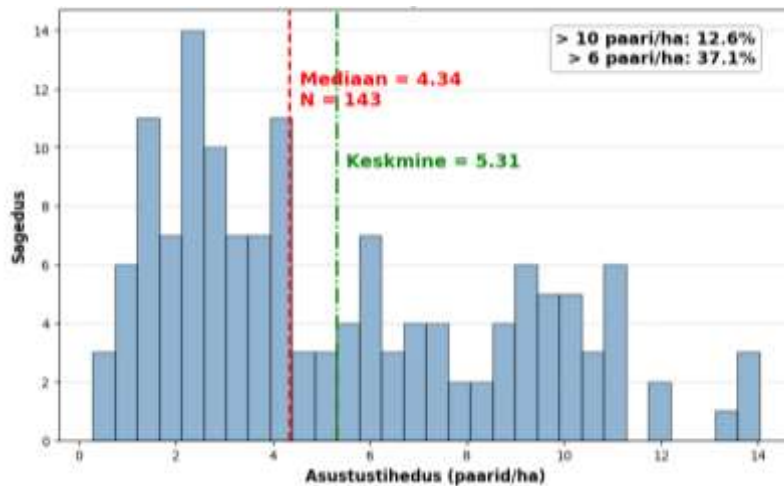


## Keskkonnaameti Eesti puistute haudelindude tüüpilise eeldatava asustustiheduse korrigeeritud maatriks 2026

### Agu Leivits

Eesti metsade keskmiseks haudelindude asustustiheduseks erinevate allikate alusel on hinnatud 3 paari / ha (Elts, Kuus, Leibak 2018), mida kinnitavad majandusmetsamaastikus tehtud suurepinnalised korduvkaardistusloendused (7-8 loenduskorda): Pärnumaal 2005 (100 ha) 3,4 paari/ha (Ellermaa 2005) ja Tartumaal 2020 (405 ha) 2,3 paari/ha (Lõhmus 2020). Eesti metsalindude seisundi analüüsis (Nellis & Volke 2019) lähtudes pesitsuspaaride koguarvust ja metsamaa pindalast jõutakse samuti järeldusele, et metsamaal on keskmiseks asustustiheduseks 2-4 paari/ha. Lõhmus (2023) hindab Eesti metsade asustustiheduseks 3,5 paari/ha. Samas metsalindude asustustihedus ja liigirikkus varieerub metsalaama sees suurel määral, mida kinnitavad ka eelpool viidatud tööd, kus viljakatel vanema metsaga laikudel oli asustustihedus kordades suurem. Enamik Eestis korduskaardistusloendustel (sh vähendatud loenduskordade 2-4 loenduskorda) kogutud metsalindude asustustiheduse andmestikku on kogutud nn lapiloendustel (tavalisel loendusala suurus 20-50 ha) ning tulemuste koondamise ja kriitilise analüüsi tulemused näitavad, et erinevail proovilappidel võib asustustihedus varieeruda 1 kuni 15 (20) paarini/ha (Lõhmus 2022a, 2022b). Ulatuslik asustustiheduse andmestik võimaldab seostada asustustihedust metsakorralduses kasutatavate näitajatega. Selgus, et konkreetse puistu asustustihedust määravad kõige enam puistu vanus ja kasvukohatüüp – vanades ja viljakate kasvukohtade puistutes on asustustihedused kordades kõrgemad kui vaestes kasvukohatüüpides (Lõhmus 2022a, 2022b) ning andmestik võimaldab asustustiheduse ja puistu vanuse vahelisi seoseid erinevates metsatüüpides modelleerida (Lõhmus 2022b, lisa 2).

Keskkonnaameti 2022 aasta alguses koostatud metsalindude pesitsusaegse asustustiheduse esimeses maatriksi versioonis arvestati kõrge asustustiheduse (punase metsad) lävendiks 4 paari/ha, mis on keskmisest kõrgem asustustihedus Eesti metsamaal. Arutelude tulemusel, mis võttis arvesse nii pesitsusrahu majanduslikku mõju, kui ka olemasolevate loendusandmete varieeruvust, määrati linnurikka metsa lävendiks 6 paari/ha. Hiljem teaduskirjanduses ilmunud Eesti metsalindude asustustiheduse kriitiliselt üle vaadatud andmestik (Lõhmus 2022a, 2022b) pigem kinnitab sellise valiku põhjendatust. Proovilappidel kindlaks tehtud asustustiheduste sagedusjaotus (Joonis 1) näitab, et väga kõrget (>10 paari/ha) asustustihedust tuleb ette väga harva ning keskmine loendatud asustustihedus oli 5,3 paari/ha (mediaan 4,3). Seetõttu tuleb **Eesti tingimustes lugeda jätkuvalt kõrge asustustiheduse lävendiks asustustihedus alates vähemalt 6 paari /ha kohta, mida loeti ka kõrge asustustiheduse (nn „punased metsad“) lävendiks Keskkonnaameti aastatel 2022-2025 kasutusel olnud metsalindude asustustiheduse maatriksis.**



