

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOOMAÖKOLOOGIA ÕPPETOOL

Jaan Grosberg
PESAKASTI PARAMETRITE MÕJU SULUSPESITSEJATE
VÄRVULISTE PESITSUSELE

Bakalaureusetöö

Juhendaja: PhD Marko Mägi

TARTU 2021

Pesakasti parameetrite mõju suluspesitsejate värvuliste pesitsusele

Töö eesmärk oli uurida ja teada saada pesakasti parameetrite olulisusest ja mõjust. Erinevad pesakasti parameetrid võivad mõjutada värvuliste pesitsusedukust ning eelistusi. Õõnepuuduste vähendamiseks ja sobivate pesitsemiskohtade juurde loomiseks on pesakastid värvuliste puhul tõhus lahendus, kuid tuleks jälgida erinevaid riske, mis võivad sellega kaasneda. Töö on ajendatud isiklikust huvist, mis sai alguse Pärnumaal Nigula looduskaitsealal must-kärbsenäpi ja rasvatihase pesakastide värvieelistusi uurides.

Märksõnad: pesakastid, suluspesitsejad, sekundaarsed suluspesitsejad, pesitsusedukus, värvulised, pesakasti eelistused

The influence of nestbox parameters in hole-nesting passerines

The aim of this paper was to study the importance and impact of nestbox parameters. Different nestbox parameters can affect passerines' reproductive success and preferences. Nestboxes are an effective solution to substitute for natural cavities and provide suitable nesting sites, but there are various risks involved that should be monitored. The work is motivated by personal interest, which began in the Nigula Nature Reserve in Pärnu County by studying the nestbox color preferences in pied flycatchers and great tits.

Keywords: nestboxes, hole-nesting birds, secondary hole-nesters, reproductive success, passerines, nestbox preferences

Sisukord

| | |
|--|-----------|
| Sissejuhatus | 3 |
| 1. Pesakastide vajalikkus | 5 |
| 1.1 Pesakastide uurimine ja suluspesitsejad | 5 |
| 1.2 Pesakastide tähtsus ja õõnsused | 6 |
| 1.3. Looduslik õõnsus võrreldes pesakastiga | 9 |
| 2. Pesakasti mõõtmete ja materjali mõju | 11 |
| 2.1 Isoleerituse mõju | 11 |
| 2.2 Pesakasti materjali ja lennuava kuju mõju | 13 |
| 2.3 Kambri suuruse ja sügavuse mõju | 16 |
| 3. Pesakasti detailide ja asendi mõju | 18 |
| 3.1. Asukoha mõju | 18 |
| 3.2 Kaitse rüüstamise vastu | 19 |
| 4. Värv mõju | 20 |
| 4.1 Lindude värvinägemine | 20 |
| 4.2 Värv kui pesakasti parameeter | 21 |
| 5. Arutelu | 24 |
| 5.1 Kunstlik pesakast või looduslik õõnsus | 24 |
| 5.2 Erinevate keskkondade mõju | 26 |
| 5.3 Eelistatuid pesakast | 27 |
| Kokkuvõte | 30 |
| Summary | 31 |
| Tänuavaldused | 32 |
| Kasutatud kirjandus | 33 |

Sissejuhatus

Pesa asukoha järgi jagatakse linnud avaspesitsejateks, nt metsvint (*Fringilla coelebs*) ja väike-põõsalind (*Sylvia curruca*), kes pesitsevad avatud kohtades, poolsuluspesitsejateks, nt hall-kärbsenäpp (*Muscicapa striata*) ja punarind (*Erithacus rubecula*), kes pesitsevad pooleldi suletud kohtades ja suluspesitsejateks, nt kodukakk (*Strix aluco*) ja sõtkas (*Bucephala clangula*), kes pesitsevad suletud kohtades (Hermann 2014). Suluspesitsejad jagunevad omakorda kaheks – primaarsed ehk esmased suluspesitsejad, kes suudavad ise õõnsuse puidu sisse rajada (Eestis on 9 rähniliiki (*Picidae*), kellest 8 on võimelised õõnsuse ise tegema), ja sekundaarsed ehk teisesed suluspesitsejad, kes kasutavad rähnide poolt või teistel looduslikel viisidel tekkinud õõnsusi (näiteks puu murdumise kohtades, tüvel tekkinud lõhedes või ilmastiku poolt tekitatud teistes puuosades olevates õõnsustes). Viimased kasutavad nii linnakeskkonnas kui ka loodusmaastikul inimese poolt ülesriputatud pesakaste, millele see töö ka keskendub.

Vanemad mõjutavad järglaste ellujäämist ja fenotüüpi nii geneetiliselt kui ka mitte-geneetiliselt (Refsnider ja Janzen 2010). Elupaiga ja munemiskoha kvaliteet mõjutab indiviidi kohasust (ingl k. *fitness*), millest võib järeldada, et vanemad peaksid sigimiskoha osas valivad olema (Resetarits 1996; Bernardo 1996; Refsnider ja Janzen 2010). Õõnelinnud on üks uuritumaid linnurühmi, mitmed neist sellised, kelle põhjal tehakse järeldusi looduskaitseliste tegevuste või keskkonna üldise seisundi kohta. Lõputöö eesmärk on teada saada, millised pesakasti parameetrid on suluspesitsejatele värvulistele (*Passeriformes*) olulised ning kuidas need pesitsusele mõjuvad. Tehispesad, sealhulgas pesakastid, võivad olla suluspesitsejatele atraktiivsed või viimaseks õlekõrreks inimõõnuga maastikul ja seepärast on vaja teada, milliseid pesakaste peaks kasutama, või veelgi olulisem – kas on teatud tüüpi või mõõtmetega pesakaste, mida kindlasti kasutada ei tohiks.

Lindude pesakastide valikul on uuritud palju tegureid ja igal aastal lisandub mitmeid temaatilisi uuringuid. Pesakastidega seotud uurimistöodes kas alahinnatakse pesakastide parameetrite mõju või ei osata seostada pesakasti mõju uurimistulemustele (Lambrechts *et al.* 2010). Samuti on pesakasti paigaldamisel mitmeid tähelepanu vajavaid aspekte, vaeleusaamu või käsitlusi, näiteks kui tihedalt peaks värvulised pesakasti asustama. Töös käsitlen lindudele ühiseid omadusi: mis teeb pesakasti linnule atraktiivseks ja mis mitte. Uurin, kas värvulised eelistavad pesakasti kindlaid parameetreid nagu lennuava suurus,

pesakasti paksus, lennuava kuju, lennuava asukoht, kõrgus maapinnast, pesakasti materjal, kinnitussubstraat (kuidas kast on kinnitatud puule, maasse või tehisobjektile), pesakasti kambri suurus, lennuava ja pesakasti põhja vaheline kaugus. Toon välja erinevate parameetrite eelistuste põhjused ja olukorrad, mil linnud võiksid hakata tehislikke pesakaste eelistama looduslikele õõnsustele ja vastupidi. Milline võiks olla pesakast, mis meelitaks suure tõenäosusega linnu pesitsema, ning milliseid bioloogilisi tagajärjed või riskid võivad kaasneda pesakastiga, mille parameetrid meelitavad või kutsuvad linde pesitsema paikadesse, mille inimene on valinud. Lisaks käsitlen ka erinevate biotoopide ja keskkonna mõju pesakasti parameetrite eelistusele.

Käsitlen veel pesakasti värvi mõju. Näiteks Eesti ornitoloogiaühing ei soovita pesakaste värvida, kuna see teeb pesakasti umbseks ja niiskus ei pääse välja (Kinks 2017), kuid ei ole teada, kas värv mõjutab pesakasti eelistust ja kas sel on bioloogiline põhjus.

Lambrechts *et al.* (2010) kirjeldas pesakastilindude uurimistööde tahtmatut kallutatust seoses pesakastide omadustega, mida tuleks uurimuste metoodikas täpsemini kirjeldada. Varasemalt on ilmunud kolm põhjalikumad pesakastide kasutamisega seotud artiklit, mis käsitlesid võimalikke probleeme (artefakte) pikaajalistes uurimissüsteemides (Møller 1989, 1992; Koenig *et al.* 1992). Ka need artiklid rõhutasid pesakasti parameetrite kirjeldamise olulisust. Eestis on varem õõnsuste parameetreid ja nende asustatust loomade poolt uurinud doktoritöös Jaanus Remm (2008), kuid oma töös keskendun värvulistele ja nende pesakastidele. Uuritud on ka üksikute pesakasti parameetrite mõju, mis on kohati vastuolulised, kuid oma töös arutlen erinevate uurimistööde seoseid ja teen järeldusi parameetrite bioloogilisest olulisusest.

1. Pesakastide vajalikkus

1.1 Pesakastide uurimine ja suluspesitsejad

Hõlpsa ligipääsu tõttu kasutatakse pesakaste lindude uuringutes sageli, mistõttu on õõnelindudest saanud üks uuritumaid linnurühmi, kelle põhjal tehakse järeldusi käitumisökoloogias, looduskaitsebioloogias, ökotoksikoloogias, evolutsioonilises ökoloogias, funktsionaalses ökoloogias, molekulaarökoloogias, populatsiooniökoloogias (Lambrechts et al. 2010). Näiteks 27.04.2021 seisuga oli Scopus andmebaasis märksõnadele “nestbox” või “nest-box” vastavaid uuringuid 2635. Eestis on ainsateks õõnsusi rajavateks loomadeks rähnid, kes suudavad teha puudesse õõnsusi, luues sobivaid elupaiksid mitmetele sekundaarsetele suluspesitsejatele. Rähnide arvukuse vähenemise tõttu võivad kahaneda ka sekundaarsete suluspesitsejate võimalused.

Eestis pesitseb 233 linnuliiki, neist 213 on regulaarselt pesitsejad (Eltis *et al.* 2019) ning metsalindudest (umbes 90 liiki) on 26-27 liiki suluspesitsejad, neist omakorda suluspesitsejad värvulisi umbes 10 liiki (Renno 2017). Kõik sekundaarsed suluspesitsejad ei ole metsalinnud, mõned elavad kultuurmaastikel (nagu põld- ja koduvarblane, kuldnokk). Kinks (2017) andmetel võib Eestis tihastele või varblastele (*Passer spp.*) mõeldud pesakastis (lennuava läbimõõt 28-40 mm) pesitseda 9 erinevat värvulise liiki. Kuldnokale (*Sturnus vulgaris*) sobivas pesakastis (lennuava 50 mm) võib pesitseda ka aed-lepalind (*Phoenicurus phoenicurus*), kes võib pesitseda ka avatud pesakastis, või värbkakk (*Glaucidium passerinum*) või väänkael (*Jynx torquilla*), kes on ainuke rähniliik, kes ise õõnsusi ei tee. Eestis on viimastel aastatel sagenenud kaelus-kärbsenäpi (*Ficedula albicollis*) vaatlused (PlutoF andmebaas), see liik võib samuti pesakastis pesitseda. Nii Euroopa värvulistest kui ka kõikidest linnuliikidest kokku moodustavad oblikatoorsed suluspesitsejad üle 5% (Newton 1994a). Lisaks kasutavad erinevad linnuliigid ka talvel pesakaste ööbimiseks või varjumiseks vihma eest. Mitmed putuka- ja imetajaliigid, näiteks herilased, hiired ja nahkhiired kasutavad pesakaste. Talvel võib värbkakk pesakasti toidulao teha ehk varuda sinna talve üleelamiseks hiiri (Masoero *et al.* 2020).

