt teada. Kaugrände lennukõrguse ja liikumiskiiruse indiviidide vaheliste erinevuste hindamiseks kasutati analüüsiüksusena linnu ja 1° laiuskraadivahemiku (vastab põhja–lõuna suunas ligikaudu 111 km laiustele vööndidele) kombinatsiooni. Iga laiuskraadivahemiku kohta arvutati lennukõrguse ja liikumiskiiruse mediaanväärtused, alumine ja ülemine kvartiil ning punktide arv kasutades üksnes aktiivse lennu vahemikke, kus mediaanne kiirus oli vähemalt 8 m/s. Selline lävend vähendas peatumise, maandumise ja talvitusalale jõudmisega seotud väga madalate kiiruste mõju lennustrateegia tõlgendamisele.

Kuna rohunepi lennukõrgus võib ööpäevaselt oluliselt muutuda (Lindström *et al.* 2021), määrati igale GPS-punktile ööpäevane faas päikese kõrguse järgi. Päevaks loeti punktid, mille korral päikese kõrgus oli üle 0°, ööks punktid, mille korral päikese kõrgus oli kuni −6°, ning hämarikuks punktid vahemikus −6° kuni 0°. Päikese kõrgus arvutati iga GPS-punkti aja, laiuskraadi ja pikkuskraadi põhjal R-paketi *suncalc* funktsiooniga *getSunlightPosition*(). Seejärel koostati täiendav kokkuvõte tasemel lind × 1° laiuskraadivahemik × ööpäevane faas. Mudelitesse jäi 138 linnu × 1° laiuskraadivahemik × 148 ööpäevase faasi vaatlust, millest 88 kuulus päevasesse, 48 öisesse ja ainult 2 hämarikufaasi. Kuna hämariku vaatlusi oli vähe, siis tugineb analüüs peamiselt päeva ja öö võrdlusele.

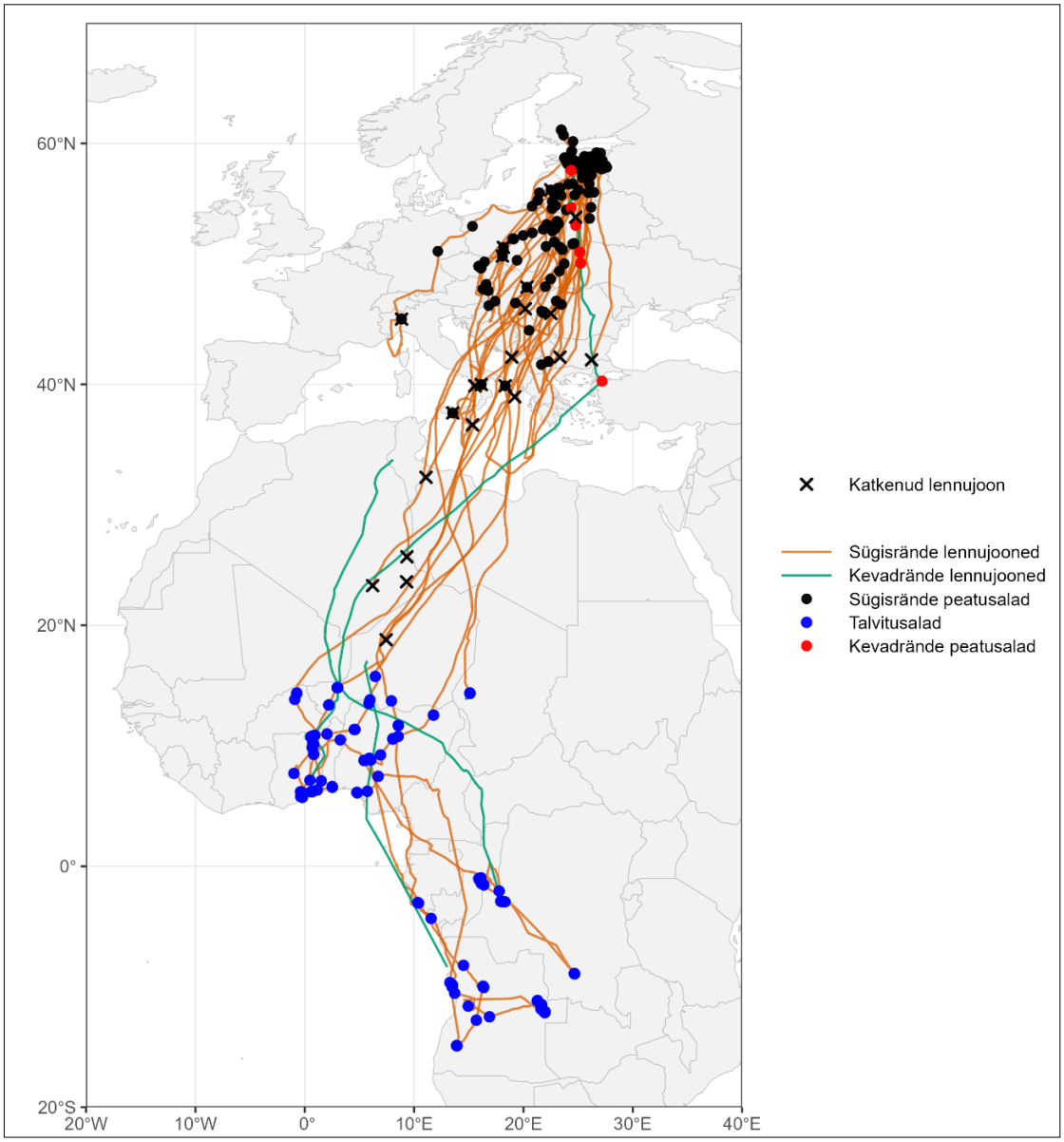
Statistiliseks analüüsiks kasutati üldistatud aditiivseid mudeleid (GAM), mis sobitati R-paketi *mgcv* funktsiooniga *gam*(). Lennukõrguse mudelites oli vastustunnuseks iga linnu ja 1° laiuskraadivahemiku kohta arvutatud mediaanne lennukõrgus, mis enne mudeldamist teisendati kujule *ln(kõrgus + 1)*. Logaritmilist teisendust kasutati selleks, et vähendada väga suurte kõrgusväärtuste mõju mudelile. Selgitavate tunnustena kasutati laiuskraadi silutud mõju, ööpäevast faasi, mediaanset kiirust ning indiviidi mõju. Liikumiskiiruse mudelites oli vastustunnuseks 1° laiuskraadivahemiku mediaanne kiirus ning selgitavate tunnustena kasutati laiuskraadi silutud mõju, ööpäevast faasi, *log1p*-teisendatud lennukõrgust ja linnu mõju.

Indiviididevahelise erinevuse hindamiseks võrreldi kolme tüüpi mudeleid: 1) ühine laiuskraadiline kõver kõigile lindudele, 2) ühine laiuskraadiline kõver koos linnu keskmise mõjuga ning 3) isendispetsiifiliste laiuskraadikõveratega mudel. Mudeleid võrreldi AIC, ΔAIC, mudeli poolt seletatud hälbimuse ja korrigeeritud R^2 põhjal. Mudelid sobitati suurima tõepära meetodil (*maximum likelihood*, ML), sest AIC põhineb mudeli tõepäral ning sama sobitusmeetodi kasutamine võimaldab võrrelda erineva keerukusega mudeleid. Mudelit tõlgendati parimana, kui selle AIC oli madalaim; $\Delta AIC < 2$ korral käsitleti mudeleid praktiliselt sarnase toetusega.

Kuna analüüs põhines vaid viiel isendil ja sama linnu järjestikused laiuskraadivahemikud ei ole täielikult sõltumatud, käsitleti mudelivõrdlust eelkõige uuritud isendite lennuprofiilide kirjeldava võrdlusena, loobudes populatsiooniülestest üldistustest.