Joonis 1 Mitmekordsete kaardistusloenduste proovilappide koguasustustiheduse sagedusjaotus. Koostatud teadusartikli [Lõhmus, A. 2022. *Ecological Sustainability at the Forest Landscape Level: A Bird Assemblage Perspective*" *Land* 11, no. 11: 1965. <https://doi.org/10.3390/land11111965> ] lisamaterjalide alusel [Supplementary Materials <https://www.mdpi.com/article/10.3390/land11111965/s1> , Table S1: *Species density values by habitat type used in the models*].

**Loendusandmete tõlgendamisel tuleb arvestada mitmete vaadeldud asustustihedust mõjutavate asjaoludega.**

- 1) Ka mitmekordsete kaardistusloenduste puhul **ei ole võimalik avastada proovilapil kõiki pesitsevaid paare ja reaalne pesitsevate paaride arv on alal enamasti suurem kui loendusel kindlaks tehtud pesitsusterritooriumite arv**. Nii mujal maailmas kui Eestis (Lõhmus, Rosenvald 2005, Lõhmus 2020, 2022a, 2024, 2025) on mitmekordsete kaardistusloenduste (aga ka teiste loenduste) efektiivsust põhjalikult uuritud. Eelkõige sõltub loendusel kindlaks tehtud pesitsusterritooriumite protsent **loenduskordade arvust, loendavatest liikidest ja loendusala iseloomust ja lindude asustustihedusest loendusala**. Ka 7-8 kordse korduvkaardistamise puhul võib erinevate liikide avastatavus varieeruda 80–90% vahel, vähendatud loenduskordade (2-4) puhul ei ületa reeglina avastatavus 60 – 80% alal realselt pesitsevatest paaridest. Avastatavus on kõrgem madalama asustustiheduse puhul ja väiksem kõrgema asustustiheduse puhul (Lõhmus 2020 joonis 4). Ka hõredamates homogeensetes puistutes on loendusefektiivsus suurem kui tihedamates mitmekesisemates puistutes.
- 2) **Eesti lapiloenduste andmestik ei võimalda arvestada lindude arvukuse aastate vahelise varieeruvusega**, sest suuremal osal loenduslappidel on loendusi tehtud vaid ühel aastal. Nigula looduskaitseala metsades 10 aasta vältel kogutud loendusandmed (Vilbaste 1990) näitasid, et üldasustustiheduse varieerumine **viljakate kasvukohtade metsades varieerub aastati kuni 25% ulatuses keskmisest asustustihedusest**.
- 3) Lisaks puistu vanusele ja kasvukohatüübile mõjutab konkreetse ala (eraldise) lindude asustustihedust ka teda ümbritsev maastik ja metsalaigu suurus. Ni Ellermaa (2005) kui Lõhmus (2020) uuringus oli majandusmaastikus säilinud raieküpsetes viljakates kasvukohtades paiknevates puistulaikudes ümbritsevast maastikust mitu korda kõrgem asustustihedus. **Tähelepanu pööramise vajadust majandavates metsamaastikes paiknevatele linnustiku koondumiskohtadele (vanad puistud viljakal kasvukohal), kus asustustihedus on reeglina eeldatavast kõrgem, rõhutab ka Lõhmus (2021).**

- 4) Eeldatavat asustustihedust mõjutab ka puistus toimunud majandustegevus. Nii on reeglina asustustihedus madalam puistutes, kus hiljuti on toimunud harvendusraied. Samuti mõjutab puistu peapuuliik ja rindeline struktuur.
- 5) **Kaitstavatel aladel on maastiku tasemel lindude asustustihedus reeglina kõrgem kui analoogse kasvukohatüübi intensiivselt majandatavate metsade maastikus.** Kui Pärnumaal majandatavas metsamaastikus (100 ha) oli asustustihedus 3,4 paari/ha (Ellermaa 2005), siis samas piirkonnas paikneva Nigula looduskaitseala põhjaosa metsades (101 ha) oli aastatel 1964-1973 lindude asustustihedus vahemikus 6,1 – 7,3 paari/ha (Vilbaste 1990), kusjuures Nigula kaardistusloendused põhinesid kolmel loenduskorral aga Ellermaa (2005) loendused seitsmel loenduskorral. Ka suhteliselt suurte kodupiirkondadega rähnide asustustihedus kaitstavate alade piiranguvööndites oli kaks korda kõrgem kui majandusmetsades väljaspool kaitsealasid (Lõhmus et al 2016).