1.2 Pesakastide tähtsus ja õõnsused

Viimastel kümnenditel on üha enam andmeid linnuliikide, sealhulgas mitmete primaarsete suluspesitsejate rähnide populatsioonide vähenemisest. Eestis on Elts *et al.* (2019) täheldatud linnupopulatsioonide langustrende esmaste suluspesitsejate seas. Näiteks laanerähni (*Picoides tridactylus*) arvukus on aastatel 2006-2017 langenud mõõdukalt (20-50%), kuigi pikaajalise trendi järgi (1980-2017) on arvukus stabiilne; väike-kirjurähni (*Dendrocopos minor*) arvukus on langenud 2006-2017 mõõdukalt, kuid pikaajalise trendi järgi (1980-2017) tugevalt (üle 50%); roherähni (*Picus viridis*) arvukus on lühema ja pikaajalise trendi järgi langenud tugevalt. Ka Suurbritannias on metsamaastike linnupopulatsioonid kahanenud ning neil on näiteks väike-kirjurähni (*Dendrocopos minor*) arvukus langenud kuni 81% võrra (Fuller *et al.* 2005). Samas on mõne rähniliigi arvukus kasvanud. Eestis asus 1991-2002 pesitsema uus rähniliik, tamme-kirjurähn (*Dendrocopos medius*) (Elts *et al.* 2003), kelle arvukus oli siis 1-10 haudepaari, kuid nüüd on liigi arvukus kasvanud 300-500 pesitseva paarini. Tegu on Eestis lühiajalise trendi järgi ainsa tõusva arvukusega rähniliigiga (Elts *et al.* 2019). Suurbritannias on tõusnud roherähni ning mõõdukalt ka suur-kirjurähni (*Dendrocopos major*) arvukus (Fuller *et al.* 2005), kuid Eestis on viimase nimetatud liigi arvukus olnud stabiilne. Peale selle, et esmased suluspesitsejad on Eestis kahanemas, on vähenemas ka suluspesitsejate värvuliste arvukus. Eestis metsalindudest on perioodil 1983-2018 arvukus vähenenud 14 liigil (vähenenud 26%), samas läheb kuuel metsalinnuliigil paremini (tõus 11%; Nellis ja Volke 2019). Siiski on üldine metsalindude arvukus vähenemas. Eestis on tutt-tihase (*Lophophanes cristatus*), salutihase (*Poecile palustris*), porri (*Certhia familiaris*), must-kärbsenäpi (*Ficedula hypoleuca*) arvukus 2006-2017 langenud mõõdukalt (Elts *et al.* 2019). Kui võrrelda salutihase populatsiooni Suurbritannia omaga, on nende sealne arvukus langenud samuti, lausa 68% (Fuller *et al.* 2005). Veel on Suurbritannias põhjatihase (*Poecile montanus*) populatsioon langenud 74%. Eestis on nende 2006-2017 andmetel arvukus stabiilne, kuid pikaajalise trendi kohaselt (1980-2017) on mõõdukalt langenud (Elts *et al.* 2019). Liikide vähenemise põhjusteks on toodud erinevaid tegureid ja nende koostoimeid. Sokolov (1999) uurimuses on nimetatud, et värvuliste arvukuse languse peamine põhjus võib olla nii temperatuur kui ka inimtegevus, mis mõjutavad vanalindude ellujäämist ja pesitsusedukust, kuid langust võivad põhjustada ka ohud rändeteedel, kliimamuutused või kisklussurve (vt nt Roos *et al.* 2018). Üheks oluliseks Eesti lindude arvukuse languse põhjuseks võib pidada

inimtegevust ja metsamajandamist, mis muudab ja vähendab metsalindude sobivaid elupaiku. Nellis ja Volke (2019) uuringus leiti, et metslindudest arvukuse langus toimub tõenäoliselt kiiremini paiksete, metsaspetsialistide ja okasmetsades pesitsevate liikide hulgas. Seega võiks Eestis olla probleemiks pigem metsade majandamine. Teisena võib välja tuua, et ka kliimamuutused mõjutavad liikide arvukust. Näiteks Soomes on lindude arvukus vähenenud ka kaitsealadel ning seda on põhjendatud kliimamuutusega (Virkkala 2016). Põhja-Soomes on leitud, et peamisteks metsalindude vähenemise põhjuseks on küpsete metsade kadumine ning metsade killustatus (Fraixedas *et al.* 2015) ja kolmanda põhjusena ka kliima soojenemine. Nellis ja Volke (2019) on pakkunud metsalinnustiku seisundi leevendamiseks raiemahu vähendamist, kevad-suvist raierahu pikendamist ja nn poollooduslikku metsamajanduse kasutamist. Kõik suluspesitsejad värvulised ei ole küll ainuüksi seotud metsamaastikega, kuid sellegipoolest võib nende arvukus suuremal või vähemal määral sõltuda inim mõjust, mida võiks leevendada sobivate pesaõõnte tekitamine. Näiteks on langemas kultuurmaastikes ja asulates pesitseva koduvarblase (*Passer domesticus*) arvukus (Eltis *et al.* 2019).

Lindude pesitsustihedust piiravateks teguriteks on veel ressursid (toit ja pesapaigad) ning looduslikud vaenlased (kiskjad, parasiidid; Newton 1994b). Näiteks Newton (1994b) leidis, et ainuüksi pesakastidega võib pesitsustihedust suurenda 5-20 korda, kuid selline tulemus saab tekkida vaid seal, kus pesakoht on suluspesitsejatele peamine piirav tegur. Aga kui arvukust piirab kisklus, parasiidid või toidupuudus, siis pesakohtade juurdeloomine ei ole tõhus (Newton 1994b). Šveitsis leiti, et intensiivse põllumajanduspiirkondade atraktiivsust väänkaelale saab suurendada pesakastidega, kuid tähelepanu tuleks siis pöörata pesakastide mõõtmetele (Zingg *et al.* 2010). Zingg *et al.* (2010) mainib, et asurkonna kaitse või taastamine pesakastidega vajab eelnevat veendumist, kas pesapaigad on peamine piirav tegur. Seejärel tuleb kohandada pesakast fookusliigile või mitme liigi korral kõigile liikidele sobivalt.

Küpsetes metsades, kus on õõnsusi palju, ei pruugi pesakastide ülespanek pesitsustihedust muuta. Samas kui panna pesakaste majandusmetsa, kus vanu õõnsaid puid napib, saab pesakastidega vähendada sekundaarsete suluspesitsejate konkurentsi (Newton 1994a, 1994b). Eestis tehtud töös (Lõhmus ja Remm 2005) leiti, et ka küpsetes õõnerikastes metsades (60-80 aastat) saab tegelikult pesakastidega konkurentsi vähendada ja tõsta sekundaarsete suluspesitsejate värvuliste arvukust. Newton 1994a tõi välja uuringud, kus liikide erinevates elupaigatüüpides nagu maapiirkondades, soodes, rohumaadel,

erimetsatüüpides ja erivanuselistes metsades saab pesakastide juurde panemisega tõsta lindude arvukust ja samas langetada õõnsuste sulgemisega pesitsustihedust.

Viimaste kümnendite vähene lindudele sobilike õõnsuste arv Euroopa metsades on paljude sekundaarsete suluspesitsejate arvukust kahandanud (Newton 1994a; Aitken ja Martin 2008; Remm 2008). Selle põhjuseks on osaliselt üleminek traditsiooniliselt metsamajandamisest intensiivsele majandamisele (nt Bradshaw 2004). Remm (2008) leidis, et Eestis on keskmine õõnsuste tihedus küpses metsas (vähemalt 80-aastane mets, 1,7 õõnepuud/ha) kolm korda suurem kui noortes ja keskealises metsas (25-80 aastane mets, vastavalt 0,5) ning majandusmetsas ei erine õõnsuste tihedus looduskaitsealade omast, kuid majandusmetsas oli õõnepuid 42% vähem. Kaitsealuse ja majandusmetsa erinevus oli, et majandusmetsas moodustasid kõigist õõnsustest rähniõõnsused 75%, samas kaitsealal oli rähniõõnsuste osakaal 51%. Seega esineb looduskaitsealal rohkem looduslikke õõnsusi, mis ei ole rähnide "toksitud". Õõnepuid oli ka kuni 25-aastastel raiesmikel ja võsades tihedusega 0,1 õõnepuud hektari kohta. Euroopas ja Põhja-Ameerikas puuõõnte tiheduste mediaaniks oli 11 õõnepuud hektari kohta. Samuti selgus metaanalüüsis, et keskmiselt 54% õõntest on nii Euroopa kui ka Põhja-Ameerika metsades asustamata ka õõnerikastes metsades. See tähendab, et põhiline sekundaarsete õõneloomade arvukust piirav tegur võib olla kvaliteetsete õõnte puudus ning seda ka õõnerikastes metsades. Pesakastide lisamine tõstis õõnerikastes puistutes õõnevärvuliste arvukust, näidates, et asustamata õõned ei olnud lindudele piisavalt kvaliteetsed. Euroopa õõnevärvulised eelistavad pigem pesitseda õõnsustes, mis ei ole rajatud rähni poolt. Kuna rähniõõned moodustavad küpses loodusmetsas vähemuse, ei ole primaarsete õõnespesitsejate poolt tekitatud õõnte osakaalu tähtsus õõnevärvulistele nii oluline kui majandusmetsas, kus on looduslikke kõduõõnsusi vähe. Seega on noortes puudes ja majandusmetsades sobivate õõnsuste arv reeglina väike, mistõttu pesakastide paigutamine võimaldaks säilitada paremini sekundaarsete suluspesitsejate liigirikkust ja asustustihedust.

1.3. Looduslik õõnsus võrreldes pesakastiga

Looduslikus õõnsuses ebaõnnestub linnul pesitsus sagedamini kui pesakastis. Õõnsus on kergemini ligipääsetav rüüstajale ja on tõenäosus vee sisse valgumiseks, mis pesakastil on tihti välistatud (Balen *et al.* 2002). Pesakastis olev pesa on rüüste eest paremini kaitstud ja pesitsus on produktiivsem kui looduslikus õõnsuses (nt Møller 1989). Pesakasti turvalisus sõltub kaitsemeetoditest, kasti kõrgusest ja asendist (Nilsson 1984).

On palju erinevaid uuringuid pesakastide ja õõnsuste erinevate eelistuste kohta, näiteks Eestis Lõhmuse ja Remmi (2005) sõnul eelistasid Alam-Pedja jõeäärsetes vanades õõnerikastes metsades sekundaarsed õõnevärvulised pesitseda pigem pesakastides kui looduslikes õõnsustes. Leiti, et must-kärbsenäpid olid oportunistlikud õõnte osas, rasvatihased (*Parus major*) eelistasid pesakaste, kuid sinitihased (*Cyanistes caeruleus*) ja puukoristajad (*Sitta europaea*) eelistasid puuõõnsusi.

Erinevusteks pesitsuse näitajate osas leidsid Alatalo *et al.* (1988), et pesakastides algas must-kärbsenäppidel munemine kolm päeva varem kui looduslikes õõnsustes. On väidetud, et mida suurem on pesakasti või õõne ruumala, seda suuremad on ka kurnad (Nilsson 1984; Gustafsson ja Nilsson 1985), kuid Alatalo *et al.* (1988) sellist seost ei tuvastanud. Tulemused ei välistanud täielikult võimalust, et must-kärbsenäpp võib väiksemas pesakastis muneda väiksema kurna, mis on väiksemad kui looduslikud õõnsused ja pesakastid Alatalo *et al.* (1988) uuringus. Samuti leiti, et tulemused olid vastuolus Nilsson (1984) uuringu tulemustega, kus väideti, et pesakastid on suuremad kui looduslikud õõnsused. Pesakastid olid tegelikult väiksemad looduslikest õõnsustest. Kuid võib öelda, et õõnsuste teke ja selle suurus võib erineda sõltuvalt nii metsatüübist kui laiuskraadist (Remm 2008). Alatalo *et al.* (1988) uurimispiirkonnas oli väga vähe looduslike õõnsusi, mis olid sama väikesed kui pesakastid ja Nilssoni (1984) uurimises oli vastupidi.

Mikrokliimat puuõõnsuste ja pesakastide vahel on võrrelnud Maziarz *et al.* (2017): pesakastides, mis sarnanesid ruumalalt salutihase õõnsustele, oli oluliselt väiksem õhuniiskus. Pesakastis oli keskmine päevane õhuniiskus 24% madalam kui puuõõnes, ning leiti, et õõnsused olid rohkem isoleeritud, kuna õõnsuse õhutemperatuuri ööpäevane amplituud oli väiksem kui pesakastis. Samuti oli õõnsuses päeval õhutemperatuur madalam kui keskmine siseõhu temperatuur pesakastis. Pesakastid olid võrreldes keskmise välisõhuga päeval soojemad ja seega soojemad kui looduslikud õõnsused. Üldiselt kõikus pesakastis

temperatuur võrreldes välisõhuga vähem ning õõnsused olid rohkem välisõhust isoleeritud - päevased temperatuuri ekstreemumid olid väiksemad ja võrreldes välistemperatuuriga mõne tunni võrra nihkes. Võrreldes salutihase õõnsusi pesakastidega, olid pesakastide sise- ja välistemperatuurid välisõhuga sarnasemad. Samuti leiti seos puu jämedusega, mida on leitud ka teistes uuringutes (nt Maziarz ja Wesołowski 2013): mida jämedam puu või selle osa, kus õõnsus asetseb, seda isoleeritum ja suurem pesapõhja pindala on ja seda väiksem on temperatuuri kõikumine. Seega on pesakastid õõnsustest kuivemad ja halvema soojusisolatsiooniga, mis võib väheste õõnsustega metsas pesitsevate lindude pakutavate pesakastide valikut mõjutada.

2. Pesakasti mõõtmete ja materjali mõju

Uurimustes on kirjeldatud pesakastide materjali ja mõõtmete mõju sekundaarsetele suluspesitsejatest värvulistele: lennuava diameeter, seina paksus, pesakambri ruumala ja sügavus lennuavast pesakasti põhjani. Järgnevalt käsitlen mõõtmete ja materjali eelistust suluspesitsejatel ja selle võimalikke põhjuseid.