3. TULEMUSED

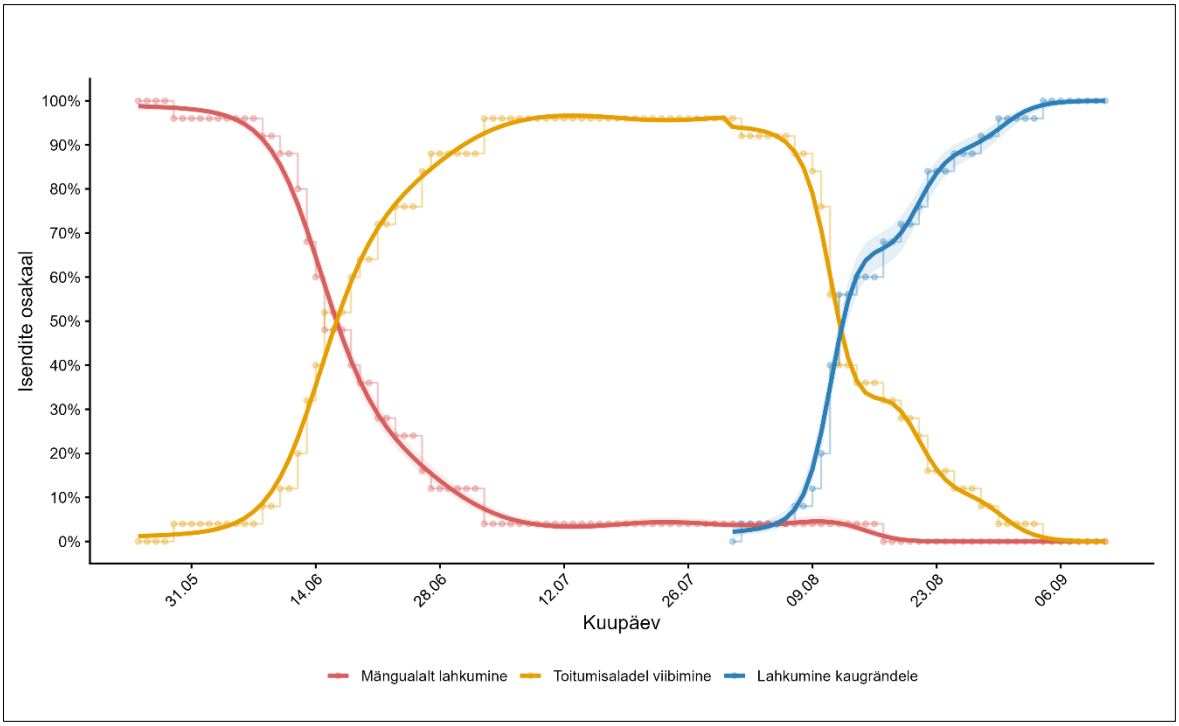
Aastatel 2021–2023 Eestis märgistatud rohuneppide (N=30) rändesuund on lõuna-edel (joonis 2). Üks Matsalu rahvuspargis märgistatud isend liikus 28. mai Soome ning veetis seal kogu suve. Ta lahkus Soomest 15. juuli ja tegi Eestis pikema peatuse 19. juuli–12. august Pärnu rannaniidul. Lennujoone katkemine (joonis 2) võib tähendada kas isendi hukku (n=6) või saatja tühjenemist või tehnilist riket (n=16). Vaatamata sellele, et kolmelt linnult laekus andmeid ka kevadise rände kohta, kasutatakse uuringus ainult sügisrände andmeid.



Joonis 2. Ülevaade Eestis märgistatud rohuneppide (N=30) peatusaladest, rändeteedest ja talvitusaladest.

3.1. Fenoloogia

GAM-kõvera põhjal toimus rohunepi isendite mängualalt lahkumine kiiresti: GAM-mudeli järgi 6.06–6.07, s.o 31 päeva, kus keskne lahkumisperiood (s.o 25–75% isenditest) kestis 12.06–22.06, s.t vaid 11 päeva. Mediaanne lahkumise kuupäev oli 16.06. Pärast mängualalt lahkumist suurenes kiiresti toitumisaladel viibivate isendite osakaal, saavutades maksimumi 13. juulil, mil hinnanguliselt viibis seal kuni 96.6% isenditest. Platoo, kus vähemalt 90% isenditest viibis toitumisaladel, kestis 1.07–6.08 ehk 37 päeva. See viitab ajutisele koondumisele toitumisaladele enne kaugrände algust. Mudel näitab selget ja järjestikust üleminekut: esmalt toimub kiire mängualalt lahkumine, millele järgneb ajutine viibimine toitumisaladel ning seejärel järkjärguline lahkumine kaugrändele (joonis 3).

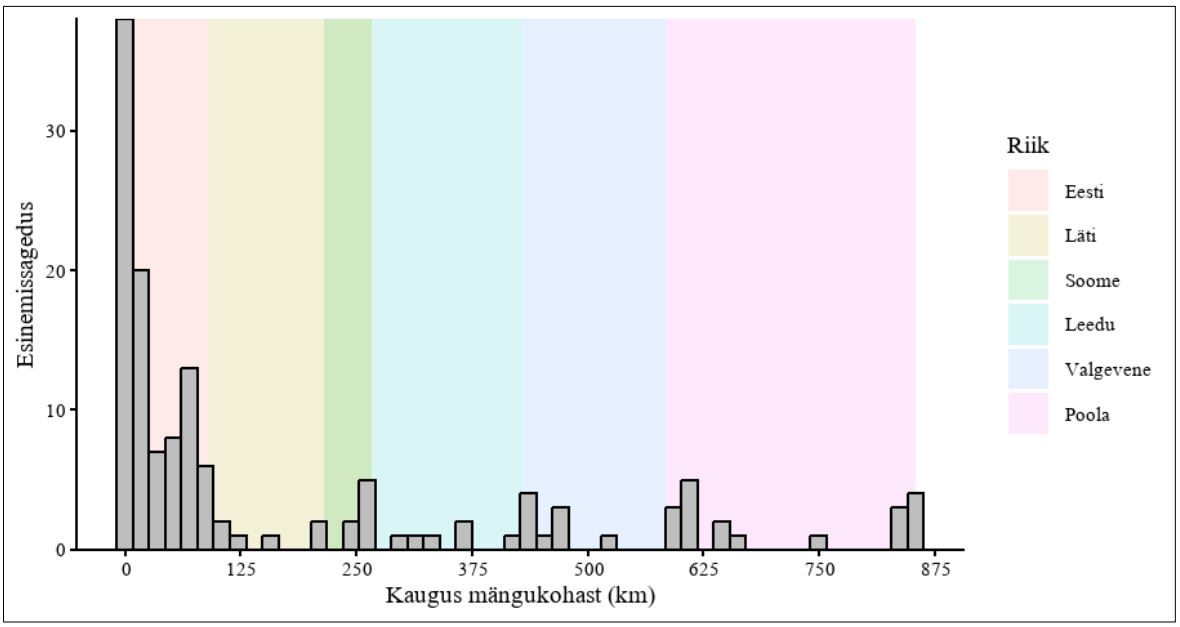


Joonis 3. Rohunepi isaslindude (N = 28) kolme seisundi (mängualalt lahkumine, toitumisaladel viibimine, kaugrändele lahkumine) dünaamika 2021–2023. aasta ühendatud andmete põhjal. Punktid ja astmeline joon näitavad kui suur osa jälgitud isenditest oli vastaval kuupäeval vastavas seisundis aktiivne. Punane ja sinine joon kujutavad üledispersiooni arvestava binomiaalse üldistatud aditiivse mudeli (GAM) põhjal hinnatud silutud kõverat ning kollane nende täiendina arvutatud osakaalu. Nii mängualalt lahkumise kui ka kaugrändele lahkumise mudelid kirjeldasid andmeid väga hästi (vastavalt edf = 7.78, $F = 469.3$, $p < 0.001$, seletatud hälve 99.3%, korrigeeritud $R^2 = 0.997$ ning edf = 6.86, $F = 147.0$, $p < 0.001$, seletatud hälve 99.0%, korrigeeritud $R^2 = 0.994$).

Kaugrändele lahkumine algab 6.08, mediaanne lahkumise kuupäev oli 12.08 ning protsess lõppes 31.08. Kogu protsess kestis 26 päeva, kus keskne 25–75% lahkumisaken oli 10.08-21.08 ehk 12 päeva. Keskmine isend lahkus mängualalt 16.06 ning lahkus kaugrändele 58 päeva hiljem, 12.08.

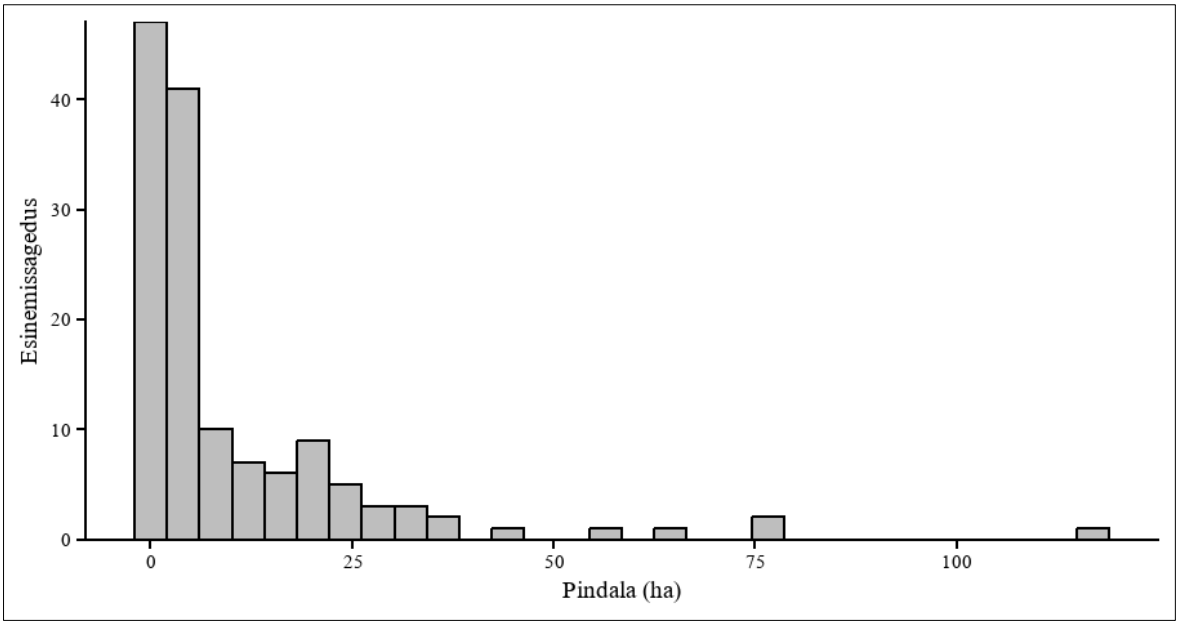
3.2. Peatusalad

Rohuneppide sügisrände käigus, s.t enne kaugrändele asumist, peatuti kokku 139 peatusalal. Peatusalade kaugused mängukohtadest varieerusid 0,20 kilomeetrist kuni 854,05 kilomeetrini. Keskmine kaugus oli 179,21 kilomeetrit (SD = 251,1 km) ja mediaankaugus oli 50,24 kilomeetrit, viidates positiivsele asümmeetriale, mis näitab, et enamik peatusalasid paiknes mängukohale lähedal, kuid esines ka mängukohtadest väga kaugeid peatusi (joonis 4).