**Kokkuvõte:**

- 1) Eesti tingimustes tuleb lugeda asustustihedust vähemalt 6 paari /ha kohta jätkuvalt kõrgeks asustustiheduseks ning eeldatava asustustiheduse maatriksis klassifitseerida kuuluvaks „punaste“ metsade klassi.
- 2) Korduvkaardistamisel põhinevad vaadeldavad asustustihedused on tegelikult madalamad eelkõige viljakate kasvukohtade puistutes. Enamasti jääb avastamata 10-40% ala haudepaaridest sõltuvalt loenduskordade arvust.
- 3) Raieküpsete „metsasalude“ asustustihedus tugevalt majandatud metsamaastikes võib olla oluliselt kõrgem eeldavast asustustihedusest. Sellised puistud on pesitsevate metsalindude koondumiskohad (*hot-spots*).
- 4) Asustustihedust mõjutavad lisaks vanusele ja kasvukohatüübile ka teised mõjutegurid: ümbritsev maastik, varasem majandamine, puistu liigiline koosseis ja rindeline struktuur jm, mida eeldatava asustustiheduse maatriksis ei ole loendusandmete piiratuse tõttu võimalik arvestada.
- 5) Arvestades kõrgemat lindude asustustihedust maastiku tasemel kaitsealade metsade piiranguvööndites võrreldes tavapärase majandusmetsadega on ettevaatusprintsibiist lähtuvalt otstarbekas klassifitseerida kõik sellised metsaeraldised kuuluvaks „punaste“ metsade (>6/paari/ha) klassi kuuluvateks.

**Eesti puistute haudelindude tüüpilise eeldatava asustustiheduse korrigeeritud maatriks kasvukohatüübi ja vanuse järgi 2026.**

**Tüüpiline eeldatav asustustihedus: kollane (≤6 paari/ha) ja punane (>6 paari/ha).**

Maatriks põhineb Eestis korduvkaardistamisel (7-8 loenduskorda) tehtud loendustel, sh vähendatud loenduskordade (2-4 loenduskorda korda) meetodil kogutud koondatud andmetel (Lõhmus 2022a, 2022b). Tabelis toodud asustustiheduste puhul ei ole arvesse võetud loendusefektiivsust (60-80%) ega arvukuse aastate vahelise loomuliku varieeruvust (kuni 25%).

Metsatüüp	Kasvukohatüüp	Lühend	Puistu vanus (aastates)					2024 SMI pindala ha
			<40	40-60	60-79	80-99	≥100	
Loometsad	Leesikaloo	LL				144 ←		1 200
	Kastikuloo	KL						32 000
	Lubikaloo	LU				78 ←		2 400
Nõmmemetsad	Sambliku	SM					→ 814	4 100
	Kanarbiku	KN					→ 699	3 200
Palumetsad	Pohla	PH						64 000
	Jänesekapsa-pohla	JP						69 100
	Mustika	MS						133 200
	Karusambla-mustika	KM						49 700
	Jänesekapsa-mustika	JM						197 600
Laanemetsad	Jänesekapsa	JK						275 400
	Sinilille	SL						220 200
Salumetsad	Naadi	ND						251 000
	Sõnajala	SJ			464 ←			4 800
Soovikumetsad	Osja	OS						8 500
	Tarna	TR						32 600
	Angervaksa	AN						272 300
	Tarna-angervaksa	TA						157 500
Rabastuvad metsad	Sinika	SN						5 600
	Karusambla	KR					→ 539	5 500
Rohusoometsad	Lodu	LD				674 ←		16 000
	Madal soo	MD						24 200
Samblasoometsad	Siirdesoo	SS					→ 9125	62 000
	Raba	RB						66 300
Kõdusoometsad	Mustika-kõdusoo	MKS					→ 8153	154 900
	Jänesekapsa-kõdusoo	JKS				19457 ←		210 100

**Maatriksi korrigeerimisega muutus:**

Kollasest punaseks (piirangud suurenesid) – 20 817 ha

Punasest kollaseks (piirangud vähenesid) – 19 331 ha

St rangemaks muutus ca 1 500 ha

So 0,06% kogu metsamaa pindalast (2.3 mln ha-st) So 0.09 % majandusemetsa pindalast (1.6 mln ha)

## Muudatused võrreldes 2022 aasta versiooniga ning täiendavad selgitused klassifitseerimise aluste osas

1) **Loobutud eeldatava asustustiheduse klassist <2 paari/ha (sinine).** Maatriksi selles klassis on kindla pesitsemise tõenäosus küll väiksem aga ei ole välistatud. Seetõttu mõistlik ühendada klassiga  $\leq 6$  paari/ha (kollasega), mille puhul on vajalik eraldi sel kindlaks teha pesitsejate olemasolu. Pesitsemise kriteeriumi (võimalik, tõenäoline, kindel) valik on kokkuleppeline. Loendusel loetakse laulev isend pesitsevaks paariks (kaardistusloendustel 85% kindlaks tehtud paaridest põhineb laulul), mis ei tähenda, et liigil on alal vaatlusmomendil pesa, mis raie käigus häviks.