2.1 Isoleerituse mõju

Velky *et al.* (2009) uurisid ööbivaid linde 7. jaanuarist kuni 23. märtsini poollooduslikes tingimustes, kasutades kahte identse pesakambri, ent erinevate mikrokliima tingimustega pesakasti. Üks kastitüüp oli väljast isoleeritud polüstüreeni ja musta tõrvapapiga (välja arvatud puule kinnitatud külge) ja teine oli n-ö tavaline, isoleerimata. Kastidele oli antud ka looduslik välimus: nad olid kaetud tamme koorega ja peidetud metsamaterjali taha, et sarnaneda looduslikele tingimustele ja vältida lindude poolset visuaalset eristamist. Seega oli lindudel ööbima asumiseks valida ainult kaks sarnast samal kõrgusel (1,7 m) asuvat õõnsust, mille pesaavad avanesid samasse suunda ning olid visuaalselt sarnased. Pesakastide asukohti vahetati juhuslikult kahe asukoha vahel. Õõnsustes olid termohügroomeetrid, mis mõõtsid õhuniiskust ja temperatuuri. Leiti, et isoleeritud ja isoleerimata kasti vahel olid märkimisväärsed temperatuuri kõikumised kaks tundi enne päikese tõusu, ning tõestati, et linnu ainevahetus tõstab ka pesakasti sisetemperatuuri. Isoleeritud pesakastis, kus ei ööbinud rasvatihane, ja isoleerimata kastis, kus tihane ööbis, kõikus temperatuur enam-vähem sarnaselt, kuid temperatuur isoleeritud pesakastis oli tuntavalt kõrgem kui isoleerimata kastis. Temperatuur kahe pesakasti vahel varieerus eri aegadel, näiteks oli suurim erinevus pesakastide sisetemperatuuris siis, kui välistemperatuur oli 7 kraadi - siis oli isoleeritud kastis 4,4 kraadi ja isoleerimata kastis 17,0 kraadi. Samuti sõltus pesakasti temperatuur välistemperatuurist, näiteks enim varieerus isoleeritud pesakastis siis, kui väljas oli 4,1 kraadi, olles kastis 3,9–15,9 kraadi; isoleerimata kastis varieerus temperatuur enim, kui väljas oli 7,0 kraadi, olles kastis 6,3–17,0. Rasvatihased uudistasid ööbimiskohti enne lõpliku ööbimiskoha valimist ja tegid lõpliku valiku pool tundi enne või pärast päikeseloojangut. Vihmaga võttis ööbimiskoha lõplik valik kauem aega ja ööbimispaikade

uudistamiseks tehti rohkem külastusi. See viitab, et tihased on ööbimiskoha osas valivad ning seda ka pesakasti valiku puhul. Töös ei uuritud tihaste võimekust aru saada soodsama mikrokliimaga pesakastist, kuid töö autorite arvates võiksid linnud olla suutelised tuvastama parema mikrokliimaga pesakaste. Siiski olid arvatavasti kahe pesakasti mikrokliima (temperatuuri ja õhuniiskuse) tingimused liiga sarnased, et linnud suudaksid nende põhjal pesakaste eristada. Võib oletada, et tihased oleks olnud võimelised eristama pesakastide mikrokliimat, kui kastide asukohti kahe puu vahel ei oleks vahetatud.

Põldvarblase (*Passer montanus*) puhul on leitud, et ööbimine tühjas kastis säästab 18% energiat, pooleli olevas pesas 23% ja pesaga pesakastis 36% (Pinowski *et al.* 2006). Energiasääst sõltub ka sulestikust. Samuti võib mõjutada tuul energia säästmise protsenti pesakastis: tuulise ilmaga võib halva isolatsiooniga kastides või kastides, mille lennuava on pesapõhjale suhteliselt lähedal, linnu energiakadu olla 1%-15% suurem. Velky *et al.* (2009) selgus, et isoleeritud kastides on soojem ning linnu enda kehasoojus tõstab ka pesakastis temperatuuri. See on ka põhjus, miks mõningatele liikidele meeldib pesakastides koos ööbida. Selgeid tõendeid temperatuuri eelistuste osast ööbimiskoha valikul ja temperatuuri tajumise võimekusest on õönelindude kohta vähe (Paclík ja Weidinger 2007).

Suluspesitsejate värvuliste ja teiste liikide sigimisedu mõjutab ka varajase ja pikale veninud kevade keskmine õhutemperatuur (Sokolov 1999). Varajane ja soe kevad soosib varajast pesitsust ja tõstab pesitsusedukust; külm ja hiline kevad vähendab pesitsusedukust. Samuti on Perrins (1996) leidnud, et munemist ja koorumisedukust ei mõjuta ainult varajane pesitsus, vaid ka õhutemperatuur. Pesitsusaja edenedes muutuvad ilmad soojemaks ja temperatuuri tõus soodustab suuremate munade munemist. Suuremat munade munemine tähendab üldjuhul kurna suuruse vähenemist, kuid mida suuremad on munad, seda suurem on ka koorumisedukus. On küll arutletud, kuid puuduvad kindlad tõendid, et tihaste puhul võiks munade kaalu tõusu kevade arenedes põhjustada röövikute arvukuse kasv, mitte temperatuuritõus. Küll on aga leitud, et röövikute arvukus mõjutab kurna suurust (Perrins 1991). Yom-Tov ja Wright (1993) on leidnud, et sinitihased võivad lõpetada munemise, kui ööd muutuvad liiga külmaks. Rodríguez *et al.* (2016) uuris Hispaanias, kuidas mõjutab pesakasti temperatuuri muutmine pesapoegade arengut ja konditsiooni. Soojendatud pesakastis oli temperatuur 39,6 °C, jahutatud pesakastis 26,4 °C ja kontrollpesakastis 34,6 °C. Soojendatud pesakastides olid pojad kergemad kui jahutatud ja kontrollpesakastides, ning hinnanguline ellujäämus oli seetõttu väiksem kui kontrollpesakastides. Kontrollpesakastis pesapoegade ellujäämus suurenes poegade suurenedes, kuid soojendatud

pesakastis pöördus see suhe vastupidiseks. Mida väiksemad olid pesapojad soojendatud pesades, seda efektiivsemalt suutsid nad kuuma temperatuuriga toime tulla.

Seega võib isoleeritumas pesakastis, mis on välistemperatuurist vähem mõjutatud, olla munade kaal ja koorumisedukus suurem. Samuti võib isoleeritus mõjutada kurna ja pesapoegade suurust. Kuid Lambrechts *et al.* (2016) pikaajalises uuringus, kus kasutati pesakaste, mille seinapaksus varieerus 1-11,5 cm, ei leitud, et seinapaksus oluliselt esimese pesitsuse edukust mõjutab (vaata pt. 2.3).

2.2 Pesakasti materjali ja lennuava kuju mõju

Hispaanias põldvarblaste uuring puidust ja puitbetooni segust Schwegleri (tüüp 1B) pesakaste kasutamisest maapiirkondades näitas, et linnud eelistasid puitbetoonist pesakaste (Garcia-Navase *et al.* 2008). Puidust kasti kambri ruumala oli 2057 ja puitbetoonist 1869 cm³, puidust kastide sügavus oli väiksem ja need olid nelinurkse kujuga. Schwegleri kastid olid silindrikujulised ja kitsamad, ent sügavamad kui puidust kastid. Lennuava läbimõõt oli mõlemal kastitüübil 32 mm. Puidust pesakastide asustatus oli 33,5% ja puitbetoonkastide 76,5%. Pesakasti tüüp ei mõjutanud põldvarblase kurna suurust, kuid näiteks haudevältus oli puitbetoonist pesakastis lühem, vastavalt $11,1 \pm 1,2$ päeva vs. $10,8 \pm 1,2$ päeva, samuti muneti puitbetoon pesakastides esimene kurn varem. Poegade keha parameetrid pesakasti tüübist ei sõltunud, kuid puitbetoonist pesakastis pesitsenuil oli sigimisedukus suurem. Näiteks luhtus puitbetoonkastides 17,6%, puidust pesakastides aga 28,1% pesitsustest. Põldvarblaste puitbetoonist pesakastide eelistamine on kooskõlas Browne (2006) andmetega, kus ta leidis, et rasvatihased ja sinitihased eelistasid puitbetoonist pesakaste. Browne'i (2006) uurimuses kasutati Suurbritannias erineva värvi ja konstruktsiooniga pesakaste: kahte tüüpi puitbetoonist ja kahte tüüpi täispuidust pesakaste. Mõned puidust pesakastid oli paksuseinalised (2,4 cm), mõned õhema seinaga (1,9 cm), kuid mõlema sisemõõtmed olid samad: kõrgus 16,5 cm, laius 15 cm, pikkus 19,5 cm ja lennuava diameeter 32 mm. Puitbetoonist kastidest oli tegu Schwegleri (<http://www.schwegler-natur.de>) 1B kastiga (kõrgus 18 cm, ruumala 1869 cm³) ja 2M rippuva pesakastiga (kõrgus 19 cm, ruumala 1805 cm³), mille esipaneeli paksus oli 3,2 cm, külgedel 3,7 cm ja lennuava läbimõõt 32 mm. Uuringu teisel aastal pandi üles paksuseinalisi rohelisi ja pruune pesakaste erinevate

lennuavadega: ümmargune (8 cm²) ning kolmnurgakujuline kasti nurgas asuv (25 cm²) ava. 272 pesitsuse tulemused näitasid liikidele erinevat pesakastitüüpide asustamist. Ümmarguse auguga pesakastidest olid asustatud 68% ja nurgas asuva avaga 32%. Eelistus võis olla tingitud ava suurusest, kuna nurgaava oli kolm korda suurem ümmargusest.

Lennuava eelistused erinevad liigiti (Löhr, 1977). Näiteks pakkudes puukoristajale lisaks tavapärasest avamõõdust suurema avaga pesakaste - läbimõõt 60 ja 110 mm - eelistab puukoristaja siiski 32 mm lennuavaga pesakasti, kus ei pea lennuava saviga väiksemaks tegema. Pakkudes sini-, salutihasele ja musttihasele (*Periparus ater*) 32 ja 26 mm lennuavaga pesakaste, eelistavad linnud väiksema avaga pesakaste, kuid näiteks rasvatihase puhul ei olnud eelistuse vahet 30-40 mm osas. Browne'i (2006) uuringus eelistati rippuvaid pesakaste rohkem (38%) kui puutüvele kinnitatuid (25%) ja puidust õhemaseinalisi 20% ning paksuseinalisi 16%. Pesakaste, mis oli tehtud puitbetoonist, eelistas kasutada 64% tihastest ja täispuidust pesakaste 36%. Tihaste võrdluses vältis sinitihane kõige sagedamini puutüvel olevat puitbetoonist kasti, kuid näiteks rasvatihasel oli see teine eelistus. Seega ei olnud sinitihasel puitbetoonkast nii määrav (asustustatus 47%) kui rasvatihasel (vastavalt 91%). Uurimuses ei leitud pesakasti tüübi ja kurna suuruse, poegade arvu ning lennuvõimestunud poegade arvu seost pesakastitüübiga, kuigi varasemates uurimustes (Löhr 1977, 1986); Mertens 1977; O'Connor 1978) on leitud, et nimetatud tegurid sõltuvad pesakasti tüübist. Autorid arvasid, et lindude valikueelistuse põhjusteks oli parem heliisolatsioon, pimedam keskkond, isoleerivamad tingimused ning näiliselt parem kaitse kiskjate eest. Garcia-Navase *et al.* (2008) tõestas, et kahe pesakasti tüübi mikrokliima erineb. Puitbetoonil on keskmine ja maksimaalne päevane õhutemperatuur 1,52 ja 2,95 °C suurem kui puidust pesakastis, kuigi nende miinimumtemperatuur ei erinenud oluliselt puidust pesakastidest. Puitbetoonil oli seega soojusjuhtivus parem ja sellest tulenevalt on päeval ajal parem ümbritseva välissoojuse läbilaskvus. Pesakastitüüpide temperatuuri erinevused võivad põhjapoolsetes asurkondades varieeruda vähem kui Vahemere piirkonnas, kuna mõlema kastitüübi termilise mikrokeskkonna erinevused tingis kiirgusenergia. Browne'i (2006) uuringus ei sõltunud kurna suurus pesakasti ruumalast, mida on sedastanud näiteks Karlsson ja Nilsson (1977), van Balen (1984), Gustaffson ja Nilsson (1985). Browne (2006) arvas, et kuna puitbetoonist pesakast oli väiksem kui puidust pesakast, tasakaalustas soodne mikrokliima suurusest tingitud erinevusi. See tähendab, et puitbetooni pesakasti väikesest ruumalast tulenev soodne mikrokliima suurendab kurna suurust, tasakaalustades vähesest ruumist tingitud kurna suuruse languse.