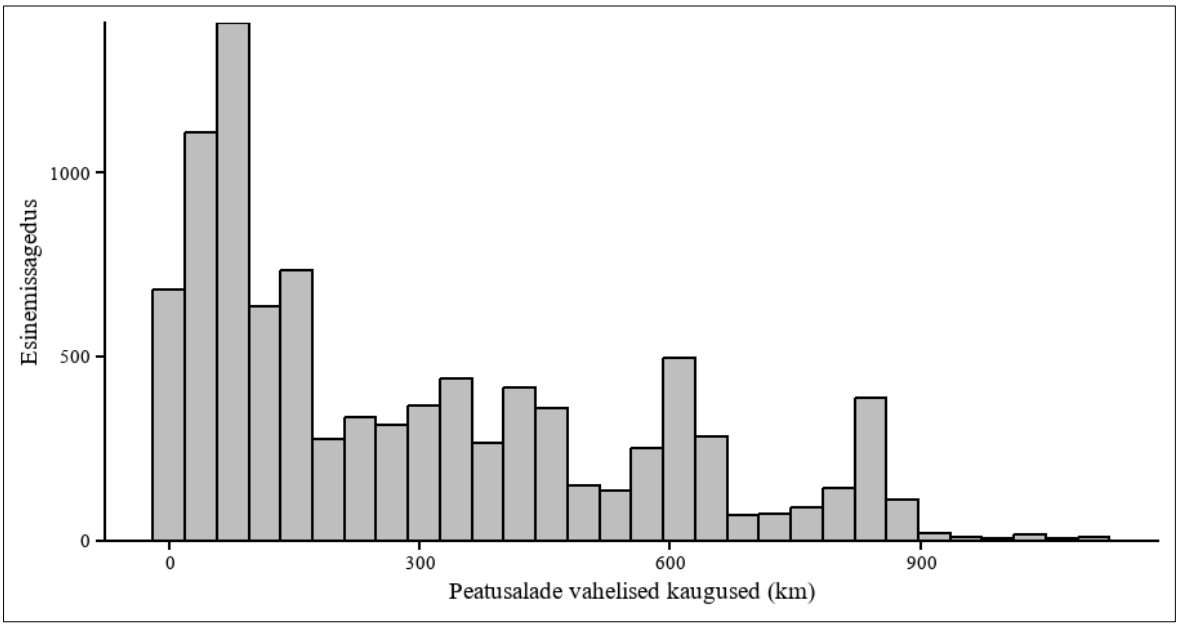
Joonis 4. Rohuneppide sügisrände peatusalade kaugused linnu mängukohast.

Peatusalade pindalad varieerusid 0,04 hektarist kuni 116,86 hektarini. Keskmine pindala oli 10,47 hektarit (SD = 16,73 ha) ning mediaanpindala oli 4,18 hektarit, viidates positiivsele asümmeetriale, kus enamik peatusalasid olid väiksed, kuid esines ka märkimisväärselt suuremaid alasid (joonis 5).



Joonis 5. Rohuneppide sügisrände peatusalade pindalaline jaotus perioodil 2021-2023.

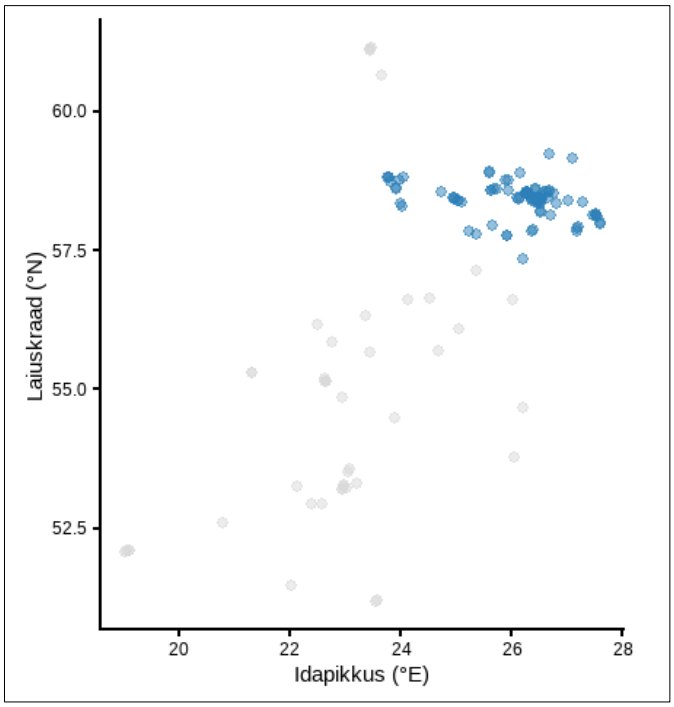
Lindude sügisrände peatusalade omavahelised kaugused varieerusid 0,04 kilomeetrist kuni 1107 kilomeetrini, keskmine oli 292 kilomeetrit (SD = 258 km) ning mediaankaugus oli 206 kilomeetrit, viidates positiivsele asümmeetriale, kus esines aeg-ajalt ka väga pikki vahemaid peatusalade vahel (joonis 6).



Joonis 6. Rohuneppide sügisrände peatusalade omavahelised kaugused (N = 9591).

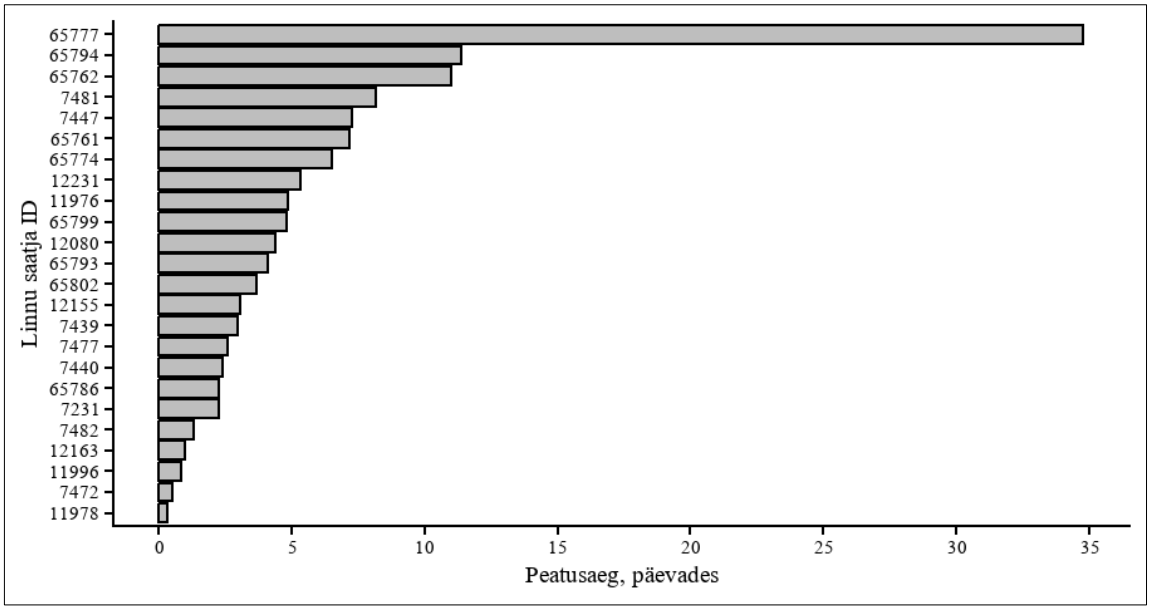
Lineaarse regressioonianalüüsi tulemused näitasid, et sügispeatusalade paaridevahelised kaugused olid statistiliselt seotud mõlema peatusala laiuskraadiga (*center_lat1* ja

center_lat2; $p < 0{,}001$). Regressioonimudel selgitas 42,6% kauguste varieeruvusest (R^2 = 0,426). Negatiivsed regressioonikordajad viitasid sellele, et kõrgematel laiuskraadidel (s.t Eestis ja Põhja-Lätis) paiknevad peatusalad on keskmiselt väiksemate omavaheliste kaugustega (joonis 7).