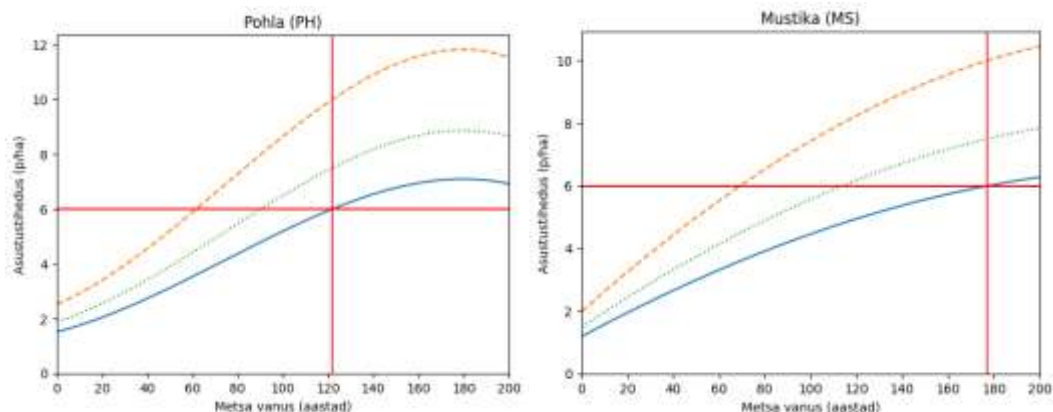
2) **Loometsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

**Kõik loometsad alates 80 aastast (LL, KL, LU) loetakse kuuluvaks punasesse klassi.** Loendusandmete (Paakspuu 2003; Rootsmäe ja Rootsmäe 1969) täiendaval läbivaatamisel tõdeti, et kaltsiumirikastes loomännikutes ületab asustustihedus sageli isegi  $>10$  p/ha: Võimalik, et kaltsiumirohkus, mida lindude jaoks vahendab kojaga tigu hulk toidubaasis, on oluline tegur, mis võimaldab lindude suuremat asustustihedust (Tilgar, Mänd, Leivits 1999; Rosenvald et al 2011).

3) **Nõmmemetsad.** Nõmmemetsade puhul on Eestis korduvkaardistusel põhinevaid loendusandmeid vähe. Linnuatlase peatüki „Metsade linnustik“ (Tammekänd 2018) järgi on need üheks Eesti kõige väiksema asustustihedusega puistuteks. Seetõttu loetakse kõik nõmmemetsad kuuluvaks klassi  $\leq 6$  paari/ha (kollane).

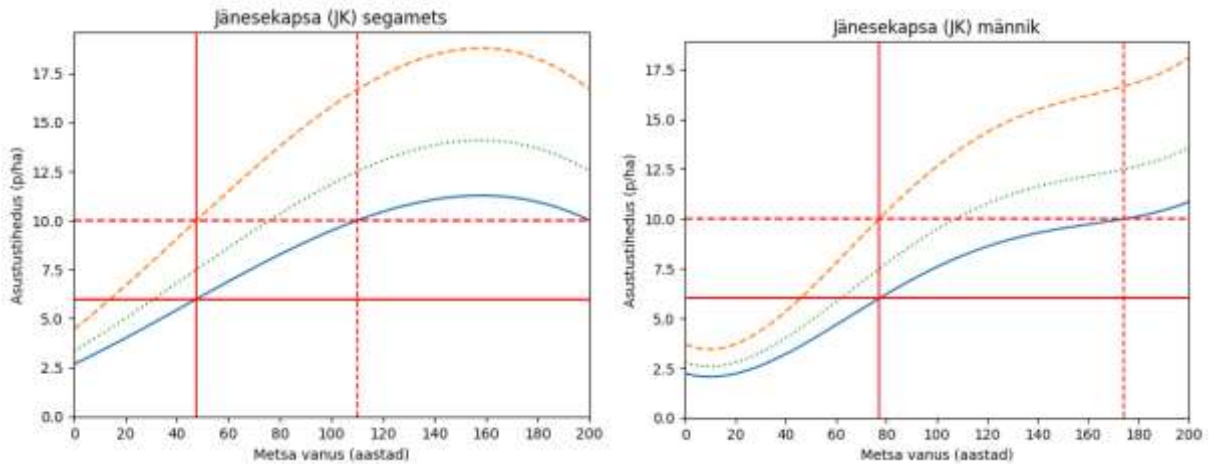
4) **Palumetsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%).