Varssavi äärelinnas pesitsevad aed-lepalinnud, põldvarblased, rasva-, sini- ja musttihased metalltorudes (nt värava- ja aiapostides). Kohalikele rasvatihaste populatsioonidele on see peamine pesitsuskoht, kus pesitseb ligi 80% isenditest (Lesiński 2000). Lesiński (2000) leidis, et eelistatud postide läbimõõt sõltus linnuliigi suurusest, peamiselt jooksmepikkusest. Kõige kitsama läbimõõduga poste (7-9 cm, mediaan 7,5 cm) eelistasid sinitihased ja kõige laiemaid (7-11 cm, mediaan 8,5 cm) rasvatihased. Koduvarblased eelistasid 8 cm läbimõõdus metalltorusid (pesitseti 7,5-11 cm). Rasvatihased tegid pesa sügavamale kui teised liigid, see võis ulatuda 15 cm kuni 1,7 meetri sügavusele (mediaan 80 cm). Sinitihane tegi pesa 5-70 cm (mediaan 50 cm) ja koduvarblane 15-70 cm (mediaan 45 cm) sügavusele. Leiti, et lennuvõimestunud poegade edukus oli metalltorudes madalam kui pesakastides. Pesitsusedukuse languse metalltorudes põhjustas ruumipuudus, kuna kitsad torud piirasid poegade pesaruumi. Sarnaseid erinevusi pesitsusedukuses on täheldatud ka erineva suurusega pesakastides Löhrl (1973), Nilsson (1975), Karlsson ja Nilsson (1977), Van Balen (1984) ning Sorace ja Carere (1996). Kitsamates tingimustes munevad linnud vähem mune ja see võib olla põhjus, miks lennuvõimestunud poegade arv metalltorudes on väiksem. On veel leitud, et rasvatihaste linnapopulatsioonides on suhteline pesitsusedukus (poegade arv munade kohta) väiksem kui maapiirkondades, mis võis olla väheste poegade põhjuseks (Hörak 1993).

Rushmore *et al.* (2012) võrdles puidust pesakaste isoleeritud metallist pesakastidega, et selgitada, kas isoleeritud metallist pesakast on ohutu ja hea alternatiiv puidust pesakastile. Uuriti nelja erineva linnuliigi eelistust. Olulisi erinevusi kurna suurustes, koorumise edukuses ja lennuvõimestunud poegade arvus õõnepääsukeste (*Tachycineta bicolor*) ja aedkäblikute (*Troglodytes aedon*) vahel ei leitud. Seetõttu järeldati, et vahtplastist isolatsiooniga metallist pesakast on ohutu alternatiiv puidust pesakastidele, kuid 77,1% lindudest eelistasid puidust pesakaste. Õõnepääsukesed eelistasid pesitseda metallist pesakastides, kuid aedkäblikud, ida-sinilinnud (*Sialia sialis*) ja koduvarblased eelistasid puidust pesakaste. Kuna metallist pesakast oli seestpoolt isoleeritud, ei võimaldanud see temperatuuridel ohtlikult kõrgeks tõusta, kuigi temperatuur olid selles pesakastis kõrgem kui puidust pesakastis.

Lesiński (2000) leidis, et pesakastides on kisklusrisk suurem kui metalltorudes. Torudes pesitsevaid linde on raskem kätte saada ning kisklusriski võib pesitsemist mõjutada rohkem kui ruumipuudus. Aed-lepalinnu ja musttihase pesi leiti metalltorudest ainult üks, mis võib viidata sellele, et need liigid alles alustavad adapteerumist metalltorudega ja nende

pesitsemine torudes võib tulevikus sagedada. Rasvatihane võis olla esimene liik, kes õppis metalltorusid ära kasutama ja seega on nad selliste uudsete pesitsuskohtadega paremini kohanenud.

2.3 Kambri suuruse ja sügavuse mõju

Lambrechts *et al.* (2016) pikaajalises (18 aastat) uuringus Vahemere tammikutes leiti, et sinitihase pesa suurus ja ehitusmaterjali paksus ei mõjuta koorunud ja lennuvõimestunud poegade arvu ja poja kaalu. Kuigi mahajäetud või rüüstatud pesad olid uuringus natukene õhemad, ei olnud see statistiliselt oluline. Uuringus kasutatud pesakastide ruumala varieerus 110 kuni 1300 cm³.

USA Illinoisi osariigis Cooki maakonnas Homewoodi äärelinnas korreleerub koduvarblase pesakasti põhja pindala kurna suurusega (Lowther 2012). Keskmise kurn oli 4,49 muna väikeses pesakastis, mille põhjapindala oli 112 cm², ja 4,77 muna suures kastis, mille põhjapindala oli 221 cm², ehk kurna suuruse erinevus oli ligikaudu 0,3 muna. Teised pesitsusparameetrid erineva põhjapindalaga pesakastides ei erinenud. Samuti ei olnud korrelatsiooni pesakasti suuruse, munemise alguse või poegade arvu vahel. Uurimuses ei ilmnenud selget eelistust kahe pesakasti tüübi vahel. Neid tulemusi võis mõjutada garaaži seinad, millel pesakastid asetsesid. Näiteks oli eelistatum pesitsuskoht garaaži tagasein, kus inimhäiring oli väiksem, kuid viiest väikesest pesakastist asetses seal ainult üks.

Stanback *et al.* (2013) leidis, et ida-sinilindudel oli esimese pesitsuskorra pesa seda kõrgem, mida sügavam oli kast ja madalamates kastides oli pesa madalamal. Sügavas kastis olevad teise pesitsuskorra pesad olid oluliselt kaugemal lennuavast kui esimesed pesad madalamates kastides. Katses olid sügavates kastides teise pesitsusaegsed pesad oluliselt kõrgemad kui esimese korra aegsed pesad, mille samad emased olid madalatesse kastidesse ehitanud. See võib olla tingitud pesade järjekorrast, aastaajast, temperatuurist, kasti sügavusest või kogemustest. Kõiki neid võimalusi eraldi analüüsid jõuti järeldusele, et ei pesitsuskord ega eelnev kogemus ei selgitanud pesakõrguse varieerumist. Esimese ja teise pesitsuse pesade termilisi tingimusi analüüsid ilmnes, et sama emase pesa kõrgus ei erinenud, kui kasti sügavus oli muutumatu. Uuringus ei tuvastanud kogemuse mõju ida-

sinilindude pesa kõrgusele ning leiti, et pesade kõrgus oli kõrge korduvusega: kevadel keskmisest kõrgemaid pesasid ehitanud kippusid sama kõrgeid pesi ehitama ka suvel.

Löhrl (1977) leidis, et 14 ja 11 cm kõrgustest (lennuavast pesapõhja) pesakastidest eelistasid sinitihased ja musttihased pesitseda madalamates, kuid näiteks salutihase puhul ei olnud kõrgus oluline. Rasvatihased eelistasid pesitseda kõrgemates kastides (19cm). Kui musttihasel ning sinitihasel on valida 11 cm ja 9 cm kõrguste pesakastide vahel, eelistavad nad kõrgemat; kui sinitihastel on valida 9 ja 14 cm sügavusega kasti vahel, eelistavad nad 14 cm kasti. Löhrl (1986) leidis, et peale kõrguse on rasvatihasel eelistus ka pesakasti laiuse (lennuavast tagaseina) osas. Sama kõrguse, kuid erineva põhja pindalaga pesakastide hulgast eelistasid nad kõige suurema pesapõhjaga kaste. Kõrge ja kitsa või laia ja madala kasti vahel valides eelistasid rasvatihased neist viimast. Selgus ka, et rasvatihased eelistavad vertikaalselt paigutatud pesakaste ehk liiga laiu ja madalaid kaste välditi. Sama avausega pesakastidest eelistasid rasvatihased madalat ja laia kasti kõrgele ja laiiale. Seega eelistavad tihased laiema kasti puudumisel sügavamast kasti, kuid valiku korral suurema põhjaga pesakasti. Löhrl (1986) leidis, et suurema pesapõhja diameetriga kastides olid suuremad kurnad, ehk lindude valik mõjutas otseselt nende pesitsusedukust. Lambrechts *et al.* (2013) on leidnud, et lisaks eelistusele pesitseda suurema ruumalaga pesakastis eelistavad rasvatihased ja sinitihased ka ööbida suuremate mõõtmetega pesakastis.

3. Pesakasti detailide ja asendi mõju

Erinevad detailid aitavad parandada lindude pesitsusedukust pesakastis või võivad mõjutada eelistust, näiteks plaadid kiskjate eest, kõrgus maapinnast, lennuava pikendamine, pesakasti ava suund ilmakaare suhtes, kinnituspind (kuidas kast on kinnitatud puule, maasse või tehisobjektile).

3.1. Asukoha mõju

Browne (2006) uurimuses tuli välja, et rippuvate pesakastide eelistus puutüvele kinnituvale olid sinitihastel ja rasvatihastel oluliselt suurem. Ka lennuava orientatsioon mõjutab pesakasti asustatust ja võib mõjutada pesitsuse näitajaid. Näiteks Suurbritannias väldivad rasvatihased edelasse avanevaid pesakaste rohkem, kui teistes suundades avanevaid (Goodenough *et al.* 2008a). Vältimisel on ilmselt sisuline põhjus, sest edelasse avanevates kastides olid pojad väiksemad, kergemad ja asümmeetrilisemad kui teistes pesakastides. Seega teatud suunda avaneva pesakasti vältimisel evolutsiooniline põhjus. Goodenough *et al.* (2008b) leidis, sinitihasel ja must-kärbsenäpil pesaava orientatsiooni osas eelistust ei ole, kuid must-kärbsenäppidel mõjutas orientatsioon pesitsusedukust: ka neil lennuvõimestus vähem poegi edelasse avanevates pesakastides. Yalçın *et al.* (2016) uuringus Ida-Türgi tammemetsades eelistasid kuus suluspesitsejat liiki enim pesakaste, mis olid suunatud lõunasse (36,35%) või idasse (31,05%) ja vähem eelistati põhja (17,55%) ning läände (15,05%) suunatud pesakaste. Erinevusi oli ka liigisiselt, näiteks varblased eelistasid pesitseda rohkem põhjapoolse suunatud külgedel.

Krause ja Schrader (2016) tegid uuringu sebra-amadiinide (*Taeniopygia guttata*) pesakoha kõrguse ning varjulisuse eelistusest viies populatsioonis. Kõigis populatsioonides eelistasid linnud kõrgemaid pesakohti. Mõned alamliigid eelistasid varjulisemaid pesakaste, kuid osa alamliike eelistas pealt lahtiseid pesakaste. Katsekeskkonnaks olid 1 m x 1 m x 2 m aviaariumid. Aviaariumis oli üks linnupaar korraga ja pärast pesitsemist (või kui paarid ei alustanud 14 päeva jooksul pesitsemist) lasti amadiinid loodusesse tagasi. Eksperimendis paigutati kolm pesakasti erinevale kõrgusele. Pesakastid ei asunud täpselt üksteise all. Teises

eksperimentis paigutati kolm pesakasti samale kõrgusele, kuid erineva varjestusega: lahtine, kinnine ja poollahtine pesakast. Must ja valge sebra-amadiinide populatsioonid võrreldes austraalia ja kodustatud sebra-amadiiniga eelistasid pesitseda pealt lahtises pesakastis, teistes varjestuses peaaegu ei pesitsenudki. Kurna suurused ei erinenud eri populatsioonidel, kuid pesamaterjali kasutus oli oluliselt erinev.

3.2 Kaitse rüüstamise vastu

Jaapanis aastatel 1999-2000 õnnetihaste (*Sittiparus varius*) ja rasvatihaste uuringus pandi pesakasti lennuavast 2,5 cm allapoole puidust plaat (14x80x45 mm), et saada teada, kas see vähendab pesade rüüstamist. Pesi rüüstavad seal madudest enim *Elaphe climacophora*, jaapani nugis (*Martes melampus*), vareslased (näiteks suurnokk-vares *Corvus macrorhynchos*), metsistunud kodukassid (*Felis catus*) ja jaapani roherähnid (*Picus awokera*). Puidust plaadita ja kaitseplaadiga pesakastide suhtes lindude eelistused ei erinenud: nad asustasid kaste samal määral (1999. a 73% kaitsmata ja 2000. a 64,8% kaitstud pesakastid). Võib oletada, et 2000. aastal ei olnud lindudel võimalik valida teisi õõnsusi peale kaitstud pesakastide. Seega tuli lindudel pesitsema minna kaitstud pesakastidesse, kuna kõik teised õõnsused olid näiteks hea pesitsusaasta tõttu hõivatud. Valiku korral oleks võimalus, et linnud valiksid hoopis ilma kaitsmeta pesakasti, kuna kaitse piirab valgustingimusi ja võib takistada lennukoridori (või samal määral, sest pole kindlaks tehtud, et linnud üldse tajuvad pesakastide turvalisuse erinevust). Esimesel aastal rüüstati 46,2%, järgneval aastal, pärast kaitsete paigaldamist, langes see 28,1%-le ja pesitsusedukus tõusis 29,2%-lt 43,8%-le. Jaapani nugiste poolne rüüstamine langes märkimisväärselt, kuid näiteks madude poolse rüüstamise protsent jäi samaks. Kaitse ei häirinud pesapoegi, kuna põhiliste pesitsusstaadiumite kestvus ei erinenud aasta vahel. Eeldusel, et nugise arvukus katsealal ei muutunud kahe aasta jooksul, soovivad autorid puidust plaate pesakastide tõhusaks kaitseks nugiste rüüste vastu. Puitplaat suurendab pesa sissepääsu ja pesamaterjali vahelist kaugust ning takistab nugise käpa ulatamist poegadeni või munadeni. Nugis pääseks rüüstama pesi juhul, kui pesakast oleks pesamaterjali täis või kaugus pesa sissepääsu avast pesani oleks liiga väike. Nugise pea liiga suur, et mahtuda läbi 30 mm läbimõõduga pesakasti ava (Yamaguchi et al. 2005).