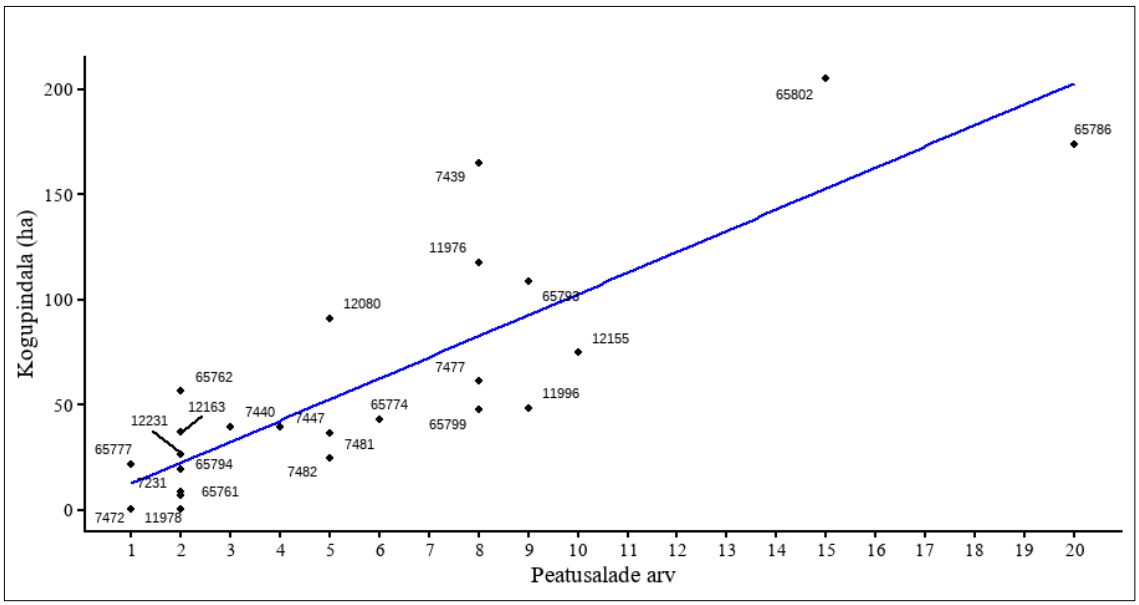
Joonis 7. Rohuneppide sügisrände peatusalade jaotus laiuskraadi ja idapikkuste järgi. Sinised tähistavad Eestis ja Põhja-Lätis (57.3°N–59.5°N ja 21.5°E–28.1°E) asuvaid peatusalasid, halliga alast väljaspool.

Isendipõhiselt varieerusid linnu kõigi peatuste kogukestused 0,507 päevast 55,3 päevani, olles keskmiselt 23 päeva (SD = 15,9 päeva). Ühe peatuse kestus oli 0,32–34,8 päeva, keskmine oli 5,53 päeva (SD = 6,93 päeva). Selgelt eristub üks isend (saatja ID 65777), kelle keskmine peatusaja kestus erines teiste kasutusaegadest märkimisväärselt (joonis 8).



Joonis 8. Rohuneppide sügisrände ühe peatusala kasutusajad isendipõhiselt.

Lindude poolt kasutati 1-20 peatusala, keskmine peatusalade arv oli 5,79 (SD = 4,68) ning mediaanväärtus 5. Peatusalade kogupindala (kõik peatusalade pindalad liidetuna) linnu kohta oli 0,26–204,86 hektarit. Keskmine kogupindala oli 60,66 hektarit (SD = 56,05 ha) ja mediaankogupindala oli 41,38 hektarit. Peatusalade arvu ja kogupindala vahelise seose lineaarne regressioonianalüüs näitas mõõdukat kuni tugevat positiivset seost (R^2 = 0,699), mis tähendab, et peatusalade arvu suurenedes suureneb ka kogupindala (joonis 9).



Joonis 9. Rohuneppide isenditepõhised peatusalade arvud ja peatusalade kogupindala seos (R^2 = 0,699).

3.3. Kaugränne

Euroopast Sahara-tagusesse Aafrika talvitusalale jõudnud viie isendi rändelend toimus pika, kiire ja kõrge rändelennuna (tabel 3). Rändelend algas keskmiselt 14. augustil (SD = 12,5 päeva, mediaan 12.08), kell 19:08 (UTC, SD = 0,96 h, mediaan 18:57). Sahara-tagusele talvitusala piirkonda saabuti keskmiselt 18. august (SD = 12,4 päeva, mediaan 15.08) kell 9:50 (UTC, SD = 6.05 h, mediaan 8:16). Rändelennu kestus varieerus 56 tunnist (2,33 päeva) 109,3 tunnini (4,55 päeva). Keskmine oli 76,94 tundi (3,21 päeva) (SD = 20,83 h, 0,87 päeva) ning mediaan 71,5 tundi (2,98 päeva). Rändelennu kogudistants varieerus 4812,3 kilomeetrist 5564,6 kilomeetrini. Keskmine oli 5199,62 kilomeetrit (SD = 303,9 km) ning mediaan 5268,5 kilomeetrit. Rändelennu kiirus varieerus 49,2 km/h (13,67 m/s) kuni 88,8 km/h (24,67 m/s). Keskmine oli 70,76 km/h (19,66 m/s) (SD = 15,21 km/h ehk 4,23 m/s) ning mediaan 75,3 km/h (20,92 m/s). Rändelennu kõrgus varieerus 2351,6 meetrist 4041,8 meetrini. Keskmine oli 3395,3 meetrit (SD = 683 m) ning mediaan 3701,2 meetrit.

Tabel 3. Sahara-tagusesse Aafrika talvitusalale jõudnud isendite kaugrände lennu andmed.

Linnu saatja ID	Kaugrände algus, UTC	Kaugrände lõpp, UTC	Rändelennu kestus, h	Rändelennu kogudistants, km	Rändelennu kiirus, km/h	Keskmine rände kõrgus, m
7440	11.08.2021 19:57	15.08.2021 07:57	84	5268.5	62.7	3079.9
7481	12.08.2021 18:57	15.08.2021 18:27	71.5	5564.6	77.8	2351.6
11996	01.08.2022 20:32	04.08.2022 12:24	63.9	4812.3	75.3	3802.2
12080	14.08.2022 18:56	19.08.2022 08:16	109.3	5376.8	49.2	3701.2
65802	04.09.2023 18:05	07.09.2023 02:06	56	4975.9	88.8	4041.8

Öö ja päeva vahelised liikumise erinevused varieerusid isendipõhiselt nii lennukõrguse kui ka liikumiskiiruse osas (tabel 4, joonis 10). Lennukõrguse öised ja päevased erinevused olid suured, varieerudes 1748 meetrist kuni 2678 meetrini. Keskmine erinevus oli 2138 meetrit (SD = 369 m). Päevane lennukõrgus varieerus 2439 meetrist 4100 meetrini (keskmine 3609 m, SD = 642 m) ning öine lennukõrgus 745 meetrist 1975 meetrini (keskmine 1471 m, SD = 490 m). Lennukiiruse öised ja päevased erinevused olid väiksemad, varieerudes -1.4 m/s kuni 4 m/s. Keskmine erinevus oli 1,7 m/s (SD = 2,3 m/s). Päevane kiirus varieerus 19,8-24,8 m/s (keskmine 22 m/s, SD = 2,1 m/s) ning öine 18,2 m/s kuni 24,3 m/s (keskmine 20,3 m/s, SD = 2,6 m/s).

Tabel 4. Kirjeldavad mediaanid päeva ja öö kaupa. Väärtused on arvutatud 1° laiuskraadivahemike mediaanide põhjal.

Lind	Öö/päev bin'e	Öine kõrgus, m	Päevane kõrgus, m	Päev–öö kõrgus, m	Öine kiirus, m/s	Päevane kiirus, m/s	Päev–öö kiirus, m/s
7440	2 / 13	1834	3688	1855	24,3	24,8	0,4
7481	14 / 20	745	2493	1748	21,3	19,9	-1,4
11996	10 / 23	1539	3825	2286	18,2	19,8	1,6
12080	14 / 22	1261	3939	2678	18,4	22,4	4
65802	12 / 17	1975	4100	2125	19,1	23,1	4

Lennukõrguse puhul selgus, et ainult laiuskraad ei kirjeldanud kõrguse muutumist piisavalt hästi. Ainult laiuskraadil põhinev mudel seletas 30,9% lennukõrguse varieeruvusest, kuid ööpäevase faasi lisamisel suurenes seletatud hälbimus 61,1%-ni (tabel 5). See näitab, et lennukõrgus sõltus tugevalt sellest, kas lind lendas päeval või öösel. Mudeli järgi oli päevane lennukõrgus ligikaudu 2,8 korda suurem kui öine lennukõrgus. Sama muster oli näha ka kirjeldavates andmetes: kõigil viiel linnul oli päevane mediaankõrgus öisest kõrgem ning erinevus jäi ligikaudu 1,7–2,7 km vahemikku (tabel 4).