5) **Laanemetsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

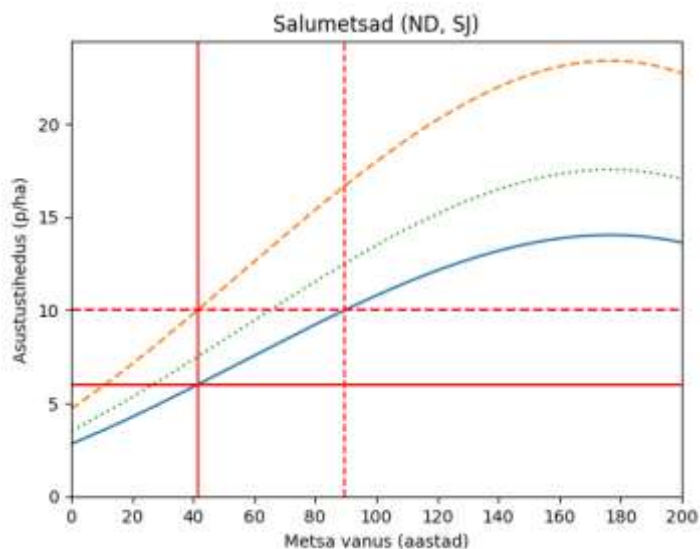
Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%.



6) **Salumetsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

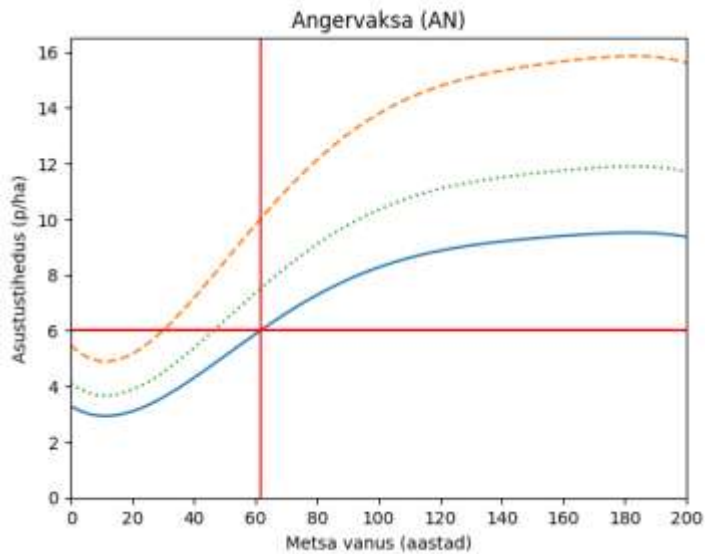
**Ühtlustati kõigi salumetsade (ND, SN) punase klassi lävend >6 paari/ha, mis on alates >60 aastat.**

Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%.



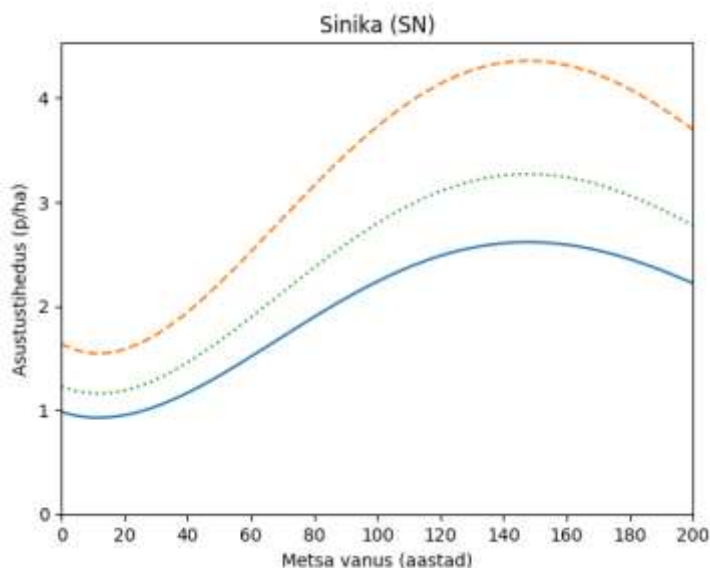
7) **Soovikumetsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%).