4. Värvi mõju

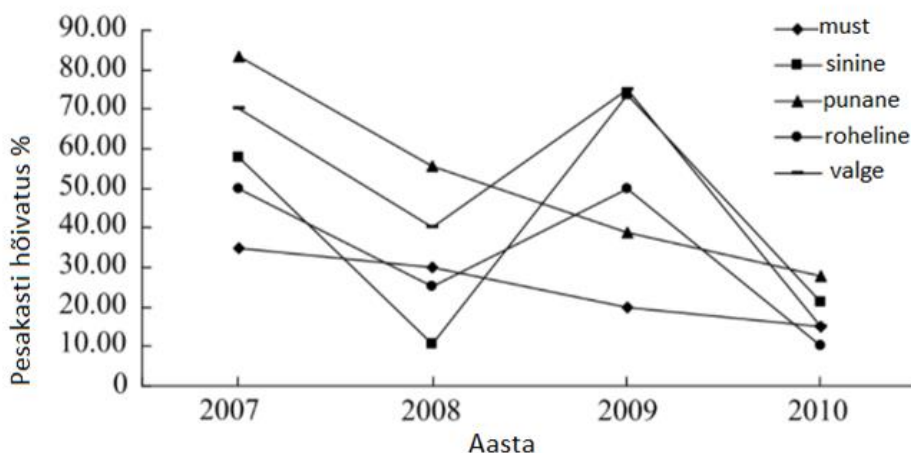
4.1 Lindude värvinägemine

Mõistmaks lindude ökoloogilisi ja käitumuslikke tagamaid seoses värviga, tuleb teada linnu tajusid. Võrreldes teiste tajudega, on lindudel välja arenenud erakordselt hea nägemine. Silmadega suudavad kõik loomad tajuda vaid osa maapinnale jõudvast valgusest, kuid see spektri osa on liigiti erinev (Withgott 2000). Inimesed näevad valgust 400 – 700 nanomeetri vahemikus, kuid ei suuda eristada pikemaid (infrapuna) või lühemaid (ultraviolet) lainepikkusi (Withgott 2000; Hart 2001; Goldsmith 2006). Inimese nägemine on nii-öelda kolmevärviline, suudame kolme eri tüüpi kolvikestega ehk koonusrakkudega eristada punast, rohelist ja sinist valgust, kuid lindude nägemine on see-eest tetrakromaatiline (Withgott 2000; Hart 2001; Goldsmith 2006). Lindudel on lisaks pika, keskmiste ja lühikeste lainepikkuste tuvastamiseks olemas neljandat tüüpi koonusrakk ultraviolettkiirguse (300 – 400 nm) lainepikkuse tajumiseks (Withgott 2000; Hart 2001; Hausmann et al. 2003; Goldsmith 2006). Lisaks sellele on lindudel olemas topeltkoonuse funktsioon, mille täpsema talitluse osas on teadlased eriarvamusel. Näiteks arvatakse, et topeltkoonus on pigem tundlikkuse jaoks kui lainepikkuste eristamiseks või et topeltkoonus ei ole seotud värvinägemisega (Hart 2001; Goldsmith ja Butler 2005). Lindudel on ka karotenoidpigmente sisaldavad õlitilgad võrkkestal, mis aitavad lainepikkusi filtreerida, piiravad linnu läätse poolt läbilastavat UV-kiirguse kahjustavat mõju ning võimaldavad lindudel eristada rohkem värve, kui ilma õlitilkadeta oleks võimalik (Withgott 2000; Goldsmith 2006). Ultravioletti nägemisvõime avastati lindudel üsna hilja, 1970ndadel. Varem pakkus 20. sajandil teadlastele palju huvi putukate ultraviolet-taju kasutamine (Goldsmith 2006). UV-kiirgust peegeldavad ja fluorestseerivaid süstiku ornamente kasutavad näiteks kuldnokad, sinitihased ja sebra-amadiinid (*Taeniopygia guttata*) paarilise valikul vihjetena (Bennett et al. 1996, 1997; Andersson et al. 1998; Hunt et al. 1999), kuid siiski on lindude neljamõõtmelist värvinägemist inimesel väga raske ette kujutada (Withgott 2000).

4.2 Värv kui pesakasti parameeter

Pesakasti värvi võetakse mõjutegurina arvesse väga vähestes uuringutes. Näiteks Browne'i (2006) uurimuses saadi teada, et erinevad tihased eelistasid rohkem pesitseda rohelistes (72%) kui pruunides (28%) pesakastides, kuigi Browne pesakastide konstrueerimisel ei arvanud, et värv võiks olulist rolli mängida. Värvilistest olid eelistatuimad rohelised ümmarguse auguga pesakastid, seejärel rohelised nurgaauguga ning pruuni värvi ümmarguse auguga ja kõige vähem eelistati pruune nurgaauguga pesakaste. Seega oli värv olulisem tegur kui lennuava kuju. Ühe värvi eelistamist teisele selgitas Browne (2006) sellega, et erinevad värvid võivad sisaldada kemikaale, mille lõhn või maitse lindudele erinevalt mõjub, kuid samas võib olla lindudel raskem näha tumedamates pesakastides parasiite nagu kirpe lennuava juures (Feu 1992).

Zhang *et al.* (2012) uurisid rasvatihase pesakastivärvi eelistust ja paljunemisedukust Hiinas: musta, sinist, rohelist, valget ja punast värvi pesakaste riputati Zuoja looduskaitsealale 2007-2010. Selgus, et rasvatihased eelistasid punast värvi pesakaste (vt joonis 1); värvil ning kurna suurusel ei olnud seost, kuid lennuvõimestunud poegade arv oli punastes pesakastides kõige suurem.



Joonis 1. Värvieelistused pesakastide osas rasvatihasel (Zhang *et al.* 2012).

Dolenec (2019) uuris roheline ja pruuni värvi puidust pesakastide ja nende riputuskõrguse eelistust noortes heitlehistes metsades: samade mõõtmetega eri värvi pesakastid kinnitati sama puu peale. Üks kastides oli 2-2,5 meetri ja teine 4-4,5 meetri kõrgusel ja nende asukohti vahetati igal järgneval puul. Pesakastide lennuavad olid samas suunas ja kisklusriski

vähendamiseks kaitstud metallist ümbrisega. Leiti, et rasvatihased eelistasid peamiselt rohelisi pesakaste (88,6%) sõltumata pesakasti kõrgusest ja et värvi eelistus on lindudele olulisem kui kõrgus. McCabe (1961) pikaajalises (11 a) aed-käbliku (*Troglodytes aedon*) uuringus leidis, et ka see liik eelistab pesitseda punastes ning rohelistes pesakastides, eelistades kõige vähem valgeid ja kollaseid pesakaste. Yalçın *et al.* (2016) Türgi tammemetsas kasutades kollast, sinist, rohelist, oranži ja värvimata pesakasti, leidis, et viie erineva värvulise liigi eelistused värvide suhtes erinesid. Rasvatihane eelistas rohelist, sinitihane kollast, puukoristaja oraži, kaljuvarblane (*Petronia petronia*) kollast ja sinist, koduvarblane kollast, sinist ning värvimata pesakaste.

Ka Eestis on tehtud kaheaastane uuring pesakastide värvieelistusest Nigula looduskaitsealal (Raik 2021). Leiti, et lindude eelistused värvi osas on sarnased Zhang *et al.* (2012) leitule: punast, sinist ja valget pesakasti eelistati rohkem kui rohelist ja värvimata. Samuti näitasid tulemused, et pesakastide lisamisega kaitseala rabaäärsetesse ja lammimetsadesse võeti värvilised pesakastid lindude poolt hästi omaks, esimesel aastal asustasid suluspesitsejad (põldvarblane, must-kärbsenäpp, rasvatihane) 50% ja teisel aastal 73% pesakastidest. Siiski ei ilmne Raik (2021) uuringust, et lindude pesakasti värvieelistuste erinevused oleks statistiliselt usaldusväärsed.

Ektoparasiitidega nakatumise vähendamiseks pesakastides ja nende kahjustava toime leevendamiseks on katsetatud Hispaanias pesakasti värvimist kui meetet putukamürkide asemel (Aguilar *et al.* 2016). Aguilar *et al.* (2016) kasutas insektitsiidse Inesfly värvi, et leida alternatiiv putukamürkide mitmekordsele annustamisele, kuna mürgi efektiivsus pesakastis väheneb aja jooksul. Ektoparasiitide kõrvaldamiseks on ökoloogilistes uuringutes traditsiooniliselt kasutatud putukamürke, kuid sel võib olla mõju nii vanematele kui ka poegadele, kui kogused on valed või puutub mürk otseselt kokku linnuga (Hund *et al.* 2015). Insektitsiidne värv, mis eraldab järk-järgult vees lahustuvaid ühendeid ja on seetõttu on ka kauem toimivam, on vanalindudele ja poegadele vähem toksilisem ja häirivam. Uuringus pandi pesakasti põhja ruudukujuline plaat, mis oli kaetud värviga. Katse viidi läbi sinitihaste pesakastides, kus uuriti kihulaste (*Simuliidae*), pistesääsklaste (*Culicidae*), kirbuliste *Ceratophyllidae*, nugilestaliste *Dermanyssidae* ja lihakärblaste (*Calliphoridae*) vastsete arvukuse muutust. Putukamürk vähendas märkimisväärselt lihakärblase *Protocalliphora azurea* arvukust, kuid mitte teiste parasiitide arvukust. Seega ei olnud Inesfly värv sinitihaste pesakastides efektiivne ektoparasiitide vastu, välja arvatud lihakärblased. Insektitsiid ei

mõjutanud pesitsust negatiivselt ning efektiivsuse tõstmiseks pakuti välja, et väikese värviruu asemel võiks katta enamiku pesakastist värviga.

Insektitsiidid võiks palju aidata kaasa suluspesitsejate pesitsusedukusele. Eestis on Kilingi-Nõmme lähedal värvuliste pesakastidest leitud arvukalt kahetiivalise (*Diptera*) perekonna *Protocalliphora* esindajaid must-kärbsenäppide pesades, kelle vastsed on pesapoegade oblikatoorsed hematofaagid. Parasiteeritus pesakastis vähendab pesapoegade kaalu juba esimestest elupäevadest alates ning poegade jooksme ja tiiva pikkus on lennuvõimestumise eel lühemad kui liigikaaslastel, kes kasvavad üles parasiitideta pesas. Artikli autorid arvasid, et nende poegade lennuvõimestumine oli suhteliselt ebatõenäoline (Lodjak ja Mägi 2015).

Arvati, et Browne (2006) uurimuses olid eelistatud rohkem puitbetoonist kastid, sest neis oli tumedam keskkond tihastele ööbimiseks, kuna puidust pesakastide puhul on alati väiksemaid vahesid või pragusid sees ja ilmast tingitud väändumisi, mille tõttu rohkem valgust sisse paistab. Tuues paralleeli sellest, võib järeldada, et pesakasti värvimisel võib värv täita pragusid või vähendada kliimast tingitud väändumisi. Sellepärast eelistatavadki tihased rohkem värvitud kaste kui värvimata. Kui välistada, et värvid võiks lõhna- ja maitseomaduste poolest tekitada linnule eelistuse ühe või teise tooni vastu, võib mõelda, et ehk peitub ühe värvi eelistus tingituna evolutsioonist. Näiteks punast võidakse ära kasutada kaitsevärvinähtena või partneri poolehoidu võitmiseks, samuti võivad erineva värvivaliku eelistused tulla indiviidi või liikide isikupärast ja nende erinevusest. Punast värvi võidakse seostada ka toiduga, näiteks on paljude põõsaste ja taimede marjad just punased ning seda meeldivat seost võidakse ära kasutada õõnsuse värvivalikul. Pesakastide värvivaliku eelistust võiks veel lisaks uurida, et kas näiteks UVga värvitud pesakastid võiksid mõjutada eelistust või pesitsusedukusega seotuid näitajaid.

5. Arutelu

5.1 Kunstlik pesakast või looduslik õõnsus

Looduslike õõnsuste vähesus on tingitud metsade majandamisest ja inimõjuga maastike laienemisest. Pesakastidega on võimalik suurendada õõnerohkust ja leevendada õõnevärvuliste arvukuse langust. Looduslikke õõnsusi jälgendavate pesakastide ülespanemine on üheks viisiks anda oma panus looduslikku mitmekesisusse.