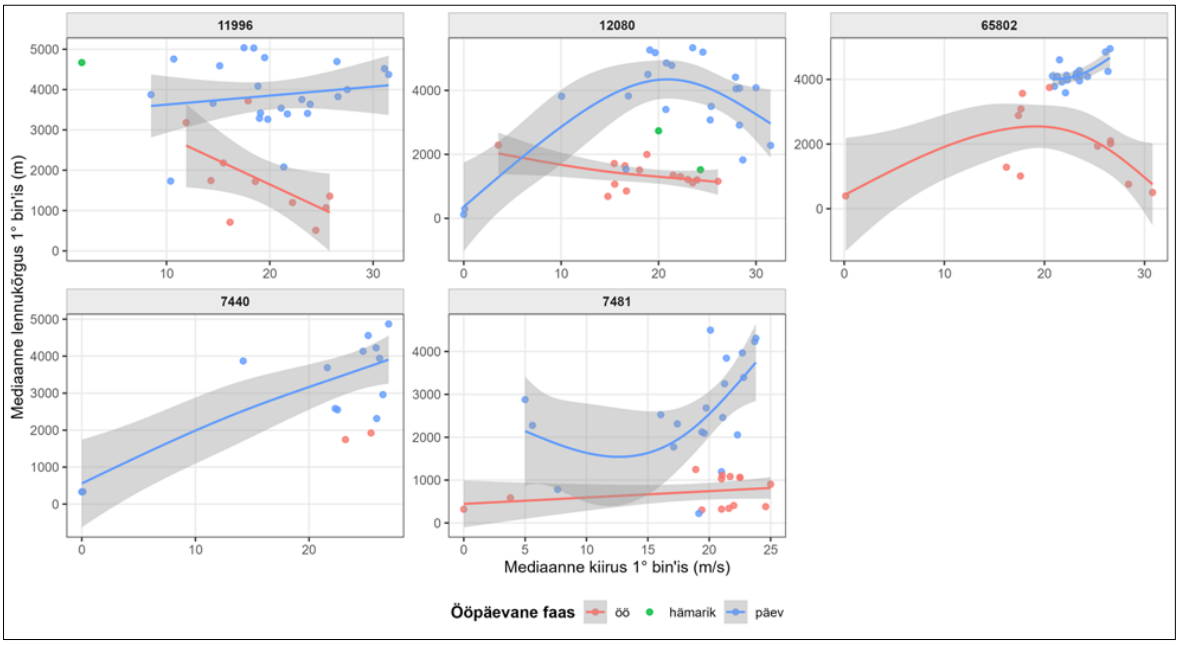
Lennukõrguse mudelite võrdluses oli kõige madalama AIC väärtusega mudel see, kus igal linnul võis olla oma laiuskraadiline kõrgusprofiil. Selle mudeli eelis lihtsama mudeli ees oli aga väga väike (ΔAIC = 0,9). See tähendab, et lennukõrguse puhul ei saa kindlalt väita, et igal linnul oleks olnud selgelt erineva kujuga kõrgusprofiil. Pigem näitavad tulemused, et lennukõrgust mõjutas peamiselt päeva ja öö erinevus ning osaliselt ka see, et mõned linnud lendasid keskmiselt kõrgemal või madalamal kui teised. Liikumiskiirus ei parandanud lennukõrguse mudelit, mistõttu ei olnud kiirus selles analüüsis oluline lennukõrguse seletaja (tabel 5).

Liikumiskiiruse puhul oli tulemus teistsugune. Ööpäevase faasi lisamine ei parandanud kiiruse mudelit märgatavalt: ainult laiuskraadil põhinev mudel seletas 20,5% kiiruse varieeruvusest ning laiuskraadi ja ööpäevase faasi mudel 21,9%. Ka lennukõrguse lisamine ei parandanud kiiruse mudelit. Kõige paremini kirjeldas kiirust mudel, kus igal linnul võis olla oma laiuskraadiline kiirusprofiil. See mudel seletas 40,7% kiiruse varieeruvusest ja oli AIC järgi selgelt parem kui lihtsamad mudelid (tabel 5).

Tabel 5. Päeva/öö/hämariku ning kõrguse või kiiruse koosmõju arvestavad GAM-mudelid. Mudelid on järjestatud AIC järgi vastustunnuse piires. Kõrguse mudelis kasutati *log1p*-teisendatud 1° vahemiku mediaanset lennukõrgust; kiiruse mudelis kasutati 1° vahemiku mediaanset kiirust. "Seletatud dev." tähendab mudeli seletatud hajuvuse protsenti.

Vastustunnus	Mudel	AIC	ΔAIC	Seletatud dev. (%)	adj. R^2	Hinnang
Kõrgus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kiirus + isendispetsiifilised laiuskraadikõverad	172	0	64,7	0,627	Parim mudel
Kõrgus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kiirus + isendi keskmine mõju	172,9	0,9	64,6	0,624	Sarnane tugi
Kõrgus	Laiuskraad + ööpäevane faas	183,7	11,8	61,1	0,591	
Kõrgus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kiirus	185,7	13,8	61,1	0,588	
Kõrgus	Laiuskraad	259	87	30,9	0,284	
Kiirus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kõrgus + isendispetsiifilised laiuskraadikõverad	763,5	0	40,7	0,341	Parim mudel
Kiirus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kõrgus + linnu keskmine mõju	774,6	11,1	32,3	0,266	
Kiirus	Laiuskraad	782,2	18,7	20,5	0,186	
Kiirus	Laiuskraad + ööpäevane faas	783,9	20,4	21,9	0,188	
Kiirus	Laiuskraad + ööpäevane faas + kõrgus	785,8	22,3	21,9	0,182	

Seega ilmnesid uuritud viie linnu vahel erinevused nii lennukõrguse kui ka liikumiskiiruse profiilides (joonis 10), kuid nende tähendus oli erinev. Lennukõrguse puhul oli kõige olulisemaks seletajaks ööpäevane faas: päeval lendasid linnud selgelt kõrgemal kui öösel. Pärast selle mõju arvestamist jäi lindudevaheline erinevus alles pigem keskmise lennukõrguse erinevusena. Liikumiskiiruse puhul jäi isenditevaheline erinevus selgemalt alles ka pärast ööpäevase faasi ja lennukõrguse arvestamist. See viitab sellele, et uuritud lindude kaugrände kiirusprofiilid erinesid laiuskraadide lõikes.



Joonis 10. GAM-mudeliga hinnatud rohunepi kaugrände lennukõrguse/liikumiskiiruse muutumine laiuskraadi suhtes**.** Jooned tähistavad mudeli prognoositud väärtusi ning varjutatud alad 95% usaldusvahemikke. Mudel põhineb 1° laiuskraadivahemikesse koondatud mediaanväärtustel. Analüüsiüksus = lind x 1° laiuskraadivahemik x öö/päev/hämarik.

ARUTELU

Käesoleva uuringu tulemused täiendavad teadmisi Eesti rohunepi populatsiooni rände ajastusest, peatusalade kasutusest ja kaugrände käitumisest. Peatusalade kasutuse ja rändekäitumise mõistmine on oluline kaitse ja elupaikade majandamise seisukohalt (Schuster *et al.* 2019). Tulemused näitavad, et uuritud populatsiooni rändekäitumine on nii sarnane kui ka erinev varasemalt uuritud Rootsi ja Venemaa populatsioonidega, mis viitab piirkondlikele erinevustele rände ajastuses ja rändestrateegiates (Sviridova *et al.* 2025; Lindström *et al.* 2015; Lindström *et al.* 2021).

Sviridova *et al.* (2025) uuringus lahkusid Euroopa Venemaa-osa rohunepid mängualadelt keskmiselt 21. juuli ning Lindström *et al.* (2015) Kesk-Rootsi rohuneppide uuringus 9. augustil, kuid Eestis läbiviidud uuringus oli lahkumine palju varasem (16. juuni). Rootsi neppide hilisem lahkumine on tõenäoliselt seotud geograafilise asukoha erinevusega, sest põhjapoolsematel populatsioonidel on rändetsükli iga etapp hilisem kui lõunapoolsetel populatsioonidel (Briedis *et al.* 2016). Rootsi uuringuala asub antud uuringu omast üle 500 kilomeetri põhjapool. Erinevus antud uuringu ja Sviridova *et al.* (2025) uuringus võib olla seletatav mitmest tegurist. Siin uuringus olid vaid isaslinnud, kuid Sviridova *et al.* (2025) uuringus olid sees ka emaslinnud, mis võib eduka pesitsuse korral põhjustada keskmise lahkumise hilisemaks lükkamist (Newton 2011).

Rohunepi rände peatusalade pindalalisi suurusi ei ole varasemalt uuritud. Käesolevas uuringus analüüsitud peatusalade pindalad võisid oleneda ka sellest, mitu isendit seda kasutas. Enamus peatusalasid (78%) oli kasutuses vaid ühe isendi poolt, kuid leidus ka alasid, mida kasutasid kaks kuni viis isendit. Üldiselt olid väiksema pindalaga peatusalad kasutuses ühe isendi poolt, samas kui suuremad alad olid sagedamini jagatud mitme isendi vahel. Siiski esines ka erandeid, kus suure pindalaga peatusala kasutas ainult üks isend – näiteks suurim peatusala (116 ha) oli ühe isendi kasutuses. Peatusalade ruumiline kasutus sõltub toidu kättesaadavusest, kisklusest, konkurentsis ressursside üle ja ilmastikutingimustest (Liu, Swanson 2015). Väiksemad peatusalad võivad viidata sellele, et piisavad ressursid on koondunud väiksemale alale.