8) **Rabastuvad metsad.** Lõhmus 2022a Tabel 2

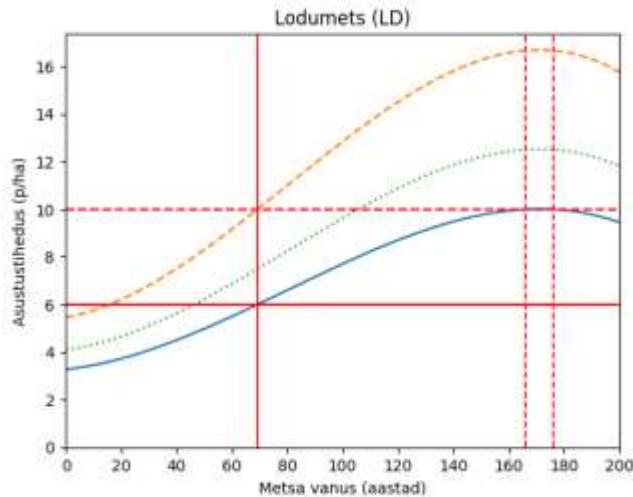
Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%).



## Rohusoometsad. Lõhmus 2022a Tabel 2

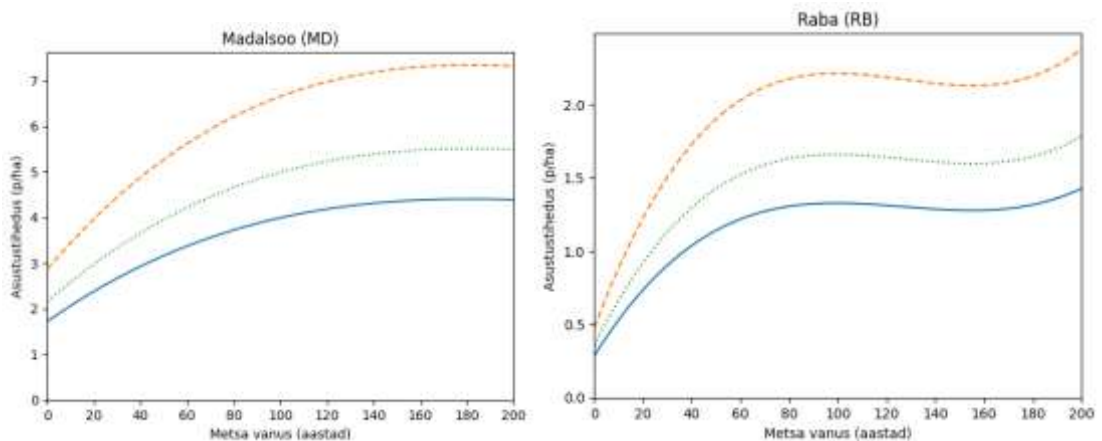
**Lodu (LD) alates 80 aastased puistud klassifitseeritakse kuuluvaks klassi > 6 paari/ha (punased).**

Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%).



## Samblasoometsad. Lõhmus 2022a Tabel 2

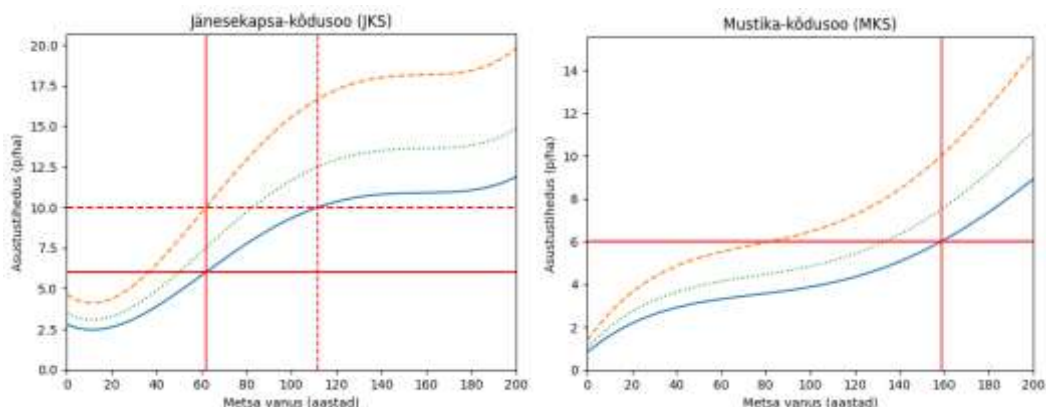
Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%).



9) **Kõdusoometsad. Lõhmus 2022a Tabel 2**

**Loendusandmete ülevaatamisel selgus, et jänesekapsa-kõdusoo (JKS) metsades saavutatakse >6 paari/ha asustustiheduse tase juba 60 aasta vanuselt.**

Vaata allpool Lõhmus (2022b) Lisa 2 andmetel ChatGPT Data Analyst abil genereeritud asustustiheduse mudeleid (sinine pidevjoon – vaadeldud asustustihedus, roheline punktiirjoon – korrigeeritud asustustihedus avastatavusega 80%, kollane katkendjoon korrigeeritud avastatavusega 60%.