Alternatiivina pesakastidele on välja pakutud puudesse õõnsuste tegemist, mis pakuks elupaika sekundaarsetele suluspesitsejatele, hilisemal puu murdumisel tekkinud tüügast saavad kasutada primaarsed suluspesitsejad. Gano Jr ja Mosher (1983) kasutasid mootorsaage, millega lõigati elus puule 1,5 meetri kõrgusele kaks horisontaalset lõiget 22 cm vahega ja üks vertikaalne lõige sügavusega 7-10 cm. Nii lõigati tüvest tükk, millesse tehti 3,8 cm läbimõõduga lennuava; tükk moodustus hilisema pesaõõne esisein. Lõigatud kohast õõnestati peitliga õõnsus, mille valmistamiseks kulus kuni poolteist tundi. Valminud 40 õõnsusest oli kolm kuud hiljem kasutuses 84%, seda nii erinevate õõneloomade kui ka valgepõsk-puukoristaja (*Sitta carolinensis*) poolt, keda varem pesakastides pesitsemas ei olnud täheldatud. Aastaga murdis 15 puud õõnsuse kohast, ilmselt põhjusel, et õõnsus oli tehtud liiga peenikesse puusse: langenud puud olid rinnasdiameetriga kuni 30 cm, püsti püsivad aga sellest jämedamad. Seega peaks selliste pesaõõnsuste tegemisel arvestama ka tuule tugevusega ja kasutama piisavalt jämedaid puid. Arvestades metsamajandaja huve, ei ole selline teguviis majandusmetsas ilmselt mõeldav eelkõige sotsiaalsete konfliktide tõttu ning märksa mõistlikum ja lihtsam on kasutada pesakaste. Keskmiselt hakkavad avaga >2 cm õõnsused tekkima umbes 60 a ning avaga >5 cm 90 a vanusesse puusse, kuid arvestades raiesurvet Eesti metsades võib arvata, et õõnelindudele sobivaid pesapuid, eelkõige suluspesitsejatele värvulistele, on vähe (Kõrkjas *et al.* 2021). Kõrkjas *et al.* (2021) leidis, et boreaalses vööndis on rähnide poolt tehtud õõnsuste keskmine püsivusaeg üle 10 aasta, kuid näiteks Poola parasvöötme Białowieża metsades on leitud, et keskmiselt püsib rähniõõnsus 7-10 aastat ja looduslik õõnsus 4-12 aastat. Remm (2008) leidis, et elus puudes on õõnsuse keskmine eluiga 36 aastat ja surnud puudes (tüügastes) 6 aastat, need andmed räägivad ka

Gano Jr ja Mosheri (1983) meetodi poolt. Kuigi tänapäeva puitbetoonist pesakastid võivad samuti sama tõhusalt vastu pidada.

Nii elus kui surnud puus looduslikel õõnsustel on tõenäoliselt unikaalne muutujate kombinatsioon: näiteks lennuava asukoht, suund ja kuju, õõnsuse materjal, seina paksus, sügavus, läbimõõt, põhja pindala, kuju, värv, ruumala, valgustingimused ja vanus (Lambrechts *et al.* 2010). Samuti erinevad sekundaarsete suluspesitsejate värvuliste eelistused õõnsuse parameetrite suhtes. Võrreldes looduslike õõnsustega ei aita ühetaoliste pesakastide kasutamine kaasa linnustiku mitmekesisuse säilimisele samal määral, kuid võib leevendada üldist õõnepuudust (Remm 2008). Osades riikides reguleerivad metsandus- või keskkonnaorganisatsioonide soovitusel ja seadused paljuski pesakastide kasutamist (Lambrechts *et al.* 2010). Eestis annab soovitusi pesakastide tegemise kohta eeskätt Eesti Ornitoloogiaühing, kuid ühtsed sätestatud reeglid puuduvad. Parim pesakaste käsitlev trükis on Kinks (2017), kus on välja toodud, et algusaastatel tehti pesakaste huvist linnunade vastu, kuid tänapäeval tekitab see inimestele lihtsalt rõõmu. Samuti saab pesakastidega õõnevärvuliste arvukuse langust leevendada ja pöörata rõhku ohustatud või langeva arvukusega liikide kaitsele, kui teada nende eelistusi ja läheneda pesakastidele liigispetsiifilisi kriteeriumeid silmas pidades.

Kinks (2017) ei soovita värvida pesakasti seinu, sest see muudab pesakasti umbseks ja niiskus ei pääse välja. Pesakambri seest värvimisega tuleb ettevaatlik olla, kuna on võimalus, et pojad ei saa hiljem mööda libedat seina pesakastist välja ja erinevad värvid võivad mõjuda poegadele kahjulikult. Väljast värvimise osas ollakse erimeelel, kuna värvimisel võib puitpesakasti eluiga pikendada ja lindudele tunduvad värvitud pesakastid rohkem meeltemööda olevat, eelistades isegi erinevaid värvitoone (Browne 2006, Zhang *et al.* 2012, Dolenc 2019). Pesakastis õhuniiskuse suurenedes oleks see looduslikule õõnsusele sarnasem, nagu näitas Maziarz *et al.* (2017): puuõõntes on õhuniiskus 24% suurem kui pesakastis. Võib olla meeldib lindudele ka umbne ja niiske pesakast rohkem, kuid sel juhul võiks pesapõhja teha tuulutusauke umbsuse vähendamiseks. Värvimine tavaliste puiduvärvidega ei mõjuta pesitsusedukust (Zhang *et al.* 2012). Kasti sisepõhja värvimine insektitsiidse värviga aitaks vähendada see oluliselt lihakarblase *Protocalliphora azurea* arvukust (Aguilar *et al.* 2016). Aguilar *et al.* (2016) uuringus küll ei mõjutanud see pesitsusedukust ega linnupoegade ja vanemate konditsiooni sinitihaste puhul, kuid Lodjak ja Mägi (2015) uuringus leiti, et perekonna *Protocalliphora* esindajaid mõjuvad must-kärbsenäppide konditsioonile halvasti. Kuna Aguilar *et al.* (2016) uuringus värviti pesakaste

väga väikese värvi kogusega, võiks mõjutada selle suurem kasutus ka teiste parasiitide arvukust ja seeläbi tõsta pesitsusedukust. Lisaks sellele võiks katset korrata näiteks meie must-kärbsenäppidega. Pesakasti värvimine oleks ka loodusharidusliku rolliga. Värvitud pesakastid püüavad rohkem pilku ja annavad võimaluse märgata rohkem pesitsevaid linnuliike. Kui juba linnuliike osatakse märgata, tõuseb ka teaduslikkus liikidest. Pesakasti värvimine võiks suurendada suhestumist linnudesse.

5.2 Erinevate keskkondade mõju

Peale pesakastide parameetrite on oluline roll ka keskkonnal. Kui keskkond ei ole linnuliigile sobiv, siis ainuüksi pesakaste kasutades ei meelita linde pesitsema. Samuti võivad pesitsemis- ja sigimisedukust mõjutada erinevad biotoobid, keskkonnad ja toiduks vajaminevate ressursside hulk. Linnade ja maapiirkondade vahel pesitsevate rasvatihase puhul on leitud, et linnastunud lindudel on madalam sigimisedukus, kuid see-eest on neil aeglasem elutempo (pace of life ingl; Sepp *et al.* 2018). Pikas perspektiivis on linnas pesitsemine sama tõhus kui maapiirkonnas, kuid näitajad ühel pesitsushooajal erinevad nende kahe keskkonna vahel oluliselt. Samuti võib müral olla teatud mõju lindude pesitsusele pesakastides (Mulholland *et al.* 2018).

Robles *et al.* (2011) leidis, et vanas ja noores tammemetsas ei erinenud sinitihaste ja rasvatihaste pesitsusedukus ning toidupuudust ei olnud kummaski keskkonnas. Seega ei ole pesakastide paigutamine noortesse metsadesse pesitsusperioodil ökoloogiliseks lõksuks. Ökoloogiline lõks on olukord, kui isend kolib näiliselt sobivasse elupaika, kuid selle elupaiga tegelik kvaliteet võib viia isendi hukuni või pesitsusedukuse olulise languseni (Mänd *et al.* 2005). Ökoloogiline lõks võib tekkida, kui pesakaste liiga tihedalt üksteise kõrvale paigaldada ja pesitsustiheduse suurenedes ei jätku poegade üleskasvatamiseks piisavalt toitu. Kuigi varblastele meeldib linnades pesitseda kahe- kuni viiepaariliste seltsingutena, soovitatakse neile linnades pesakaste üles panna paarimeetrite vahedega (Uustal *et al.* 2010). Samuti on kuldnokad seltsingulised pesitsejad, kelle pesakastid võivad asetseda paarimeetrite vahedega, kuid näiteks tihased vajavad suuremat territooriumi ja väiksemasse aeda või metsa ei ole mõtet neile pesakaste üles panna ülearu tihedalt. Uustal *et al.* (2010) soovitas, et pesakastid võiks asetseda 15-20 m vahedega või suurematel

rohealadel tihedusega 4-6 tk/ha. Eesti metsamaastikul esineb keskmiselt kuni üks õõnepuu hektari kohta ning Euroopa ja Põhja- Ameerika metsamaastikul mediaan on 11 õõnepuud hektari kohta (Remm *et al.* 2008). Samuti näitavad uuringud, et vähemalt pooled õõnsused ei sobi lindudele pesitsemiseks. Eesti õõnerikastes metsades tehtud Lõhmus *et al.* (2005) uuringus, kus keskmine õõnsuste tihedus oli 4,1 õõnepuud/ha, selgus et ka siis on sobivate õõnte puudus lindudele pesitsemiseks. Seega, pannes majandusmetsa või noorde metsamaastikku pesakaste, võiks see sarnaneda Euroopa ja Põhja-Ameerika looduslike õõnsuste mediaantihedusega ehk hektaril võiks olla 9-10 pesakasti. See tagaks pesakastidele vähemalt 50 meetrised vahed ja aitaks vältida lindude konfliktide tekkimist ja ökolõksu.

5.3 Eelistatuid pesakast

Isoleerituse mõju 2.1 peatükis selgub, et ööbimiseks ei ole eelistust värvulistel kahe välimuselt sarnase, kuid erineva soojustingimusega pesakastil. Kahe pesakasti või õõnsuse soojustingimuste erinevuse tajumiseks peavad linnud katsetama pesakasti ööbides, või peaks pesakastidel olema visuaalselt nähtavamad või suuremad erinevused. Ei ole uurimusi, kus selguks, et linnud eelistavad erineva paksusega seintega pesakaste, kuigi mitmed uuringud on leidnud, et soojemad ja isoleeritumad pesakastid võivad pesitsust soosida. Küll aga eelistavad erinevad liigid erinevaid materjale: rasvatihased ja põldvarblased puitbetoonist pesakaste, kuid näiteks sinitihastel ei olnud eelistust. Browne (2006) uuringus selgus, et rippuvates puitbetoonist pesakastides pesitses alla poolte sinitihastest. Rippuva puitbetoonist pesakasti valivad sinitihased eelistasid rippuvat pesakasti, kuna puitbetoonist pesakaste, mis ei rippunud, eelistasid tihased veel vähem kui puidust pesakaste. See tähendab, et kui sinitihastele oleks olnud valida rippuva puitbetoon kasti või rippuva puidust kasti vahel, oleks nad valinud pigem viimase. Rippuvate pesakastide eelistus võib olla seotud ka kisklusriski vältimisega, kuna imetajatel on sellistele pesakastidele raskem ligi pääseda. Huvitaval kombel ei ole uuringuid, kus oleks täpselt sama parameetritega puidust pesakasti võrreldud puitbetooniga: puidust kastid on olnud alati nelinurksed, kuid puitbetoonist ümmargused. Samuti on puitbetoonist pesakastid värvitud pruuniks, valgeks, punaseks ja rohelisteks, kuid puitbetoonist pesakasti uuringute võrdlusel ei ole näiteks Garcia-Navase *et al.* (2008) põldvarblase eelistust värvuse suhtes arvestanud. Kuigi Browne (2006) arvestas värvi ja kasutas pruunide puitbetoonist pesakastide võrdlusel ka pruune puidust pesakaste.

Vaja oleks täpsemaid uuringuid, et kindlaks teha, kas lindudel on eelistus tehispesa kuju suhtes, kuna võrdlus ümmarguse ja nelinurkse puidust pesakasti või puitbetooni kohta puudub. Metallist pesakastide puhul on täpselt sama kujuga pesakaste puidust pesakastidega võrreldud. Rushmore *et al.* (2012) leidis, et õõnepääsukesed eelistavad pesitseda isoleeritud metallist pesakastides, kuid aedkäblikutele, ida-sinilindudele, koduvarblastele meeldivad puidust pesakastid. On leitud, et umbes 40-43 °C on linnuembrüole letaalne, erinedes veidi liikide vahel (Bull 2003). Seega materjalid, mis neelavad palju soojust, ei ole pesakastide tegemiseks sobilikud. Varssavi äärelinnas pesitseb 80% rasvatihastest metallist aiapostides, sest teiste sobivate õõnsuste puudumisel on linnud kohastunud sealsete pesitsemisvõimalustega. Møller *et al.* (2014) on leidnud, et rasvatihase kurna suurus suureneb pesakasti põhjapindala suurenedes, kuid sinititihase, must-kärbsenäpi ja kaelus-kärbsenäpi puhul mitte. Samuti on kurna suurus suurem sinitihastel puidust pesakastides kui puitbetoonist.