Ühel uuritud rohunepil oli ühel peatusalal viibitud aeg teistest märkimisväärselt pikem, mis võib viidata peatusala headele toiduressurssidele, ebasoodsatele ilmastikutingimustele või linnu ebapiisavatele energiavarudele (Goymann *et al.* 2010; Schmaljohann *et al.* 2022). Rohuneppide peatuste kogukestus oli keskmiselt 23 päeva ning ühe peatusala keskmine kestus 5,53 päeva. Uuringu tulemused sarnanevad Lindström *et al.* (2015) rohuneppide tulemusele, kus peatuste kogukestused olid keskmiselt 18,7 päeva, ning Sviridova *et al.* (2025) uuringuga, kus peatuste kogukestused olid keskmiselt 20,7 päeva ning ühe peatuse kestus keskmiselt 6,8 päeva. Antud uuringu tulemused näitavad, et isendite seas leidus energia minimeerimise strateegiat. Keskmine peatusalade arv oli isenditel 6, kuid leidus isendeid, kes kasutasid keskmisest rohkem peatusalasid. See võib viidata sellele, et mõned isendid eelistasid sagedamaid peatusi energiakulu vähendamiseks (Hedenström, Alerstam 1997).

Rändelend Euroopast Sahara-tagusesse Aafrikasse algas antud uuringus keskmiselt 14. augustil, Sviridova *et al.* (2025) Vene uuringus 16. augustil ning Lindström *et al.* (2021) Rootsi uuringus 24. augustil. Linnu saabusid talvitusaladele vastavalt 18. augustil, 19. augustil ja 27. augustil (Sviridova *et al.* 2025; Lindström *et al.* 2021). Rootsi rohuneppide hilisem rändealgus on jällegi põhjendatav geograafilise asukoha erinevusega. Rootsi uuringuga sarnanes aga lennustardi aeg – nende uuringus oli keskmine start kell 19:04 (Lindström *et al.* 2021), antud uuringus kell 19:08.

Rohuneppide kaugrände lennu keskmised näitajad Euroopast Sahara-tagusesse Aafrikasse erinevad kolme uuringu vahel – Rootsi rohuneppide lend kestis keskmiselt 53,7 tundi ja kiirusel 25,1 m/s (Lindström *et al.* 2015), Vene rohuneppidel 3–4 päeva (72-96 tundi) ja kiirusel 18,1 m/s (Sviridova *et al.* 2025) ning antud uuringu rohunepid 76,9 tunni ja kiirusel 19,7 m/s. Erinevused rändelendude keskmises kestuses ja kiiruses kolme uuringu vahel võivad olla seletatavad tuuleoludega. Rootsi uuringus võisid soodsamad tuuletingimused võimaldada lindudele kiiremat lendu ja seega ka lühemat lendu (Lindström *et al.* 2015), samuti võivad erinevused tuleneda erinevatest lennudistantsidest.

Antud uuringu rohuneppide kaugrände keskmine lennukõrgus (öö+päeva keskmine) oli 3395 meetrit, Lindström *et al.* (2021) Rootsi rohuneppide uuringus oli see 3348 meetrit, mis tähendab, et kahe uuringu keskmised on üsna sarnased. Suuremad erinevused on aga öistes ja päevastes keskmistes. Selles uuringus oli keskmine päevane lennukõrgus 3609 meetrit ning öine 1471 meetrit, Lindström *et al.* (2021) uuringus oli päevane 4549 meetrit ja öine

2126 meetrit. Täheldatud erinevusi uuringute vahel võivad selgitada indiviididevahelised erinevused rändekäitumises, aga ka erinevad tuule- ja ilmastikutingimused.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli uurida rohunepi rändekäitumist, keskendudes rändeeelsele energiavarumisele ja rändelennule, et mõista liigi rändestrateegiat. Töös püstitati kaks hüpoteesi: 1) Rändelennueelne energiavarumine toimub piiratud alal Eestis samas märgala süsteemis, kus asub mänguplats, 2) Sahara-tagusesse Aafrikasse jäävatele talvitusaladele suunduvate rohuneppide kaugrändes ei esine isendipõhiseid rändestrateegiaid lennukõrguse ja liikumiskiiruse põhjal.

Rohuneppide mediaanne mängualalt lahkumise kuupäev oli 16. juuni. Vähemalt 90% isenditest viibis toitumisaladel 1. juulist 6. augustini. Mediaanne kaugrändele lahkumise kuupäev 12. august, mis tähendab, et keskmiselt lahkuti mängualalt kaugrändele 58 päeva jooksul.

Tulemused toetasid esimest püstitatud hüpoteesi osaliselt. Sügisrände peatusalade kaugused mängukohast olid keskmiselt 179,21 kilomeetrit. Paljud peatusalad paiknesid mängualade läheduses, kuid osa isendeid kasutas enne kaugrännet ka mängualast kaugemaid peatusalasid. Peatusalade pindala oli keskmiselt 10,47 hektarit. Peatuste kogukestus oli keskmiselt 23 päeva ning üks peatus kestis 5,53 päeva.

Keskmine rändelend Euroopast Sahara-tagusesse Aafrikasse kestis 3,2 päeva, mil läbiti 5200 kilomeetrit, lennates kiirusega 19,7 m/s ning 3395 meetri kõrgusel. Lennukõrguse öised ja päevased varieeruvused olid suured (keskmine erinevus 2138 meetrit) ning lennukiiruse erinevused väiksed (keskmine erinevus 1,7 m/s).

Tulemused ei toetanud teist püstitatud hüpoteesi, kuna Sahara-tagusesse Aafrika talvitusaladele minevate lindude vahel ilmnesid erinevused nii lennukõrguse kui lennukiiruse profiilides ehk esinesid isendipõhised rändestrateegiad.

Uuringu tulemused näitavad, et Eesti populatsiooni rändekäitumine jagab sarnasusi ja erinevusi varasemalt uuritud Rootsi ja Vene rohunepi populatsioonidega. Tulemused täiendavad teadmisi rohunepi Eesti populatsiooni rändekäitumisest, andes juhiseid kaitsealuse ja ohustatud liigi tõhusamaks kaitseks.

ALLIKALOEND

Alerstam, T., Bäckman, J. (2018). Ecology of animal migration. – *Current Biology*. Vol. 28, No. 17, pp. 968-972. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.04.043

Alerstam, T., Hedenström, A., Akesson, S. (2003). Long-distance migration: Evolution and determinants. – *Oikos*. Vol. 103, No. 2, pp. 247-260. https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12559.x

Alerstam, T., Lindström, Å. (1990). Optimal bird migration: The relative importance of time, energy, and safety. – *Bird Migration*. Pp. 331-351. https://doi.org/10.1007/978-3-642-74542-3_22

American Bird Conservancy. (2023). How do scientists track migrating birds? A look at tracking tech. [veebileht] https://abcbirds.org/news/bird-tracking-tech/ (17.01.2026)

Becciu, P., Menz, M. H. M., Aurbach, A., Cabrera-Cruz, S. A., Wainwright, C. E., Scacco, M., Ciach, M., Pettersson, L. B., Maggini, I., Arroyo, G. M., Buler, J. J., Reynolds, D. R., Sapir, N. (2019). Environmental Effects on flying migrants revealed by radar. – *Ecography*. Vol. 42, No. 5, pp. 942-955. https://doi.org/10.1111/ecog.03995

BirdLife International. (2021a). European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 71 p. https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2022/05/BirdLife-European-Red-List-of-Birds-2021.pdf.pdf

BirdLife International. (2021b). Species Factsheet: Great Snipe *Gallinago media*. [veebileht] https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/great-snipe-gallinago-media (20.01.2026)

Bridge, E. S., Thorup, K., Bowlin, M. S., Chilson, P. B., Diehl, R. H., Fleron, R. W., Hartl, P., Kays, R., Kelly, J. F., Robinson, W. D., Wikelski, M. (2011). Technology on the Move: Recent and Forthcoming innovations for Tracking migratory birds. – *BioScience*. Vol. 61, No. 9., pp. 689-698. https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.7

Briedis, M., Hahn, S., Gustafsson, L., Henshaw, I., Träff, J., Král, M., Adamík, P. (2016). Breeding latitude leads to diferent temporal but not spatial organization of the annual cycle in a long-distance migrant. – *Journal of Avian Biology*. Vol. 47, No. 6, pp. 743-748. https://doi.org/10.1111/jav.01002

Burcher, S., Blackshire, S., Gorzo, J., Lanzone, M., La Puma, D., Mizrahi, D. (2025). Improving the spatial accuracy of Wildlife tracking data with automated raadio telemetry systems. – Animal Biotelemetry. Vol. 13, No. 37. https://doi.org/10.1186/s40317-025-00431-3

Catry, P., Dias, M. P., Philips, R. A., Granadeiro, J. P. (2013). Carry-over Effects from breeding modulate the annual cycle of a long-distance migrant: an experimental demonstration. – *Ecology*. Vol. 94, No. 6, pp. 1230-1235. https://doi.org/10.1890/12-2177.1