10) **Vaeste kasvukohtade (enamasti männikud)  $\geq 100$  aastased metsad on klassifitseeritud kuuluvaks <6 paari/ha klassi (kollased) kuuluvaks** (Lõhmus 2022a Tabel 2): sambliku (SM), kanarbiku (KN), sinika (SN), karusambla (KR), siirdesoo (SS), raba (RB) mustika-kõdusoo (MKS). Väärtuslike vaeste kasvukohatüüpide pesitsusrahu on tagatud sageli kaitstavate liikide (näiteks metsis, öösorr jt) elupaikade liigispetsiifiliste ajaliste piirangute kaudu.

### **Kaitstavate alade majandatavate metsade „punaste metsade“ klassi kuuluvaks põhjendus**

Kaitstavate ja majandatavate metsade linnustiku erinevusi on teaduskirjanduses (sh Põhja-Euroopa metsades) käsitletud küllaltki põhjalikult (Virkkala et al 1984, Roberge et al 2006, Paillet et al 2010, Mikusinski et al 2018, Ram et al 2021, Bujoczek 2021 jt). Põhilised erinevused on:

- kaitsealade metsades on enamasti asustustihedus suurem ja pesitseb rohkem liike;
- kaitsealadel on oluliselt suurem vanametsa spetsialistide asustustihedus ja liigiline mitmekesisus;
- majandusmetsades domineerivad generalistid (Eesti tingimustes liigid kelle trendid ei ole langevad);
- erinevuste põhjuseks on kaitsealade metsade erinev struktuur võrreldes majandusmetsadega (suurem rindeline varieeruvus, surnud puidu suurem osakaal, ökotonide mitmekesisus, õõnsuste või õõnsusteks sobivate puude sagedasem esinemine vanemate metsade suurem osakaal jne);

- suurte kodupiirkondadega metsamaastiku spetsialistide oluliselt suurem esinemise sagedus (ka liigid kellele metsamaastiku mosaiiksus on oluline sh röövlinnud);  
Kaitsealade puhul on kindlasti ka oluliselt kõrgem tõenäosus, et seal võib esineda kaitsealuse linnuliigi pesitsusterritoorium, mis ei ole kantud EELIS-esse. See, et EELIS-es ei ole kaitstava liigi elupaika ei tähenda, et metsaeraldisel seda ei ole. Ja kaitstavatel aladel on selliste liikide asustustihedused oluliselt kõrgem kui majandataval metsamaastikul.

**Eesti vähesed maastiku tasemel metsalindude loendusandmed kinnitavad, et kaitstavatel aladel on metsalindude asustustihedus reeglina kõrgem kui analoogsete kasvukohatüübi metsades intensiivselt majandatavate metsade maastikus.** Kui Pärnumaal majandatavas metsamaastikus oli asustustihedus (100 ha) 3,4 paari/ha (Ellermaa 2005), siis samas piirkonnas paikneva Nigula looduskaitseala põhjaosa metsades (101 ha) oli aastatel 1964-1973 lindude asustustihedus vahemikus 6,1 – 7,3 paari/ha (Vilbaste 1990), kusjuures Nigula kaardistusloendused põhinesid kolmel loenduskorral aga Ellermaa (2005) loendused seitsmel loenduskorral. Ka suhteliselt suurte kodupiirkondadega rähnide asustustihedus kaitstavate alade piiranguvööndites oli kaks korda kõrgem kui majandusmetsades väljaspool kaitsealasid (Lõhmus et al 2016).