Lennuava kuju võiks teha pigem ümmarguse kui kolmnurkse, kuna see meeldib lindudele rohkem. Kambri suuruse, sügavuse ja lennuava suuruse eelistused on värvulistel liigiti väga varieeruvad ja iga liigi eelistuse puhul tuleks neid eraldi käsitleda. Liiga suurte mõõtmetega pesakasti pole mõtet teha, kuna värvulistele see ei meeldi ning kitsa pesakasti puhul võivad linnuliigi kehamõõtmed piirata kasti mahtumist. Rasvatihane eelistab pigem laiemat kasti, kuid ta võib laiema kasti puudumisel eelistust kompenseerida pesakasti kõrgusega. Kahe erineva kõrgusega laia kasti vahel valib tihane madalama. Kui tahta teha tihastele pesakast, mida koduvarblased ei kasutaks, tuleks teha lennuava 28 mm, kuna on leitud, et 29 mm on miinimum ava läbimõõt, kust koduvarblane sisse mahub (Goldshstein *et al.* 2018). Samuti Goldshstein *et al.* (2018) on leidnud, et vähendades konkurentsi liikide vahel, väheneb ka pesitsuse ebaõnnestumise risk ning linnud valivad pesakaste, mis piiravad suuremate konkurentide juurdepääsu. Teine variant oleks rasvatihastel alustada pesitsust varem kui koduvarblasel.

Uuringus kajastuvad ka värvieelistused, näiteks rasvatihase puhul punane ja roheline, ehk tuleks pesakasti värvida nendes toonides, kuigi Yalçın *et al.* (2016) leidis, et teiste liikide puhul olid värvieelistused üpris varieeruvad. Teiselt poolt saaks kombineerida värvimist insektsiidse värvi kasutamisega ja tõsta sellega pesitsusedukust. Dolenc (2019) leidis rasvatihasel, et pesakasti värv on olulisem tegur kui pesakasti kõrgus maapinnast. Värvimisega võiks linnas meelitada lindu eemale pesa tegemisest tahtmatusse kohta, mis tundub värvimata pesakastist atraktiivsem olevat.

Soovitavalt peaks vältima olukorda, kus pesakasti avaneb edelasse, kuna linnud pigem väldivad seda suunda, kuid eelistust võib mõjutada näiteks valdavate tuulte suund või muud keskkonnategurid. Pesakastide kaitse tõhustamine pesakasti eelistust ei mõjuta, kuid see-eest soodustab pesitsusedukust. Samuti on leitud ida-sinilindudel, et nad ei väldi õõnsusi, mis sisaldavad kiskja lõhna (Stanback *et al.* 2019, Amo *et al.* 2018), kuid võivad talvel ööbimisel vältida pesakaste, kus on jälgi kisklusest pesakastis, näiteks purustatud sulgi (Ekner and Tryjanowski 2008). Et vältida pesarüüstet, saab teha pesakasti lennuava pikemaks või kaitsta avaust metallplaadiga, näiteks rähnide eest. Samuti on leitud, et puitbetoon on paremate kaitseomadustega kui puit, kuna puitbetoonil on väiksem pesarüüstamise risk ja nad on ilmastikule vastupidavamad.

Kokkuvõte

Pesakastid on turvaline ja tõhus lisa puuõõntes pesitsevatele lindudele. Pesakaste kasutades paranevad liikide pesitsemis- ja ööbimisvõimalused, samuti võivad neid kasutada teised loomarühmad. Pesakastid lihtsustavad mitmete linnuliikide uurimist ning vähendavad pesakoha konkurentsi, samuti soodustab nende kasutamine õõnevärvuliste arvukuse kasvu.

Kuna vanu õõnerohkeid metsi on vähe ja inimõjuga maastikes (kultuurmaastikes, majandusmetsades) on õõnsusi vähe, kasvab pesakastide või õõnsuste vajalikkus aina. Primaarsete suluspesitsejate arvukus on vähenemas, kuid need liigid on Eestis ainsad puuõõnsuste tekitajad lisaks abiootiliste tegurite. Noortes metsades või majandusmetsades pesakastide kasutamine võimaldaks õõnevärvuliste pesitsustihedust oluliselt tõsta ning teades, millised pesakasti parameetrid on erinevatele liikidele olulised, saab võimalikke arvukusprobleeme lahendada liigispetsiifiliselt. Linnades on värvulised kohanenud pesitsema mitmesugustes tehisoõnsustes, näiteks aiapostides, kuna vanu õõnsustega puid leidub vähe.

Pesakastid on kuivemad ja halvema termo- ja heliisolatsiooniga kui looduslikud õõnsused. Isoleeritud kastid aitavad säästa ööbival linnul energiat, kuid paksuseinaliste ja õhema seinaga kastide puhul ei ole leitud, et värvulised eelistavad sellistes pesakastides pesitseda. Värvulised eelistavad puitbetoonist pesakaste, välja arvatud sinitihane, kuid sama kujuga puidust ümmarguse pesakasti kohta võrdlusel puitbetooniga puuduvad. Metallist pesakaste värvulised väldivad. Samuti on ohtlikud pesakastid, mis neelavad palju soojust või kus sisetemperatuur liiga kõrgeks tõuseb. Pesakasti värvus mõjutab pesakasti eelistust rohkem, kui näiteks pesakasti kõrgus maapinnast ning liikidele sobivate väiksemate mõõtmetega pesakast sobib teatud liikidele tõenäolisemalt pesitsemiseks.

Arvestades tehispesade liigispetsiifilist eelistust ja valides parameetrid, mis mõjutavad pesitsusedukust positiivselt, on võimalik teha värvuliste sobiv pesakast, mis aitab leevendada puuõõnsuste vähesusest tingitud arvukuse langust. Pesakaste kasutades tuleb silmas pidada, ökolõksu loomise ohtu, kuid seda saab vältida piisavalt hajusalt pesakastide riputamiseega.

Summary

Nestboxes are a safe and effective addition to birds nesting in tree cavities. Using nestboxes improves birds' nesting and roosting opportunities and they can also be used by other groups of animals. Nestboxes facilitate the study of many bird species and reduce nest competition, furthermore promoting the increase of breeding density of hole-nesting passerines.

As there are few old cavity abundant forests and man-made landscapes (cultivated landscapes, commercial forests), the need for nestboxes or cavities is growing. The number of primary hole-nesting birds is declining, but these species are the only makers of tree cavities in Estonia in addition to abiotic factors. Using nestboxes in young or commercial forests could significantly increase the nesting density of hole-nesting passerines, and knowing the preferred nestbox parameters of different species, potential problems could be solved species-specifically. In cities, passerines have adapted to nesting in various artificial cavities such as garden posts, as there are few old trees with cavities.

Nestboxes are drier and have poorer thermal and sound insulation than natural cavities. Insulated boxes help roosting birds save energy during the night, but it's not known if passerines have a preference between thick-walled and thinner-walled boxes for nesting. Passerines prefer mixture of wood and concrete nest boxes, except for blue tits, but there are no wooden round nestboxes of the same shape compared to concrete boxes. Metal nestboxes are avoided by passerines. Nestboxes that absorb a lot of heat or where the internal temperature rises too high, are dangerous to birds. The color of a nestbox has a greater effect on the preference than, for example, the height of the nest box from the ground, and a smaller nestbox suitable for the species is more likely to be suitable for nesting for certain species.

Given the species-specific preference of artificial cavities and parameters that have a positive effect on nesting success, it is possible to make a nestbox suitable for passerines, helping alleviate their declining numbers due to the small number of tree cavities. To avoid creating an ecological trap, it is important to remember to set up the nestboxes sufficiently dispersed.

Tänuavaldused

Tahaksin tänada juhendajat Marko Mägi, kes oli igal ajahetkel mulle abiks.

Kasutatud kirjandus

- Aguilar, JR.-D., Palma, R.M., Badás, E.P. et al (2016) Testing a New Method for Reducing Ectoparasite Infestation in Nest-Boxes. *Ardeola* 63:383–393. <https://doi.org/10.13157/arla.63.2.2016.sc5>
- Aitken, K.E.H., Martin, K. (2008) Resource Selection Plasticity and Community Responses to Experimental Reduction of a Critical Resource. *Ecology* 89:971–980. <https://doi.org/10.1890/07-0711.1>
- Alatalo, R.V., Carlson, A., Lundberg, A. (1988) Nest Cavity Size and Clutch Size of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca* Breeding in Natural Tree-Holes. *Ornis Scandinavica* 19:317-319. <https://doi.org/10.2307/3676729>
- Amo L, Tomás G, Saavedra I, Visser ME (2018) Wild great and blue tits do not avoid chemical cues of predators when selecting cavities for roosting. *PLOS ONE* 13:e0203269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203269>
- Andersson, S., Örnborg, J., Andersson, M. (1998) Ultraviolet sexual dimorphism and assortative mating in blue tits. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences* 265:445–450. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0315>
- Balen, J., Booy, C., Van Franeker, J., Osieck, E. (2002) Studies on Hole-Nesting Birds in Natural Nest Sites. *Ardea* 38–90:1–24. <https://doi.org/10.5253/arde.v70.p1>
- Bennett, A.T.D., Cuthill, I.C., Partridge, J.C., Lunau, K. (1997) Ultraviolet plumage colors predict mate preferences in starlings. *PNAS* 94:8618–8621. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.16.8618>
- Bennett, A.T.D., Cuthill, I.C., Partridge, J.C., Maier, E.J. (1996) Ultraviolet vision and mate choice in zebra finches. *Nature* 380:433–435. <https://doi.org/10.1038/380433a0>
- Bernardo, J. (1996) Maternal Effects in Animal Ecology1. *American Zoologist* 36:83–105. <https://doi.org/10.1093/icb/36.2.83>

- Bradshaw, R.H.W. (2004) Past anthropogenic influence on European forests and some possible genetic consequences. *Forest Ecology and Management* 197:203–212. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.025>
- Browne, S.J. (2006) Effect of nestbox construction and colour on the occupancy and breeding success of nesting tits *Parus* spp. *Bird Study* 53:187–192. <https://doi.org/10.1080/00063650609461432>
- Bull EL (2003) Use of nest boxes by Vaux's Swifts. *orn* 74:394–400. <https://doi.org/10.1648/0273-8570-74.4.394>
- Dolenec, Z. (2019) Nestbox occupancy by the great tit (*Parus major* L.) in young deciduous forest stands. *Šumarski list* 143:347–352. <https://doi.org/10.31298/sl.143.7-8.6>
- Ekner A, Tryjanowski P (2008) Do small hole nesting passerines detect cues left by a predator? A test on winter roosting sites. *Acta Ornithologica* 43:107–111. <https://doi.org/10.3161/000164508X345392>
- Eltis, J., Kuresoo, A., Leibak, E. et al (2003) eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 1998.–2002. *Hirundo* 16:58–83.
- Eltis, J., Leito, A., Leivits, M. et al (2019) Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2013–2017. *Hirundo* 32:1-39.
- Feu, C.R. (1992) How tits avoid flea infestation at nest sites. *Ringing & Migration* 13:120–121. <https://doi.org/10.1080/03078698.1992.9674030>
- Fuller, R.J., Noble, D.G., Smith, K.W., Vanhinsbergh, D. (2005) Recent declines in populations of woodland birds in Britain. *British Birds* 98: 116-143.
- Gano Jr, R.D., Mosher, J.A. (1983) Artificial cavity construction - an alternative to nest boxes. *Wildlife Society Bulletin* 11:74–76.
- García-Navas, V., Arroyo, L., José Sanz, J., Díaz, M. (2008) Effect of nestbox type on occupancy and breeding biology of Tree Sparrows *Passer montanus* in central Spain: Nestbox type and breeding ecology in Tree Sparrows. *Ibis* 150:356–364. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00799.x>