Chapman, B. B., Brönmark, C., Nilsson, J.-A., Hansson, L.-A. (2011). The Ecology and evolution of partial migration. – *Oikos*. Vol. 120, No. 12, pp. 1764-1775. https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20131.x

Clark, D. D. (1989). Overview of the Agros system. – *Proceedings Oceans*. Vol. 3, pp. 934-939. https://doi.org/10.1109/OCEANS.1989.586711

Cooper, N. W., Yanco, S.W., Rushing, C. S., Sillett, T. S., Marra, P. P. (2024). Non-breeding conditions induce carry-over Effects on survival of migratory birds. – *Current Biology*. Vol. 34, No. 21, pp. 5097-5103. https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.09.015

Cornell Chronicle**.** (2018). Winds of climate change will affect migratory birds. Cornell University. [veebileht] https://news.cornell.edu/stories/2018/12/winds-climate-change-will-affect-migratory-birds (15.03.2026)

Cornell Lab. (2017). The evolution of bird migration. [veebileht] https://www.allaboutbirds.org/news/the-evolution-of-bird-migration/ (21.01.2026)

Cornell Lab. (2021). The basics of bird migration: How, why and where. [veebileht] https://www.allaboutbirds.org/news/the-basics-how-why-and-where-of-bird-migration/ (21.01.2026)

EELIS. (s.a.). Liik: Gallinago media (rohunepp). Keskkonnaagentuur. [veebileht] https://eelis.ee/lnim/-1215368980 (17.10.2025)
eElurikkus. (2024). Perekond: Gallinago Brisson. [veebileht] https://elurikkus.ee/app/taxonomy/taxon/18626 (03.09.2025)
Fayet, A. L., Freeman, R., Shoji, A., Kirk, H. L., Padget, O., Perrins, C. M., Guilford, T. (2016). Carry-over Effects on the annual cycle of a migratory seabird: an experimental study. – *Journal of Animal Ecology*. Vol. 85, No. 6, pp. 1516-1527. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12580
Flack, A., Aikens, E. O., Kölzsch, A., Nourani, E., Snell, K. R. S., Fiedler, W., Linek, N., Bauer, H-G., Thorup, K., Partecke, J., Wikelski, M., Williams, H. J. (2022). New frontiers in bird migration research. – *Current Biology*. Vol. 32, No. 20. https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.028
Fraser, S. M., de Zwaan, D. R., Mann, H. A. R., Paquet, J., Hamilton, D. J. (2025). Effects of severe weather on shorebirds: Evidence of disrupted refueling and delayed departure on southbound migration. – *Ecosphere*. Vol. 16, No. 7. https://doi.org/10.1002/ecs2.70329
Fudickar, A. M., Wikelski, M., Partecke, J. (2012). Tracking migratory songbirds: accuracy of light-level loggers (geolocators) in forest habitat. – *Methods in Ecology and Evolution*. Vol. 3, No. 1, pp. 47-52. https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00136.x
Gils, J., Wiersma, P., Kirwan G. M., Sharpe, C. J. (2020). Great Snipe (Gallinago Media). Birds of the World (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A., de Juana, E (Eds.)). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.2173/bow.gresni1.01
Goymann, W. Spina, F., Ferri, A., Fusani, L. (2010). Body fat influences depature from stopover sites in migratory birds: evidence from whole-island telemetry. – *Biology Letters*. Vol. 6, No. 4, pp. 478-481. https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.1028
Hebblewhite, M., Haydon, D. T. (2010). Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. Vol. 365, No. 1550, p. 2303-2312. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0087
Hedenström, A., Alerstam, T. (1997). Optimum fuel loads in migratory birds: Distinguishing between time and energy minimization. – *Journal of Theoretical Biology*. Vol. 189, No. 3, pp. 227-234. https://doi.org/10.1006/jtbi.1997.0505
Holland, M. (2020). Use case: GPS tracking for animal conservation & protection. [veebileht] https://www.strategictracking.com/2020/10/20/use-case-gps-tracking-for-animal-conservation-protection/ (18.01.2026)
Höglund, J., Eriksson, M., Lindell, L. E. (1990). Females of the lek-breeding great snipe, Gallinago media, prefer males with white tails. – *Animal Behaviour*. Vol. 40, No. 1, pp. 23–32. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80662-1
ICARUS. (2026). About Icarus. [veebileht] https://www.icarus.mpg.de/28056/about-icarus (19.01.2026)
IUCN. (2012). „IUCN-i punase nimestiku kategooriad ja kriteeriumid: versioon 3.1.“ Teine väljaanne. Gland, Šveits, ja Cambridge, Ühendkuningriik: IUCN. iv + 32lk.
IUCN. (2021). *Gallinago media*. The IUCN Red List of Threatened Species. [veebileht] https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22693093A205592142.en (21.09.2025)
Iverson, A. R., Humple, D. L., Cormier, R. L., Hull, J. (2023). Land cover and NDVI are important predictors in habitat selection among migration for the Golden-crowned Sparrow, a temperate-zone migrating songbird. – *Movement Ecology*. Vol. 11, No. 2. https://doi.org/10.1186/s40462-022-00353-2
Iverson, A. R., Schaefer, J. L. B., Skalos, S. M., Hawkins, C. E. (2023). Global Positioning system (GPS) and platform transmitter terminal (PTT) tags reveal fine-scale migratory movements of small birds: A review highlights further oppurtunities for hypothesis-driven research. – *Ornithological Applications*. Vol. 125, No. 3. https://doi.org/10.1093/ornithapp/duad014
Kålås, J. A. (2000). Great snipe: Survey and montoring methods – *OMPO Newsletter*. No. 21, pp 25–31. https://www.researchgate.net/profile/John-Kalas/publication/233212366_The_Great_Snipe_survey_and_monitoring_methods/links/09e41509c2e607d40b000000/The-Great-Snipe-survey-and-monitoring-methods.pdf

Kålås, J. A., Kuresoo, A., Luigujõe, L., Svartaas, S. L. (1997). Morphometrical comparisons between Estonian and Norwegian great snipe (Gallinago media) – *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences.* Vol. 46, No. 3, pp. 115–122. https://doi.org/10.3176/biol.ecol.1997.3.01

Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H. M., Evans, M. I., Grimmett, R. F. A., Jones, V. R., O'Sullivan, J., Tucker, G. M., Newton, I. (2008). Key Conservation issues for migratory land- and waterbird species on the world's major flyways. – *Bird Conservation International*. Vol. 18, No. 1, pp. 49-73. https://doi.org/10.1017/S0959270908000439

Klaassen, R. H. G., Alerstam, T., Carlsson, P., Fox, J. W., Lindström, Å. (2011). Great flights by great snipes: long and fast non-stop migration over benign habitats. – *Biology Letters*. Vol. 7, No. 6, pp. 833–835. https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0343

Kuresoo, A. (2018). Rohunepp. J. Elts, A. Kuus, E. Leibak (toim). *Linnuatlas: Eesti haudelindude levik ja arvukus* (lk 204–205). Tartu: Eesti Ornitoloogiaühing.

Kuresoo, A., Luigujõe, L. (2003). Rohunepp ja tema kaitse Eestis. Tartu: Eesti Ornitoloogiaühing. 58 lk.

Kuresoo, A., Luigujõe, L., Tamm, A. (2001). Population and habitat studies of the Great Snipe (Gallinago media) - flag species of floodplain meadows (Estonia). – *OMPO Newsletter*. Vol. 23, pp. 27–41. https://www.researchgate.net/publication/268446064_Population_and_habitat_studies_of_the_Great_Snipe_Gallinago_media_-_flag_species_of_floodplain_meadows_Estonia

La Sorte, F. A., Fink, D., Hochachka, W. M., Farnsworth, A., Rodewald, A. D., Rosenberg, K. V., Sullivan, B. L., Winkler, D. W., Wood, C., Kelling, S. (2014). The role of athmospheric conditions in the seasonal Dynamics of North American migration flyways. – *Journal of Biogeography*. Vol. 41, No. 9, pp. 1685-1696. https://doi.org/10.1111/jbi.12328

La Sorte, F. A., Hochachka, W. M., Farnsworth, A., Sheldon, D., Fink, D., Geevarghese, F., Winner, K., Van Doren, B. M., Kelling, S. (2015). Migration timing and its determinants for nocturnal migratory birds during autumn migration. – *Journal of Animal Ecology*. Vol. 84, pp. 1202-1212. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12376

Lemnell, P. A. (1978). Social behaviour of the Great Snipe Capella media at the arena display. – *Ornis Scandinavica (Scandinavian Journal of Ornithology)*. Vol. 9, No. 2, pp. 146–163. https://doi.org/10.2307/3675876

Lincoln, F. C., Peterson, S. R. (1979). Migration of birds. United States: Government Publishing Office. 120 p.