## Viited

- Bujoczek, L., Bujoczek, M., & Zięba, S. 2021. Distribution of deadwood and other forest structural indicators relevant for bird conservation in Natura 2000 special protection areas in Poland. Scientific Reports, 11, 15064. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94392-1>
- Ellermaa, M. 2005. Linnuliikide asustustihedused majandatavas laanemetsas Edela-Pärnumaal. Hirundo 18 (2): 58-66. [https://hirundo.eoy.ee/file\\_download/347/Hirundo\\_2-2005\\_1.pdf](https://hirundo.eoy.ee/file_download/347/Hirundo_2-2005_1.pdf)
- Eltis, J. , Kuus, A., Leibak, E. 2018. Linnuatlas. Eesti haudelindude levik ja arvukus. Eesti Ornitoloogiaühing. Tartu. 557 lk. <https://www.digar.ee/viewer/et/nlib-digar:350383/305387/page/1>
- Lõhmus, A. 2020. Haudelinnustiku asustustihedus kuivendatud Kripsi soo ümbruse metsades. Hirundo 33 (2): 30–52. <https://www.eoy.ee/hirundo/files/Lohmus-2020.pdf>
- Lõhmus, A. 2021. Lage- ja harvendusraiete esmane mõju haudelinnustikule. Hirundo : Eesti Ornitoloogiaühingu ajakiri, 34 (2): 1–19. <https://www.eoy.ee/hirundo/files/Lohmus-2021.pdf>
- Lõhmus, A. 2022a. Ecological Sustainability at the Forest Landscape Level: A Bird Assemblage Perspective" Land 11, no. 11: 1965. <https://doi.org/10.3390/land11111965> või [https://www.researchgate.net/publication/366083099\\_Absolute\\_Densities\\_of\\_Breeding\\_Birds\\_in\\_Estonian\\_Forests\\_A\\_Synthesis](https://www.researchgate.net/publication/366083099_Absolute_Densities_of_Breeding_Birds_in_Estonian_Forests_A_Synthesis)
- Lõhmus, A. 2022b. Absolute Densities of Breeding Birds in Estonian Forests: A Synthesis. Acta Ornithologica 57 (1): 29-47, <https://doi.org/10.3161/00016454AO2022.57.1.003>
- Lõhmus, A. 2023. Eesti metsalinnustiku seisund. Metsakonverents 2023 ettekanne: <https://media.voog.com/0000/0037/1265/files/Eesti%20metsalinnustiku%20seisund.pdf>

Lõhmus, A. 2024. A high-precision dataset of breeding bird distributions in forested landscapes in Estonia. *Data in Brief*, 57: 111012  
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111012>

Lõhmus, A., Kaasik, A. 2025. Bias in transect counts of forest birds: An agent-based simulation model and an empirical assessment. *Ecological Informatics*, 89,  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2025.103181>

Lõhmus, A., Nellis, R., Pullerits, M., Leivits, M. 2016. The potential for long-term sustainability in seminatural forestry: A broad perspective based on woodpecker populations. *Environmental Management*, 57: 558–571.  
<https://dx.doi.org/10.1007/s00267-015-0638-2>

Lõhmus, A. & Rosenthal, R. 2005. Järvselja looduskaitsekvartali haudelinnustik: pikaajalised muutused ja inventeerimismetoodika analüüs. *Hirundo* 18 (1): 18-30.  
[https://hirundo.eoy.ee/file\\_download/340/Hirundo\\_1-2005\\_3.pdf](https://hirundo.eoy.ee/file_download/340/Hirundo_1-2005_3.pdf)

Mikusinski, G., Roberge, J. M., Fuller, R.J. 2018. *Ecology and conservation of forest birds*. Cambridge University Press, 552 pp.

Nellis, R. & Volke, V. 2019. Metsalinnustiku arvukuse muutused perioodil 2083-2018. *Hirundo* 32 (1): 63 – 80.

Paakspuu, T. 2003. Matsalu looduskaitseala metsade, puisniitude ja kadastike haudelinnustikust, *Loodusevaatlusi 2000-2002*: 28-63

Paillet, Y., Bergès, L., Hjältén, J., Ódor, P., et al. 2010. Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: Meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation Biology*, 24(1): 101–112. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01399.x>

Ram, D., Axelsson, A. L., Green, M., & Smith, H. G. (2017). What drives current population trends in forest birds? *Forest Ecology and Management*, 385: 176–188.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.013>

Roberge, J. M., & Angelstam, P. 2006. Indicator species among resident forest birds—A cross-regional evaluation in northern Europe. *Biological Conservation*, 130: 134–147.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.12.008>

Rootsmäe, I., Rootsmäe, L. 1969. Puhtu metsalinnustikust. *Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat* 60: 121-137.

Rosenthal, R., Lõhmus, A., Kraut, A.; Remm, L. 2011. Bird communities in hemiboreal old-growth forests: the roles of food supply, stand structure, and site type. *Forest Ecology and Management*, 262 (8): 1541–1550. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.07.002>.

Tammekänd, I. 2018. Metsade linnustik. . Rmt.: Linnuatlas. Eesti haudelindude levik ja arvukus. Eesti Ornitoloogiaühing. Tartu. Lk 37-39. <https://www.digar.ee/viewer/et/nlib-digar:350383/305387/page/38>

Tilgar, V., Mänd, R., Leivits, A. 1999. Effect of calcium availability and habitat quality on reproduction in pied flycatcher *Ficedula hypoleuca* and great tit *Parus major*. *Journal of Avian Biology* 30: 383-391.

Vilbaste H. 1990. Number dynamics of the breeding birds in the forest of South-West Estonia. *Communications of the Baltic Commission for Study of Birds Migration* 22: 102–117.

Virkkala, R., Rajasärkkä, A., & Väisänen, R. A. 1994. The significance of protected areas for the land birds of southern Finland. *Conservation Biology*, 8(2): 532–544.

<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08020532.x>