- Goldshtein A, Markman S, Leshem Y, et al (2018) Nest-site interference competition with House Sparrows affects breeding success and parental care in Great Tits. *J Ornithol* 159:667–673. <https://doi.org/10.1007/s10336-018-1541-4>
- Goldsmith, T.H. (2006) What Birds See. *Scientific American* 295:68–75.
- Goldsmith, T.H., Butler, B.K. (2005) Color vision of the budgerigar (*Melopsittacus undulatus*): hue matches, tetrachromacy, and intensity discrimination. *Journal of comparative physiology* 191:933–951. <https://doi.org/10.1007/s00359-005-0024-2>
- Goodenough, A.E., Hart, A.G., Elliot, S.L. (2008a) Variation in offspring quality with cavity orientation in the great tit, *Ethology Ecology & Evolution*, 20:4, 375-389, DOI: 10.1080/08927014.2008.9522518
- Goodenough, A.E., Maitland, D.P., Hart, A.G., Elliot, S.L. (2008b) Nestbox orientation: a species-specific influence on occupation and breeding success in woodland passerines, *Bird Study*, 55:2, 222-232, DOI: 10.1080/00063650809461526
- Gustafsson, L., Nilsson, S.G. (1985) Clutch size and breeding success of Pied and Collared Flycatchers *Ficedula spp.* in nest-boxes of different sizes. *Ibis* 127:380–385. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1985.tb05081.x>
- Hart, N.S. (2001) The Visual Ecology of Avian Photoreceptors. *Progress in Retinal and Eye Research* 20:675–703. [https://doi.org/10.1016/S1350-9462\(01\)00009-X](https://doi.org/10.1016/S1350-9462(01)00009-X)
- Hausmann, F., Arnold, K.E., Marshall, N.J., Owens, I.P.F. (2003) Ultraviolet signals in birds are special. *Proceedings of the Royal Society* 270:61–67. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2200>
- Hermann, E (2014) Lindude pesad ja munad. *Eesti Ornitoloogiaühing* ISBN 978-9949-9236-8-7
- Hund, A.K., Blair, J.T., Hund, F.W. (2015) A review of available methods and description of a new method for eliminating ectoparasites from bird nests. *Journal of Field Ornithology* 86:191–204. <https://doi.org/10.1111/jofo.12113>

Hunt, S., Cuthill, I.C., Bennett, A.T.D., Griffiths, R. (1999) Preferences for ultraviolet partners in the blue tit. *Animal Behaviour* 58:809–815. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1214>

Kinks, R (2017) Suvised aialinnud ja nende abistamine. Eesti Ornitoloogiaühing ISBN 978-9949-9236-5-6

Koenig, W.D., Gowaty, P.A., Dickinson, J.L. (1992) Boxes, Barns, and Bridges: Confounding Factors or Exceptional Opportunities in Ecological Studies? *Oikos* 63:305. <https://doi.org/10.2307/3545392>

Krause E.T., Schrader, L. (2016) Intra-specific variation in nest-site preferences of Zebra Finches: do height and cover matter?, *Emu - Austral Ornithology*, 116:333-339, DOI: 10.1071/MU15088

Kõrkjas M, Remm L, Lõhmus A (2021) Development rates and persistence of the microhabitats initiated by disease and injuries in live trees: A review. *Forest Ecology and Management* 482:118833. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118833>

Lambrechts, M.M., Abouladzé, M., Bonnet, M. et al (2013) Nest-box size influences where secondary-cavity exploiters roost and nest: a choice experiment. *Journal of Ornithology* 154:563–566. <https://doi.org/10.1007/s10336-012-0919-y>

Lambrechts, M.M., Adriaensen, F., Ardia, D.R. et al (2010) The Design of Artificial Nestboxes for the Study of Secondary Hole-Nesting Birds: A Review of Methodological Inconsistencies and Potential Biases. *Acta Ornithologica* 45:1–26. <https://doi.org/10.3161/000164510X516047>

Lambrechts, M.M., Marrot, P., Fargevieille, A. et al (2016) Nest size is not closely related to breeding success in Blue Tits: A long-term nest-box study in a Mediterranean oak habitat. *The Auk* 133:198–204. <https://doi.org/10.1642/AUK-15-214.1>

Lesiński, G. (2000) Location of Bird Nests in Vertical Metal Pipes in Suburban Built-Up Area of Warsaw. *Acta Ornithologica* 35:211–214. <https://doi.org/10.3161/068.035.0203>

Lodjak, J.; Mägi, M. (2015). Parasiidi *Protocalliphora* sp. mõju must-kärbsenäpi (*Ficedula hypoleuca*) pesapoegade kasvule. *Hirundo* 28: 53–56.

- Löhmus, A., Remm, J. (2005) Nest quality limits the number of hole-nesting passerines in their natural cavity-rich habitat. *Acta Oecologica* 27:125–128. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2004.11.001>
- Löhrl, V.H., (1977). Nistökologische und ethologische Anpassungserscheinungen bei Höhlenbrütern. *Die Vogelwarte* 29: 92-101
- Löhrl, V.H. (1986) Experimente zur Bruthöhlenwahl der Kohlmeise (*Parus major*). *Journal of Ornithology* 127:51–59. <https://doi.org/10.1007/BF01641442>
- Lowther, P.E. (2012) Does Nest-box Size Impact Clutch Size of House Sparrows? *The Wilson Journal of Ornithology* 124:384–389. <https://doi.org/10.1676/11-166.1>
- Maziarz, M., Broughton, R.K., Wesołowski, T. (2017) Microclimate in tree cavities and nest-boxes: Implications for hole-nesting birds. *Forest Ecology and Management* 389:306–313. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.001>
- Maziarz, M., Wesołowski, T. (2013) Microclimate of Tree Cavities Used by Great Tits (*Parus Major*) in a Primeval Forest. *Avian Biology Research* 6:47–56. <https://doi.org/10.3184/175815513X13611994806259>
- McCabe RA (1961) The Selection of Colored Nest Boxes by House Wrens. *The Condor* 63:322–329. <https://doi.org/10.2307/1365625>
- Mertens, J.A.L. (1977) Thermal conditions for successful breeding in Great Tits (*Parus major* L.). *Oecologia* 28:1–29. <https://doi.org/10.1007/BF00346834>
- Møller, A.P. (1992) Nest Boxes and the Scientific Rigour of Experimental Studies. *Oikos* 63:309-311. <https://doi.org/10.2307/3545393>
- Møller, A.P. (1989) Parasites, Predators and Nest Boxes: Facts and Artefacts in Nest Box Studies of Birds? *Oikos* 56:421-423. <https://doi.org/10.2307/3565628>
- Møller AP, Adriaensen F, Artemyev A, et al (2014) Clutch-size variation in Western Palearctic secondary hole-nesting passerine birds in relation to nest box design. *Methods in Ecology and Evolution* 5:353–362. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12160>

- Mulholland TI, Ferraro DM, Boland KC, et al (2018) Effects of Experimental Anthropogenic Noise Exposure on the Reproductive Success of Secondary Cavity Nesting Birds. *Integrative and Comparative Biology* 58:967–976. <https://doi.org/10.1093/icb/icy079>
- Mänd, R., Tilgar, V., Lohmus, A. & Leivits, A. (2005) Providing nest boxes for hole-nesting birds - Does habitat matter? *Biodiversity and Conservation*,14, 1823-1840
- Nellis, R., Volke, V. (2019) Metsalindude arvukuse muutused perioodil 1983–2018. *Hirundo* 32: 63-80.
- Newton, I. (1994a) The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: A review. *Biological Conservation* 70:265–276. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)90172-4](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)90172-4)
- Newton I. (1994b) Experiments on the limitation of bird breeding densities: a review. *Ibis* 136: 397–411.
- Nilsson, S.G. (1984) The Evolution of Nest-Site Selection among Hole-Nesting Birds: The Importance of Nest Predation and Competition. *Ornis Scandinavica (Scandinavian Journal of Ornithology)* 15:167–175. <https://doi.org/10.2307/3675958>
- O’connor, R.J. (1978) Nest-Box Insulation and the Timing of Laying in the Wytham Woods Population of Great Tits *Parus Major*. *Ibis* 120:534–537. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1978.tb06822.x>
- Paclík, M., Weidinger, K. (2007) Microclimate of tree cavities during winter nights—implications for roost site selection in birds. *International Journal of Biometeorology* 51:287–293. <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0067-2>
- Perrins. C.M. (1991). Tits and their caterpillar food supply. *Ibis* 133: 49-54.
- Perrins, C.M. (1996) Eggs, egg formation and the timing of breeding. *Ibis* 138:2–15. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1996.tb04308.x>
- Pinowski, J., Haman, A., Jerzak, L. et al (2006) The thermal properties of some nests of the Eurasian Tree Sparrow *Passer montanus*. *Journal of Thermal Biology* 31:573–581. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2006.05.007>

- Raik, A. (2021) Lindude värvieelistused pesakasti valikul. Gümnaasiumi uurimistöõ.
- Refsnider, J.M., Janzen, F.J. (2010) Putting Eggs in One Basket: Ecological and Evolutionary Hypotheses for Variation in Oviposition-Site Choice. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41:39–57. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144712>
- Remm, J. (2008) Tree-cavities in forests: density, characteristics and occupancy by animals. Doktoritöö.
- Remm, J., Lõhmus, A., Rosenvald, R. (2008) Density and diversity of hole-nesting passerines: dependence on the characteristics of cavities. *Acta Ornithologica* 43:83–91. <https://doi.org/10.3161/000164508X345365>
- Renno, O. (2017) Eesti metsandus ja linnud. Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon
- Resetarits, W.J. (1996) Oviposition Site Choice and Life History Evolution. *American Zoologist* 36:205–215.
- Robles, H., Ciudad, C., Matthysen, E. (2011) Tree-cavity occurrence, cavity occupation and reproductive performance of secondary cavity-nesting birds in oak forests: The role of traditional management practices. *Forest Ecology and Management* 261:1428–1435. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.029>
- Rodríguez S, Díez-Méndez D, Barba E (2016) Negative Effects of High Temperatures During Development on Immediate Post-Fledging Survival in Great Tits *Parus major*. *aorn* 51:235–244. <https://doi.org/10.3161/00016454AO2016.51.2.009>
- Roos, S., Smart, J., Gibbons, D.W., Wilson, J.D. (2018) A review of predation as a limiting factor for bird populations in mesopredator-rich landscapes: a case study of the UK. *Biological Reviews* 93:1915–1937. <https://doi.org/10.1111/brv.12426>
- Rushmore, M.E., Underwood, T.J., Brown, W.P. (2012) Wooden versus Insulated Metal Nestboxes: A Comparison of Reproductive Success and Use by Songbirds. *Journal of the Pennsylvania Academy of Science* 86:69–74

- Sepp, T., McGraw, K.J., Kaasik, A., Giraudeau, M. (2018) A review of urban impacts on avian life-history evolution: Does city living lead to slower pace of life? *Global Change Biology* 24:1452–1469. <https://doi.org/10.1111/gcb.13969>
- Sokolov, L.V. (1999) Population dynamics in 20 sedentary and migratory passerine species of the Courish Spit on the Baltic Sea. *Avian Ecology and Behaviour* 3: 23-50.
- Sorace, A., Carere, C. (1996) Occupation and breeding parameters in the great tit *Parus major* and the Italian sparrow *Passer italiae* in nest-boxes of different size. *Ornis Svecica* 6:173–177.
- Stanback MT, Dove CM, Fonda C, et al (2019) Eastern Bluebirds (*Sialia sialis*) do not avoid nest cavities containing predator odors. *Wilson Journal of Ornithology* 131:680–686. <https://doi.org/10.1676/18-163>
- Stanback, M.T., Mercadante, A.N., Cline, E.L. et al (2013) Cavity Depth, Not Experience, Determines Nest Height In Eastern Bluebirds. *The Wilson Journal of Ornithology* 125:301–306. <https://doi.org/10.1676/12-161.1>
- Uustal, M., Kuldna, P., Peterson, K., 2010. Elurikas linn. Linnaelustiku käsiraamat. Säätva Eesti Instituudi väljaanne nr 15, Tallinn.
- Vel'ký, M., Kaňuch, P., Krištín, A. (2009) Selection of winter roosts in the Great Tit *Parus major*: influence of microclimate. *Journal of Ornithology* 151:147. <https://doi.org/10.1007/s10336-009-0436-9>
- Virkkala, R. (2016) Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *Biodiversity and Conservation* 25:151–167. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1043-0>
- Withgott, J. (2000) Taking a Bird's-Eye View...in the UV. *BioScience* 50:854-859. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0854:TABSEV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0854:TABSEV]2.0.CO;2)
- Yalçın Ö, Gültaş N, Yavuz KE, et al (2016) Güzeli yöresindeki (Elazığ) meşe (*Quercus sp.*) ormanlarına asılan yapay yuvalardaki böcekçil kuşların kuluçka faaliyetleri. *Ormancılık Araştırma Dergisi* 1:57–71. <https://doi.org/10.17568/oad.49194>

Yamaguchi, N., Kawano, K.M., Yamaguchi, Y., Saito, T. (2005) Small protection plates against marten predation on nest boxes. *Applied Entomology and Zoology* 40:575–577. <https://doi.org/10.1303/aez.2005.575>

Yom-Tov, Y. & Wright, J. 1993. Effect of heating nest-boxes on egg-laying in the Blue Tit (*Parus caeruleus*). *Auk* 110 95-99.

Zhang, K., Deng, Q., Liu, J. et al (2012) Nest-box color preference and reproductive success of great tit. *Acta Ecologica Sinica*: 32:659–662. <https://doi.org/10.5846/stxb201011301706>

Zingg, S., Arlettaz, R., Schaub, M. (2010) Nestbox Design Influences Territory Occupancy and Reproduction in a Declining, Secondary Cavity-Breeding Bird. *Ardea* 98:67–75. <https://doi.org/10.5253/078.098.0109>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jaan Grosberg,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Pesakasti parameetrite mõju suluspesitsejate värvuliste pesitsusele“, mille juhendaja on Marko Mägi, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Jaan Grosberg

27.05.2021