Lindström, Å., Alerstam, T., Andersson, A., Bäckman, J., Bahlenber, P., Bom, R., Ekblom, R., Klaassen, R. H. G., Korniluk, M., Sjöberg, S., Weber, J. K. M. (2021). Extreme altitude changes between night and day during marathon flights of great snipes. – *Current Biology*. Vol. 31, No. 15, pp. 3433–3439. https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.05.047

Lindström, Å., Alerstam, T., Bahlenberg, P., Ekblom, R., Fox, J. W., Råghall, J., Klaassen, R. H. G. (2015). The migration of the great snipe *Gallinago media*: intriguing variations on a grand theme. – *Journal of Avian Biology*. Vol. 47, No. 3, pp. 321–334. https://doi.org/10.1111%2Fjav.00829

Liu, M., Swanson, D. L. (2015). Stopover duration, movement patterns and temporary homeranges of fall migrant yellow-rumped warblers Setophaga coronatain native and anthropogenic woodlands of the Northern Prairieregion, USA. – *Journal of Avian Biology*. Vol. 46, No. 5, pp. 452-461. https://doi.org/10.1111/jav.00672

Løfaldli, L., Kålås, J. A., Fiske, P. (1992). Habitat selection and diet of Great Snipe Gallinago media during breeding – *Ibis*. Vol. 134, No. 1, pp. 35–43. http://dx.doi.org/10.1111/j.1474-919X.1992.tb07227.x

López-López, P. (2016). Individual-based tracking systems in ornithology: Welcome to the era of big data. – *Ardeola*. Vol. 63, No. 1, pp. 103–136. https://doi.org/10.13157/arla.63.1.2016.rp5

Luigujõe, L. (2021). Rohunepi (Gallinago media) kaitse tegevuskava. Keskkonnaamet. https://eelis.ee/getdok/1518507055 (17.10.2025)

Maa- ja Ruumiamet. (2025). NDVI. ESTHub. [veebileht] https://esthub.maaruum.ee/est/abi/satiladu/ndvi-p6.html (02.04.2026)

McNamara, J. M., Barta, Z., Houston, A. I., Race, P. (2005). A theoretical investigation of the effect of predators on foraging behaviour and energy reserves. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 272, No. 1566, pp. 929-934. https://doi.org/10.1098/rspb.2004.3037

McWilliams, S. R., Karasov, W. H. (2001). Phenotypic flexibility in digestive system structre and function in migratory birds and its ecological significance. – *Comparative Biochemistry and Pyshiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. Vol. 128, No. 3, pp. 577-591. https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00336-6

Mohanta, G. (2023). GSM-GPS-based animal tracking system: Improving wildlife monitoring efforts. – *Embedded System*. Vol. 6, No. 3. https://doi.org/10.5281/zenodo.10394537

Motus. (2026). What is Motus? [veebileht] https://motus.org/ (19.01.2026)

Müller, M. F., Banks, S. C., Crewe, T. L., Campbell, H. A. (2023). The rise of animal biotelemetry and genetics research data integration. – *Ecology and Evolution*. Vol. 13, No. 3. https://doi.org/10.1002/ece3.9885

NESDIS. (2022). Agros-4 environmental, wildlife tracking instrument poised for fall launch. [veebileht] https://www.nesdis.noaa.gov/news/argos-4-environmental-wildlife-tracking-instrument-poised-fall-launch (19.01.2026)

Newton, I. (2008). The migration ecology of birds. Elsevier. 641 p.

Newton, I. (2011). Migration within the annual cycle: species, sex and age differences. – *Journal of Ornithology*. Vol. 152, pp. 169-185. https://doi.org/10.1007/s10336-011-0689-y

Newton, I. (2025). Migration mortality in birds. – *Ibis*. Vol. 167, No. 1, pp. 109–123. https://doi.org/10.1111/ibi.13316

Nilsson, C., Klaassen, R. H. G., Alerstam, T. (2012). Differences in speed and duration of bird migration between spring and autumn. – *The American naturalist*. Vol. 181, No. 6, pp. 837-845. https://doi.org/10.1086/670335

Norberg, U. M. (1990). Vertebrate Flight: Mechanics, Physiology, Morphology, Ecology and Evolution. Berlin: Springer-Verlag. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-83848-4

Pedersen, L., Jakobsen, N. M., Strandberg, R., Thorup, K., Tøttrup, A. P. (2019). Sex-specific difference in migration Schedule as a precursor of protandry in a long-distance migratory bird. – *The Science of Nature*. Vol. 106, No. 45. https://doi.org/10.1007/s00114-019-1637-6

Pennycuick, C. J. (2008). Modeling the Flying Bird. London: Academic Press.

Preuss, N. O. (2001). Hans Christian Cornelius Mortensen: aspects of his life and of the history of bird ringing. – *Ardea*. Vol 89. No. 1.

Ramirez, M. G., Griego, M. S., DeSimone, J. G., Elowe, C. R., Gerson, A. R. (2022). Depleted lean body mass after crossing an ecological barrier differentially affects stopover duration and refuelling rate among species of long-distance migratory birds. – *Functional Ecology*. Vol. 36, No. 12, pp. 2995-3006. https://doi.org/10.1111/1365-2435.14203

Salewski, V., Bruderer, B. (2007). The evolution of bird migration–a synthesis. – Naturwissenschaften. Vol. 94, No. 4, pp. 268-279. https://doi.org/10.1007/s00114-006-0186-y

Schmaljohann, H., Eikenaar, C. (2017). How do energy stores and changes in these affect departure decisions by migratory birds? A critical view on stopover Ecology studies and some future perspectives. – *Journal of Comparative Pyhsiology A*. Vol. 203, pp. 411-429. https://doi.org/10.1007/s00359-017-1166-8

Schmaljohann, H., Eikenaar, C., Sapir, N. (2022). Understanding the ecological and evolutionary function of stopover in migranting birds. – *Biological Reviews*. Vol. 97, No. 4, pp. 1231-1252. https://doi.org/10.1111/brv.12839

Schuster, R., Wilson, S., Rodewald, A. D., Arcese, P., Fink, D., Auer, T., Bennett, J. R. (2019). Optimizing the Conservation of migratory species over their full annual cycle. – *Nature Communications*. Vol. 10, No. 1754. https://doi.org/10.1038/s41467-019-09723-8

Sheehy, J., Taylor, C. M., Norris, D. R. (2011). The importance of stopover habitat for developing effective Conservation strategies for migratory animals. – *Journal of Ornithology*. Vol. 152, pp. 161-168. https://doi.org/10.1007/s10336-011-0682-5

Stoddart, A. (2020). Common Snipe, Great Snipe and Eurasian Woodcock photo ID guide. – *Birdwatch Magazine*. [veebileht] https://www.birdguides.com/articles/identification/common-snipe-great-snipe-and-eurasian-woodcock-photo-id-guide/ (05.09.2025)

Sviridova, T. V., Bazhanova, A. A., Soloviev, S. M., Zöckler, C. (2025). The satellite tracking of Great Snipes from European Russia reveals low migratory connectivity. – *Avian Research*. Vol. 17, No. 1. https://doi.org/10.1016/j.avrs.2025.100317

Taylor, P. D., Crewe, T. L., Mackenzie, S. A., Lepage, D., Aubry, Y., Crysler, Z., Finney, G., Francis, C. M., Guglielmo, C. G., Hamilton, D. J., Holberton, R. L., Loring, P. H., Mitchell, G. W., Norris, D. R., Paquet, J., Ronconi, R. A., Smetzer, J. R., Smith, P. A., Welch, L. J., Woodworth, B. K. (2017). The motus wildlife tracking system: a collaborative research network to enhance the understanding of wildlife movement. – *Avian Conservation & Ecology*. Vol. 12, No. 1, pp. 31–41. https://doi.org/10.5751/ACE-00953-120108

The Open University. (*n.d.*). Thermoregulation in migratory birds. OpenLearn. [veebileht] https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/migration/content-section-4.1 (30.01.2026)

Treep, J., Bohrer, G., Shamoun-Baranes, J., Duriez, O., Frasson, R. P. M., Bouten, W. (2016). Using High-Resolution GPS Tracking Data of Bird Flight for Meteorological Observations. – *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 97, No. 6, pp. 951-961. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00234.1

Watanabe, Y. Y., Papastamatiou, Y. P. (2023). Biologging and biotelemetry: Tools for undestanding the lives and environments of marine animals. – *Annual review of animal biosciences*. Vol. 11, pp. 247–267. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-050322-073657

Wilkinson, D., Kane, A., Jessopp, M., Quinn, J. L. (2026). Uncovering hidden behaviours: a GPS-accelerometry approach to behaviour classification in storm-petrels. – *Royal Society Open Science*. Vol. 13, No. 1. https://doi.org/10.1098/rsos.251772

Ydenberg, R. C., Butler, R. W., Lank, D. B., Smith, B. D., Ireland, J. (2003). Western sandpipers have altered migration tactics as peregrine falcon populations have recovered - *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences.* Vol. 271, No. 1545, pp. 1263-1269. https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2713

Züst, Z., Mukhin, A., Taylor, P. D., Schmaljohann, H. (2023). Pre-migratory flights in migrant songbirds: the ecological and evolutionary importance of understudied exploratory movements. – *Movement Ecology*. Vol. 11, No. 78. https://doi.org/10.1186/s40462-023-00440-y

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Grethe Reedi, sünniaeg 27.03.2003,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö „Rohunepi (*Gallinago media*) ränne“, mille juhendaja on Ivar Ojaste, salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi EMU DSpace lisamiseks ja Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates lõputööd reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. olen teadlik, et lihtlitsentsiga antavad õigused jäävad alles ka mulle;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Juhendaja (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)